

Andrej Smrdu

# RAZLAGA SPREMEMB V IMENOVANJU ANORGANSKIH SPOJIN

Dodatek k II. izdaji učbenika

**KEMIJA, SNOV IN SPREMEMBE 2**



ZALOŽNIŠTVO JUTRO

# UVOD

Dodatek »Razlaga sprememb v imenovanju anorganskih spojin« je namenjen uporabnikom II. izdaje učbenika »Kemija, Snov in spremembe 2«. Pojasnjuje spremembe pri imenovanju anorganskih spojin (priporočila IUPAC 2005) in s tem omogoča nadaljnjo uporabo prejšnje izdaje učbenika.

V *Dodatku* je vključeno celotno poglavje »Nomenklatura anorganske kemije«, ki je novo v III. izdaji učbenika »Kemija, Snov in spremembe 2«. V tem poglavju je med drugim z mnogimi primeri pojasnjeno imenovanje binarnih spojin, oksokislin in njihovih soli (tudi hidrogensoli), kristalohidratov in ionov. Poleg tega je v *Dodatku* tudi priročna preglednica anorganskih kislin, njihovih kislinskih ostankov ter natrijevih in kalcijevih soli, pa tudi celotna prenovljena in razširjena učna enota »Koordinacijske spojine«.

Pri vključevanju »nove nomenklature anorganske kemije« v srednješolsko poučevanje kemije je potrebno upoštevati, da:

- ▶ gre le za Priporočila IUPAC (2005) in ne stroga navodila;
- ▶ se tudi v tuji literaturi pri imenovanju spojin ni veliko spremenilo;
- ▶ spreminjanje načina poimenovanja zahteva določeno obdobje, v katerem se nekatere spremembe uveljavijo, nekatere pa ne;
- ▶ je imenovanje spojin z oksidacijskim številom (Stockov sistem) močno uveljavljeno v slovenskem kemijskem izrazoslovju;
- ▶ mora biti imenovanje na srednješolskem nivoju prilagojeno dijakom (smiselnost izbora vrste nomenklaturenega sistema);
- ▶ imenovanje spojin ni temeljni cilj poučevanja kemije.

*Andrej Smrdu*

# Nomenklatura anorganske kemije

## Elementi

### Simboli in imena elementov

Vsak element ima svoje ime in enočrkovni ali dvočrkovni simbol. V dvočrkovnih simbolih je prva črka vedno velika, druga pa majhna (npr. helij He). V kemijskih formulah so simboli pisani pokončno (ne poševno).

Pri nekaterih dlje časa znanih elementih se slovenska imena precej razlikujejo od angleških imen oz. simbola elementa ne moremo preprosto povezati z njegovim slovenskim imenom (npr. baker Cu, zlato Au, srebro Ag).

Imena elementov, poimenovanih po zaslužnih znanstvenikih, lahko pišemo etimološko ali fonetično.

Primeri:

Cm: curij ali kirij	Es: einsteinij ali ajnštajnij	Mt: meitnerij ali majtnerij
---------------------	-------------------------------	-----------------------------

### Enoatomni in večatomni elementi

Pri imenovanju elementov, ki tvorijo večatomne molekule (npr. H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, P<sub>4</sub>) uporabljamo množilne predpone (števnike). Predpono »mono« uporabimo v primerih, ko element običajno ni v enoatomskem stanju. V nekaterih primerih uporabljamo tudi običajna (sprejemljiva alternativna) imena. Primeri:

Formula	Sistematsko ime	Pojasnilo
He	helij	Element je v enoatomskem stanju, zato predpone »mono« ne uporabljamo.
O	monokisik	Element je običajno kot molekula O <sub>2</sub> , zato v tem primeru uporabimo predpono »mono«.
O <sub>2</sub>	dikisik	Uporabljamo lahko tudi običajno ime kisik.
O <sub>3</sub>	trikisik	Uporabljamo lahko tudi običajno ime ozon.
P <sub>4</sub>	tetrafosfor	Uporabljamo lahko tudi običajno ime beli fosfor.

V obliki dvoatomnih molekul so običajno vodik H<sub>2</sub>, dušik N<sub>2</sub>, kisik O<sub>2</sub> in halogeni (elementi 17. oz. VII. skupine, npr. fluor F<sub>2</sub>). Pri teh elementih z običajnimi imeni brez števnikov opredeljujemo dvoatomne molekule (npr. dušik za formulo N<sub>2</sub>, klor za formulo Cl<sub>2</sub>).

V srednji šoli običajno tolmačimo »fosfor« kot ime za »P« ali »P<sub>4</sub>«, »žveplo« pa kot ime za »S« ali »S<sub>8</sub>«.

Pri neznanem ali zelo velikem številu atomov v molekuli elementa (npr. v dolgih verigah) napišemo simbol elementa in poševno (kurzivno) zapisano črko »n« v spodnjem desnem indeksu. Pri imenovanju tovrstne oblike uporabimo predpono »poli«. Primer:

Formula	Sistematsko ime	Pojasnilo
S <sub>n</sub>	poližveplo	Uporabljamo lahko tudi običajno ime plastično žveplo.

### Oštevilčenje skupin v periodnem sistemu elementov

Skupine elementov so v periodnem sistemu oštevilčene z arabskimi številkami od 1 do 18. V srednji šoli pa zaradi pretežne uporabe zgolj glavnih elementov pri razlagi vezi in formul (zlasti pri konceptu valenčnih elektronov) pogosto uporabljamo označevanje skupin glavnih elementov z rimskimi številkami od I do VIII (1. skupino – vodik in alkalijske kovine – označimo z rimsko številko I; 2. skupino – zemeljskoalkalijske kovine – označimo z rimsko številko II; skupine elementov od 13 do 18 pa označimo z rimskimi številkami od III do VIII).

## Binarne spojine

Binarne spojine so spojine dveh elementov, npr. voda  $\text{H}_2\text{O}$ , amonijak  $\text{NH}_3$  (Slovenski pravopis navaja ime »amonijak«, Nomenklatura anorganske kemije uporablja ime »amoniak«).

### Zaporedje simbolov elementov v formuli binarne spojine

Zaporedje simbolov elementov temelji na njihovem položaju v periodnem sistemu.

Pri binarnih spojinah z vodikom napišemo vodik na prvo mesto, če je ob elementu 16. ali 17. skupine (VI. oz. VII. skupina po starejšem označevanju); ob elementih ostalih skupin napišemo vodik na drugo mesto. Primeri:

Formula	Pojasnilo
$\text{HF}, \text{H}_2\text{S}$	Fluor je element 17. oz. VII. skupine, žveplo pa element 16. oz. VI. skupine, zato v navedenih primerih napišemo vodik na prvo mesto.
$\text{NH}_3, \text{CaH}_2$	Dušik je element 15. oz. V. skupine, kalcij pa element druge skupine, zato v navedenih primerih napišemo vodik na drugo mesto.

Če sta elementa v isti skupini periodnega sistema, napišemo na prvo mesto element, ki je nižje v periodnem sistemu. Primeri:

Formula	Pojasnilo
$\text{SO}_3$	Žveplo (element 3. periode) je v periodnem sistemu nižje kot kisik (element 2. periode), zato napišemo žveplo na prvo mesto.
$\text{ICl}_5$	Jod (element 5. periode) je v periodnem sistemu nižje kot klor (element 3. periode), zato napišemo jod na prvo mesto.

Če sta elementa v različnih skupinah periodnega sistema, zapisujemo elemente v naslednjem zaporedju (skupine periodnega sistema): 18-1-2-3- ... -15-16-17. Primeri:

Formula	Pojasnilo
$\text{XeF}_2$	Ksenon je element 18. skupine, fluor pa element 17. skupine, zato v skladu z navedenim zaporedjem napišemo ksenon na prvo mesto.
$\text{OCl}_2$	Kisik je element 16. skupine, klor pa element 17. skupine, zato v skladu z navedenim zaporedjem napišemo kisik na prvo mesto.

Binarne spojine kisika in halogenov smo do zdaj zapisovali v zaporedju halogen-kisik (razen spojine  $\text{OF}_2$ ). Tak zapis je močno uveljavljen in se ohranja tudi v mnogih sodobnih tujih virih, zato ga je smiselno dovoljevati na nivoju srednje šole.

### Imenovanje binarnih spojin s števniki (množilnimi predponami)

Slovenskemu imenu prvega elementa v formuli dodamo pripono -ov oz. -ev, pri drugem elementu v formuli pa uporabimo modificirano latinsko ime elementa s končnico -id. Neposredno pred vsak del imena (brez presledka) dodamo ustrezen števnik (množilno predpono), med obema deloma imena pa je presledek.

Števniki (množilne predpone): 1-mono; 2-di; 3-tri; 4-tetra; 5-penta;  
6-heksa; 7-hepta; 8-okta; 9-nona; 10-deka.

Modificirana latinska imena: O-oksidi; S-sulfidi; H-hidridi; F-fluoridi; C-karbid; N-nitrid; P-fosfid.

Primeri:

Formula	Ime	Pojasnilo
$\text{P}_4\text{O}_{10}$	tetrafosforjev dekaoksid	V molekuli so štiri atomi fosforja in deset atomov kisika.
$\text{O}_2\text{Cl}$	dikisikov klorid	V molekuli sta dva atoma kisika in en atom klora.

**Nomenklatura anorganske kemije**

Predpona »mono« se uporablja le za poudarjanje števila atomov (en atom). V splošnem se končni samoglasnik v števniki (množilnih predponah) ne izpušča. Zaradi uveljavljene rabe je to dovoljeno le pri imenu »monoksid«. Primeri:

Formula	Ime
CO	ogljikov oksid <i>ali</i> ogljikov monooksid <i>ali</i> ogljikov monoksid
NO	dušikov oksid <i>ali</i> dušikov monooksid <i>ali</i> dušikov monoksid

Števnike (množilne predpone) lahko izpustimo, če je iz položaja elementov v periodnem sistemu formula binarne spojine nedvoumno določljiva (npr. pri preprostih binarnih ionskih spojinah). Primeri:

Formula	Ime	Pojasnilo
CaCl <sub>2</sub>	kalcijev klorid	Kalcij je element druge skupine (tvori ione z nabojem 2+), klor pa element 17. oz. VII. skupine periodnega sistema (tvori ione z nabojem 1-). Iz velikosti nabojev obeh ionov sklepamo, da je v spojnini množinsko razmerje med njima 1 : 2.
Li <sub>2</sub> O	litijev oksid	Litij je element prve skupine (tvori ione z nabojem 1+), kisik pa element 16. oz. VI. skupine periodnega sistema (tvori ione z nabojem 2-). Iz velikosti nabojev obeh ionov sklepamo, da je v spojnini množinsko razmerje med njima 2 : 1.

Podobno imenujemo tudi amonijeve soli, čeprav formalno to niso binarne spojine. Primer:

Formula	Ime	Pojasnilo
NH <sub>4</sub> Cl	amonijev klorid	Amonijev ion ima naboj 1+ (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ). Klor je element 17. oz. VII. skupine periodnega sistema (tvori ione z nabojem 1-). Iz velikosti nabojev obeh ionov sklepamo, da je v spojnini množinsko razmerje med njima 1 : 1.

**Imenovanje binarnih spojin z oksidacijskim številom (Stockov sistem)**

V imenih spojin navedemo oksidacijsko število elementa z rimsko številko znotraj okroglega oklepaja neposredno (brez presledka) za imenom elementa, na katerega se nanaša. Pri preprostih binarnih spojinah navedemo le pozitivno oksidacijsko število, torej oksidacijsko število prvega elementa v formuli.

Isti element ima v različnih spojinah lahko različna oksidacijska števila. Pri preprostih binarnih spojinah lahko izračunamo oksidacijsko število določenega elementa z uporabo naslednjih pravil (zaradi lažjega razumevanja so vrednosti oksidacijskih števil v navedenih pravilih izražena z arabskimi številkami):

- vsota oksidacijskih števil vseh elementov v spojnini je 0;
- kovine prve skupine periodnega sistema imajo oksidacijsko število +1, kovine druge skupine +2, kovine 13. oz. III. skupine pa običajno +3;
- kot negativni deli spojin (zapisani desno) imajo elementi 17. oz. VII. skupine periodnega sistema oksidacijsko število -1, elementi 16. oz. VI. skupine -2, elementi 15. oz. V. skupine pa -3.

Pripone oz. končnice se pri imenovanju z oksidacijskim številom uporabljajo enako kot pri imenovanju s števniki (množilnimi predponami). Primeri:

Formula	Ime	Pojasnilo
MnO <sub>2</sub>	manganov(IV) oksid	Z imenom opredelimo oksidacijsko število mangana +4. Oksidacijsko število kisika je -2, a ga ne navedemo.
NiF <sub>2</sub>	nikljev(II) fluorid	Z imenom opredelimo oksidacijsko število niklja +2. Oksidacijsko število fluora je -1, a ga ne navedemo.

## Imenovanje binarnih spojin z nabojnim številom (Ewens–Bassetov sistem)

V imenih spojin navedemo nabojno število iona z arabsko številko in dodamo predznak naboja + oz. – znotraj okroglega oklepaja neposredno (brez presledka) za imenom iona, na katerega se nanaša. Pri preprostih binarnih spojinah navedemo le pozitivno nabojno število, torej naboj prvega iona v formuli.

Pripone oz. končnice se pri imenovanju z nabojnim številom uporabljajo enako kot pri imenovanju s števniki (množilnimi predponami). Primeri:

Formula	Ime	Pojasnilo
$V_2O_3$	vanadijev(3+) oksid	Z imenom opredelimo kation $V^{3+}$ . Iz imena »oksid« lahko sklepamo na ion $O^{2-}$ .
$CoCl_2$	kobaltov(2+) klorid	Z imenom opredelimo kation $Co^{2+}$ . Iz imena »klorid« lahko sklepamo na ion $Cl^-$ .

Pri imenovanju binarnih spojin z nabojnim številom je v določenih primerih potrebno navesti tudi števniki. V določenih primerih pa v imenu navedemo negativno nabojno število. Primeri:

Formula	Ime	Pojasnilo
$Hg_2Cl_2$	diživosrebrov(2+) klorid	Z imenom opredelimo diatomni kation $Hg_2^{2+}$ (dva atoma živega srebra, celotni naboj kationa je 2+).
$Na_2S_3$	natrijev trisulfid(2–)	Z imenom opredelimo triatomni anion $S_3^{2-}$ (trije atomi žvepla, celotni naboj aniona je 2–).
$K_2O_2$	kalijev dioksid(2–)	Z imenom opredelimo diatomni anion $O_2^{2-}$ (dva atoma kisika, celotni naboj aniona je 2–).
$KO_2$	kalijev dioksid(1–)	Z imenom opredelimo diatomni anion $O_2^-$ (dva atoma kisika, celotni naboj aniona je 1–).
$KO_3$	kalijev trioksid(1–)	Z imenom opredelimo triatomni anion $O_3^-$ (trije atomi kisika, celotni naboj aniona je 1–).

V navedenih spojinah lahko na naboj večatomnih ionov sklepamo iz običajnih nabojev ionov ostalih elementov; klor tvori ion  $Cl^-$ , natrij in kalij pa iona  $Na^+$  oz.  $K^+$ . Spojine lahko preprosteje imenujemo s števniki (npr. diživosrebrov diklorid).

Imenovanje binarnih spojin z nabojnim številom se redko uporablja.

## Anorganske oksokislinae

V formulah anorganskih oksokislin tradicionalno zapisujemo simbole elementov v naslednjem vrstnem redu: vodik–značilna (centralna) nekovina–kisik, npr.  $H_2SO_4$ . Nova nomenklatura anorganske kemije uvaja zapis formul oksokislin kot koordinacijskih spojin (t. i. koordinacijska formula), npr.  $[SO_2(OH)_2]$  za spojino  $H_2SO_4$ .

Anorganske oksokislinae v slovenski kemijski literaturi pretežno imenujemo z navedbo oksidacijskega števila centralne nekovine (Stockov sistem). Po tem sistemu imenovanja navedemo centralno nekovino in njeno oksidacijsko število v okroglem oklepaju brez presledka ter dodamo besedo »kislina«. Vodikovih in kisikovih atomov ne navajamo. V formulah preprostih anorganskih oksokislin izračunamo oksidacijsko število centralne nekovine z upoštevanjem običajnih oksidacijskih števil vodika (+1) in kisika (–2). Vsota vseh oksidacijskih števil v spojini je nič. Primeri:

Formula	Ime z oksidacijskim številom	Pojasnilo
$H_2SO_4$	žveplova(VI) kislina	Žveplo ima oksidacijsko število +6. Izračun: vodik–žveplo–kisik = $2 \cdot (+1) + 1 \cdot (+6) + 4 \cdot (-2) = 0$
$HNO_2$	dušikova(III) kislina	Dušik ima oksidacijsko število +3. Izračun: vodik–dušik–kisik = $1 \cdot (+1) + 1 \cdot (+3) + 2 \cdot (-2) = 0$
$H_3PO_4$	fosforjeva(V) kislina	Fosfor ima oksidacijsko število +5. Izračun: vodik–fosfor–kisik = $3 \cdot (+1) + 1 \cdot (+5) + 4 \cdot (-2) = 0$

**Nomenklatura anorganske kemije**

Za vse anorganske oksokisljine, ki jih obravnavamo v srednji šoli, navaja nova *Nomenklatura anorganske kemije* tudi t. i. sprejemljiva običajna imena. Primeri:

<i>Formula</i>	<i>Ime z oksidacijskim številom</i>	<i>Sprejemljivo običajno ime</i>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	žveplova(VI) kislina	žveplova kislina
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	žveplova(IV) kislina	žveplasta kislina
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	fosforjeva(V) kislina	fosforjeva kislina
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	ogljikova(IV) kislina	ogljikova kislina
HNO <sub>3</sub>	dušikova(V) kislina	dušikova kislina
HNO <sub>2</sub>	dušikova(III) kislina	dušikasta kislina
HClO <sub>4</sub>	klorova(VII) kislina	perklorova kislina
HClO <sub>3</sub>	klorova(V) kislina	klorova kislina
HClO <sub>2</sub>	klorova(III) kislina	klorasta kislina
HClO	klorova(I) kislina	hipoklorasta kislina

Nova nomenklatura sistematsko imenuje anorganske oksokisljine s t. i. aditivnimi imeni. Ta sistem imenovanja izhaja iz imenovanja koordinacijskih spojin. Za razumevanje tovrstnih imen je smiselno napisati formulo kisline kot koordinacijsko spojino (z oglatimi oklepaji). Značilno nekovino navedemo kot centralni atom, na katerega so vezani ligandi (v obravnavanih primerih O<sup>2-</sup> in OH<sup>-</sup>). Formulo kisline napišemo v oglatem oklepaju; najprej značilno nekovino in nato ligande (najprej O ter nato OH v okroglem oklepaju). Sistematsko aditivno ime tvorimo tako, da brez presledka in z navajanjem ustreznih števnikov (množilnih predpon) navedemo najprej vse ligande (zaradi abecednega vrstnega reda najprej hidroksido za OH, nato oksido za O), nato pa še slovensko ime značilne (centralne) nekovine. Primeri:

<i>Formula (obe obliki)</i>	<i>Sprejemljivo običajno ime</i>	<i>Sistematsko aditivno ime</i>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> = [SO <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ]	žveplova kislina	dihidroksidodioksidožveplo
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> = [CO(OH) <sub>2</sub> ]	ogljikova kislina	dihidroksidooksidoogljik
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> = [PO(OH) <sub>3</sub> ]	fosforjeva kislina	trihidroksidooksidofosfor
HNO <sub>3</sub> = [NO <sub>2</sub> (OH)]	dušikova kislina	hidroksidodioksidodušik
HClO <sub>3</sub> = [ClO <sub>2</sub> (OH)]	klorova kislina	hidroksidodioksidoklor

Imenovanje preprostih anorganskih oksokisljin s sistematskimi aditivnimi imeni se zaenkrat ni uveljavilo.

## Soli anorganskih oksokisljin

V formulah soli anorganskih oksokisljin pišemo kovino (oz. NH<sub>4</sub> v amonijevih soleh) na prvo mesto, torej v zaporedju kovina–značilna (centralna) nekovina–kisik, npr. Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Soli anorganskih oksokisljin v slovenski kemijski literaturi (po starejši nomenklaturi) pretežno imenujemo z navedbo oksidacijskega števila centralne nekovine (Stockov sistem). Slovenskemu imenu kovine dodamo pripono –ov oz. –ev. Ločeno navedemo modificirano latinsko ime centralne nekovine, ki dobi končnico –at, nakar brez presledka v okroglem oklepaju dopišemo še njeno oksidacijsko število. Primeri:

<i>Formula kisline</i>	<i>Ime kisline z oksidacijskim številom</i>	<i>Anion</i>	<i>Formula soli</i>	<i>Ime soli z oksidacijskim številom</i>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	žveplova(VI) kislina	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	natrijev sulfat(VI)
HNO <sub>3</sub>	dušikova(V) kislina	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	kalcijev nitrat(V)
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	fosforjeva(V) kislina	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	amonijev fosfat(V)
HClO <sub>4</sub>	klorova(VII) kislina	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Fe(ClO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	železov(III) klorat(VII)

Prehodni elementi običajno tvorijo spojine z različnimi oksidacijskimi števili. Zaradi te raznovrstnosti navajamo v imenih tovrstnih spojin tudi oksidacijsko število prehodnega elementa.

Za soli vseh anorganskih oksokislin, ki jih obravnavamo v srednji šoli, navaja nova *Nomenklatura anorganske kemije* tudi t. i. sprejemljiva običajna imena. Primeri:

<i>Formula kisline</i>	<i>Sprejemljivo običajno ime kisline</i>	<i>Anion</i>	<i>Formula soli</i>	<i>Sprejemljivo običajno ime soli</i>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	žveplova kislina	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	aluminijev sulfat
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	žveplasta kislina	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Cu <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	bakrov(I) sulfid
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	fosforjeva kislina	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	kalcijev fosfat
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	ogljikova kislina	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	natrijev karbonat
HNO <sub>3</sub>	dušikova kislina	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Hg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	živosrebrov(II) nitrat
HNO <sub>2</sub>	dušikasta kislina	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	KNO <sub>2</sub>	kalijev nitrit
HClO <sub>4</sub>	perklorova kislina	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Cu(ClO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	bakrov(II) perklorat
HClO <sub>3</sub>	klorova kislina	ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> ClO <sub>3</sub>	amonijev klorat
HClO <sub>2</sub>	klorasta kislina	ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Ba(ClO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	barijev klorit
HClO	hipoklorasta kislina	ClO <sup>-</sup>	NaClO	natrijev hipoklorit*

\*Pravilen zapis natrijevega hipoklorita oz. pripadajočega aniona je NaOCl oz. OCl<sup>-</sup>, a se pogosto uporablja tudi zapis NaClO oz. ClO<sup>-</sup> (podobnost s formulami klorovih oksokislin oz. s formulami njihovih soli).

V tovrstnih imenih soli lahko prehodni element opredelimo z navedbo njegovega oksidacijskega števila (rimska številka; Stockov sistem) ali nabojnega števila (arabska številka in znak +; Ewens–Bassetov sistem). Primer:

<i>Formula soli</i>	<i>Sprejemljivo običajno ime soli (dve možnosti)</i>
Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	železov(III) sulfat ali železov(3+) sulfat

Preproste hidrogensoli, ki jih obravnavamo v srednji šoli, lahko imenujemo s sprejemljivi običajnimi imeni. Pred drugo besedo v imenu spojine dodamo brez presledka besedo »hidrogen«. Primeri:

<i>Formula hidrogensoli</i>	<i>Anion</i>	<i>Sprejemljivo običajno ime hidrogensoli</i>
Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	kalcijev hidrogenkarbonat
NaHSO <sub>4</sub>	HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	natrijev hidrogensulfat
NH <sub>4</sub> HSO <sub>3</sub>	HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	amonijev hidrogensulfid
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	kalijev hidrogenfosfat
Mg(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	magnezijev dihidrogenfosfat

Na enak način uporabljamo besedo »hidrogen« tudi pri imenovanju hidrogensoli po Stockovem sistemu, npr. NaHSO<sub>3</sub> – natrijev hidrogensulfat(IV).

Nova nomenklatura sistematsko imenuje soli in hidrogensoli anorganskih oksokislin s t. i. aditivnimi imeni. Za razumevanje tovrstnih imen je smiselno napisati formulo spojine kot koordinacijsko spojino (z oglatimi oklepaji). Imenovanje soli in hidrogensoli je podobno imenovanju oksokislin, le da namesto slovenskega imena centralne nekovine uporabimo njeno modificirano latinsko ime s končnico –at, nakar brez presledka v okroglem oklepaju dopišemo še nabojno število aniona. Primeri:

<i>Formula spojine (obe obliki)</i>	<i>Anion</i>	<i>Sistematsko aditivno ime spojine</i>
Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> = Na <sub>3</sub> [PO <sub>4</sub> ]	[PO <sub>4</sub> ] <sup>3-</sup>	natrijev tetraoksidofosfat(3–)
Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> = Na <sub>2</sub> [PO <sub>3</sub> (OH)]	[PO <sub>3</sub> (OH)] <sup>2-</sup>	natrijev hidroksidtrioksidofosfat(2–)
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> = Na[PO <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ]	[PO <sub>2</sub> (OH) <sub>2</sub> ] <sup>-</sup>	natrijev dihidroksidodioksidofosfat(1–)

Imenovanje soli in hidrogensoli preprostih anorganskih oksokislin s sistematskimi aditivnimi imeni se zaenkrat ni uveljavilo.



## Kristalohidrati in druge formalno adicijske spojine

V formulah preprostih kristalohidratov napišemo poldvignjeno piko brez presledka med formulo ene komponente in formulo vode. Množinsko razmerje med obema komponentama kristalohidrata opredelimo z arabsko številko, ki jo napišemo neposredno pred formulo posamezne komponente (številke 1 ne pišemo), npr.  $\text{BF}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Enako velja tudi za adicijske spojine, v katerih je namesto vode drugačna komponenta, npr.  $\text{CaCl}_2 \cdot 8\text{NH}_3$ .

Preproste kristalohidrate tradicionalno imenujemo tako, da imenu prve komponente za presledkom dodamo števnik (množilno predpono), ki označuje število molekul vode, in besedo »hidrat«. Primera:

Formula	Ime
$\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	železov(II) klorid tetrahidrat
$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	natrijev karbonat dekahidrat

Po novi nomenklaturi z dolgim pomišljajem stično povežemo imeni dveh (ali več) komponent spojine, sledi presledek in nato v okroglem oklepaju z arabskimi številkami, ločenimi z desno poševnico, navedemo množinsko razmerje med sestavinami spojine (t. i. stehiometrijski deskriptorji). Primeri:

Formula	Ime
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	kalcijev klorid—voda (1/2)
$8\text{H}_2\text{S} \cdot 46\text{H}_2\text{O}$	vodikov sulfid—voda (8/46)
$2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$	natrijev karbonat—vodikov peroksid (2/3)

## Ioni

Naboj iona navedemo v desnem nadpisu z arabsko številko, ki ji sledi znak + oz. -. Številke 1 ne pišemo. Kationi imajo pozitiven naboj, anioni imajo negativen naboj.

### Imenovanje kationov

Enoatomni kation imenujemo s slovenskim imenom elementa, ki mu v pridevniški obliki dodamo končnico -ov oz. -ev ter besedo »ion« ali »kation«. Za enoatomne katione prehodnih in drugih elementov, pri katerih so možni ioni z različnimi naboji, je po starejši nomenklaturi uveljavljen zapis oksidacijskega števila z rimsko številko v okroglem oklepaju (Stockov sistem). Primeri:

Formula kationa	Ime kationa	Formula kationa	Ime kationa
$\text{Na}^+$	natrijev ion	$\text{Cu}^{2+}$	bakrov(II) ion
$\text{Ca}^{2+}$	kalcijev ion	$\text{Cu}^+$	bakrov(I) ion
$\text{Al}^{3+}$	aluminijev ion	$\text{I}^+$	jodov(I) ion

Po novi nomenklaturi imenujemo enoatomni kation s slovenskim imenom elementa, za katerim brez presledka dodamo okrogli oklepaj z nabojnim številom (Ewens-Bassetov sistem). Nabojno število kationa pišemo z arabsko številko in znakom +. V pridevniški obliki dobi ime končnico -ov oz. -ev ter besedo »ion« ali »kation«. Zapis nabojnega števila lahko izpustimo, če je ime iona nedvoumno. Primeri:

Formula kationa	Ime kationa				
$\text{Na}^+$	natrij(1+)	ali	natrijev(1+) ion	ali	natrijev ion
$\text{Ca}^{2+}$	kalcij(2+)	ali	kalcijev(2+) ion	ali	kalcijev ion
$\text{Al}^{3+}$	aluminij(3+)	ali	aluminijev(3+) ion	ali	aluminijev ion
$\text{Cu}^{2+}$	baker(2+)	ali	bakrov(2+) ion		
$\text{I}^+$	jod(1+)	ali	jodov(1+) ion		

Vodik tvori tri izotope, ki imajo alternativna imena: protij ( $^1\text{H}$ ), devterij ( $^2\text{H}$ ), tritij ( $^3\text{H}$ ). Za devterij se lahko uporablja simbol D, za tritij pa simbol T. Iz alternativnih imen izotopov izhajajo imena za njihove ione.

Formula kationa	Ime kationa		
$^1\text{H}^+$	protij(1+)	ali	proton
$^2\text{H}^+$	devterij(1+)	ali	devteron
$^3\text{H}^+$	tritij(1+)	ali	triton

Ime »proton« pogosto uporabljamo za vodikov ion z nedoločenim masnim številom  $\text{H}^+$  (nedefinirana izotopska zmes). Po novi nomenklaturi se za tak delec priporočata imeni vodik(1+) ali hidron.

V srednji šoli obravnavamo tudi kationa  $\text{H}_3\text{O}^+$  in  $\text{NH}_4^+$ . Za ion  $\text{H}_3\text{O}^+$  je uveljavljeno ime oksonijev ion, za ion  $\text{NH}_4^+$  pa ime amonijev ion. Nova nomenklatura vpeljuje naslednja imena:

Formula kationa	Ime kationa (v pridevniški obliki s končnico <i>-ev</i> ter besedo »ion« ali »kation«)		
$\text{H}_3\text{O}^+$	oksidanijev ion (sistematsko)	ali	oksonijev ion (sprejemljivo nesistematsko)
$\text{NH}_4^+$	azanijev ion (sistematsko)	ali	amonijev ion (sprejemljivo nesistematsko)

## Imenovanje anionov

Enoatomni anion imenujemo z uporabo modificiranega latinskega imena elementa s končnico *-id*, za katerim brez presledka dodamo okrogli oklepaj z nabojnim številom (Ewens-Bassetov sistem). Nabojno število aniona pišemo z arabsko številko in znakom *-*. V pridevniški obliki imena dodamo še končnico *-ni* ter besedo »ion« ali »anion«. Zapis nabojnega števila lahko izpustimo, če je ime iona nedvoumno. Primeri:

Formula aniona	Ime aniona						
$\text{Cl}^-$	klorid(1-)	ali	klorid	ali	kloridni(1-) ion	ali	kloridni ion
$\text{O}^{2-}$	oksid(2-)	ali	oksid	ali	oksidni(2-) ion	ali	oksidni ion
$\text{S}^{2-}$	sulfid(2-)	ali	sulfid	ali	sulfidni(2-) ion	ali	sulfidni ion
$\text{N}^{3-}$	nitrid(3-)	ali	nitrid	ali	nitridni(3-) ion	ali	nitridni ion

Pri imenovanju anionov, ki formalno izhajajo iz oksokislin, uporabljamo enaka pravila kot pri imenovanju soli in hidrogensoli oksokislin. Zaenkrat je v slovenski kemijski literaturi prevladujoče imenovanje (po stari nomenklaturi) z navedbo oksidacijskega števila značilne nekovine (Stockov sistem). Za nivo srednje šole je primerna tudi uporaba sprejemljivih običajnih imen. Zaradi večje zahtevnosti pa je manj primerna uporaba imenovanja s sistematskimi aditivnimi imeni. Tudi v teh primerih dodamo v pridevniški obliki imena še končnico *-ni* ter besedo »ion« ali »anion«. Primeri:

Formula aniona	Ime aniona (v pridevniški obliki s končnico <i>-ni</i> in besedo »ion«)		
	Stockov sistem	Sprejemljivo običajno	Sistematsko aditivno
$\text{SO}_4^{2-}$	sulfatni(VI) ion	sulfatni ion	tetraoksidosulfatni(2-) ion
$\text{SO}_3^{2-}$	sulfatni(IV) ion	sulfitni ion	trioksidosulfatni(2-) ion
$\text{NO}_3^-$	nitratni(V) ion	nitratni ion	trioksidonitratni(1-) ion
$\text{NO}_2^-$	nitratni(III) ion	nitritni ion	dioksidonitratni(1-) ion
$\text{PO}_4^{3-}$	fosfatni(V) ion	fosfatni ion	tetraoksidofosfatni(3-) ion
$\text{ClO}_4^-$	kloratni(VII) ion	perkloratni ion	tetraoksidokloratni(1-) ion
$\text{ClO}_3^-$	kloratni(V) ion	kloratni ion	trioksidokloratni(1-) ion
$\text{HPO}_4^{2-}$	hidrogenfosfatni(V) ion	hidrogenfosfatni ion	hidroksidotrioksidofosfatni(2-) ion
$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	dihidrogenfosfatni(V) ion	dihidrogenfosfatni ion	dihidroksidodihidroksidofosfatni(1-) ion

## 4.1 Imenovanje kislin, baz in soli

Preglednica imenovanja pogostih kislin, njihovih kislinskih ostankov (anionov) ter natrijevih in kalcijevih soli

KISLINA	KISLINSKI OSTANEK (ANION)	NATRIJEVA SOL	KALCIJEVA SOL
<b>HCl</b> klorovodikova kislina	<b>Cl<sup>-</sup></b> kloridni ion	<b>NaCl</b> natrijev klorid	<b>CaCl<sub>2</sub></b> kalcijev klorid
<b>HBr</b> bromovodikova kislina	<b>Br<sup>-</sup></b> bromidni ion	<b>NaBr</b> natrijev bromid	<b>CaBr<sub>2</sub></b> kalcijev bromid
<b>HI</b> jodovodikova kislina	<b>I<sup>-</sup></b> jodidni ion	<b>NaI</b> natrijev jodid	<b>CaI<sub>2</sub></b> kalcijev jodid
<b>H<sub>2</sub>S</b> žveplovodikova kislina	<b>S<sup>2-</sup></b> sulfidni ion	<b>Na<sub>2</sub>S</b> natrijev sulfid	<b>CaS</b> kalcijev sulfid
<b>HCN</b> cianovodikova kislina	<b>CN<sup>-</sup></b> cianidni ion	<b>NaCN</b> natrijev cianid	<b>Ca(CN)<sub>2</sub></b> kalcijev cianid
<b>HNO<sub>3</sub></b> dušikova(V) kislina dušikova kislina	<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b> nitratni(V) ion nitratni ion	<b>NaNO<sub>3</sub></b> natrijev nitrat(V) natrijev nitrat	<b>Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b> kalcijev nitrat(V) kalcijev nitrat
<b>HNO<sub>2</sub></b> dušikova(III) kislina dušikasta kislina	<b>NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b> nitratni(III) ion nitritni ion	<b>NaNO<sub>2</sub></b> natrijev nitrat(V) natrijev nitrit	<b>Ca(NO<sub>2</sub>)<sub>2</sub></b> kalcijev nitrat(III) kalcijev nitrit
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> žveplova(VI) kislina žveplova kislina	<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b> sulfatni(VI) ion sulfatni ion	<b>Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> natrijev sulfat(VI) natrijev sulfat	<b>CaSO<sub>4</sub></b> kalcijev sulfat(VI) kalcijev sulfat
<b>H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub></b> žveplova(IV) kislina žveplasta kislina	<b>SO<sub>3</sub><sup>2-</sup></b> sulfatni(IV) ion sulfitni ion	<b>Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub></b> natrijev sulfat(IV) natrijev sulfit	<b>CaSO<sub>3</sub></b> kalcijev sulfat(IV) kalcijev sulfit
<b>H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></b> fosforjeva(V) kislina fosforjeva kislina	<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b> fosfatni(V) ion fosfatni ion	<b>Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></b> natrijev fosfat(V) natrijev fosfat	<b>Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub></b> kalcijev fosfat(V) kalcijev fosfat
<b>H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b> ogljikova kislina	<b>CO<sub>3</sub><sup>2-</sup></b> karbonatni ion	<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b> natrijev karbonat	<b>CaCO<sub>3</sub></b> kalcijev karbonat
<b>HClO<sub>4</sub></b> klorova(VII) kislina perklorova kislina	<b>ClO<sub>4</sub><sup>-</sup></b> kloratni(VII) ion perkloratni ion	<b>NaClO<sub>4</sub></b> natrijev klorat(VII) natrijev perklorat	<b>Ca(ClO<sub>4</sub>)<sub>2</sub></b> kalcijev klorat(VII) kalcijev perklorat
<b>HClO<sub>3</sub></b> klorova(V) kislina klorova kislina	<b>ClO<sub>3</sub><sup>-</sup></b> kloratni(V) ion kloratni ion	<b>NaClO<sub>3</sub></b> natrijev klorat(V) natrijev klorat	<b>Ca(ClO<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b> kalcijev klorat(V) kalcijev klorat
<b>HClO<sub>2</sub></b> klorova(III) kislina klorasta kislina	<b>ClO<sub>2</sub><sup>-</sup></b> kloratni(III) ion kloritni ion	<b>NaClO<sub>2</sub></b> natrijev klorat(III) natrijev klorit	<b>Ca(ClO<sub>2</sub>)<sub>2</sub></b> kalcijev klorat(III) kalcijev klorit
<b>HClO</b> klorova(I) kislina hipoklorasta kislina	<b>ClO<sup>-</sup></b> kloratni(I) ion hipokloritni ion	<b>NaClO</b> natrijev klorat(I) natrijev hipoklorit	<b>Ca(ClO)<sub>2</sub></b> kalcijev klorat(I) kalcijev hipoklorit
<b>HCOOH</b> metanojska kislina mravljinčna kislina	<b>HCOO<sup>-</sup></b> metanoatni ion formatni ion	<b>HCOONa</b> natrijev metanoat natrijev format	<b>(HCOO)<sub>2</sub>Ca</b> kalcijev metanoat kalcijev format
<b>CH<sub>3</sub>COOH</b> etanojska kislina ocetna kislina	<b>CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup></b> etanoatni ion acetatni ion	<b>CH<sub>3</sub>COONa</b> natrijev etanoat natrijev acetat	<b>(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>Ca</b> kalcijev etanoat kalcijev acetat

## Koordinacijske spojine

Koordinacijske ali kompleksne spojine so spojine, v katerih so na centralni kovinski ion (ali atom) vezani ligandi. Pogosto uporabljamo splošen izraz »centralni atom«, s katerim ne opredelimo značaja delca (običajno kovinski ion), na katerega so vezani ligandi. Koordinacijske spojine z nekovinskim ali s polkovinskim centralnim atomom so manj pogoste in jih ne bomo obravnavali.

Ligandi so lahko različne anorganske ali organske molekule (npr. voda  $H_2O$ , amonijak  $NH_3$ ) ali anioni (npr. kloridni ion  $Cl^-$ , hidroksidni ion  $OH^-$ , cianidni ion  $CN^-$ ). V stranskem stolpcu so navedene formule in imena nekaterih pogostejših ligandov. Iz preglednice je razvidno, da imajo ligandi z negativnim nabojem (anioni) končnico »-ido«.

Pri zapisovanju formul koordinacijskih spojin uporabljamo **oglate oklepaje**, znotraj katerih najprej napišemo simbol centralnega atoma, ob njem pa formule in število ligandov. Če so ligandi različni, jih napišemo po abecednem vrstnem redu simbolov v njihovih formulah (npr. najprej ligand  $Cl^-$ , nato ligand  $NH_3$ ). Ligand CO pišemo pred ligandom  $Cl^-$ , ker ima enočrkovni simbol (ogljik C) prednost pred dvočrkovnim simbolom (klor Cl). Vodo kot ligand napišemo s formulo  $OH_2$ . Na ta način poudarimo, da je voda povezana na centralni atom preko kisika in ne preko vodika.

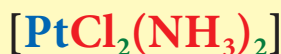
Centralni ion (ali atom) in ligandi lahko tvorijo **koordinacijsko zvrst brez naboja**, **koordinacijski kation** ali **koordinacijski anion**. Splošne formule so:

$[ML_x]$	splošna formula koordinacijske zvrsti brez naboja
$[ML_x]^{n+}$	splošna formula koordinacijskega kationa
$[ML_x]^{n-}$	splošna formula koordinacijskega aniona
<b>M</b> . . . . .	centralni ion (ali atom)
<b>L</b> . . . . .	ligand
<b>x</b> . . . . .	število vezanih ligandov
<b>n+</b> oz. <b>n-</b> . . .	naboj iona

**Koordinacijsko število** centralnega kovinskega atoma v koordinacijski spojini je število vseh vezi, s katerimi se ligandi vežejo na centralni kovinski ion (ali atom). Obravnavali bomo le spojine, v katerih so ligandi vezani na centralni ion (ali atom) z enojnimi vezmi (enovezni ligandi), zato bo koordinacijsko število enako številu vezanih ligandov.

Koordinacijske spojine so zelo številne. Tvorijo jih mnogi prehodni (pa tudi drugi) elementi. Oglejmo si primere.

**centralni ion**      **ligandi in število ligandov**



**Centralni ion:**  $Pt^{2+}$   
**Ligandi:**  $Cl^-$ ,  $NH_3$

V spojini  $[PtCl_2(NH_3)_2]$  sta na platinov(II) ion  $Pt^{2+}$  vezana dva kloridna iona  $Cl^-$  in dve molekuli amonijaka  $NH_3$ . Koordinacijsko število je 4. Vsota nabojev centralnega platinovega(II) iona in vseh ligandov je nič.

Ligandi v koordinacijskih spojinah:

Formula liganda	Ime liganda
$F^-$	fluorido
$Cl^-$	klorido
$Br^-$	bromido
$I^-$	jodido
$OH^-$	hidroksido
$CN^-$	cianido
$H_2O$	akva
$NH_3$	amin
$C_6H_6$	benzen
$NO$	nitrozil
$CO$	karbonil

V koordinacijskih spojinah so ligandi običajno vezani na kovinske ione. Poznamo pa tudi spojine, v katerih so ligandi vezani na kovinske atome. Takšna spojina je pentakarbonilželezo  $[Fe(CO)_5]$ .

Primeri koordinacijskih ionov z različnimi koordinacijskimi števili:

Formula iona	Koordinacijsko število
$[Ag(NH_3)_2]^+$	2
$[HgI_3]^-$	3
$[Cu(OH_2)_4]^{2+}$	4
$[Co(CN)_5]^{3-}$	5
$[Ni(NH_3)_6]^{2+}$	6
$[Mo(CN)_7]^{3-}$	7
$[W(CN)_8]^{4-}$	8

Vsota nabojev centralnega iona in ligandov v spojini  $[PtCl_2(NH_3)_2]$  je nič:

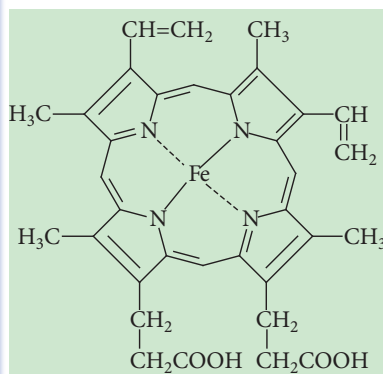
$Pt^{2+}$	2+
$2 \cdot Cl^-$	2-
$2 \cdot NH_3$	0
	<u>0</u>

Vsota nabojev centralnega iona in ligandov v ionu  $[\text{Fe}(\text{OH}_2)_6]^{3+}$  je 3+:

$\text{Fe}^{3+}$	3+
$6 \cdot \text{H}_2\text{O}$	0
	<u>3+</u>

Vsota nabojev centralnega iona in ligandov v ionu  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  je 4-:

$\text{Fe}^{2+}$	2+
$6 \cdot \text{CN}^-$	6-
	<u>4-</u>



Struktura spojine hem. Koordinacijske spojine najdemo tudi v živih bitjih. Molekula hemoglobina vsebuje štiri enote hema in beljakovino globin. V koordinacijski spojini hem je železo preko dušikovih atomov koordinirano z organskim delom spojine. Kisik  $\text{O}_2$  se v pljučih veže na železo v molekuli hema in se na ta način prenaša po organizmu. Močnejše kot kisik  $\text{O}_2$  se na hemoglobin veže strupen ogljikov oksid CO.

**Po novi nomenklaturi imenujemo anionske ligande tako, da imenu aniona dodamo končnico -o (npr. klorid + -o = klorido). Po starejši nomenklaturi so se uporabljala skrajšana imena (npr. kloro).**

centralni ion      ligandi in  
število ligandov



Centralni ion:  $\text{Fe}^{3+}$   
Ligandi:  $\text{H}_2\text{O}$

V koordinacijskem kationu  $[\text{Fe}(\text{OH}_2)_6]^{3+}$  je na železov(III) ion  $\text{Fe}^{3+}$  vezanih šest molekul vode  $\text{H}_2\text{O}$ . Koordinacijsko število je 6. Vsota nabojev centralnega železovega(III) iona in ligandov je 3+.

centralni ion      ligandi in  
število ligandov



Centralni ion:  $\text{Fe}^{2+}$   
Ligandi:  $\text{CN}^-$

V koordinacijskem anionu  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  je na železov(II) ion  $\text{Fe}^{2+}$  vezanih šest cianidnih ionov  $\text{CN}^-$ . Koordinacijsko število je 6. Vsota nabojev centralnega železovega(II) iona in ligandov je 4-.

## Imenovanje koordinacijskih spojin

Spoznali bomo dva načina imenovanja koordinacijskih spojin; najprej z uporabo oksidacijskega števila (Stockov sistem), nato pa še z uporabo nabojnega števila (Ewens-Bassetov sistem).

### Imenovanje z uporabo oksidacijskega števila

Z oksidacijskim številom (Stockov sistem) smo v prvem letniku imenovali binarne spojine, v drugem letniku pa oksokislino in njihove soli ter anione. Pri imenovanju koordinacijskih spojin navedemo oksidacijsko število centralnega atoma z rimsko številko v okroglem oklepaju.

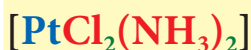
Način imenovanja je odvisen od koordinacijske zvrsti (koordinacijska zvrst brez naboja, koordinacijski kation ali koordinacijski anion). Pri imenovanju vseh koordinacijskih zvrsti pa velja, da **najprej z grškim števnikom (množilno predpono) navedemo število ligandov, nato ime liganda in nato še ime centralnega iona (ali atoma)** z oksidacijskim številom (rimska številka v okroglem oklepaju).

Če so ligandi različni, jih navajamo po abecednem vrstnem redu njihovih imen (npr. »akva« pred »amin«), ime morebitnega števnikarja (množilne predpone) pa ne vpliva na vrstni red navajanja ligandov (npr. »tetraakva« je pred »diamin«). Med posameznimi deli imena (števniki, imena ligandov, ime centralnega atoma, oksidacijsko število) ni presledkov.

Razlika v imenovanju se pojavi le v imenu centralnega iona (ali atoma). Če je koordinacijska zvrst brez naboja, uporabimo slovensko ime centralnega iona (ali atoma) brez končnice. V primeru koordinacijskega kationa ima centralni ion slovensko ime in končnico »-ov ion« oz. »-ev ion«, v primeru koordinacijskega aniona pa modificirano latinsko ime s končnico »-atni ion«. Oglejmo si primere.

### Zaporedje imenovanja v koordinacijski zvrsti brez naboja:

število in ime liganda – slovensko ime centralnega kovinskega iona brez končnice in oksidacijsko število kovine

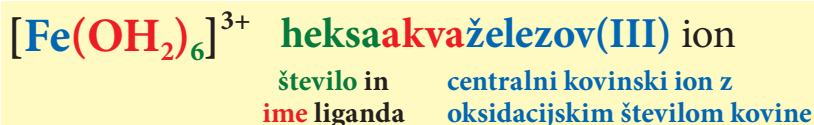


**diamindikloridoplatina(II)**

število in ime liganda      centralni kovinski ion z oksidacijskim številom kovine

**Zaporedje imenovanja v koordinacijskem kationu:**

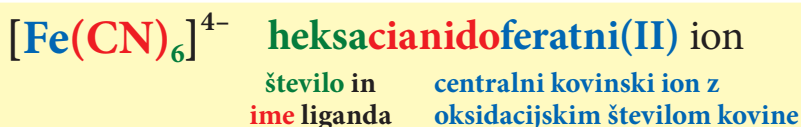
število in ime liganda – slovensko ime centralnega kovinskega iona s končnico »-ov ion« oz. »-ev ion« in oksidacijsko število kovine



Spojina je vedno električno nevtralna, zato v trdnem agregatnem stanju koordinacijski kation ne more obstajati samostojno brez sosednjega aniona. Navedeni koordinacijski kation je lahko povezan s kloridnimi ioni v spojino:

**Zaporedje imenovanja v koordinacijskem anionu:**

število in ime liganda – modificirano latinsko ime centralnega kovinskega iona s končnico »-atni ion« in oksidacijsko število kovine



Spojina je vedno električno nevtralna, zato v trdnem agregatnem stanju koordinacijski anion ne more obstajati samostojno brez sosednjega kationa. Navedeni koordinacijski anion je lahko povezan s kalijevimi ioni v spojino:

**Imenovanje z uporabo nabojnega števila**

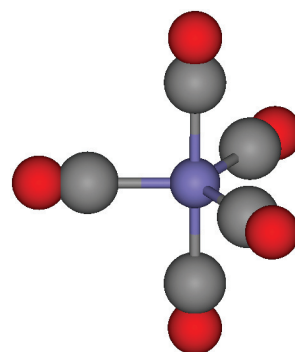
Pri imenovanju koordinacijskih spojin z uporabo nabojnega števila (Ewens-Bassetov sistem) upoštevamo enaka pravila, le da namesto oksidacijskega števila centralnega iona (oz. atoma) navedemo naboj celotnega koordinacijskega iona z arabsko številko in znakom + ali – v okroglem oklepaju.

Oglejmo si imenovanje različnih koordinacijskih zvrsti po obeh načinih. Najprej je napisano ime z uporabo oksidacijskega števila centralnega iona (oz. atoma), nato pa še ime z uporabo nabojnega števila.

$[\text{CrCl}_3(\text{OH}_2)_3]$	triakvatrikloridokrom(III) triakvatrikloridokrom
$[\text{CrCl}_2(\text{OH}_2)_4]^+$	tetraakvadikloridokromov(III) ion tetraakvadikloridokromov(1+) ion
$[\text{UF}_8]^{2-}$	oktafluoridouranatni(VI) ion oktafluoridouranatni(2-) ion
$[\text{CoCl}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}$	pentaaminkloridokobaltov(II) klorid pentaaminkloridokobaltov(1+) klorid
$\text{K}_3[\text{Cu}(\text{CN})_4]$	kalijev tetracianidokuprat(I) kalijev tetracianidokuprat(3-)

**Primeri imenovanja centralnih kovinskih ionov v spojinah s koordinacijskimi anioni (latinska osnova s končnico -at):**

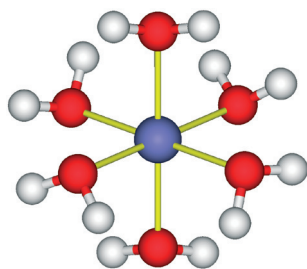
Simbol kovine	Ime v spojini
Fe	ferat
Sn	stanat
Ag	argentat
Au	avrat
Hg	merkurat
Cu	kuprat
Pb	plumbat
Pd	paladat
Pt	platinat
Os	osmat
Co	kobaltat



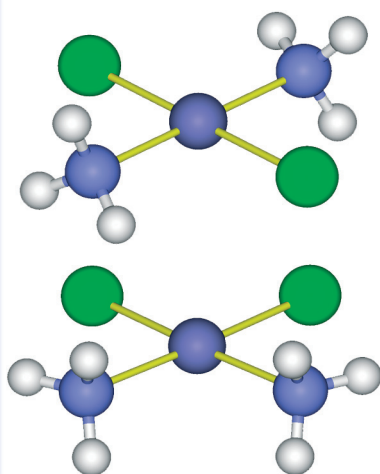
Model koordinacijske spojine pentakarbonilželezo  $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$ . Spojina ima koordinacijsko število 5 in trikotno bipiramidalno (uporabljamo tudi izraz trigonalno bipiramidalna) razporeditev ligandov (molekul ogljikovega oksida CO) okoli centralnega železovega atoma.

Po Stockovem sistemu navajamo oksidacijsko število centralnega atoma, po Ewens-Bassetovem sistemu pa naboj koordinacijskega iona.

Stockov sistem uporablja rimske številke, Ewens-Bassetov sistem pa arabske številke in znak + ali –.



Model oktaedrične razporeditve molekul vode (ligandov) okoli centralnega kovinskega iona.



Zanimivo posebnost opazimo pri spojini diamindikloridoplatina(II), ki ima kvadratno planarno razporeditev ligandov. Poznamo dve različni spojini s formulo  $[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$ . V prvi spojini (zgornji model) sta enaka liganda vezana diagonalno nasproti. V drugi spojini (spodnji model) pa sta enaka liganda vezana drug ob drugem. Spojini se razlikujeta tudi v lastnostih. Zgornja spojina je blede rumena. Spodnja spojina je oranžno rumena, uporablja pa se tudi kot zdravilo proti raku.

## Prostorska razporeditev ligandov

V koordinacijskih spojinah in ionih so ligandi lahko različno razporejeni okoli centralnega iona, npr. linearno, trikotno, tetraedrično, kvadratno planarno, trikotno bipiramidalno, oktaedrično.

Na prostorsko razporeditev ligandov (uporabljamo tudi izraz »koordinacijski polieder«) lahko pri preprostih koordinacijskih spojinah sklepamo že iz števila ligandov. Dva liganda omogočata linearno razporeditev, štirje ligandi omogočajo tetraedrično ali kvadratno planarno razporeditev, šest ligandov pa oktaedrično razporeditev.

Linearno razporeditev ima npr. diaminsrebrov(I) ion  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ , kvadratno planarno razporeditev ima npr. diamindikloridoplatina(II)  $[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$ , tetraedrično razporeditev ima npr. tetrahidroksidoaluminatni(III) ion  $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ , oktaedrično razporeditev ima npr. heksacianidoferratni(II) ion  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ .

Rešimo nalogo, v kateri bomo uporabili pridobljeno znanje.

**Naloga:** Za koordinacijsko spojino s formulo  $[\text{PtCl}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_3$  ugotovite koordinacijsko zvrst, centralni atom, ligande, koordinacijsko število in verjetno prostorsko razporeditev ligandov. Spojino tudi imenujte.

**Odgovor:** Za lažje razumevanje si napišimo oksidacijska števila. Amonijak je nevtralna molekula, zato nad formulo  $\text{NH}_3$  poenostavljeno napišemo ničlo. Klor ima oksidacijsko število  $-1$ , torej ima platina oksidacijsko število  $+4$ .

*Koordinacijska zvrst:* koordinacijski kation  $[\text{PtCl}(\text{NH}_3)_5]^{3+}$ .

*Centralni atom:* platina

*Ligandi:* molekule amonijaka  $\text{NH}_3$  in kloridni ion  $\text{Cl}^-$ .

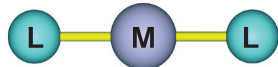
*Koordinacijsko število:* 6

*Verjetna prostorska razporeditev ligandov:* oktaedrična

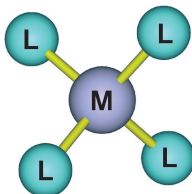
*Ime spojine:* pentaaminkloridoplatinov(IV) klorid ali pentaaminkloridoplatinov(3+) klorid

**Koordinacijske ali kompleksne spojine so spojine, v katerih so na centralni kovinski ion (ali atom) vezani ligandi. Ligandi so lahko različne anorganske ali organske molekule ali anioni. Formule koordinacijskih spojin zapisujemo z oglatimi oklepaji, znotraj katerih najprej napišemo simbol centralnega iona (ali atoma), ob njem pa formule in število ligandov. Koordinacijsko število je število vseh vezi, s katerimi se ligandi vežejo na centralni kovinski ion ali atom.**

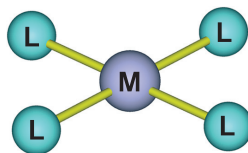
### Razporeditev ligandov (L) okoli centralnega kovinskega iona oz. atoma (M)



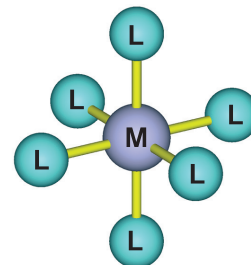
Linearna



Tetraedrična



Kvadratno planarna



Oktaedrična

SVET KEMIJE

**Andrej Smrdu**

**RAZLAGA SPREMEMB V IMENOVANJU ANORGANSKIH SPOJIN**

Dodatek k II. izdaji učbenika Kemija, Snov in spremembe 2

Strokovni pregled:  
prof. dr. Alojz Demšar

Likovno-tehnična urednica:  
Karmen S. Žnidaršič

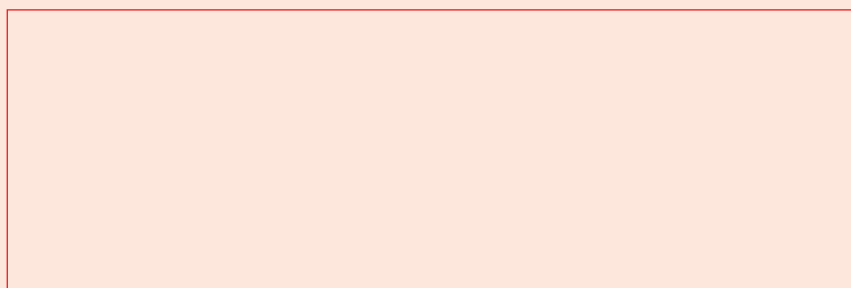
Stavek in oprema:  
ONZ Jutro

Izdalo in založilo:  
Založništvo Jutro, © Jutro d.o.o., Ljubljana

Natisnjeno v Sloveniji v nakladi 5.000 izvodov

© Vse pravice pridržane.

**Dodatek je dostopen brezplačno na spletni strani**  
**[www.jutro.si](http://www.jutro.si)**



**Učbeniški skladi in drugi uporabniki 2. izdaje učbenika KEMIJA, SNOV IN SPREMEMBE 2  
lahko dodatek (do izčrpanja natisnjene zaloge) brezplačno naročijo na naslovu:**

**JUTRO d.o.o., Črnuška c. 3, p.p. 4986, 1001 Ljubljana**

**Tel. (01) 561-72-30, 031 521-195, 041 698-788**

**Faks (01) 561-72-35**

**E-pošta: [Jutro@siol.net](mailto:Jutro@siol.net) • [www.jutro.si](http://www.jutro.si)**