

# **DICCIONARI DE QUÍMICA**

**Nomenclatura i formulació de química inorgànica**

## Sumari

1. Introducció .....	3
2. Elements i estats d'oxidació .....	5
2.1. Elements .....	5
2.2. Estats d'oxidació .....	6
2.3. Cations metàl·lics .....	7
3. Compostos binaris .....	9
3.1. Òxids .....	9
3.2. Peròxids, superòxids, ozònids .....	11
3.3. Hidròxids .....	11
3.4. Hidrurs .....	12
3.4.1. Hidrurs no metàl·lics de caràcter àcid .....	13
3.4.2. Altres hidrurs no metàl·lics .....	13
4. Oxoàcids .....	15
4.1. Oxoàcids més simples .....	15
4.1.1. Nomenclatura tradicional .....	16
4.1.2. Nomenclatures sistemàtiques .....	17
4.2. Oxoàcids polihidratats .....	19
4.3. Homopoliàcids .....	20
4.4. Peroxiàcids i tioàcids .....	20
5. Oxoanions i oxosals .....	23
5.1. Oxoanions .....	23
5.1.1. Oxoanions amb hidrogen .....	23
5.2. Oxosals .....	24
5.2.1. Sals àcides .....	25
6. Sals hidratades .....	27
7. Òxids, hidròxids i sals dobles, triples, etc. ....	28
8. Complexos .....	29

## 1.Introducció

Des de l'inici de l'estudi de les substàncies i llurs transformacions hi ha hagut la preocupació de donar-los un nom o un símbol que les identifiqués.

Quan el nombre de substàncies conegudes era reduït, n'hi havia prou que el nom en suggerís l'origen o alguna característica funcional. Actualment aquest nom és conegut com a *nom trivial*, en oposició al *nom sistemàtic*.

Amb la consolidació de la química com a ciència va augmentar progressivament el nombre de compostos coneguts. L'ur estudi va portar a un coneixement més ampli de les seves propietats i es va fer necessari introduir un sistema de formulació i nomenclatura **sistemàtic** que facilités la comunicació entre tota la comunitat científica.

S'iniciaren així les nomenclatures que ara es diuen **semisistemàtiques** i que són la base de l'actual nomenclatura **tradicional**, útil per a anomenar substàncies d'ús corrent. Aquestes nomenclatures prenen les funcions químiques com el nucli del desenvolupament dels noms de les substàncies.

Actualment, davant de la gran quantitat de compostos coneguts i de nou descobriment, s'ha fet imprescindible sistematitzar encara més els noms i separar-los de les característiques funcionals que fins aleshores els descrivien suficientment bé.

Actualment es considera que una nomenclatura és sistemàtica quan estableix unes normes generals que permeten deduir de forma unívoca l'estequiometria i, si és possible també, els trets estructurals més importants de les substàncies. L'objectiu que es persegueix amb l'establiment d'una nomenclatura química **sistemàtica** és disposar d'un mètode per a **anomenar** les substàncies que incorpori informació sobre **llurs composició i estructura** sense ambigüitats, i que sigui **entenedor i clar** per a tota la comunitat científica.

Al llarg de la història recent s'han desenvolupat diverses nomenclatures sistemàtiques útils per a un conjunt més ampli de compostos. La realitat ha fet que alguna de les nomenclatures sigui més adient per a un determinat tipus de compost o per a determinades especialitats de la química perquè permet **precisar-ne la composició** o destacar-ne **trets estructurals** d'especial importància en aquell àmbit. Quan s'apliquen a compostos habituals o relativament senzills sovint acaben coincidint, però normalment donen noms diferents a un mateix compost. Aquests noms, que són sistemàtics, són correctes si no porten confusió. *De tots els noms sistemàtics possibles per a una mateixa substància, cadascú haurà d'escollir el que sigui més útil en cada cas.*

Només es conserven els noms trivials o els semisistemàtics per a alguns compostos d'ús corrent i molt coneguts, i són acceptats pels químics malgrat que no transmeten tota la informació desitjada. Aquesta nomenclatura, dita també *tradicional*, continuarà sent útil mentre els noms facilitin la identificació i siguin entesos pels químics.

L'organisme internacional que dicta les normes de formulació i nomenclatura i que vetlla per la seva actualització és la Unió Internacional de Química Pura i Aplicada (International Union of Pure and Applied Chemistry, IUPAC). És constituïda per científics de reconegut prestigi que intenten harmonitzar les diferents llengües i establir normes que tota la comunitat internacional pugui assumir.

L'adaptació de la nomenclatura química a les característiques de la llengua catalana es duu a terme d'acord amb els criteris normatius establerts per l'Institut d'Estudis Catalans,

entitat que promou i desenvolupa la recerca en els diferents àmbits de la ciència i de la tecnologia, principalment en els aspectes que afecten la cultura catalana.

## 2. Elements i estats d'oxidació

### 2.1. Elements

Els **elements** són substàncies pures que no es poden descompondre en altres de més senzilles per mètodes químics. N'existeixen pocs més d'un centenar; la resta de les substàncies que ens envolten són diverses combinacions entre elements diferents i s'anomenen *compostos*. Cada element es representa per un símbol, que no sempre es correspon amb les inicials del nom català. El símbol de l'element **ferro** és **Fe**, el del **californi**, **Cf** i el del **sodi**, **Na** (del seu nom en llatí, *natrium*). Els següents elements són acceptats amb més d'un nom: argent (o *plata*), arsènic (o *arseni*) i tungstè (o *wolfram*).

El que diferencia un element d'un altre és el nombre de partícules subatòmiques. Un àtom és una agrupació de partícules elementals, fonamentalment *protons*, *neutrons* i *electrons*, i és elèctricament neutre. Els protons i els neutrons estan situats en el nucli atòmic i els electrons a l'escorça atòmica. La quantitat de protons i d'electrons és característica de cada element i rep el nom de *nombre atòmic*. La distribució i la mobilitat dels electrons determina les propietats químiques de l'element.

La similitud entre algunes propietats de diversos elements ha fet que històricament s'agrupessin de diferents maneres. Actualment se segueix una ordenació per ordre creixent de nombres atòmics, que és la *taula periòdica dels elements*. Dins d'aquesta taula, cal distingir en primer lloc dos grans blocs, el de l'angle superior dret, que reuneix els elements no metàl·lics, i la resta, que agrupa els elements metàl·lics. La frontera entre els metalls i no-metalls és poc clara; hi ha elements difícils de classificar perquè el seu comportament depèn de l'element amb el qual es combina. S'anomenen *semimetalls*.

A més dels elements indicats, hi ha els gasos nobles (classificats a la darrera columna de la taula periòdica), que pràcticament no es combinen amb altres elements, motiu pel qual tenen poc interès des del punt de vista de la formulació i la nomenclatura.

H																					He
Li	Be											B	C	N	O	F					Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl					Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br					Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I					Xe
Cs	Ba	La-Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At					Rn
Fr	Ra	Ac-Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts					Og

La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

 metall     no-metall     semimetall     element superpesant

**Figura 1.** Elements metàl·lics a l'esquerra, elements no metàl·lics a la dreta i, a la frontera, els semimetalls. Els elements de nombre atòmic més elevat, els elements superpesants, tenen vides mitjanes massa curtes per a confirmar-ne el caràcter metàl·lic. La darrera columna correspon als gasos nobles.

Els **no-metalls** tenen tendència a captar electrons i a quedar carregats negativament, és per això que es consideren *electronegatius*. Els **metalls** tenen tendència a perdre electrons i, per tant, a carregar-se positivament, de manera que són poc electronegatius.

L'ordenació dels elements a la taula periòdica per ordre creixent de nombre atòmic queda completada per la distribució en files i columnes. Les files, anomenades **períodes**, indiquen el nombre de nivells o capes atòmiques; les columnes, anomenades **grups**, el nombre d'electrons més externs. Els que estan situats en un mateix grup tenen un comportament semblant, la qual cosa permet deduir que les propietats químiques depenen, en bona part, del nombre d'electrons externs. Aquests grups d'elements amb característiques similars es designen genèricament amb un nom. Alguns exemples d'aquests noms són els *metalls alcalins* (grup 1, menys l'hidrogen: Li, Na, K, Rb, Cs, Fr), els *metalls alcalinoterris* (grup 2: Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra), els *halògens* (grup 17: F, Cl, Br, I, At, Ts), els *gasos nobles* (grup 18: He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn, Og) i els *calcògens* (O, Si, Se, Te, Po, Lv). La resta es coneixen amb el número del grup de la taula periòdica.

## 2.2. Estats d'oxidació

Quan un àtom d'un element, inicialment neutre, perd o guanya electrons i adquireix càrrega elèctrica forma un **ió monoatòmic**, el qual, si queda positiu, s'anomena **catió** i, si la càrrega és negativa, **anió**. De l'atracció electrostàtica entre ions o de la unió d'àtoms de diferent electronegativitat, en resulten **compostos**, que són elèctricament neutres.

L'objectiu tant de la formulació com de la nomenclatura és adquirir un llenguatge que permeti atribuir a cada compost un nom i una representació (**fórmula**). En una fórmula, els elements s'ordenen de manera que a la dreta quedi el més electronegatiu.

Així, per exemple:

L'element clor se simbolitza amb Cl. Atès que és molt electronegatiu, el clor té tendència a captar electrons i a convertir-se en un ió negatiu (*anió*), que es representa amb  $\text{Cl}^-$ . L'element sodi se simbolitza amb Na. Com que és molt poc electronegatiu, cedeix electrons amb facilitat i es converteix en un ió positiu (*catió*), el qual es representa amb  $\text{Na}^+$ . Aquests dos ions es poden unir en un compost molt conegut, la *sal comuna*, que es representa amb una fórmula que conté els símbols de dos elements ordenats de manera que el més electronegatiu s'escriu a la dreta: NaCl.

En un compost determinat, a cada element se li pot atribuir un estat d'oxidació. L'**estat d'oxidació** es pot definir, de manera simplificada, com la càrrega que tindria un àtom d'un element si els electrons dels enllaços que forma amb la resta d'elements del compost s'assignessin a l'àtom més electronegatiu. L'estat d'oxidació no sempre té sentit químic, és un concepte convencional però molt útil a l'hora de formular. En el compost NaCl, el sodi té estat d'oxidació +1 i el clor -1.

Alguns dels estats d'oxidació es poden deduir de la posició de l'element a la taula periòdica (vegeu la taula 1).

**Taula 1.** Estats d'oxidació dels elements més comuns

grup	elements	estats d'oxidació	grup	elements	estats d'oxidació
	H	+1	13	B, Al	+3
1	Li, Na, K, Rb, Cs	+1	14	C, Si Sn, Pb	+4, -4 +2, +4
2	Be, Mg, Ca, Sr, Ba	+2	15	N P, As, Sb	+1, +2, +3, +4, +5, -3 +3, +5, -3
3-12	Ag Zn, Cd Fe, Co, Ni Cu, Hg Cr Mn	+1 +2 +2, +3 +1, +2 +3, +6 +2, +4, +7	16	O S, Se, Te	-2 +4, +6, -2
			17	F Cl, Br, I	-1 +1, +3, +5, +7, -1

En l'estat elemental tots els àtoms tenen estat d'oxidació igual a 0. No estan combinats amb cap altre element. Així, es pot dir que el níquel, l'alumini, el platí, l'or, el carboni, etc. tenen estat d'oxidació 0. En canvi, en la combinació  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , l'alumini té estat d'oxidació +3 i l'oxigen, -2.

Alguns no-metalls que a temperatura ambient són gasos es presenten en l'estat elemental com a agrupacions de dos àtoms del mateix element (molècules diatòmiques). Són els elements següents: hidrogen ( $\text{H}_2$ ), nitrogen ( $\text{N}_2$ ), oxigen ( $\text{O}_2$ ), fluor ( $\text{F}_2$ ) i clor ( $\text{Cl}_2$ ). Cal fer notar que pel fet de no estar combinats amb un altre element, el seu estat d'oxidació també serà 0. Aquestes formes **diatòmiques** són les que representen l'estat real de l'element a temperatura ambient; per tant, quan se simbolitza l'hidrogen elemental s'ha d'escriure sempre  $\text{H}_2$ , i no H. De manera sistemàtica s'haurien d'anomenar *dihidrogen*, *dinitrogen*, *dioxigen*, *difluor* i *diclor*, és a dir, precedint el nom de l'element amb el prefix numèric *di-*.

Per a indicar el nombre d'àtoms iguals que s'agrupen en una determinada forma s'usen els prefixos numèrics *mono-*, *di-*, *tri-*, *tetra-*, *penta-*, *hexa-*, *hepta-*, *octa-*, *nona-*, *deca-*, *undeca-*, *dodeca-*, etc.

### 2.3. Cations metàl·lics

Un element pot tenir més d'un estat d'oxidació. Per exemple, el ferro en té dos: +2 i +3. Així, del compost anomenat *òxid de ferro*, no se'n pot saber la composició química perquè aquest nom no indica l'estat d'oxidació del ferro en l'òxid de ferro. Hi ha dos òxids de ferro possibles, el  $\text{FeO}$  i el  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . En el primer compost hi ha el catió  $\text{Fe}^{2+}$  (estat d'oxidació del metall +2) i en el segon, el catió  $\text{Fe}^{3+}$  (estat d'oxidació del metall +3).

Per a anomenar els ions de manera distintiva s'utilitza el *nombre de càrrega* (antigament anomenat *nombre d'Ewens-Basset*). En aquest cas, s'escriu entre parèntesis la càrrega del catió en xifres àrabiques darrera del nom de l'element.

En la nomenclatura additiva, els cations també es poden anomenar amb el *nombre d'oxidació* (antigament anomenat *nombre de Stock*). Fent-ho així, el nom del catió és el nom de l'element seguit de l'estat d'oxidació en xifres romanes entre parèntesis i sense espai que el separi del nom de l'element. Quan un element només té un estat d'oxidació, no cal indicar-ho.

Entre noms i parèntesis no s'ha de deixar espai (vegeu la taula 2).

**Taula 2.** Noms de cations metàl·lics usant el nombre de càrrega i el nombre d'oxidació

catió	amb nombre de càrrega	amb nombre d'oxidació
$\text{Fe}^{2+}$	ferro(2+)	ferro(II)

Fe <sup>3+</sup>	ferro(3+)	ferro(III)
Na <sup>+</sup>	sodi(1+)	sodi

Cal remarcar que el sistema tradicional de nomenclatura de cations, en què el nom del catió es crea amb el nom de l'element i les terminacions *-ós* i *-ic* (com *ferrós* i *fèrric*), actualment no està acceptat dins les normes de la IUPAC.



### 3. Compostos binaris

Els compostos que contenen àtoms de dos elements s'anomenen estequiomètricament segons la seqüència que es veu en la figura 2, creada per convenció i que està estretament relacionada amb l'electronegativitat dels elements.

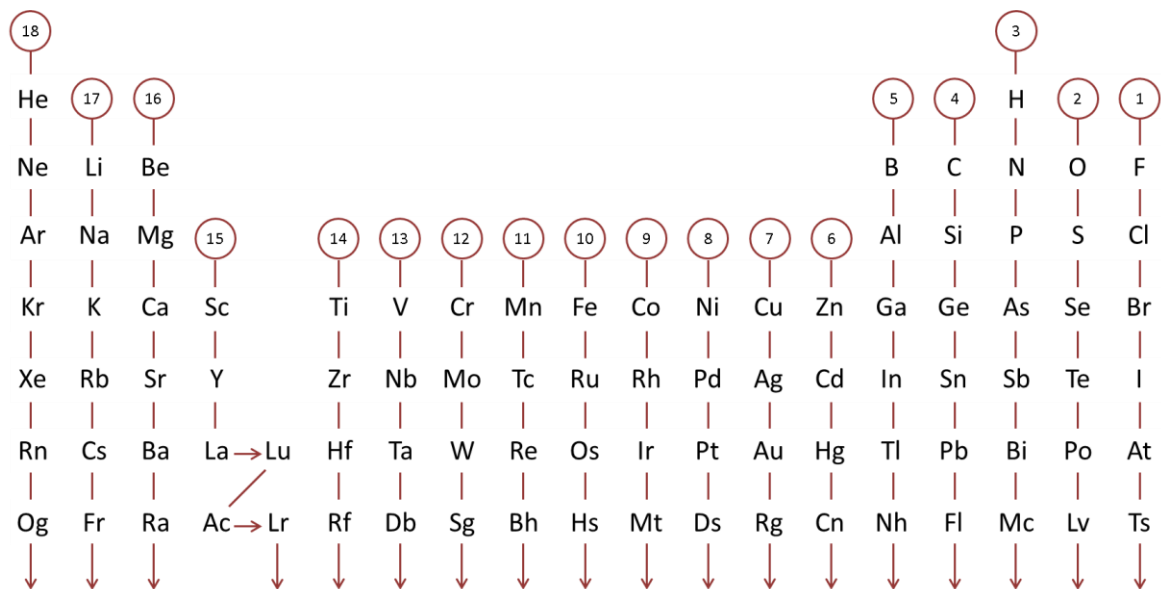


Figura 2. Seqüència per a anomenar els compostos binaris.

A efectes de nomenclatura i de formulació, els elements que es troben primer en la seqüència de les fletxes, es consideren formalment més electronegatius i, a mesura que s'avança pel recorregut, els elements es consideren cada cop menys electronegatius. Segons aquest criteri, el fluor és l'element formalment més electronegatiu i l'oganessó és l'element formalment menys electronegatiu, o el més electropositiu.

Aquesta seqüència és especialment útil per a anomenar òxids, hidrurs i halurs.

#### 3.1. Òxids

L'oxigen es combina pràcticament amb tots els elements de la taula periòdica, i gairebé sempre ho fa amb estat d'oxidació  $-2$ . En alguns casos, l'oxigen pot trobar-se en altres estats d'oxidació.

Es considera que un **òxid metàl·lic** és el resultat de la combinació d'un catió metàl·lic amb l'aníon **òxid** ( $O^{2-}$ ). Els **òxids no metàl·lics** són la combinació de l'oxigen amb estat d'oxidació  $-2$  i un no-metall en un dels seus estats d'oxidació positius.

Aplicant els criteris de la IUPAC, en la fórmula d'un òxid s'escriu primer (a l'esquerra de la fórmula) el símbol de l'element menys electronegatiu segons la convenció de la figura 2 i a continuació (a la dreta de la fórmula), el símbol de l'element més electronegatiu. És a dir, l'oxigen sempre serà l'element més electronegatiu i s'escriurà a la dreta de la fórmula, excepte quan es combini amb un halogen ( $Na_2O$ ,  $CO_2$ ,  $OCl_2$ ).

La fórmula que reflecteix la combinació de l'element electropositiu i l'element electronegatiu indica la relació més simple necessària perquè el compost format sigui elèctricament neutre. Per exemple, en combinar l'aníon òxid ( $O^{2-}$ ) amb el catió ferro(3+) ( $Fe^{3+}$ ), s'ha d'escriure primer el ferro i després l'oxigen. Amb tres anions i dos cations

s'obtenen sis càrregues negatives i sis de positives, per tant, s'obté una espècie neutra, un compost de fórmula  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Per a anomenar un **òxid**, la IUPAC accepta diverses nomenclatures, les més senzilles de les quals són les dues següents:

1. Es llegeix la proporció estequiomètrica dels dos components. Si és necessari s'ha d'indicar la participació de cada component amb els prefixos multiplicadors *di-*, *tri-*, *tetra-*, etc. Els òxids s'anomenen **òxid de** amb els **prefixos multiplicadors** que correspongui.

Quan no hi ha error possible es pot ometre el prefix. És el cas de l'òxid de sodi, ja que hi ha una única combinació possible de l'òxid amb aquest metall.

2. S'anomena el compost com a **òxid de** seguit del **nom de l'element electropositiu**, utilitzant el nombre de càrrega o el nombre d'oxidació entre parèntesis.

Quan no és necessari indicar l'estat d'oxidació del metall perquè és únic, no cal indicar-lo entre parèntesis (també n'és un exemple l'oxid de sodi). El nombre de càrrega només es pot utilitzar per a compostos iònics, com són generalment els òxids metàl·lics.

Si hi ha dubte a l'hora d'escollir un nom o un altre, essent tots dos sistemes correctes, s'escull el més simple. Exemples:

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  triòxid de diferro, òxid de ferro(3+) o òxid de ferro(III)

$\text{FeO}$  monòxid de ferro, òxid de ferro(2+) o òxid de ferro(II)

$\text{Na}_2\text{O}$  monòxid de disodi, òxid de sodi o òxid de sodi

En el darrer cas no és necessari indicar la proporció, ni la càrrega, ni l'estat d'oxidació, ja que el sodi té un únic estat d'oxidació i només és possible formular un òxid de sodi.

Cal tenir en compte, però, que els òxids dels halògens s'han d'anomenar com a halurs d'oxigen. Exemple:

$\text{OCl}_2$  diclorur d'oxigen

Ara bé, l'estat d'oxidació de l'oxigen segueix sent  $-2$  i, en el cas del diclorur d'oxigen, el del clor és  $+1$ .

Com que sovint els no-metalls tenen més d'un estat d'oxidació possible, es poden formar diferents combinacions amb l'oxigen, de manera que es fa necessari distingir-les amb alguna de les nomenclatures anteriors.

Exemple:

$\text{SO}_3$  triòxid de sofre o òxid de sofre(VI)

Les combinacions més importants entre el sofre i l'oxigen es resumeixen a la taula 3.

**Taula 3.** Nomenclatura dels òxids de sofre

fórmula	estat d'oxidació del sofre	nom segons estequiometria	nom amb nombre d'oxidació
$\text{SO}_2$	+4	diòxid de sofre	òxid de sofre(IV)
$\text{SO}_3$	+6	triòxid de sofre	òxid de sofre(VI)

Els òxids no metàl·lics no són substàncies rares, sinó que formen part de les substàncies minerals més abundants. Aquest és el cas del quars, la composició química del qual és bàsicament òxid de silici ( $\text{SiO}_2$ ). El diòxid de carboni ( $\text{CO}_2$ ), o *òxid de carboni(IV)*, també és un òxid no metàl·lic i és el producte que resulta de la respiració.

### 3.2. Peròxids, superòxids, ozònids

Els **peròxids**, **superòxids** i **ozònids** són les substàncies que resulten de combinar respectivament, les agrupacions aniòniques  $\text{O}_2^{2-}$ ,  $\text{O}_2^-$  i  $\text{O}_3^-$  amb hidrogen o amb els cations metàl·lics. La denominació *hiperòxid* en lloc de *superòxid* es considera obsoleta.

Són compostos rars, ja que es caracteritzen perquè l'oxigen té estat d'oxidació formal diferent de -2.

Es poden anomenar de manera estequiomètrica i indicant el nombre de càrrega de l'anió o amb els mots **peròxid de**, **superòxid de** i **ozònid de** seguits del nom del catió corresponent.

Exemples:

**Taula 4.** Combinacions de diferents elements amb oxigen

anió	nom de l'anió	catió	compost	nom del compost
$\text{O}^{2-}$	òxid	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{CaO}$	òxid de calci
$\text{O}_2^{2-}$	peròxid	$\text{Sr}^{2+}$	$\text{SrO}_2$	diòxid(2-) d'estronci o peròxid d'estronci
$\text{O}_2^-$	superòxid	$\text{K}^+$	$\text{KO}_2$	diòxid(1-) de potassi o superòxid de potassi
$\text{O}_3^-$	ozònid	$\text{Na}^+$	$\text{NaO}_3$	triòxid(1-) de sodi o ozònid de sodi

Els més importants per quantitat i la utilitat pràctica són els *peròxids*. Un peròxid molt conegut és el peròxid d'hidrogen (o *aigua oxigenada* ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )). S'utilitza sovint en farmàcia com a desinfectant i en perruqueria com a decolorant.

El mot *ozònid* deriva de l'ozó, que és una substància present a l'atmosfera. Gràcies a aquesta presència, la incidència de les radiacions ultraviolades provinents del Sol a la superfície de la Terra és moderada.

### 3.3. Hidròxids

Els **hidròxids** són compostos formats per la combinació d'un catió metàl·lic amb l'anió hidròxid ( $\text{OH}^-$ ). Tot i que segons el criteri d'electronegativitats establert en la figura 2, la fórmula de l'anió hidròxid hauria de ser  $\text{HO}^-$ , la IUPAC encara accepta la forma tradicional  $\text{OH}^-$ .

La majoria dels òxids metàl·lics formen hidròxids quan es dissolen en aigua. Les solucions aquoses dels hidròxids tenen caràcter bàsic.

Es poden anomenar com si fossin combinacions binàries en què l'anió és l'hidròxid. Es pot indicar la proporció estequiomètrica dels ions a la fórmula, el nombre d'oxidació del catió que hi participa o el nombre de càrrega.

Exemples:

$\text{Fe}(\text{OH})_3$	trihidroxid de ferro o hidroxid de ferro(III)
$\text{NaOH}$	monohidroxid de sodi o hidroxid de sodi(I) (n'hi ha prou a dir-ne <i>hidroxid de sodi</i> )

Per a formular l'hidroxid de ferro(III), s'ha de combinar el catió  $\text{Fe}^{3+}$  amb tres anions  $\text{OH}^-$  perquè el compost sigui elèctricament neutre. La fórmula és, doncs,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , ja que l'anió hidroxid és una agrupació d'àtoms i cal indicar-la entre parèntesis quan està afectada per un subíndex.

L'hidroxid de sodi, conegut també com a *sosa càustica*, és una substància de gran importància domèstica i industrial per les seves propietats detergents i corrosives.

### 3.4. Hidrurs

Es coneixen amb el nom de **hidrurs** els compostos resultants de la combinació de l'hidrogen amb un altre element. Aquest element pot ser un metall o un no-metall.

hidrurs	{	metàl·lics	{	àcids en solució aquosa
		no metàl·lics		altres hidrurs no metàl·lics

Els **hidrurs metàl·lics** són el resultat de combinar l'hidrogen amb un metall. Atès que l'hidrogen és un element més electronegatiu que qualsevol metall, es considera que presenta l'estat d'oxidació  $-1$ . Per això, en la fórmula d'un hidrur metàl·lic el metall s'escriu a l'esquerra (menys electronegatiu) i l'hidrogen a la dreta (més electronegatiu). L'hidrogen en estat d'oxidació  $-1$  és l'anió **hidrur** ( $\text{H}^-$ ). Aquesta nomenclatura d'acabament en **-ur** es generalitza per als anions monoatòmics, com es veurà més endavant.

Cal remarcar que els hidrurs metàl·lics són compostos rars: són dels pocs casos en què l'hidrogen es presenta amb estat d'oxidació  $-1$ , perquè el seu estat d'oxidació habitual és  $+1$ .

Exemple: *hidrur de calci*, en el qual es combinen el catió  $\text{Ca}^{2+}$  i l'anió  $\text{H}^-$ . Com que el catió calci té dues càrregues positives, cal combinar-lo amb dos anions hidrur perquè el compost sigui elèctricament neutre. Així, la fórmula resultant és  **$\text{CaH}_2$**  i s'anomena segons les normes generals dels compostos binaris:

$\text{CaH}_2$  dihidrur de calci o hidrur de calci(II)

Com que no hi ha possibilitat de confusió, es recomana anomenar-lo simplement *hidrur de calci*.

A l'hora d'estudiar les **hidrurs no metàl·lics** cal tenir present l'**ordre d'electronegativitats** dels no-metalls. Així, d'esquerra a dreta, l'ordre creixent d'electronegativitats és:

$\text{B} < \text{Si} < \text{C} < \text{Sb} < \text{As} < \text{P} < \text{N} < \text{H} < \text{Te} < \text{Se} < \text{S} < \text{I} < \text{Br} < \text{Cl} < \text{O} < \text{F}$

Això fa que hi hagi dos tipus diferents d'hidrurs no metàl·lics segons que resultin de la combinació de l'hidrogen amb un no-metall que sigui més o menys electronegatiu que l'hidrogen.

### 3.4.1. Hidrurs no metàl·lics de caràcter àcid

Els hidrurs no metàl·lics de caràcter àcid són compostos formats per la combinació de l'hidrogen amb un no-metall més electronegatiu que l'hidrogen. Aquests no-metalls es troben situats a la dreta de l'hidrogen en la sèrie anterior.

Aleshores el no-metall presenta l'estat d'oxidació negatiu i s'escriu a la dreta en la fórmula, mentre que l'hidrogen es troba en estat d'oxidació +1 i cal escriure'l a l'esquerra.

Aquestes substàncies acostumen a ser gasos a temperatura ambient. S'anomenen amb l'arrel del nom de l'element més electronegatiu acabat en **-ur** seguit de **d'hidrogen**.

Exemples: fluorur d'hidrogen, sulfur d'hidrogen

El primer combina l'anió fluorur ( $F^-$ ) amb el catió hidrogen ( $H^+$ ). La fórmula és **HF**.

El segon s'obté unint l'anió sulfur ( $S^{2-}$ ) amb el catió hidrogen ( $H^+$ ). Perquè el compost sigui neutre, cal que la fórmula contingui dos cations hidrogen per cada anió sulfur. El sulfur d'hidrogen és **H<sub>2</sub>S**. Cal esmentar que l'anió derivat del sofre es diu *sulfur*, i no "sofrur".

Quan aquests compostos es dissolen en aigua, la solució resultant té propietats àcides, per això s'anomenen com a àcids, en concret **hidràcids**. Tradicionalment, s'anomenaven amb l'arrel del nom del no-metall acabat en *-hídric*, precedida del mot *àcid* per fer palesa aquesta propietat. Per a distingir-los de la substància en estat gasós, a la fórmula cal afegir el subíndex (**aq**).

Per exemple, el sulfur d'hidrogen ( $H_2S$ ) és un gas que en solució aquosa té caràcter àcid, de manera que es representa per **H<sub>2</sub>S<sub>(aq)</sub>**. En la nomenclatura tradicional rep el nom de *àcid sulfhídric*, el qual encara s'utilitza en molts textos.

Un cas especial seria el compost format per oxigen i hidrogen (**H<sub>2</sub>O**). L'oxigen és més electronegatiu que no pas l'hidrogen, per tant se situa a la dreta de la fórmula. Estrictament seria un òxid, però es coneix simplement amb el nom de **aigua**. Només té característiques àcides quan es troba en presència d'una substància de caràcter més bàsic, i no es considera un hidrur àcid com la resta de compostos esmentats en aquest apartat.

Quan una molècula d'aigua perd un catió hidrogen o **hidró** ( $H^+$ ), s'obté l'anió hidròxid ( $OH^-$ ). Si, en canvi, s'hi adiciona un hidró es converteix en un catió poliatòmic conegut amb el nom de catió **oxoni** (**H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>**).

### 3.4.2. Altres hidrurs no metàl·lics

Quan l'hidrogen es combina amb els no-metalls situats a la seva esquerra en la sèrie d'electronegativitats, s'obtenen hidrurs que en solució aquosa no són àcids. Es formulen amb l'hidrogen a la dreta.

Són els hidrurs dels no-metalls dels grups de la taula periòdica encapçalats pel bor, el carboni i el nitrogen.

S'anomenen amb els següents noms trivals:

<b>BH<sub>3</sub></b>	borà	<b>CH<sub>4</sub></b>	metà	<b>NH<sub>3</sub></b>	amoníac
		<b>SiH<sub>4</sub></b>	silà	<b>PH<sub>3</sub></b>	fosfà
				<b>AsH<sub>3</sub></b>	arsà
				<b>SbH<sub>3</sub></b>	estibà

De l'amoníac (NH<sub>3</sub>) deriva un catió poliatòmic que rep el nom *amoni* (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). L'amoni és una molècula d'amoníac que ha incorporat un hidró. Aquest catió forma compostos de la mateixa manera que els cations metàl·lics simples. No s'ha de confondre *amoníac* (compost neutre) i *amoni* (ió positiu). Cal destacar que els noms *fosfina*, *arsina* i *estibina* per a PH<sub>3</sub>, AsH<sub>3</sub> i SbH<sub>3</sub> es consideren obsolets.

## 4.Oxoàcids

Els oxoàcids són compostos de fórmula general  $H_xE_yO_z$ , en què H és hidrogen, O és oxigen i E és un no-metall amb estat d'oxidació positiu o bé algun metall de transició amb estat d'oxidació elevat; x, y i z són els nombres que indiquen les proporcions dels àtoms respectius en el compost.

												B	C	N			
													Si	P	S	Cl	
					Cr	Mn								As	Se	Br	
															Te	I	

**Figura 3.** Principals elements que formen oxoàcids

Són àcids perquè contenen àtoms d'hidrogen que poden desprendre's amb certa facilitat en forma d'hidrons. Aquests àtoms d'hidrogen estan enllaçats a àtoms d'oxigen. Es diuen oxoàcids perquè, a diferència dels hidràcids, contenen àtoms d'oxigen en la molècula.

### 4.1. Oxoàcids més simples

Les fórmules dels oxoàcids més simples es poden obtenir afegint una molècula d'aigua a l'òxid de l'element E en el mateix estat d'oxidació.

Per a anomenar-los es fan servir les mateixes normes que s'han exposat per als compostos estudiats fins ara i que la IUPAC reconeix com a nomenclatures sistemàtiques.

Cal esmentar, però, que molts dels oxoàcids inorgànics són compostos coneguts des de l'inici de l'estudi de la química. Abans, la nomenclatura no estava tan sistematitzada i això feia que aquests compostos s'anomenessin amb noms que ara no compleixen les normes actuals proposades per la IUPAC. Alguns d'aquests noms, que són **semisistemàtics**, segueixen vigents en el llenguatge quotidià i constitueixen la **nomenclatura tradicional**. Aquests noms són únics en la nomenclatura actual perquè descriuen una propietat química del compost, l'acidesa. En canvi, els noms sistemàtics només es basen en la composició i l'estructura.

Els noms que les **nomenclatures sistemàtiques** donen a les substàncies són sovint llargs i complicats. Això, juntament amb el fet que el nom tradicional està encara molt arrelat, fa que la IUPAC respecti aquests noms per als oxoàcids de no-metalls més importants.

La nomenclatura sistemàtica comporta fer una lectura estequiomètrica estricta de la fórmula o bé indicar l'estat d'oxidació de l'element característic, que en el cas dels oxoàcids se simbolitza amb la lletra E. També es pot indicar la càrrega de l'anió (oxoanió) que en resulta:  $(E_yO_z)^{x-}$ . La nomenclatura estequiomètrica no exigeix la deducció de

l'estat d'oxidació de l'element E en les fórmules dels oxoàcids, com passa en les altres nomenclatures.

Per a anomenar un oxoàcid a partir de la fórmula, s'ha de començar per distingir-lo d'altres compostos. La taula 5 mostra dos grups de compostos que cal diferenciar.

**Taula 5.** Distinció entre hidròxids i oxoàcids

hidròxids	oxoàcids
Al(OH) <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub>
NaOH	HClO
Mn(OH) <sub>2</sub>	HMnO <sub>4</sub>

S'observa com en un hidròxid la part negativa del compost és la de l'hidròxid i la part positiva és el catió metàl·lic. En un oxoàcid, la part positiva és la que correspon a l'hidrò i la part negativa a l'agrupació formada per l'element característic i l'oxigen, grup que constitueix l'anió (oxoanió).

Un cop se sap que una fórmula correspon a un oxoàcid, el pas següent és saber l'estat d'oxidació de l'element característic E. S'ha de tenir present que, com en el cas dels òxids, l'oxigen presenta estat d'oxidació -2 i l'hidrogen +1. L'estat d'oxidació de l'element E serà el que li pertorqui per tal que el compost sigui elèctricament neutre. Així, en el cas del compost H<sub>2</sub>SeO<sub>4</sub>, quatre àtoms d'oxigen aporten 8 càrregues negatives al compost, i dos àtoms d'hidrogen aporten 2 càrregues positives al compost. Per tant, calen 6 càrregues positives per a compensar elèctricament el compost, que són les que corresponen a l'àtom de seleni; l'estat d'oxidació del seleni en aquest cas és +6.

D'altra banda, també pot interessar la càrrega de l'agrupació atòmica constituïda pel seleni i l'oxigen, és a dir, la càrrega de l'oxoanió. Atès que els ions hidrogen aporten en conjunt dues càrregues positives, l'oxoanió ha de tenir una càrrega total de -2, i es representa SeO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

El coneixement de l'estat d'oxidació de l'element E o de la càrrega de l'oxoanió és molt útil per a anomenar un compost.

#### **4.1.1. Nomenclatura tradicional**

El nom de l'oxoàcid és format pel terme **àcid** i un adjectiu que indica l'estat d'oxidació de l'element E amb l'ajut dels prefixos **hipo-** i **per-** i dels sufixos **-ic** i **-ós** afegits a l'arrel del nom de l'element.

En el cas que l'element E tingui un sol estat d'oxidació positiu, el nom de l'àcid acaba sempre en **-ic**. Així, l'oxoàcid de l'element carboni s'anomena **àcid carbònic**.

Però la majoria de no-metalls que formen oxoàcids tenen més d'un estat d'oxidació. Es diferencien les situacions següents segons el nombre d'estat d'oxidació que presenti l'element.

**Taula 6.** Prefixos i sufixos per a no-metalls amb diferents estats d'oxidació

estats d'oxidació	ordre de prefixos i sufixos
2	-ós (estat d'oxidació més baix) -ic (estat d'oxidació més alt)
3	hipo...-ós (estat d'oxidació més baix) -ós



	-ic (estat d'oxidació més alt)
4	hipo-...-ós (estat d'oxidació més baix) -ós -ic per-...-ic (estat d'oxidació més alt)

Cal fer notar que no tots els estats d'oxidació positius d'un no-metall generen oxoàcids. És el cas del nitrogen, del qual només es coneixen oxoàcids quan actua amb estats d'oxidació +1, +3 i +5.

A continuació es dedueixen les **fórmules** de l'àcid sulfúric i de l'àcid perclòric mitjançant la nomenclatura tradicional:

*Àcid sulfúric.* Es tracta d'un oxoàcid en què l'element central és el sofre. D'acord amb els estats d'oxidació indicats a la taula 1, el sofre en té dos de positius: +4 i +6. L'acabament del nom usant el sufix *-ic* indica, en aquest cas, que l'element es troba en l'estat d'oxidació més elevat, +6. La fórmula de l'oxoàcid es pot obtenir suposant que primer es combina l'element amb oxigen per a donar un òxid, que, en aquest cas serà  $\text{SO}_3$ , i que posteriorment aquest òxid es combina amb una molècula d'aigua. Llavors la fórmula de l'oxoàcid és  **$\text{H}_2\text{SO}_4$** .

*Àcid perclòric.* En aquest cas cal remarcar el prefix *per-* i el sufix *-ic* afegits a l'arrel del nom del clor. Com que aquest element pot trobar-se en quatre estats d'oxidació diferents segons la taula 1 (+1, +3, +5 i +7), es dedueix que, en aquest cas, l'estat d'oxidació és el més elevat, +7. La fórmula de l'oxoàcid es pot obtenir per la reacció amb aigua de l'òxid de clor amb l'estat d'oxidació (7+). La fórmula serà doncs,  **$\text{HClO}_4$** , ja que aquesta és l'expressió més simple de la combinació d'aquests tres elements en les condicions indicades. S'han simplificat els subíndexs perquè tots són múltiples de 2.

A continuació es dedueix el **nom** dels compostos  $\text{H}_2\text{SeO}_4$  i  $\text{HClO}$  mitjançant la nomenclatura tradicional.

L'estat d'oxidació del seleni en el compost  $\text{H}_2\text{SeO}_4$  és +6, el major dels estats d'oxidació positius que consta a la taula 1 per a aquest element. El seu nom és **àcid selènic**.

L'estat d'oxidació del clor en el compost  $\text{HClO}$  és +1, el menor dels quatre estats d'oxidació positius de la taula 1. El nom és **àcid hipoclorós**.

Un cas especial són els oxoàcids del crom i del manganès. El crom amb estat d'oxidació +6 forma l'àcid cròmic,  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ . El manganès amb estat d'oxidació +7 forma l'àcid permangànic,  $\text{HMnO}_4$ .

#### 4.1.2. Nomenclatures sistemàtiques

Les fórmules de les substàncies es poden considerar constituïdes per dues parts. La primera, la que s'escriu més a l'esquerra, constitueix la part positiva del compost; en els oxoàcids és la formada per l'element hidrogen. La segona representa la part negativa del compost; en els oxoàcids és formada pel conjunt de l'element característic i l'oxigen, l'oxoanió.

Per als oxoàcids la IUPAC proposa dues nomenclatures sistemàtiques, la **nomenclatura d'hidrogen** i la **nomenclatura additiva**.

En la **nomenclatura d'hidrogen**, s'anomena l'**hidrogen** amb el prefix multiplicador necessari (*di-*, *tri-*, *tetra-*... exceptuant *mono-*) seguit del **nom de l'anió** segons la nomenclatura de composició i entre parèntesis. El nom de l'anió, es forma amb el mot *oxido* i el nom de l'element E, en aquest ordre, precedits dels prefixos multiplicadors pertinents (*di-*, *tri-*, *tetra-*... exceptuant *mono-*) i s'acaba en *-at*.

HNO <sub>3</sub>	hidrogen(trioxidonitrat)
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	dihidrogen(trioxidocarbonat)
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	dihidrogen(tetraoxidosulfat)
H <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	dihidrogen(heptaoxidodicromat)

Aquesta nomenclatura d'hidrogen substitueix l'anterior nomenclatura d'hidrogen, que tractava els oxoàcids com a compostos binaris. És a dir que els següents noms ja no són recomanats per la IUPAC:

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	tetraoxosulfat(VI) d'hidrogen
	tetraoxosulfat(2-) d'hidrogen
	tetraoxosulfat de dihidrogen

Una altra nomenclatura que la IUPAC ja no recomana és la **nomenclatura àcida**, que construïa els noms amb el mot *àcid* seguit de la indicació del nombre d'àtoms d'oxigen i l'arrel del nom de l'element E acabada en *-ic*. És a dir que els següents noms ja no són recomanats per la IUPAC:

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	àcid tetraoxosulfúric(VI)
	àcid tetraoxosulfúric(2-)

La **nomenclatura additiva** considera els oxoàcids com un àtom central amb lligands units. En aquest cas, cal conèixer l'estructura dels oxoàcids. Els lligands *-OH* s'anomenen *hidroxido*, els *-O-* s'anomenen *oxido* i els *-H* s'anomenen *hidruro*. S'anomenen en un sol mot els lligands ordenats alfabèticament i precedits d'un prefix multiplicador, si cal, i l'àtom central al final.

HNO <sub>3</sub> → NO <sub>2</sub> (OH)	hidroxidodioxidonitrogen
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> → CO(OH) <sub>2</sub>	dihidroxidooxidocarboni
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> → SO <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub>	dihidroxidodioxidosofre
H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> → H <sub>2</sub> PHO <sub>3</sub> → PHO(OH) <sub>2</sub>	dihidroxidohidrurooxidofòsfor

Com sempre, s'ha d'escollir el tipus de nomenclatura en funció de què interressi destacar; només cal assegurar que no hi ha confusió possible.

Formular a partir de les nomenclatures sistemàtiques és més simple que en el cas de la nomenclatura tradicional. La fórmula es dedueix directament de la lectura del nom, com es pot veure en els exemples següents:

*Hidrogen(trioxidofosfat)*. Es tracta d'un compost el catió del qual és l'hidrogen i l'anió conté tres oxígens i un fòsfor. Tenint en compte l'electronegativitat dels elements, en l'anió l'oxigen s'escriurà a la dreta i el fòsfor a l'esquerra. En conseqüència, la fórmula serà HPO<sub>3</sub>. No és necessari conèixer l'estat d'oxidació del fòsfor. Tot i això, es pot determinar i és +5.

*Dihidrogen(trioxidosilicat)*. Es tracta d'un compost amb dos cations hidrogen i l'anió conté tres oxígens i un silici. Tenint en compte l'electronegativitat dels elements, en l'anió l'oxigen s'escriurà a la dreta i el silici a l'esquerra. En conseqüència, la fórmula serà

$\text{H}_2\text{SiO}_3$ . No és imprescindible conèixer l'estat d'oxidació del silici. Tot i això, es pot determinar i és +4.

*Dihidrogen(tetraoxidocromat)*. Es tracta d'un compost amb dos cations hidrogen i l'anió conté quatre oxígens i un crom. En conseqüència, la fórmula serà  $\text{H}_2\text{CrO}_4$ .

*Dihidroxidooxidocarboni*. Es tracta d'un compost amb dos lligands hidroxido, un lligand oxido i un àtom de carboni, és a dir  $\text{CO}(\text{OH})_2$ . En conseqüència, la fórmula serà  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . No és necessari conèixer l'estat d'oxidació del carboni. Tot i això, es pot determinar i és +4.

## 4.2. Oxoàcids polihidratats

Hi ha elements no metàl·lics (bor, silici, fòsfor, arseni, tel·luri i iode, entre altres) dels quals es coneix més d'un àcid amb el mateix estat d'oxidació de l'element característic i una proporció diferent d'àtoms d'oxigen i d'hidrogen. Això indica que es pot interpretar la fórmula de l'oxoàcid com el resultat de la combinació de l'òxid de l'element amb més d'una molècula d'aigua.

En la nomenclatura tradicional, com que l'element característic es troba en el mateix estat d'oxidació, cal utilitzar prefixos nous per a designar la quantitat d'aigua i mantenir els que indiquen l'estat d'oxidació. S'utilitza el prefix *meta-* quan es refereix al compost menys hidratat i el prefix *orto-* quan conté una major proporció d'aigua. Ara bé, la IUPAC creu que el prefix *orto-* no s'ha utilitzat consistentment en el passat i l'elimina en tots els casos que no és estrictament necessari per a desfer ambigüitats amb altres compostos. Només el manté per a l'àcid ortotel·lúric i l'àcid ortoperiòdic.

A la taula 8 es pot observar que tots els compostos *meta* han afegit una molècula d'aigua. En els compostos *orto* el nombre de molècules d'aigua és variable, però en cada un d'ells l'addició és la màxima.

**Taula 8.** Àcids polihidratats d'alguns elements amb la nomenclatura tradicional

element	estat d'oxidació	fórmula del metaoxoàcid	nom del metaoxoàcid	fórmula de l'ortooxoàcid	molècules d'aigua afegides	nom de l'ortooxoàcid
B	+3	$\text{HBO}_2$	àcid metabòric	$\text{H}_3\text{BO}_3$	3	àcid bòric no àcid ortobòric
Si	+4	$\text{H}_2\text{SiO}_3$	àcid metasilícic	$\text{H}_4\text{SiO}_4$	2	àcid silícic no àcid ortosilícic
P	+5	$\text{HPO}_3$	àcid metafosfòric	$\text{H}_3\text{PO}_4$	3	àcid fosfòric no àcid ortofosfòric
P	+3			$\text{H}_2\text{PHP}_3^*$ $\text{H}_3\text{PO}_3$	3	àcid fosfònic no àcid ortofosforós
P	+1			$\text{HPH}_2\text{O}^*$ $\text{H}_3\text{PO}_2$	3	àcid fosfínic
As	+5			$\text{H}_3\text{AsO}_4$	3	àcid arsènic no àcid ortoarsènic
As	+3			$\text{H}_3\text{AsO}_3$	3	àcid arseniós no àcid ortoarseniós
Te	+6			$\text{H}_6\text{TeO}_6$	3	àcid ortotel·lúric (àcid tel·lúric)
I	+7	$\text{HIO}_4$	àcid metaperiòdic (àcid periòdic)	$\text{H}_5\text{IO}_6$	5	àcid ortoperiòdic

\*Vegeu l'apartat 5.1.1

Amb tot, la IUPAC recomana utilitzar les nomenclatures sistemàtiques per a aquests compostos, ja que no cal introduir nous prefixos que encara compliquen més l'obtenció del nom o la identificació del compost (vegeu la taula 9).

**Taula 9.** Àcids polihidratats d'alguns elements amb la nomenclatura tradicional

nomenclatura	HPO <sub>3</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
nomenclatura tradicional	àcid metafosfòric	àcid fosfòric no àcid ortofosfòric
nomenclatura d'hidrogen	hidrogen(trioxidofosfat)	trihidrogen(tetraoxidofosfat)
nomenclatura additiva	hidroxidodioxidofòsfor	trihidroxidooxidofòsfor

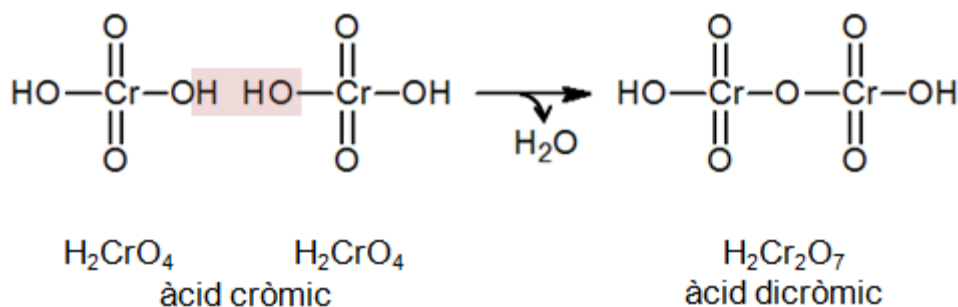
### 4.3. Homopoliàcids

Els homopoliàcids (o *isopoliàcids*) són els compostos resultants de la condensació de  $n$  molècules d'oxoàcid iguals amb la pèrdua de  $n - 1$  molècules d'aigua.

Segons la nomenclatura tradicional s'anomenen amb els prefixos *di-*, *tri-*, *tetra-*, etc. davant del nom, de manera que quedi indicada la quantitat de molècules d'àcid que es condensen.

Els més coneguts són els diàcids. Per a formular-los, s'han de considerar com a condensació de dues molècules d'àcid amb pèrdua d'una molècula d'aigua.

Per exemple, l'àcid dicròmic és l'àcid doble de l'àcid cròmic. L'àcid cròmic és l'oxoàcid del crom amb estat d'oxidació +6, **H<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>**. La formació de l'àcid doble es recull en la figura 4.



**Figura 4.** Formació de l'àcid dicròmic

Cal remarcar que l'estat d'oxidació del crom a l'àcid dicròmic també és +6.

Ara bé, la IUPAC no recomana aquesta nomenclatura i prefereix la nomenclatura sistemàtica, que evita introduir nous conceptes de nomenclatura. Així, en la nomenclatura d'hidrogen, el compost H<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> s'anomena dihidrogen(heptaoxidodicromat); i en la nomenclatura additiva, s'anomena  $\mu$ -oxido-bis(hidroxidodioxidocrom). En la nomenclatura additiva, el lligand pont s'indica amb la lletra grega  $\mu$  seguida d'un guionet, el nom del lligand pont i un altre guionet abans de la resta del nom.

### 4.4. Peroxiàcids i tioàcids

Els **peroxiàcids** (o *peroxoàcids*) són compostos que resulten de substituir un  $O^{2-}$  d'un oxoàcid, per l'agrupació  $O_2^{2-}$  (peroxo).

Si en un oxoàcid se substitueix un  $O^{2-}$  per l'entitat  $S^{2-}$ , el compost que en resulta és un **tioàcid**.

Segons la nomenclatura tradicional, els peroxiàcids s'anomenen anteposant el prefix **peroxi-** al nom de l'àcid mentre que per als tioàcids s'utilitza el prefix **tio-**. En cas de substituir més d'un oxo, cal indicar-ho amb els prefixos di-, tri-, etc. D'altra banda, actualment la IUPAC recomana utilitzar **peroxi-** com a prefix i reservar **peroxo-** per als usos com a infix.

En nomenclatura additiva, cal tenir en compte que aquestes substitucions converteixen el lligand *hidroxido* ( $-OH$ ) en un lligand *dioxidanido* ( $-OOH$ ) o en un *sulfuranido* ( $-SH$ ).

Davant d'una fórmula, aquests compostos es reconeixen quan, en determinar l'estat d'oxidació de l'element característic, s'obté un valor anòmal.

En la taula 10 es veu com en el cas de l'àcid sulfúric, tots els àtoms d'oxigen prenen la forma oxo ( $O^{2-}$ ). En l'àcid peroxisulfúric hi ha tres oxígens en forma oxo i una agrupació peroxo ( $O_2^{2-}$ ). Finalment, l'àcid tiosulfúric té tots els oxígens en forma oxo però es pot observar que un dels oxo de l'àcid sulfúric ha estat substituït per un  $S^{2-}$ , el qual es posa de manifest amb el prefix *tio-*.

**Taula 10.** Oxoàcid, peroxiàcid i tioàcid del sofre(VI)

fórmula de l'espècie	fórmula del compost	nom tradicional	nom additiu
$O^{2-}$	$H_2SO_4 = [SO_2(OH)_2]$	àcid sulfúric	dihidroxidodioxidosofre
$O_2^{2-}$	$H_2SO_5 = [SO_2(OH)(OOH)]$	àcid peroxisulfúric	(dioxidanido)hidroxidodioxidosofre
$S^{2-}$	$H_2S_2O_3 = [SO_2(OH)(SH)]$	àcid tiosulfúric	hidroxidodioxidosulfuranidosofre

Per exemple, el compost de fórmula **HNO<sub>4</sub>** és un peroxiàcid. Si es determina l'estat d'oxidació del nitrogen, s'obté el valor +7 i no és pas un dels seus estats d'oxidació característics. L'àcid HNO<sub>4</sub>, cal considerar-lo com [NO<sub>2</sub>(OOH)]. S'ha substituït un lligand hidroxido ( $-OH$ ) de l'àcid nítric (HNO<sub>3</sub>) per un dioxidanido ( $-OOH$ ). El seu nom tradicional és *àcid peroxinítric*, el nom additiu és (*dioxidanido*)*dioxidonitrogen*.

L'àcid peroxinitrós o (*dioxidanido*)*oxidonitrogen* és el que resulta de la mateixa substitució en l'àcid nitrós (HNO<sub>2</sub>), amb la qual cosa s'obté un compost de fórmula empírica HNO<sub>3</sub>. Lògicament es pot confondre amb l'àcid nítric. Per a evitar-ho, el canvi s'escriu explícitament en la fórmula. L'àcid de fórmula HNO<sub>3</sub> s'anomena *àcid nítric*, en canvi, l'àcid peroxinitrós es formula **HOONO** o bé **HNO(O<sub>2</sub>)**.

La manera d'obtenir les fórmules segons la nomenclatura tradicional és molt llarga i utilitza conceptes de química que, encara que siguin elementals, no són del camp estricte de la nomenclatura. Aquest factor i l'especificitat del nom fan que no sigui recomanable l'ús generalitzat d'aquesta nomenclatura. Tot i que la IUPAC prefereix els noms sistemàtics, segueix acceptant els noms tradicionals per als àcids més usuals (vegeu la taula 11).

**Taula 11.** Noms tradicionals d'oxoàcids importants acceptats per la IUPAC

fórmula	nom tradicional	fórmula	nom tradicional
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	àcid bòric no <i>àcid ortobòric</i>	HMnO <sub>4</sub>	àcid permangànic
(HBO <sub>2</sub> ) <sub>n</sub>	àcid metabòric	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	àcid sulfúric
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	àcid carbònic	H <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	àcid disulfúric
H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub>	àcid silícic no <i>àcid ortosilícic</i>	H <sub>2</sub> SO <sub>5</sub>	àcid peroximonosulfúric
(H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ) <sub>n</sub>	àcid metasilícic	H <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	àcid peroxidisulfúric
HNO <sub>3</sub>	àcid nítric	H <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	àcid tiosulfúric
HNO <sub>2</sub> (O <sub>2</sub> )	àcid peroxinítric	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	àcid sulfurós
HNO <sub>2</sub>	àcid nítrós	H <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	àcid disulfurós
HNO(O <sub>2</sub> )	àcid peroxinitrós	H <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	àcid tiosulfurós
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	àcid fosfòric no <i>àcid fosfòric</i>	H <sub>2</sub> SeO <sub>4</sub>	àcid selènic
H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	àcid difosfòric	H <sub>2</sub> SeO <sub>3</sub>	àcid selenós
(HPO <sub>3</sub> ) <sub>n</sub>	àcid metafosfòric	H <sub>6</sub> TeO <sub>6</sub>	àcid ortotel·lúric
H <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	àcid peroxidifosfòric	H <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	àcid cròmic
H <sub>2</sub> PHO <sub>3</sub>	àcid fosfònic	H <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	àcid dicròmic
H <sub>2</sub> P <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	àcid difosfònic	HClO <sub>4</sub>	àcid perclòric
HPH <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	àcid fosfínic	HClO <sub>3</sub>	àcid clòric
H <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	àcid arsènic no <i>àcid ortoarsènic</i>	HClO <sub>2</sub>	àcid clorós
H <sub>3</sub> AsO <sub>3</sub>	àcid arsenós no <i>àcid ortoarsenós</i>	HBrO <sub>3</sub>	àcid bròmic
		H <sub>5</sub> IO <sub>6</sub>	àcid ortoperiòdic
		HIO <sub>4</sub>	àcid periòdic

Cal esmentar que l'àcid metabòric, l'àcid metasilícic i l'àcid metafosfòric poden presentar, a més, un estat de polimerització diferent i poden existir com a agrupacions de més d'una molècula. La magnitud de la polimerització s'indica en la fórmula amb un subíndex que afecta tota la molècula i l'àcid s'anomena amb el prefix numeral corresponent. Així, l'àcid trimetabòric és el que té per fórmula **(HBO<sub>2</sub>)<sub>3</sub>**.

De manera general, els diferents àcids metabòrics s'indiquen amb un subíndex *n* que afecta tota la fórmula, **(HBO<sub>2</sub>)<sub>n</sub>**, essent *n* un nombre natural.

## 5. Oxoanions i oxosals

### 5.1. Oxoanions

Quan un oxoàcid perd algun hidró ( $H^+$ ) es converteix en un oxoanió de càrrega negativa igual al nombre d'hidrons perduts.

Segons la **nomenclatura tradicional**, els anions s'anomenen amb terminacions diferents relacionades amb el nom de l'àcid del qual provenen. Cal recordar que aquesta nomenclatura indica l'estat d'oxidació de l'element característic d'un compost mitjançant prefixos i sufixos. L'anió que s'obté de l'àcid el nom del qual acabava en *-ós* s'anomena amb la terminació *-it*. L'anió resultant de l'àcid el nom del qual acabava en *-ic* s'anomena amb la terminació *-at*.

Exemples:

$HNO_2$	àcid nítrós
$NO_2^-$	ió nitrit
$H_2CO_3$	àcid carbònic
$CO_3^{2-}$	ió carbonat

La **nomenclatura sistemàtica** consisteix a anomenar l'anió segons les regles habituals, seguit del sufix *-at* i de la càrrega formal de l'ió en xifres àrabisques entre parèntesi.

Exemples:

$HNO_2$	hidrogen(dioxonitrat)	$NO_2^-$	dioxonitrat(1-)
$NO(OH)$	hidroxidooxidonitrogen		
$H_2CO_3$	dihidrogen(trioxidocarbonat)	$CO_3^{2-}$	trioxidocarbonat(2-)
$CO(OH)_2$	dihidroxidooxidocarboni		

#### 5.1.1. Oxoanions amb hidrogen

És possible que un àcid no perdi tots els hidrògens de la molècula. Aleshores, a l'anió que es forma encara n'hi queden. El nom que rebi aquest anió ha de ser diferent del que tindria si els hagués perdut tots.

En nomenclatura tradicional. Si l'anió format encara manté algun hidrogen, es posa el prefix **hidrogen-** davant del nom de l'anió amb el prefix multiplicatiu pertinent. En nomenclatura sistemàtica com en el cas dels anions sense hidrogen, s'anomena l'anió amb el sufix *-at* indicant entre parèntesi la càrrega formal de l'ió en xifres àrabisques. Entre les nomenclatures sistemàtiques, la IUPAC prefereix la nomenclatura additiva per anomenar els anions.

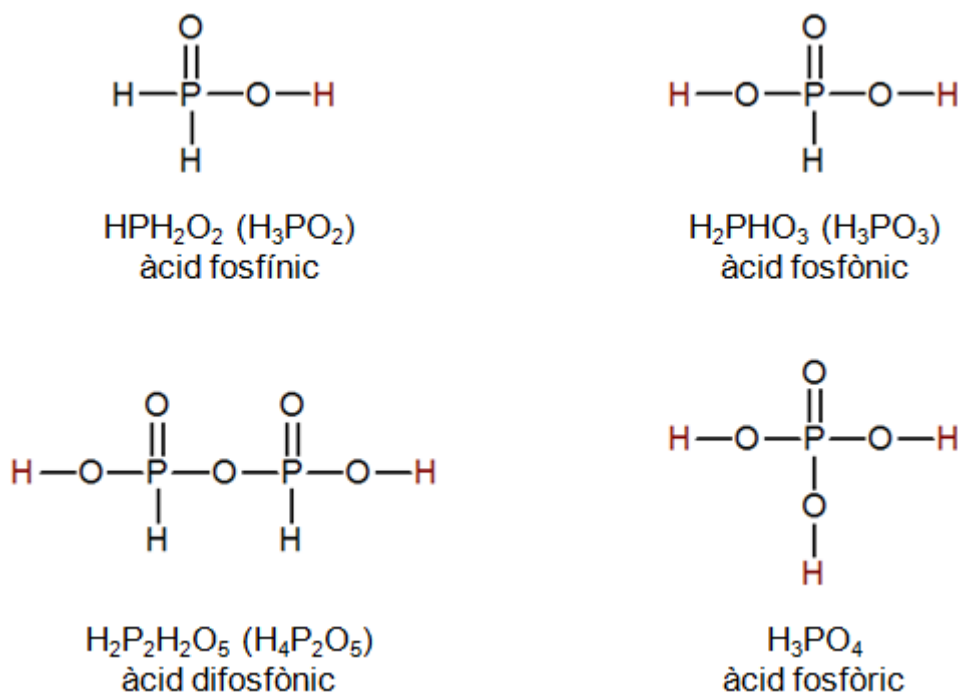
Taula 12. Oxoanions amb hidrogen derivats de l'àcid fosfòric

fórmula	nom tradicional	nom additiu	nom d'hidrogen
$H_3PO_4$	acid fosfòric	trihidroxidooxidofòsfor	trihidrogen(tetraoxidofosfat)
$PO_4^{3-}$	fosfat	tetraoxidofosfat(3-)	tetraoxidofosfat(3-)
$HPO_4^{2-}$	hidrogenfosfat	hidroxidotrioxidofosfat(2-)	hidrogen(tetraoxidofosfat)(2-)
$H_2PO_4^-$	dihidrogenfosfat	dihidroxidodioxidofosfat(1-)	dihidrogen(tetraoxidofosfat)(1-)

Alguns dels oxoàcids derivats del fòsfor que es recullen en la taula 11 tenen àtoms d'hidrogen que no donen propietats àcides al compost, ja que, en lloc d'estar units a un àtom d'oxigen, ho estan directament a l'àtom de fòsfor. La presència d'aquests àtoms d'hidrogen s'indica escrivint-los a la fórmula entre els àtoms de fòsfor i d'oxigen. Aquests àtoms d'hidrogen no es poden perdre, només es poden alliberar els del principi de la fórmula.

Exemple:

$H_2PHO_3$  àcid fosfònic o dihidroxidohidrurooxidofòsfor  
 $HPH_2O_2$  àcid fosfínic o hidroxidodihidrurooxidofòsfor  
 $H_2P_2H_2O_5$  àcid difosfònic o  $\mu$ -oxido-bis(hidrurohidroxidooxidofòsfor)



**Figura 5.** Quatre oxoàcids del fòsfor amb els àtoms d'hidrogen àcids marcats

Quan s'han eliminat tots els hidrons, l'anió resultant s'ha d'anomenar sense els prefixos *hidrogen-* o *dihidrogen-*, malgrat que encara quedin un o dos àtoms d'hidrogen (no són àcids).

Exemple:

$H_2PHO_3$  àcid fosfònic o dihidroxidohidrurooxidofòsfor  
 $HPHO_3^-$  anió hidrogenfosfonat o hidroxidohidrurodioxidofosfat(1-)  
 $PHO_3^{2-}$  anió fosfonat o hidrurotrioxidofosfat(2-)  
 $PH_2O_2^-$  anió fosfinat o dihidrurodioxidofosfat(1-)

## 5.2. Oxosals

La unió d'un oxoanió amb un catió metàl·lic dóna una sal anomenada *oxosal*.

Per a formular una oxosal s'ha de col·locar sempre el catió metàl·lic a l'esquerra i l'anió a la dreta. Per a anomenar-la, cal escriure el nom de l'anió seguit del nom del catió. L'anió



es pot anomenar utilitzant qualsevol de les nomenclatures estudiades. Convé reservar el nom tradicional per a aquells ions que deriven d'àcids el nom tradicional dels quals accepta la IUPAC.

La participació de l'anió i el catió en la fórmula s'indicarà per mitjà de prefixos multiplicadors. Quan no hi hagi possibilitat de confusió, es podran ometre els prefixos o les indicacions d'estat d'oxidació que no siguin necessàries.

A continuació, es formulen i anomenen diversos exemples.

*Sulfat de coure(I)*: L'anió sulfat, nom que pertany a la nomenclatura tradicional, és el  $\text{SO}_4^{2-}$  i conté el sofre amb estat d'oxidació +6. El catió coure(I) és el  $\text{Cu}^+$ . La combinació dels dos ions per a donar un compost neutre és  **$\text{Cu}_2\text{SO}_4$** .

Segons la nomenclatura sistemàtica el mateix compost s'anomena *tetraoxidosulfat(2-) de coure(1+)* o *tetraoxidosulfat de dicoure*.

$\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_3$ : Aquest compost conté l'anió  $\text{CO}_3^{2-}$ , que és l'anió carbonat, en el qual l'estat d'oxidació del carboni és +4. També conté el catió  $\text{Fe}^{3+}$ . Per això, segons la nomenclatura tradicional s'anomena **carbonat de ferro(III)**.

Amb la nomenclatura sistemàtica es pot anomenar *tetraoxidocarbonat(3-) de ferro(3+)*. Si se'n vol fer una lectura estequiomètrica cal destacar que hi ha tres agrupacions aniòniques per cada dos cations: *tris(tetraoxidocarbonat) de diferro*. En aquest darrer cas, cal indicar els tres anions poliatòmics amb el prefix multiplicador. Per a evitar la confusió amb els prefixos propis de l'anió, s'utilitzen els prefixos grecs *bis-*, *tris-*, *tetrakis-*, etc.

El crom i el manganès són dos elements de característiques especials. Tot seguit es resumeixen la formulació i la nomenclatura tradicional dels òxids, oxoanions i oxosals més importants que els contenen.

Crom com a catió:

Cr(2+)	ió crom(II)	CrO	òxid de crom(II)
Cr(3+)	ió crom(III)	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	òxid de crom(III)

Crom en l'anió, Cr(6+):

CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	ió cromat	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	cromat de potassi
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	ió dicromat	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	dicromat de potassi

Manganès com a catió:

Mn(2+)	ió manganès(II)	MnO	òxid de manganès(II)
Mn(4+)	ió manganès(IV)	MnO <sub>2</sub>	òxid de manganès(IV)

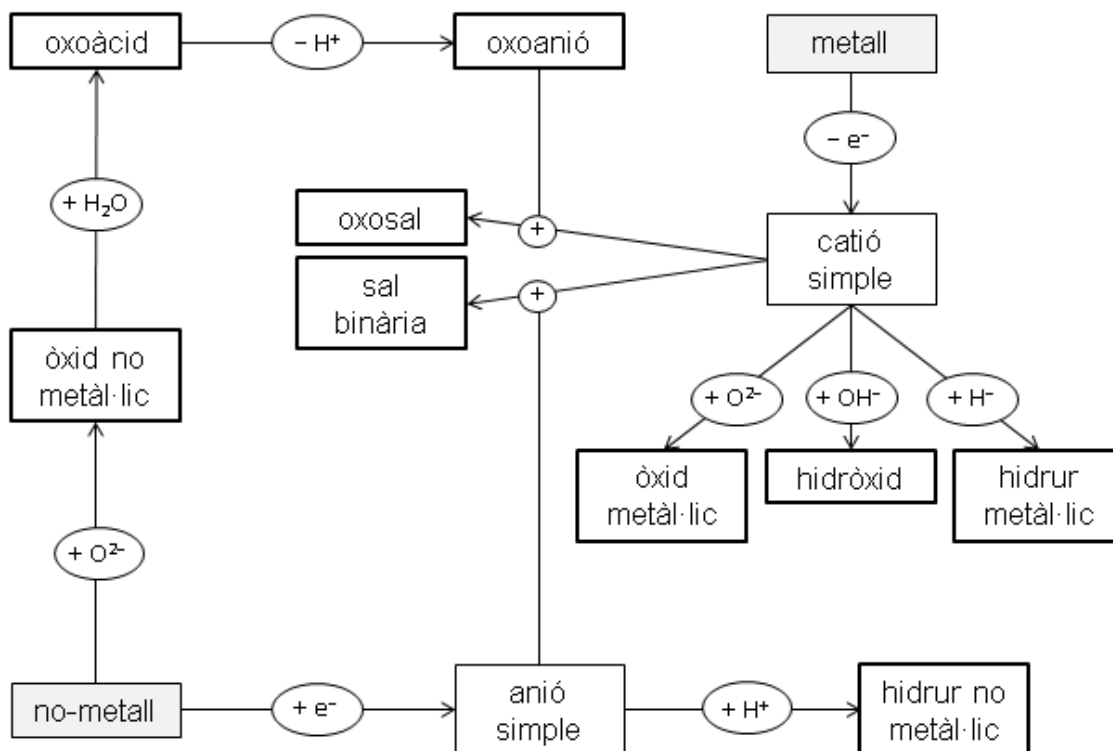
Manganès en l'anió, Mn(7+):

MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	ió permanganat	KMnO <sub>4</sub>	permanganat de potassi
-------------------------------	----------------	-------------------	------------------------

### 5.2.1. Sals àcides

Les sals àcides són les sals formades per la unió d'un catió metàl·lic amb un anió que encara conté àtoms d'hidrogen que es poden desprendre en forma d'hidrons. S'anomenen així perquè encara mantenen propietats àcides. Per exemple:

$\text{KHSO}_4$  hidrogensulfat de potassi  
hidroxidotetraoxidosulfat(1-) de potassi  
hidrogen(tetraoxidosulfat)(1-) de potassi



**Figura 6.** Relació d'alguns compostos inorgànics

## 6. Sals hidratades

Moltes sals citades es presenten tant al laboratori com a la natura en forma de compostos d'addició amb algunes molècules d'aigua en la seva estructura molecular. Aleshores s'anomenen *sals hidratades*. A l'hora d'anomenar els compostos d'addició cal unir els noms dels compostos individuals amb un guió llarg i indicar la proporció de cada espècie entre parèntesis amb xifres aràbigues separades per una barra inclinada. Les sals hidratades també es poden anomenar afegint, darrere del nom de la sal, el mot **hidrat** precedit del prefix que indiqui el nombre de molècules d'aigua existents a l'estructura.

Per exemple, el sulfat de coure(II) es presenta sempre com a **CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O** i s'anomena *sulfat de coure(II)—aigua (1/5)*. També es podria anomenar *sulfat de coure(II) pentahidrat*.

El guix és un exemple de mineral que conté aigua en la seva estructura. Té la fórmula **CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O** i s'anomena *sulfat de calci—aigua (1/2)* o *sulfat de calci dihidrat*.

## 7. Òxids, hidròxids i sals dobles, triples, etc.

Cal considerar en aquest apartat aquells compostos que contenen més d'un sol anió o més d'un sol catió.

Com sempre, s'han de formular els cations a l'esquerra i els anions a la dreta. Dintre de cada grup, s'han d'escriure els ions per ordre alfabètic.

A l'hora d'anomenar-los, s'han de citar primer els anions per ordre alfabètic i després els noms dels cations també per ordre alfabètic.

Sovint es fa necessari indicar la proporció en què participa cada ió en el compost mitjançant els prefixos multiplicadors.

Com a compostos d'aquest tipus es poden distingir:

- Els **òxids dobles**, que contenen l'anió  $O^{2-}$  i més d'un catió.

$CuZnO_2$       diòxid de coure(II) i zinc

- Els **hidròxids dobles**, que contenen l'anió  $OH^-$  i més d'un catió.

$NaK(OH)_2$       dihidròxid de potassi i sodi

- Les **sals dobles**, que poden ser-ho per part dels anions o per part dels cations. Per exemple:

$CaMg(CO_3)_2$       bis(carbonat) de calci i magnesi  
 $MgClF$               clorur fluorur de magnesi

- Les **sals bàsiques**, que antigament s'anomenaven **hidroxisals** o **oxisals**, segons que, a part d'un altre anió, incloguessin l'anió  $OH^-$  o l'anió  $O^{2-}$ , respectivament.

$Cu_2CO_3(OH)_2$       dihidroxicarbonat de coure(II) o dihidroxicarbonat de dicoure  
 $BiClO$                 oxiclорur de bismut(III)

L'anió  $OH^-$  s'ha d'anomenar *hidroxi-* i s'ha de citar abans que l'altre anió.  
L'anió  $O^{2-}$  s'ha d'anomenar *oxi-* i s'ha de citar abans que l'altre anió.

Molts minerals tenen composicions químiques corresponents a òxids, hidròxids i sals dobles o triples. A continuació se n'esmenten alguns exemples:

dolomita	$CaMg(CO_3)_2$	bis(carbonat) de calci i magnesi
atzurita	$Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$	dihidroxibis(carbonat) de tricoure
malaquita	$Cu_2(CO_3)(OH)_2$	dihidroxicarbonat de dicoure

Un altre exemple d'òxid doble és el mini, molt utilitzat per a la protecció antioxidant del ferro. La seva fórmula és  $Pb_3O_4$  o, més estrictament,  $Pb^{II}_2Pb^{IV}O_4$ , i s'anomena *tetraòxid de diplom(II) i plom(IV)*.

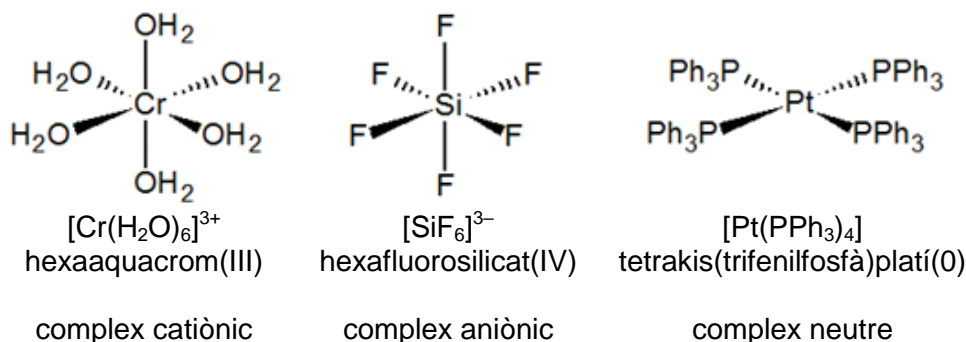
## 8. Complexos

El coneixement químic dels **complexos** (també anomenats **compostos de coordinació**) és relativament recent, per això la formulació i nomenclatura d'aquestes substàncies és més sistemàtica i l'aportació de la nomenclatura tradicional hi és menor.

Els complexos són espècies que contenen un **àtom central**, generalment un metall de transició, envoltat d'àtoms, ions o agrupacions d'àtoms, anomenats **ligands**, els quals s'uneixen a l'àtom central mitjançant enllaços coordinats. El complex pot resultar positiu, negatiu o neutre.

L'àtom central acostuma a presentar estat d'oxidació positiu, generalment baix i, algunes vegades, zero.

Els ligands poden ser aniónics, neutres o, en alguns casos, catiónics. En un mateix complex poden coexistir ligands de naturalesa diferent. L'àtom del ligand que s'enllaça directament al metall central s'anomena **àtom coordinador**. El nombre d'àtoms coordinadors lligats a un àtom central rep el nom de **nombre de coordinació**.



**Figura 7.** Estructures d'alguns complexos

Hi ha ligands que tenen més d'un àtom amb capacitat d'enllaçar-se a un o més àtoms metàl·lics. Reben el nom de *ligands bidentats*, *ligands tridentats*, etc. i, en general, *ligands polidentats*. Quan un ligand s'uneix per dos o més punts a un mateix àtom central, rep el nom de *quelat*, però, si s'enllaça a àtoms diferents, s'anomena *ligand pont*.

Tot seguit es mostren diferents possibilitats de formació de compostos neutres amb espècies de coordinació:

- dos ions no complexos,  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{SO}_4^{2-}$ :  $\text{CaSO}_4$ , sulfat de calci
- un únic anió complex,  $\text{Ca}^{2+}$  i  $[\text{PtCl}_4]^{2-}$ :  $\text{Ca}[\text{PtCl}_4]$  tetracloroplatinat(II) de calci
- un únic catió complex,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$  i  $\text{SO}_4^{2-}$ :  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]\text{SO}_4$  sulfat de diamminacoure(II)
- dos ions complexos,  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^{2+}$  i  $[\text{PtCl}_4]^{2-}$ :  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2][\text{PtCl}_4]$  tetracloroplatinat(II) de diamminacoure(II)
- un complex neutre:  $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$  pentacarbonilferro(0)

Per a **formular** un complex cal seguir les normes següents:

1. L'àtom central s'escriu al començament.
2. A continuació s'escriuen primer els ligands aniónics, després els neutres i al final els catiónics.

3. Dintre de cada grup de lligands, aquests s'escriuen per ordre alfabètic del símbol de l'àtom coordinador.
4. Quan un lligand és una agrupació poliatòmica, s'escriu entre parèntesis.
5. Tota l'espècie complexa s'escriu entre claudàtors, indicant la carrega final que conté.
6. Quan un complex és iònic i es combina amb un altre ió senzill per a donar un compost neutre, l'ordre de col·locació en la molècula és l'habitual.
7. Si un compost és format per un catió i un anió complexos, aquests s'escriuen en la fórmula com és habitual (primer el catió i després l'anió).

Per a **anomenar** complexos s'utilitza la nomenclatura additiva. Consisteix a construir el nom del complex descrivint els lligands que hi ha a l'entorn de l'àtom central, igual que el complex es construeix al voltant d'aquest àtom.

Abans d'anomenar un complex cal saber anomenar els lligands. Els que són negatius s'anomenen afegint el sufix *-o* a les terminacions *-ur*, *-it* i *-at*, de manera que les terminacions queden *-uro*, *-ito* i *-ato*, respectivament.

Hi ha, però, algunes excepcions en la nomenclatura de lligands, especialment per a aquells grups que són més utilitzats. A continuació s'indiquen els lligands més habituals, alguns dels quals reben noms que són excepcions a la norma descrita.

F <sup>-</sup>	fluoro	S <sup>2-</sup>	tio
Cl <sup>-</sup>	cloro	CN <sup>-</sup>	ciano
Br <sup>-</sup>	bromo	C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	oxalato
I <sup>-</sup>	iodo	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	nitrato
O <sup>2-</sup>	oxo	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	nitrito
H <sup>-</sup>	hidruro o <i>hidro</i>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	sulfito
OH <sup>-</sup>	hidroxo	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	sulfato
O <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	peroxo	S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	tiosulfato
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	carbonato	CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	cromato

Els lligands neutres més importants són el *nitrosil* (NO), el *carbonil* (CO), el *tiocarbonil* (CS), l'aigua (H<sub>2</sub>O), que s'anomena *aqua*, i l'amoníac (NH<sub>3</sub>), que s'anomena *ammina*.

Aquestes són les normes que cal seguir per a anomenar un complex:

1. Primer se citen tots els lligands per ordre alfabètic del nom, sense tenir en compte els prefixos multiplicadors *di-*, *tri-*, *tetra-*, etc. que indiquen el nombre de lligands iguals. Pot ser que el nom inclogui ja algun prefix com *di-*, *tio-*, *peroxi-*, etc. En aquest cas, aquest prefix és el que determina l'ordre alfabètic. Per exemple, el lligand tiosulfato s'ordena per la *t* i no per la *s*. Els noms dels diferents lligands se citen seguits i sense separar-los ni per comes, ni per guionets, ni per espais.
2. Al final, i també sense separar, s'escriu el nom de l'àtom central. S'afegeix la terminació *-at* a tot el nom si el complex és negatiu, però es deixa el nom de l'àtom central sense cap altra terminació si el complex és neutre o positiu.
3. Tot seguit s'escriu el nombre d'oxidació de l'àtom central en xifres romanes i entre parèntesis. Si l'àtom central té estat d'oxidació 0 cal indicar-lo amb la xifra aràbiga 0. Quan l'estat d'oxidació és ambigu, és preferible citar entre parèntesis el nombre de càrrega del complex sencer amb xifres aràbigues i amb el signe corresponent.

4. Si el complex és iònic i l'ió està compensat per un altre ió senzill, o bé si és un compost neutre format per dos ions, complexos tots dos, l'ordre en què s'han d'anomenar els ions és l'habitual: primer l'anió i després el catió.

A continuació, es detallen alguns exemples de formulació i nomenclatura de complexos.

*Clorur de tetraamminadiclorocrom(III)*. Es tracta d'un complex catiònic, ja que acompanya l'anió clorur ( $\text{Cl}^-$ ). La part complexa del compost té l'àtom central crom amb estat d'oxidació +3. El fragment *dicloro* indica que hi ha dos lligands  $\text{Cl}^-$ , aniònics, i *tetraamina* vol dir que hi ha quatre lligands amoníac, que són neutres.

Cal escriure entre claudàtors, en primer lloc, el metall central (Cr), després els lligands aniònics ( $\text{Cl}^-$ ) i, tot seguit, els lligands neutres ( $\text{NH}_3$ ). El complex és  $[\text{CrCl}_2(\text{NH}_3)_4]$ . Si es fa un balanç de càrregues, s'observa que és catiònic i queda amb càrrega +1:  $[\text{CrCl}_2(\text{NH}_3)_4]^+$ . En formular el compost complet, cal escriure a l'esquerra el complex catiònic i a la dreta l'anió clorur:  $[\text{CrCl}_2(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}$ . També es pot anomenar *clorur de tetraamminadiclorocrom(1+)* si s'indica la càrrega del complex aniònic en comptes del nombre d'oxidació de l'àtom central.

*$\text{Na}_2[\text{HgBr}_2\text{O}]$* . Per a anomenar aquest compost cal tenir present que és format per un anió complex i per cations sodi. L'àtom central del complex és el mercuri (Hg) i té dos tipus de lligands aniònics, el bromo ( $\text{Br}^-$ ) i l'oxo ( $\text{O}^{2-}$ ). Pel fet de ser un complex aniònic, el nom acabarà en *-at*. Per a anomenar-lo, cal citar primer els lligands per ordre alfabètic (prescindint del prefix *di-* que ha d'acompanyar el bromo) i després el nom del metall acabat en *-at*, seguit del seu estat d'oxidació en xifres romanes entre parèntesis. El nom complet s'obté citant primer el nom de l'anió (complex) seguit del nom del catió (sodi).

Cal tenir en compte que el complex ha de ser un anió divalent, ja que es combina amb dos cations monovalents. S'anomenarà *dibromooxomercurat(2-) de sodi*. Si es vol utilitzar l'estat d'oxidació, cal tenir present que és un anió divalent. Els dos lligands bromo aporten una càrrega negativa cada un i el lligand oxo n'aporta dues, per tant, el metall central ha de tenir estat d'oxidació +2. El nom serà *dibromooxomercurat(II) de sodi*.

*$[\text{Ru}(\text{SO}_3)(\text{NH}_3)_5]$* . Aquest complex és una espècie neutra. El nom corresponent acaba amb el de l'àtom central. Cal indicar per ordre alfabètic el nom dels dos lligands que hi intervenen: ammina i sulfito. Així, el nom complet és *pentaamminasulfitoruteni(II)*, ja que pel fet de ser neutre no té cap terminació especial. L'estat d'oxidació del ruteni és +2 perquè l'únic lligand aniònic és el sulfito (amb càrrega -2) i cal conservar l'electroneutralitat del compost.