

FORMULACIÓ I NOMENCLATURA INORGÀNICA

Contingut	
1.	CONCEPTES BÀSICS.....1
2.	NOMENCLATURA DELS ELEMENTS4
3.	NOMENCLATURA DELS IONS SIMPLES4
4.	NOMENCLATURA DELS COMPOSTOS BINARIS5
4.1.	Aspectes generals5
4.2.	Combinacions binàries de l'oxigen6
4.3.	Combinacions binàries amb l'hidrogen7
4.4.	Altres combinacions binàries8
5.	COMPOSTOS POLIATÒMICS8
5.1.	Hidròxids $M(OH)_m$8
5.2.	Oxoàcids9
5.3.	Ions poliatòmics10
5.4.	Sals dels oxoàcids.....11
5.5.	Sals hidratades12
5.6.	Altres sals12
6.	COMPOSTOS DE COORDINACIÓ I COMPLEXOS13
7.	EXERCICIS.....15
8.	BIBLIOGRAFIA17

Nota: Els paràgrafs en blau que sortiran al llarg del document són informació complementària.

Nota: El document inclou amb el símbol  les seccions que subdivideixen l'avaluació continuada

1. CONCEPTES BÀSICS

L'objectiu de la formulació i nomenclatura químiques és atribuir a cada compost un nom i una única representació que anomenarem fórmula.

D'acord amb les últimes recomanacions de la International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC, 2005), les substàncies inorgàniques poden ser anomenades utilitzant tres formes diferents:

- **nomenclatura de composició o estequiomètrica**
- **nomenclatura de substitució (no l'utilitzarem)**
- **nomenclatura d'addició (en aquest document només per compostos de coordinació i ions complexos, al final del text)**

La nomenclatura de composició (o estequiomètrica) es basa en la composició de la substància i no informa sobre la seva estructura (de com els àtoms estan enllaçats) . La proporció de cada element es pot indicar de tres maneres diferents:

- Usant prefixos multiplicadors (mono, di, tri, ...), per composts senzills i (bis, tris, tetrakis, ...) per substàncies més complexes. El prefix "mono" no resulta necessari excepte si hi ha possibilitat de confusió. Quan s'utilitzin prefixos no es poden realitzar contraccions (no és correcte, per exemple, tetròxid, pentòxid, ...),excepte per al prefix "monòxid" que si és acceptat.
- Mitjançant els nombres d'oxidació (amb nombres romans i escrits entre parèntesi). Si l'element només té un nombre d'oxidació, aquest no s'ha d'indicar. Anteriorment anomenada Nomenclatura de Stock.

- c) Utilitzant els nombres de càrrega (amb nombres aràbics i entre parèntesi) també al costat del nom de l'element. En primer lloc s'escriu el nombre i a continuació el signe. Aquesta modalitat només es pot utilitzar en composts iònics.

Per formular s'utilitza el que s'anomena **estat d'oxidació o nombre d'oxidació** que es defineix com *la càrrega que tindria un àtom d'aquest element si els electrons dels enllaços que forma amb la resta d'elements del compost s'assignessin a l'àtom de l'element més electronegatiu*. El nombre d'oxidació ens permet deduir o predir la *capacitat combinatòria* que té aquell element per formar compostos, és a dir, sabent els nombres d'oxidació de dos elements podem predir els compostos que es poden arribar a formar. Cal remarcar que és un concepte convencional que funciona i és molt útil a l'hora de formular, però no sempre té sentit químic. En la Figura 1 teniu un recull dels elements i els nombres d'oxidació que utilitzarem habitualment.

	1	2	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H +1 (-1)														
2	Li	Be								B +3	C -4 +2,4	N -3 +1,2,3,4,5	O -2 (-1)	F -1	
3	Na	Mg								Al +3	Si -4 +4	P -3 +3,5	S -2 +2,4,6	Cl -1 +1,3,5,7	
4	K	Ca +1													
5	Rb	Sr +2	Cr +3,6	Mn +2,4,7	Fe +2,3	Co +2,3	Ni +2,3	Cu +1,2	Zn +2		Sn +2,4	As -3 +3,5		Br -1 +1,3,5	
6	Cs	Ba	Mo +4,6					Ag +1	Cd +2		Pb +2,4	Sb -3 +3,5		I -1 +1,3,5,7	
7							Pt +2,4	Au +1,3	Hg +1,2			Bi +3, 5			

Figura 1. Nombres d'oxidació més habituals d'alguns elements.

Davant d'una fórmula, per tal de poder construir el nom i anomenar correctament, hem de ser capaços de determinar el nombre d'oxidació amb el que està actuant cada element. Per aconseguir-ho es poden utilitzar una sèrie de regles consecutives.

Regles per deduir el nombre d'oxidació dels elements en un compost

- 1- en un element, els àtoms tenen tots un nombre d'oxidació igual a zero.
- 2- la suma dels nombres d'oxidació dels àtoms d'una molècula és zero.
- 3- la suma dels nombres d'oxidació dels àtoms d'un ió és igual a la càrrega de l'ió.
- 4- en els seus compostos, el nombre d'oxidació dels metalls alcalins (grup 1) és +1 i el dels metalls alcalinoterris (grup 2) és +2.
- 5- en els seus compostos, el nombre d'oxidació del fluor és -1.
- 6- en els seus compostos, el nombre d'oxidació de l'hidrogen és, quasi sempre, +1. (Serà -1 quan en els compostos binaris quan estigui situat a dreta de la fórmula)
- 7- en els seus compostos, el nombre d'oxidació de l'oxigen és, quasi sempre, -2 (menys en el cas dels peròxids que és -1).
- 8- en els seus compostos binaris amb metalls els nombres d'oxidació dels elements dels grups 17, 16 i 15 són -1, -2 i -3, respectivament.
- 9- Quan dues regles es contradueixen, ha de seguir-se la regla que apareix primer a la llista anterior.

Exemples:

- Elements en estadi elemental (elements i substàncies elementals):

Element en estadi elemental	Nombre d'oxidació
Na	Sempre zero
Ca	
Cl ₂	
O ₂	
O ₃	
H ₂	
N ₂	
.....	

El nombre d'oxidació en substàncies elementals és zero ja que l'electronegativitat dels àtoms enllaçats és la mateixa.

- Molècules:

En les fórmules poliatòmiques aplicarem les regles anteriors i només ens quedarà per deduir el nombre d'oxidació d'uns dels elements. Només podem tenir una incògnita.

Exemples:

Comproveu quins són els nombres d'oxidació del N en els diferents compostos

Compuesto o ion	Estado de oxidación
NO ₃ ⁻	+5
N ₂ O ₄	+4
NO ₂ ⁻	+3
NO	+2
N ₂ O	+1
N ₂	0
NH ₂ OH	-1
N ₂ H ₄	-2
NH ₃	-3

Quins són els nombres d'oxidació dels diferents elements en el compost KClO₃?

Per les regles anteriors sabem que n_{ox} K = +1 i n_{ox} O = -2

Per deduir el nombre d'oxidació del Cl podem fer:

KClO ₃	K	O	Cl
Nombre d'àtoms per cada element	1	3	1
Nombre oxidació que sabem	+1	-2	x=?
Regla que utilitzem	4	7	2
Càrrega elèctrica total (Nombre àtoms x càrrega elèctrica)	1 · 1 = 1	3 · -2 = -6	1 · z = z ∑ càrregues = 0 1 + z - 6 = 0 Solució: x = +5

D'aquí deduïm que si el Cl té nombre d'oxidació +5, el nom del KClO₃ és **clorat** de potassi.

Quin són els nombres d'oxidació del elements en l'ió CO_3^{2-} ?

CO_3^{2-}	C	O
Nombre d'àtoms per cada element	1	3
Números oxidació que sabem (Taula amb n ^o oxidació)	?= y	-2
Regla que utilitzem	3	7
Càrrega elèctrica total (Nombre àtoms x càrrega elèctrica)	1 · y = y \sum càrregues = -2 y - 6 = -2 y = +4	3 · -2 = -6

D'aquí deduïm que si el C té nombre d'oxidació +4, el nom de l'ió CO_3^{2-} és **carbonat**

2. NOMENCLATURA DELS ELEMENTS

De manera general s'anomenen amb el nom de l'element químic corresponent. En el cas dels no metalls que formen substàncies moleculars el seu nom es basa en el nombre d'àtoms que tingui la molècula i s'indica amb el corresponent prefix multiplicador. S'accepten els noms oxigen per al dioxigen (O_2) i ozó per al trioxigen (O_3), però no els de nitrogen per al N_2 (dinitrogen) o hidrogen per al H_2 (dihidrogen). El prefix "mono" s'utilitza només per als casos en els que l'element no es troba a la naturalesa en estat monoatòmic.

Fórmula	Nom sistemàtic	Nom acceptat
Ag	Plata	
Fe	Ferro	
He	Heli	
N	Mononitrogen	
H_2	Dihidrogen	
N_2	Dinitrogen	
P_4	Tetrafòsfor	Fòsfor blanc
O_2	Dioxigen	Oxigen
O_3	Trioxigen	Ozó
S_8	Octasofre	
F_2	Difluor	

3. NOMENCLATURA DELS IONS SIMPLES

Quan un àtom d'un element, inicialment neutre, perd o guanya electrons adquirint càrrega elèctrica, es forma un ió monoatòmic. Si queda positiu se'n diu catió i si la càrrega és negativa és un anió.

Els cations monoatòmics s'anomenen amb el nombre de càrrega entre parèntesi. Per als formats per més d'un àtom del mateix element, s'afegeix el corresponent prefix multiplicador. Pel que fa als anions s'anomenen afegint el sufix -ur i a continuació el nombre de càrrega entre parèntesi. En el cas dels anions aquest nombre de càrrega es pot suprimir quan no doni lloc a cap ambigüitat. En el cas de l'oxigen no s'utilitza la terminació -ur i s'anomena com òxid.

Exemples de cations:

Element	Símbol	electrons perduts	Fórmula del catió	Nom del catió
Coure	Cu	1	Cu ⁺	coure (I) ó coure(1+)
		2	Cu ²⁺	coure (II) ó coure(2+)
Sodi	Na	1	Na ⁺	sodi ó sodi(1+)
Ferro	Fe	2	Fe ²⁺	ferro (II) ó ferro(2+)
		3	Fe ³⁺	ferro (III) ó ferro(3+)

Exemples d'anions:

Element	Símbol	electrons guanyats	Fórmula de l'aníó	Nom de l'aníó
Clor	Cl	1	Cl ⁻	clorur ó clorur(1-)
Sofre	S	2	S ²⁻	sulfur ó sulfur(2-)
Iode	I	1	I ⁻	iodur ó iodur(1-)
Brom	Br	1	Br ⁻	bromur ó bromur(1-)
Hidrogen	H	1	H ⁻	hidrur ó hidrur(1-)
Fluor	F	1	F ⁻	fluorur ó fluorur(1-)
Oxigen	O	2	O ²⁻	Òxid(2-) ó òxid
		1	O ₂ ²⁻	Diòxid(2-) també s'accepta peròxid

4. NOMENCLATURA DELS COMPOSTOS BINARIS

4.1. Aspectes generals

Per anomenar aquest tipus de compostos s'utilitza la nomenclatura de composició. Depenent dels tipus de compostos, la proporció entre els components s'utilitzen prefixos multiplicadors, o bé amb el nombre d'oxidació o, si el compost és iònic, amb el nombre de càrrega.

Fórmula: Estan formades per la combinació de dos elements i prenen la forma genèrica **A_xB_y**. Per escriure la fórmula cal seguir una sèrie de passes:

1. Situar els elements en l'ordre correcte: el més electronegatiu va a la dreta (Figura 2)
2. Conèixer el nombre d'oxidació amb el que actuaran els elements.
3. Buscar la relació més simple entre el dos elements que doni lloc a un compost neutre.

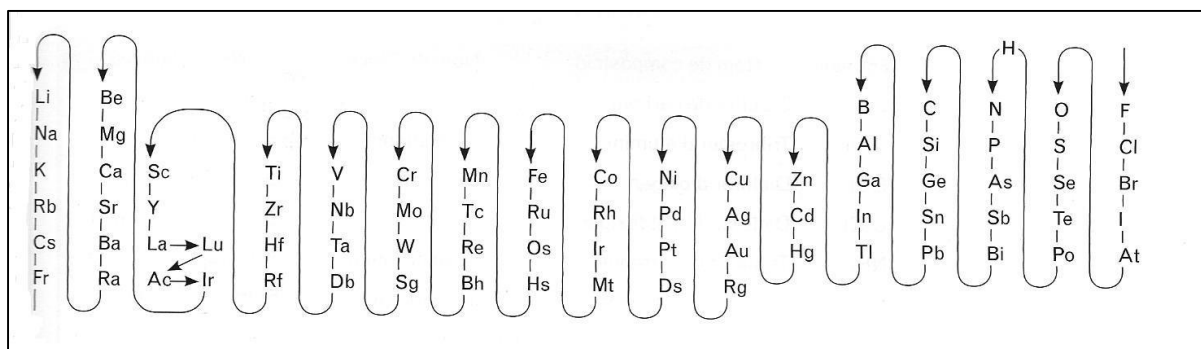


Figura 2: Seqüència convencional d'electronegativitats per d'ordenació dels elements en els compostos binaris. El Fluor és el més electronegatiu i el Franci el més electropositiu.

Per exemple, en combinar l'anió O^{2-} amb el catió Fe^{3+} s'ha d'escriure primer el ferro i després l'oxigen, la combinació més simple en aquest cas s'aconsegueix amb 3 anions O^{2-} i 2 cations Fe^{3+} ja que s'obtenen sis càrregues positives i sis de negatives. Per tant, el compost serà: Fe_2O_3 . Si us hi fixeu en els subíndexs, aquests no deixen de ser els nombres d'oxidació (sense signe) dels elements que s'han intercanviat. Per aconseguir aquesta relació més simple a vegades caldrà simplificar, com en el cas del següent compost:

CaO. Nombres d'oxidació: Ca +2 i O -2. És la simplificació de Ca_2O_2 .

En alguns casos concrets (els anirem veient) l'estructura de la molècula real no permet la simplificació.

Nom: La nomenclatura més utilitzada és la de composició.

1. Indicar el nom de l'element que pren el paper electropositiu sense cap modificació i afegir el sufix *-ur* a l'element més electronegatiu. Si l'element més electronegatiu és l'oxigen, el nom que es fa servir és "òxid".
2. Construir el nom del compost combinant el nom del constituent electronegatiu, la preposició *de* i a continuació el nom del constituent electropositiu.
3. Per indicar la proporció entre els dos elements podem utilitzar 3 opcions:
 - a. **Amb prefixos multiplicadors:** assenyalant, per a cada un, els prefixos adients ("mono", "di", "tri", "tetra", "penta", "hexa", ...), segons el nombre d'àtoms de cada un que hagi a la molècula.
 - b. **Amb l'estat d'oxidació:** al nom del més electropositiu se li afegeix el seu estat d'oxidació amb el nombre romà entre parèntesi. No s'utilitzen prefixos multiplicadors.
 - c. **Amb el nombre de càrrega iònica:** només es pot utilitzar si el compost és iònic. El nombre de càrrega s'escriu immediatament després del nom de l'ió sense espai. La càrrega s'escriu en nombres aràbics i segueix el signe. El nombre de càrrega dels anions no dona lloc a confusió, ja que aquest és únic, de forma que és suficient assenyalar només el dels cations. En el mateix sentit, es solen ometre també els nombres d'oxidació dels alcalins (grup 1, sempre 1+) i dels alcalinoterris (grup 2, sempre 2+), així com dels elements més comuns amb nombre d'oxidació únic (cas de l'alumini 3+, per exemple). La IUPAC recomana, sempre que sigui aplicable, l'ús dels nombres de càrrega en comptes de l'estat d'oxidació.

4.2. Combinacions binàries de l'oxigen

Òxids

Són les combinacions entre l'oxigen i un altre element, metall o no metall, on l'oxigen és l'element considerat més electronegatiu. L'oxigen actua amb nombre d'oxidació -2 i és el que dona nom propi als compostos que són els **òxids**.

Quan s'utilitza la nomenclatura amb prefixos multiplicatius, aquests es poden obviar si no hi ha ambigüitat. El prefix mono- es considera superflu i només s'utilitza si es vol emfatitzar l'estequiometria quan es comparen substàncies relacionades (per exemple NO, NO_2). Si s'utilitza prefixos per anomenar substàncies no es poden eliminar lletres, és a dir, s'ha d'anomenar pentaòxid i no pentòxid, amb l'excepció del monòxid.

Quan s'utilitza el sistema amb nombres d'oxidació, si l'element només té un nombre d'oxidació aquest normalment no s'indica en el nom del compost. El nombre d'oxidació (en xifres romanes i sense signe) s'escriu al costat del nom de l'element sense deixar espai. Aquesta nomenclatura coincideix amb l'anomenada anteriorment nomenclatura de Stock.

Exemples d'òxids en la nomenclatura de composició:

Fórmula	Prefixes multiplicadors	Nombre oxidació
K ₂ O	monòxid de dipotassi, òxid de dipotassi (és l'únic que es pot formar)	òxid de potassi
Fe ₂ O ₃	triòxid de diferro	òxid de ferro (III)
FeO	monòxid de ferro	òxid de ferro (II)
CO	monòxid de carboni	òxid de carboni (II)
N ₂ O	òxid de dinitrogen	òxid de nitrogen (I)
P ₂ O ₅	pentaòxid de difosfor	òxid de fòsfor (V)
Cl ₂ O*	monòxid de diclor	òxid de clor (I)

* Segons les últimes recomanacions de la IUPAC s'ha de respectar sempre la seqüència d'electronegativitats de la Figura 2, de forma que les combinacions de l'oxigen amb els halurs (Cl, I, Br,...) s'haurien d'escriure primer l'oxigen i després l'halogen, en aquest cas: OCl₂ i llavors el compost passaria a anomenar-se: diclorur d'oxigen o clorur d'oxigen (-II). **Aquesta notació no la utilitzarem però és correcte.**

Peròxids

Els peròxids són combinacions d'un element amb l'anió peròxid que és, O₂²⁻. Aquí es considera que cada oxigen té de nombre d'oxidació -1. En la fórmula final com a mínim ha de quedar un grup peròxid, per tant, no sempre es pot simplificar la fórmula. Per formular podeu utilitzar la següent expressió, A_nO_{2n}, on A és l'element que es combina amb el grup O₂²⁻ i n és el nombre d'oxidació d'A

Amb la nomenclatura dels prefixes multiplicadors s'anomenen igual que els òxids. Amb la nomenclatura dels nombres d'oxidació s'anomenen com peròxids. Està acceptat el nom d'aigua oxigenada per H₂O₂.

fórmula	Amb prefixos multiplicadors	Amb el nombre d'oxidació
CaO ₂	diòxid de calci	peròxid de calci
CuO ₂	diòxid de coure	peròxid de coure (II)
Na ₂ O ₂	diòxid de disodi	peròxid de sodi
H ₂ O ₂	diòxid de dihidrogen	peròxid d'hidrogen

4.3. Combinacions binàries amb l'hidrogen

L'hidrogen forma compostos binaris amb molts elements de la Taula Periòdica.

A partir de la seqüència de electronegativitats (Figura 2), es pot deduir que segons amb quin element es combini, l'hidrogen anirà situat a la dreta i el nom del compost serà hidrur de l'element acompanyat. En el cas contrari l'element serà el que donarà el nom principal del compost: nom element-ur de hidrogen.

En el cas de les compostos formats amb els elements dels grups 16 i 17 que són àcids en dissolució aquosa s'anomenaran **àcid** (nom element)-**hídric**, aquest grup de compostos s'anomenen **àcids hidràcids**.

Alguns hidrurs del grups 13 a 15 tenen nom tradicionals com **H₂O**, **aigua**, i **NH₃**, **amoníac**.

Grups d'elements amb els que es combina l'H	Electronegativitat del H respecte a l'altre element	Estat oxidació	Fórmula	Nom compost
1-15	més electronegatiu	-1	AH	Hidrur de A
16-17	menys electronegatiu	+1	HA HA _(aq)	A-ur de hidrogen Àcid A-hídric

Grups	1-12	13-15	16-17
Tipus de compostos	Hidrurs metàl·lics	Hidrurs no metàl·lics	Hidrurs no metàl·lics de caràcter àcid
Exemples	NiH ₃ trihidrur de níquel hidrur de níquel (III)	PH ₃ trihidrur de fòsfor hidrur de fòsfor (III) Abans Fosfina CH ₄ Metà	HCl clorur d'hidrogen HCl _(aq) àcid clorhídric(*) H ₂ S sulfur d'hidrogen H ₂ S _(aq) àcid sulfhídric(*)

(*) La nomenclatura d'àcid fa referència al compost en solució aquosa.

4.4. Altres combinacions binàries

Poden ser combinacions binàries entre un metall i un no metall (són les **sals dels àcids hidràcids**) i també entre dos no metalls.

Per escriure la fórmula seguirem les pautes explicades amb anterioritat per a la nomenclatura de composició. L'element més electronegatiu (dreta) serà el que donarà nom propi al compost afegint **-ur** al seu nom, seguit del nom del element de l'esquerra.

Fórmula	Amb prefixos multiplicadors	Amb el nombre d'oxidació
Ni ₂ S ₃	trisulfur de diníquel	sulfur de níquel (III)
AlCl ₃	triclorur d'alumini	clorur d'alumini
BrCl ₃	triclorur de brom	clorur de brom (III)

5. COMPOSTOS POLIATÒMICS

5.1. Hidròxids M(OH)_m

Son compostos formats per la unió d'un metall i l'ió hidròxid (OH⁻) que actua amb nombre d'oxidació -1 (l'oxigen amb -2 i l'hidrogen amb +1). m és el nombre d'oxidació del metall. Es formulen i s'anomenen com si fossin un compost binari, l'ió hidròxid funciona com una unitat.

Fórmula	Amb prefixos multiplicadors	Amb el nombre d'oxidació
Au(OH) ₃	trihidròxid d'or	hidròxid d'or (III)
KOH	hidròxid de potassi	hidròxid de potassi
Pb(OH) ₄	tetrahidròxid de plom	hidròxid de plom (IV)

5.2. Oxoàcids

La seva fórmula general és $H_xY_zO_z$. L'àtom central, Y, freqüentment és un element no metàl·lic que actua sempre amb nombre d'oxidació positiu i en alguns casos és un metall de transició amb un nombre d'oxidació elevat.

Malgrat que es podria utilitzar la nomenclatura d'addició, la realitat és que es poc utilitzada en el nostre àmbit, per aquesta raó ens limitarem a descriure la nomenclatura tradicional que està acceptada. Cal tenir present que és la nomenclatura més antiga i que amb el temps s'han anat imposat matisos poc sistemàtics que són fruit de la tradició. La fórmula bàsica dels oxoàcids es construeix com segueix:

òxid de Y + $H_2O \rightarrow H_xY_zO_z$ àcid de Y i si es pot es simplifica. Aquest serien els **meta-àcids**.

També existeixen **orto-àcids**, que serien els meta-àcids amb més aigua: **meta-àcids + H_2O**

Per indicar el nombre d'oxidació de l'element Y s'utilitzen una sèrie de prefixes i sufixes que permeten distingir fins a 4 nombres diferents. Aquesta sistemàtica no indica el nombre d'oxidació sinó que indica la seva posició en l'escala de valors dels nombres d'oxidació de l'element.

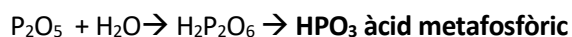
Exemple pels oxoàcids de Cl que te 4 nombres d'oxidació:

Nombres d'oxidació Cl	Prefixes i sufixes	Formació dels àcids oxoàcid del Cl	Àcids
+1 (+ baix)	Hipo-.....-ós	$Cl_2O + H_2O \rightarrow H_2Cl_2O_2 \rightarrow HClO$	Àcid hipoclorós
+3-ós	$Cl_2O_3 + H_2O \rightarrow H_2Cl_2O_4 \rightarrow HClO_2$	Àcid clorós
+5-ic	$Cl_2O_5 + H_2O \rightarrow H_2Cl_2O_6 \rightarrow HClO_3$	Àcid clòric
+7(+ alt)	Per-.....-ic	$Cl_2O_7 + H_2O \rightarrow H_2Cl_2O_8 \rightarrow HClO_4$	Àcid perclòric

Si Y té menys de 4 nombres d'oxidació llavors la distribució de prefixes i sufixes queda com s'indica a la següent taula.

Prefixes i sufixes aplicats a Y	Nombres d'oxidació de Y			
	4	3	2	1
Hipo-Y -ós	X	X		
Y-ós	X	X	X	
Y-ic	X	X	X	X
Per-Y-ic	X			

Una de les dificultats en aquests tipus de compostos radica en que fruit de la tradició no sempre s'indica si es tracta d'un meta (són majoria) o un orto-àcid. Per exemple, entre els oxoàcids de fòsfor amb nombre d'oxidació +5, existeixen:



Noms tradicionals dels oxoàcids més importants i nombre d'oxidació d'Y.

fórmula	Nom	nº oxid	fórmula	nom	nº oxid
H ₃ BO ₃	àcid bòric	+3	H ₂ SO ₃	àcid sulfurós	+4
HBO ₂	àcid metabòric	+3	H ₂ SO ₄	àcid sulfúric	+6
			H ₂ S ₂ O ₇	àcid disulfúric	+6
H ₂ CO ₃	àcid carbònic	+4			
H ₄ SiO ₄	àcid silícic	+4	HClO*	àcid hipoclorós	+1
			HClO ₂	àcid clorós	+3
HNO ₂	àcid nítrós	+3	HClO ₃	àcid clòric	+5
HNO ₃	àcid nítric	+5	HClO ₄	àcid perclòric	+7
H ₃ PO ₃	àcid fosforós	+3			
H ₃ PO ₄	àcid fosfòric	+5	H ₂ CrO ₄	àcid cròmic	+6
H ₄ P ₂ O ₇	àcid difosfòric	+5	H ₂ Cr ₂ O ₇	àcid dicròmic	+6
HPO ₃	àcid metafosfòric	+5			
			H ₃ AsO ₃	àcid arseniós	+3
HMnO ₄	àcid permangànic	+7	H ₃ AsO ₄	àcid arsènic	+6

*La mateixa sèrie d'àcids pel iode i per brom.

Existeixen també les altres variants d'oxoàcids:

Diàcids: dues molècules d'àcid sumades i després restar una d'aigua

2 àcids - H₂O

àcid disulfúric:



Peroxoàcids: substitució d'un o més O per grups peroxo, O₂, amb l'oxigen amb nombre d'oxidació -1

àcid peroxosulfúric: H₂SO₅ àcid peroxidisulfúric: H₂S₂O₈

Tioàcids: substitució d'un o més O per S àcid tiosulfúric: H₂S₂O₃

5.3. Ions poliatòmics

Són agrupacions de varis àtoms amb càrrega elèctrica negativa (anions) o positiva (cations).

El cations poliatòmics més freqüents són:

H₃O⁺ ió oxoni

NH₄⁺ ió amoni

Dels anions poliatòmics cal destacar els oxoanions, anions que es formen per la pèrdua de H dels oxoàcids. S'anomenen com l'oxoàcid del que procedeixen però amb la terminació **-it** o **-at**, en lloc de **-ós** i **-ic** respectivament.

Quan un ió manté alguns dels hidrògens que podria perdre l'àcid s'utilitza el prefix **hidrogen-**.

ió hidrogensulfat: HSO₄⁻

ió hidrogenfosfat: HPO₄²⁻

ió dihidrogenfosfat: H₂PO₄⁻

Un altre sistema d'ús molt comú però no acceptat per la IUPAC, és la utilització del prefix **bi-** per indicar la pèrdua de la meitat dels H inicials de l'àcid. Per exemple: no se li pot dir ió bicarbonat a l'**ió hidrogencarbonat HCO₃⁻**.

Exemples:

Àcid		Ió	
H ₃ BO ₃	bòric	BO ₃ ³⁻	borat
		H ₂ BO ₃ ⁻	dihidrogenborat
		HBO ₃ ²⁻	hidrogenborat
HBO ₂	metabòric	BO ₂ ⁻	metaborat
H ₂ CO ₃	carbònic	CO ₃ ²⁻	carbonat
		HCO ₃ ⁻	hidrogencarbonat
H ₄ SiO ₄	silícic	SiO ₄ ⁴⁻	silicat
HNO ₂	nitros	NO ₂ ⁻	nitrit
HNO ₃	nítric	NO ₃ ⁻	nitrat
H ₃ PO ₃	fosforós	PO ₃ ³⁻	fosfit
		H ₂ PO ₃ ⁻	dihidrogenfosfit
		HPO ₃ ²⁻	hidrogenfosfit
H ₃ PO ₄	fosfòric	PO ₄ ³⁻	fosfat
		H ₂ PO ₄ ⁻	dihidrogenfosfat
		HPO ₄ ²⁻	hidrogenfosfat
H ₄ P ₂ O ₇	difosfòric	P ₂ O ₇ ⁴⁻	difosfat
H ₂ SO ₃	sulfurós	SO ₃ ²⁻	sulfit
		HSO ₃ ⁻	hidrogenulfit
H ₂ SO ₄	sulfúric	SO ₄ ²⁻	sulfat
		HSO ₄ ⁻	hidrogenulfat
H ₂ S ₂ O ₇	disulfúric	S ₂ O ₇ ²⁻	disulfat
HClO	hipoclorós	ClO ⁻	hipoclorit
HClO ₂	clorós	ClO ₂ ⁻	clorit
HClO ₃	clòric	ClO ₃ ⁻	clorat
HClO ₄	perclòric	ClO ₄ ⁻	perclorat
HMnO ₄	permangànic	MnO ₄ ⁻	permanganat
H ₂ CrO ₄	cròmic	CrO ₄ ²⁻	cromat
H ₂ Cr ₂ O ₇	dicròmic	Cr ₂ O ₇ ²⁻	dicromat

5.4. Sals dels oxoàcids

Són compostos formats per la combinació d'un oxoanió i un catió, generalment metàl·lic. S'anomenen amb el nom de l'anió seguit del nom del catió indicant el seu nombre d'oxidació. S'anomenen sals neutres quan els anions no tenen H àcids i sals àcides quan si en tenen.

SALS NEUTRES	
Na_2SO_4	sulfat de sodi
CuNO_3	nitrat de coure (I)
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	fosfat de calci
$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	carbonat d'amoni
SALS ACIDES	
CaHPO_4	hidrogenfosfat de calci
$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$	dihidrogenfosfat de calci
NaHCO_3	hidrogencarbonat de sodi

5.5. Sals hidratades

Són sals que contenen molècules d'aigua en el seus cristalls. Formulació: s'afegeix un punt al final de la fórmula i s'afegeixen el nombre de molècules d'aigua. Nomenclatura: s'anomena la sal més el nombre de molècules d'aigua amb un prefixe numeral i el sufixe hidratat. (monohidratat, dihidratat, trihidratat, etc)

Exemple: $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ Clorur de cobalt (II) hexahidratat

5.6. Altres sals

a) Sals que contenen dos o més tipus diferents de metalls.

Es formulen col·locant primer els metalls per ordre alfabètic del símbol. Es nombren, com totes les sals, indicant primer l'anió seguit dels noms dels metalls ordenats alfabèticament. Exemples:

$\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ sulfat d'amoni i ferro (II)
 KMgCl_3 clorur de magnesi i potassi

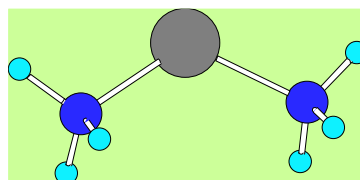
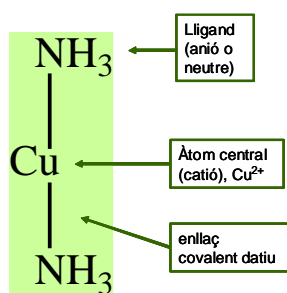
b) Sals bàsiques

Sals que presenten els grups OH (nombre d'oxidació -1) o O (nombre d'oxidació -2). Es formulen situant primer el metall seguit per la resta de grups per ordre alfabètic. Es nomenen com les sals normals amb els prefixos hidroxí- (OH) o oxi- (O) indicant mitjançant un prefix numeral la quantitat d'aquests grups. Exemples:

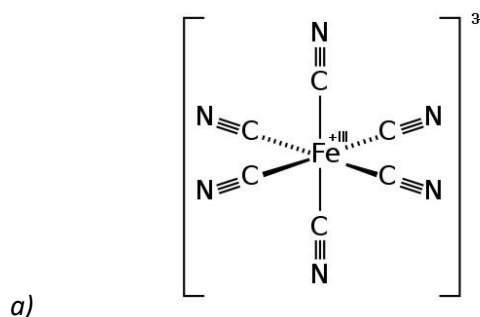
$\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ dihidroxicarbonat de coure (II)
 BiClO oxiclорur de bismut
 $\text{Pb}_2(\text{OH})_2\text{SO}_3$ dihidroxisulfat de plom (II)

6. COMPOSTOS DE COORDINACIÓ I COMPLEXOS

Un complex és una espècie química en la que un **àtom central** (metall) està envoltat per àtoms, ions (normalment anions) o agrupacions d'àtoms anomenats **l·ligands**. L'àtom central acostuma a ésser un catió i per tant té nombre d'oxidació positiu. Rarament té nombre d'oxidació zero. Els àtoms dels l·ligands que s'uneixen directament al metall s'anomenen **àtoms coordinadors**. El nombre total d'àtoms coordinadors s'anomena **nombre de coordinació**. Per exemple, el següent complex té nombre de coordinació 2 i els 2 N són els àtoms coordinadors.



El següent complex $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ té nombre de coordinació 6 i els 6 C són els àtoms coordinadors.



Construcció de la fórmula: [AC II, II, II...]

- Primer s'escriu l'àtom central.
- Després els l·ligands seguint l'ordre: primer els aniónics, després els neutres i a continuació els catiónics.
- Si hi han varis l·ligands dels mateix tipus s'ordenen alfabèticament segons l'àtom coordinador.
- Quan un l·ligand és una agrupació poliatòmica, s'escriu entre parèntesi.
- Tota l'espècie complexa s'escriu entre claudàtors, [], indicant la càrrega que conté globalment.
- Quan un complex és iònic i es combina amb un altre ió de signe contrari, l'ordre de col·locació és l'habitual, primer el catió i després l'anió.

b) Construcció del nom

S'indiquen en primer lloc els noms dels l·ligands ordenats alfabèticament, independentment que siguin neutres o aniónics. El nombre present de l·ligands d'un determinat tipus s'indica per mitjà del prefix numeral corresponent.

Després s'indica el nom de l'àtom central. Si el complex té càrrega negativa s'afegeix la terminació **-at** al nom de l'àtom central. Cal indicar entre parèntesi l'estat d'oxidació de l'àtom central, si aquest en té varis possibles.

c) Nom dels lligands.

Generalment, els lligands aniònics reben la terminació -o i els neutres la terminació -il, encara que en hi ha alguns que no segueixen aquesta regla i tenen noms propis:

<i>fórmula</i>	<i>nom</i>	<i>fórmula</i>	<i>nom</i>	<i>fórmula</i>	<i>nom</i>
F ⁻	fluoro	CN ⁻	ciano	S ²⁻	tio
Cl ⁻	cloro	HS ⁻	mercapto	CO	carbonil
Br ⁻	bromo	O ²⁻	oxo	H ₂ O	aqua
I ⁻	iodo	OH ⁻	hidroxo	NH ₃	ammina

Exemples de complexos:

<i>Fórmula</i>	<i>nom</i>
[Ag(NH ₃) ₂] ⁺	diamminaplata
[Ni(CN) ₄] ²⁻	tetracianoniquelat (II)
[CoCl ₄] ²⁻	tetraclorocobaltat (II)
[Ni(H ₂ O) ₆] ²⁺	hexaaquaníquel (II)
[Co Cl ₃ (NH ₃) ₃]	triamminatriclorocobalt (III)

Els compostos que contenen ions complexos s'anomenen compostos de de coordinació. Exemples:

<i>Fórmula</i>	<i>nom</i>
[Cr Cl ₂ H ₂ O (NH ₃) ₃]Cl	clorur de triamminaaquadiclorocrom (III)
[CoCl ₂ (H ₂ O) ₂ (NH ₃) ₂]NO ₃	nitrat de diamminadiaquadiclorocobalt(III)
K ₃ [Fe(CN) ₆]	hexacianoferrat (III) de potassi
[Co Cl ₃ (NH ₃) ₃]	triamminatriclorocobalt (III)

7. EXERCICIS

En aquestes taules ja hi surten les solucions als exercicis, aquesta estructura us permetrà, si amagueu els noms, treballar la nomenclatura i si amagueu les fórmules, practicar amb la formulació.

Formulació 1: identificació substàncies i determinació del nombre d'oxidació de tots els elements.		
Substància	Classificació	nombre d'oxidació
Ag	element	0
N ₂	substància elemental	0
Cu ²⁺	ió	+2
P ₂ O ₅	òxid	+5, -2
H ₂ O ₂	peròxid	+1, -1
NO ₂ ⁻	anió (oxoanió)	+3, -2
H ₂ SO ₃	oxoàcid	+1, +4, -2
NH ₃	hidrur	+3, -1
KOH	hidròxid	+1, -2, +1
Na ₂ S	sal	+1, -2
Ca(ClO ₂) ₂	sal (oxosal)	+2, +3, -2
FeCl ₃	sal	+3, -1
FeSO ₄	sal (oxosal)	+3, +6, -2
S	element	0
HBr _(aq)	àcid hidràcid	+1, -1

Formulació 2: Combinacions binàries	
P ₂ O ₅	pentòxid de difòsfor - òxid de fòsfor (V)
N ₂ O ₃	triòxid de dinitrogen - òxid de nitrogen (III)
K ₂ O	òxid de dipotassi - òxid de potassi
SiO ₂	diòxid de silici - òxid de silici (IV)
LiH	hidrur de liti
H ₂ Se	seleniur d'hidrogen - àcid selenhídric
HF	fluorur d'hidrogen - àcid fluorhídric
Cu ₂ O	òxid de coure (I)/monòxid de dicoure
CuO	òxid de coure (II)/monòxid de monocoure
Cu ₂ O ₂	peròxid de coure (I) / diòxid de dicoure
CuO ₂	peròxid de coure (II)/ diòxid de monocoure
PH ₃	trihidrur de fòsfor/hidrur de fòsfor (III)
ICl ₃	triclòrur de iode - clòrur de iode (III)
CCl ₄	tetraclòrur de carboni/clòrur de carboni (IV)
Fe ₂ O ₃	òxid de ferro (III)/triòxid de diferro
HgO	òxid de mercuri (II)
As ₂ O ₃	triòxid de diarseni / òxid d'arseni (III)
CO ₂	diòxid de carboni/òxid de carboni (IV)
FeH ₂	dihidrur de ferro/hidrur de ferro (II)
HBr	bromur d'hidrogen
AlH ₃	trihidrur d'alumini/hidrur d'alumini
H ₂ S _(aq)	àcid sulfhídric
H ₂ S	sulfur d'hidrogen
NH ₃	amoníac

H_2O_2	peròxid d'hidrogen/ diòxid de dihidrògen
PCl_5	pentaclorur de fòsfor/clorur de fòsfor (V)

Formulació 3: hidròxids	
$Fe(OH)_2$	hidròxid de ferro (II)/ dihidròxid de ferro
$Fe(OH)_3$	hidròxid de ferro (III)/trihidròxid de ferro
$Ba(OH)_2$	hidròxid de bari/dihidròxid de bari
KOH	hidròxid de potassi

Formulació 4: oxoàcids	
HNO_2	àcid nítrós
H_2SO_3	àcid sulfurós
H_3AsO_3	àcid arseniós
$HClO_4$	àcid perclòric
HNO_3	àcid nítric
H_2SO_4	àcid sulfúric
H_3PO_4	àcid fosfòric
$HMnO_4$	àcid permangànic
$H_4P_2O_7$	àcid difosfòric
H_2CO_3	àcid carbònic
H_3BO_3	àcid bòric

Formulació 5: sals dels àcids hidràcids i oxoàcids	
NaHS	hidrogensulfur de sodi
CuS	sulfur de coure (II)
$FeCl_3$	clorur de ferro (III) /triclòrur de ferro
HgI_2	iodur de mercuri (II)/diiodur de mercuri
AgBr	bromur de plata
$Pb(HS)_4$	hidrogensulfur de plom (IV)
KNO_3	nitrat de potassi
$Ca(HCO_3)_2$	hidrogencarbonat de calci
$Ca(H_2PO_4)_2$	dihidrogenfosfat de calci
$KMnO_4$	permanganat de potassi
$Ca(ClO_2)_2$	clorit de calci
$Ba(NO_3)_2$	nitrat de bari
$NaHSO_3$	hidrogensulfit de sodi
$Fe_2(SO_4)_3$	sulfat de ferro (III)
K_2SO_4	sulfat de potassi
KH_2PO_4	dihidrogenfosfat de potassi
$K_2Cr_2O_7$	dicromat potassi
$NaClO_4$	perclorat de sodi
$Cr(NO_3)_3$	nitrat de crom (III)
$Na_2P_2O_7$	difosfat de sodi
NH_4NO_2	nitrit d'amoni
$CoCO_3$	carbonat de cobalt (II)
$Ba(BrO_3)_2$	bromat de bari
$(NH_4)_2HPO_4$	hidrogenfosfat d'amoni
$Zn(IO_4)_2$	periodat de zinc
$Ca_3(PO_4)_2$	fosfat de calci

Formulació 6: ions	
Cu^{2+}	ió coure (2+)
Fe^{3+}	ió ferro (3+)
Li^+	ió liti (1+)
SO_4^{2-}	ió sulfat
HSO_3^-	ió hidrogensulfit
ClO_4^-	ió perclorat
MnO_4^-	ió permanganat
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	ió dicromat
Co^{3+}	ió cobalt (3+)
Ag^+	ió plata(1+)
NH_4^+	ió amoni
HCO_3^-	ió hidrogencarbonat
IO_3^-	ió iodat
I^-	ió iodur
NO_3^-	ió nitrat

Formulació 7: ions complexos i compostos de coordinació	
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$	sulfat de diamminatetraaquacobalt (II)
$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$	nitrat de tetraaminacoure (II)
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$	clorur de diamminaplata (I)
$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	hexacianoferrat (II) de potassi

Formulació 8: varis	
$\text{Pb}(\text{OH})_2\text{SO}_4$	dihidroxisulfat de plom (IV)
$\text{Ca}(\text{NH}_4)\text{PO}_4$	ortofosfat d'amoni i calci
$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	tiosulfat de sodi
$\text{Ag}_3(\text{OH})\text{SO}_4$	hidroxisulfat de plata
AlNaSiO_4	ortosilicat d'alumini i sodi
NaPO_2	metafosfit de sodi
K_2SO_5	peroxosulfat de potassi
H_2SO_5	àc. peroxosulfúric

8. BIBLIOGRAFIA

Sales J. i Vilarrasa J. (1987): Introducció a la nomenclatura química (inorgànica i orgànica). Ed Edunsa. Barcelona.

Institut d'Estudis Catalans i Consell Superior d'Investigacions Científiques (1989): Nomenclatura de química orgànica. Secció A, B i C. Regles definitives de 1979. Unió internacional de química pura i aplicada. Barcelona.

Solà, I., Terradellas, M. i Torra I. (1997): El llenguatge químic. Formulació i nomenclatura. Ed- Teide 4 ed. Barcelona.

Ciriano, M.A y Román, P. (2007): Nomenclatura de Química Inorgànica. Recomendaciones de la IUPAC de 2005. Prensas Universitarias de Zaragoza.