

Odjel za kemijsku nomenklaturu i prikazivanje struktura IUPAC-a

<https://doi.org/10.15255/KUI.2024.042>

KUI-18/2025

Nomenklatura anorganske kemije Red Book Essentials 2015

Nomenklaturni prikaz

Prispjelo 4. rujna 2024.

Prihvaćeno 15. listopada 2024.

Kratki vodič kroz nomenklaturu anorganske kemije*

Ovo djelo je dano na korištenje pod
Creative Commons Attribution 4.0
International License

Preporuke IUPAC-a 2005.

Preporuke HKD-a i HDKI-ja 2024.

Priredila radna skupina u sastavu:

Richard M. Hartshorn,[†] Karl-Heinz Hellwich, Andrey Yerin, Ture Damhus i Alan T. Hutton

Preveo i prilagodio:

Vladimir Stilinović**

Sveučilište u Zagrebu Kemijski odsjek Prirodoslovno-matematički fakultet,
Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb

Sažetak

U članku je dan prijevod IUPAC-ovog *Brief Guide to the Nomenclature of Inorganic Chemistry*, koji pruža kratak pregled najvažnijih pravila nomenklature anorganske kemije, u skladu s preporukama IUPAC-a iz 2005. Stoga preporuke dane u ovome tekstu predstavljaju također i nadopunu i korekciju *Hrvatske nomenklature anorganske kemije, preporuka IUPAC 1990. i HKD 1995.*, koje su prijevod starijih preporuka IUPAC-a (iz 1990.), čime se hrvatska nomenklatura anorganske kemije našla u raskoraku s trenutačno važećim preporukama IUPAC-a.

Ključne riječi

Preporuke IUPAC-a, nomenklatura anorganske kemije, imena zasnovana na sastavu, aditivna imena, funkcijsko-razredna imena

PREDGOVOR HRVATSKOM PRIJEVODU

Ovaj prijevod ima dvojnu svrhu. Prva je svrha ista ona koja je potaknula nastanak sâmog izvornika – pružiti kratak i sažet pregled najvažnijih pravila nomenklature anorganske kemije za korištenje široj kemijskoj javnosti (poglavito učenicima, studentima i nastavnicima). Druga mu je pak svrha da posluži kao nadopuna i korekcija *Hrvatske nomenklature anorganske kemije, preporuka IUPAC 1990. i HKD 1995.*,¹ (popularno, *Hrvatska Crvena knjiga* ili samo *Crvena knjiga*). Naime, dotične su preporuke nastale kao prijevod *Nomenclature of Inorganic Chemistry, IUPAC Recommendations 1990*² (poznate kao *Red Book I*). Međutim, kako su 2005. objavljene nove preporuke Međunarodne unije za čistu i primijenjenu kemiju (IUPAC)[†] – *Nomenclature of Inorganic Chemistry, IUPAC Recommendations 2005*,³ (dalje u tekstu *Red Book*), u kojima su se pojedina preporučena nomenklatura rješenja promijenila od Preporukâ iz 1990., hrvatska nomenklatura anorganske kemije našla se u izvjesnom raskoraku s međunarodnom. Na sreću, go-

tovo sva nomenklatura rješenja koja se u preporukama iz 2005. razlikuju od onih iz 1990. dotaknuta su u ovome *Kratkom vodiču*, tako da se njegovim prevođenjem i prihvaćanjem kao Preporukâ Hrvatskoga kemijskog društva (HKD) i Hrvatskoga društva kemijskih inženjera i tehnologa (HDKI), hrvatska nomenklatura anorganske kemije usklađuje s trenutačno važećim preporukama IUPAC-a.

Pri prevođenju pridržavao sam se tako otprije postojećih rješenja iz *Crvene knjige*, osim kad su u neskladu s kasnijim nomenklaturnim preporukama HKD-a/HDKI-ja (primjerice u nekim pravopisnim rješenjima koja su nakon ranih devedesetih napuštena) ili u neskladu s važećim preporukama (*IUPAC Recommendations 2005*). U potonjim slučajevima, razlika između 'starog' i 'novog' preporučenog rješenja naznačena je i objašnjena u fusnoti, a rješenja dana u ovom *Kratkom vodiču* zamjenjuju ona iz *Crvene knjige*. Na mjestima gdje se izvornik referira na specifična poglavlja, odjeljke ili tablice Preporukâ IUPAC 2005, dotične sam referencije stavio kao fusnote te im nadodao referencije na njihove ekvivalente u *Hrvatskoj crvenoj knjizi* kad isti postoje. Radi lakšeg snalaženja dvije su referencije uvijek označene slovnim kodovima *RB* (od *Red Book*) i *CK* (od *Crvena knjiga*).

Na pojedinim je mjestima pri prevođenju bilo nužno odstupiti od izvornika, u prvom redu zbog jezičnih razloga, ali i da bi se povećala korisnost i uporabljivost teksta kao funkcionalnog kratkog pregleda nomenklature anorganske

* Izvornik: *Brief Guide to the Nomenclature of Inorganic Chemistry*, Pure Appl. Chem. **87** (2015) 1039–1049.

** Izv. prof. dr. sc. Vladimir Stilinović, vstinovic@chem.pmf.hr
Recenzenti: Marko Rogošić, Petar Kassal, Tomislav Portada

† Autor za dopisivanje: Richard M. Hartshorn, Department of Chemistry, University of Canterbury, Private Bag 4800, Christchurch, New Zealand, inorganic.nomenclature@iupac.org

‡ Dostupne u elektroničkom obliku na https://iupac.org/wp-content/uploads/2016/07/Red_Book_2005.pdf

kemije. Na mjestima gdje sam smatrao nužnim proširiti tekst, nadodani su dijelovi pisani u uglatim zagradama. S druge strane, na mjestima gdje je valjalo izbaciti dijelove izvornika (koji se tiču problema specifičnih za engleski jezik i nomenklaturu), dotični su samo preskočeni ako se tiču pravopisa i tvorbe riječi u engleskom jeziku, dok je u slučajevima kad se opisuju nomenklaturna rješenja koja se razlikuju u engleskom i u hrvatskom (te bi potencijalno mogla dovesti do pogrešnog prevođenja odgovarajućih imena s engleskog na hrvatski), razlika između engleskog i hrvatskog rješenja naznačena u fusnoti.

Za kraj valja naglasiti da primjeri imenâ spojeva koji su dani u ovome dokumentu u pravilu ne predstavljaju jedina ispravna sustavna imena dotičnih spojeva. Svako sustavno ime spoja koje je napisano u skladu s preporučenim pravilima te koje jednoznačno opisuje dani spoj treba smatrati ispravnim imenom spoja. Čak i u primjerima imenovanja u kojima je popisano nekoliko alternativnih imena istoga spoja, taj se popis imena ne treba smatrati potpunim popisom svih dopuštenih imenâ dotičnoga spoja.

0. PREGOVOR

Univerzalno usvajanje dogovorene kemijske nomenklature ključno je sredstvo komunikacije u kemijskim znanostima, računalnog pretraživanja baza podataka te u regulatorne svrhe, poput onih u svezi sa zdravstvom i sigurnošću te komercijalnim aktivnostima. Preporuke o naravi i uporabi kemijske nomenklature propisuje Međunarodna unija za čistu i primijenjenu kemiju (*International Union of Pure and Applied Chemistry*, IUPAC).^{*} Osnove te nomenklature prikazane su u ovom dokumentu te u analognim dokumentima o nomenklaturnim sustavima organske kemije^{4†} i kemije polimerâ.⁵ Sveukupni pregled kemijske nomenklature može se naći u *Načelima kemijske nomenklature* (*Principles of Chemical Nomenclature*).⁶ Detaljniji pregledi nomenklaturnih preporuka za pojedina područja kemije mogu se naći u *Nomenklaturi anorganske kemije*, kolokvijalno poznatoj kao *Crvena knjiga*,^{2,3} te u srodnim publikacijama za organske spojeve (*Plava knjiga*)⁷ i kemiju polimerâ (*Ljubičasta knjiga*).⁸ Valja napomenuti da mnogi spojevi mogu imati nesustavna (trivijalna) ili polusustavna (polutrivijalna) imena (od kojih su neka neprihvatljiva, primjerice zbog nejednoznačnosti), kao i da nomenklaturna pravila prema preporukama IUPAC-a u mnogim slučajevima omogućuju više od jednog sustavnog imena. IUPAC trenutačno radi na sustavu definiranja jedinstvenih imena koja će biti preferirana u regulatorne svrhe (Preferirana IUPAC-ova imena ili PIN-ovi).

Ne postoji jasna granica između 'organskih' i 'anorganskih' spojeva. Tipovi nomenklature opisani u ovom dokumentu primjenjivi su ne samo na spojeve, molekule i ione koji ne sadržavaju ugljik već i na mnoge strukture koje ga sadrže (Odjeljak 2), posebno one koji sadrže elemente skupina

1–12. Većina spojeva koji sadržavaju bor imenuju se prema zasebnim nomenklaturnim pravilima.[‡]

1. STEHIOMETRIJSKA IMENA ILI IMENA ZASNOVANA NA SASTAVU[§]

Stehiometrijsko ime, tj. **ime zasnovano na sastavu** daje podatke isključivo o sastavu iona, molekule ili spoja, te može biti povezano bilo s empirijskom (iskustvenom) ili molekulskom formulom vrste koja se imenuje. Stehiometrijsko ime ne pruža nikakve informacije o strukturi vrste koja se imenuje.

Za **homoatomne vrste**, koje se sastoje od samo jednog elementa, ime se tvori (tablica 1) kombiniranjem imena elementa s odgovarajućim **umnožnim (multiplikativnim) prefiksom** (tablica 2). Kationi se imenuju dodavanjem nabojnih brojeva u zagradama, npr. (1+), (3+) imenu elementa, dok se anioni imenuju tako da se [fonetski pisanom latinskom]** korijenu imena elementa dodaje nastavak -id.^{††} Iznimke čine elementi 18 skupine (čija imena završavaju sufiksom -on), gdje se imena aniona tvore dodavanjem nastavka -id neskraćenom imenu elementa. [Ioni se mogu imenovati i pomoću riječi **ion**, **kation** i **anion**, kojima onda prethodi pridjev izveden iz imena iona dobivenog na opisani način. Pri takvom imenovanju kationâ rabi se posvojni pridjev]. Pojedini ioni mogu imati prihvatljiva tradicionalna imena (rabe se bez naznačenih nabojnih brojeva).

Binarni spojevi (koji sadrže atome dvaju elemenata) stehiometrijski se imenuju tako da se posvojnog pridjevu izvedenom iz imena 'elektropozitivnijeg' elementa doda ime aniona izvedeno iz imena 'elektronegativnijeg' elementa. Prema dogovoru, 'elektronegativnijim' se elementom smatra onaj koji prethodi u nizu elemenata koji se dobije slijeđenjem strelice u shemi prikazanoj na slici 1.[#] Ispred imena formalno 'elektronegativnijeg' konstituenta [imenica] piše se ime formalno 'elektropozitivnijeg' [pridjev] s razmakom između njih (tablica 3).

[‡] Referencija 6, poglavlje 10; CK, poglavlje I-11.

[§] U ranijim publikacijama stehiometrijska imena često su nazivana *binarnim* imenima.

^{**} U pravilu onog imena čiji je simbol elementa kratica (uz iznimku žive gdje se imena anionâ izvode iz korijena 'merkur-'). Kako je većina hrvatskih imena elemenata pohrvaćena inačica međunarodnog imena, u većini slučajeva latinski se korijen podudara s hrvatskim i dobije se od imena elementa uklanjanjem nastavka -ij, ili je pak jednak imenu elementa (u slučaju halogenih elemenata i nekih metala, poput cinka i kroma). Iznimke su elementi za koje se u hrvatskom rabe tradicionalna narodna (npr. željezo – ferid, zlato – aurid, srebro – argentid, bakar – kuprid, sumpor – sulfid) ili imena iskovana u XIX. stoljeću (vodik – hidrid, ugljik – karbid, dušik – nitrid i kisik – oksid)

^{††} RB, tablica IX.; CK, tablica VIII.

[#] Preporuke IUPAC-a 1990. (v. CK, poglavlja I.5.2, I.5.3.) navode samo da se uspoređuje elektronegativnost elemenata, ne navodeći eksplicitno kako se ona određuje. Iako u preporukama iz 1990. postoji analogna shema određivanja redoslijed (tablica IV), na nju se u tekstu ne poziva, čime je način određivanja elektronegativnosti konstituenta ostao nedefiniran. Preporuke IUPAC-a 2005. (RB, IR-5.2., tablica VI) pak eksplicitno navode da se u kontekstu nomenklature redoslijed 'elektronegativnosti' konvencionalno određuje prema navedenoj shemi.

^{*} Dostupna na <http://www.degruyter.com/pac> i <http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/>

[†] Hrvatski prijevod je u pripremi.

Tablica 1 – Primjeri imenovanja homoatomnih vrsta

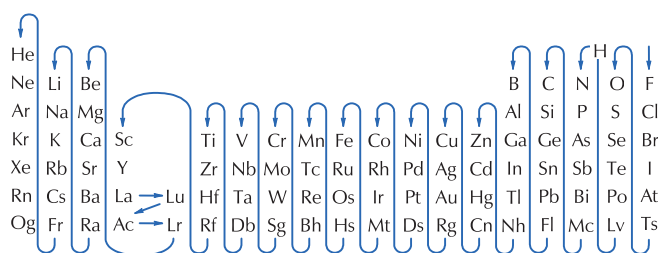
Formula	Ime	Formula	Ime
O ₂	dikisik	Cl ⁻	klorid(1-) ili klorid [ili kloridni anion]
S ₈	oktasumpor	I ₃ ⁻	trijodid(1-) [ili trijodidni(1-) anion]
Na ⁺	natrij(1+) [ili natrijev(1+) kation]	O ₂ ²⁻	dioksid(2-) ili peroksid [ili dioksidni (2-) anion ili peroksidni anion]
Fe ³⁺	željezo(3+) [ili željezov(3+) kation]	N ₃ ⁻	trinitrid(1-) ili azid [ili trinitridni(1-) anion ili azidni anion]

Tablica 2 – Umnožni prefiksi za jednostavne i složene vrste*

Broj	jednostavni	složeni	Broj	jednostavni	složeni
2 [†]	di	bis	8	okta	oktakis
3	tri	tris	9	nona	nonakis
4	tetra	tetrakis	10	deka	dekakis
5	penta	pentakis	11	undeka	undekakis
6	heksa	heksakis	12	dodeka	dodekakis
7	hepta	heptakis	20	ikosa	ikosakis

Tablica 3 – Primjeri imenovanja binarnih spojeva

Formula	Ime	Formula	Ime
GaAs	galijev arsenid	FeCl ₂	željezov diklorid, [željezov(2+) klorid] ili željezov(II) klorid
CO ₂	ugljičkov dioksid	FeCl ₃	željezov triklorid, [željezov(3+) klorid] ili željezov(III) klorid
CaF ₂	kalcijev difluorid ili kalcijev fluorid	H ₂ O ₂	divodikov dioksid ili vodikov peroksid



Slika 1 – Redoslijed elemenata za određivanje relativne formalne elektronegativnosti

Po potrebi se uz imena konstituenata rabe umnožni prefiksi (tablica 2), a u nekim se slučajevima mogu rabiti i prihvatljiva alternativna [trivijalna ili polutrivijalna] imena.[‡] U nekim se slučajevima stehiometrija spoja može navesti implicitno pomoću oksidacijskih brojeva, ali se često i izo-

stavlja ukoliko dani element uobičajeno čini spojeve samo u jednom oksidacijskom stanju (usp. 'kalcijev fluorid').

Heteropoliatomne vrste također se mogu imenovati na analogan način rabeći imena zasnovana na sastavu, ali često se za imenovanje takvih vrsta rabi bilo supstitucijska[§] bilo aditivna nomenklatura (Odjeljak 2). U potonjem slučaju, ime također daje i podatak o načinu na koji su atomi povezani. Primjerice, spoj POCl₃ (ili PCl₃O – v. Odjeljak 2.7. – čije je stehiometrijsko ime fosforov triklorid oksid) imenovan je po pravilima aditivne nomenklature u tablici 10. Pojedini pak ioni imaju tradicionalna kratka imena, koja se uobičajeno rabe i koja su još uvijek prihvatljiva (npr. amonij NH₄⁺; hidroksid, OH⁻; nitrit, NO₂⁻; fosfat, PO₄³⁻; difosfat, P₂O₇⁴⁻).^{**}

Općenito, anorganski spojevi mogu se sastojati od kationa, aniona i neutralnih vrsta. Ime spoja se slaže od imena njegovih konstituenata i to tako da se kationi [posvojni pridjevi, vidi gore] navode prije aniona [imenice], a neutralni konstituenti navode se na kraju (vidjeti primjere u tablici 4.).

* U ovome smislu, složene vrste su sve one čija imena sadržavaju multiplikativne prefikse ili lokante.

† Umnožni prefiks koji odgovara broju jedan je 'mono', ali se u pravilu izostavlja, osim u slučajevima kad je nužno naglasiti da je riječ o samo jednom atomu ili skupini (npr. CO = ugljikov monoksid; H = monovodik). Oblik 'monokis-' se ne rabi.

‡ Npr. 'acetone', 'amonijak', 'kloroform', 'ozon', 'voda'... Kompletan popis (na engleskom) dopuštenih i preporučenih trivijalnih imena može se naći u referenciji 6, tablica P10.

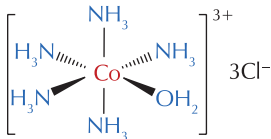
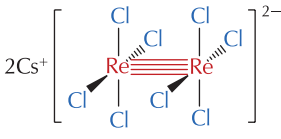
§ RB, Poglavlje IR-6.; CK, Poglavlja I-7. i I-11.

** Također 'azid', 'nitrozil', 'nitril', 'perborat', 'permanganat'... Dopuštena trivijalna i polutrivijalna imena iona također su popisana u referenciji 6, tablica P10.

Tablica 4 – Primjeri uporabe umnožnih prefiksâ u stehiometrijskim imenima

Formula	Ime
$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	trikalcijev bis(fosfat)
$\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$	dikalcijev difosfat
BaO_2	barijev(2+) dioksid(2–) ili barijev peroksid
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	magnezijev sulfat heptahidrat [ili magnezijev sulfat—voda (1/7)]
$\text{CdSO}_4 \cdot 6\text{NH}_3$	kadmijev sulfat—amonijak (1/6)
$\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	aluminijev kalijev bis(sulfat)—voda (1/12) ili aluminijev kalijev bis(sulfat) dodekahidrat
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$	dialuminijev tris(sulfat)—dikalijski sulfat—voda (1/1/12)

Tablica 5 – Imenovanje kompleksnih spojeva: jednostavni ligandi

struktura spoja koji se imenuje		
središnji atom(i)	kobalt(III)	2 · renij
identifikacija i imenovanje liganada	amonijak → ammin voda → akva	klorid → klorido
naboj kompleksne vrste	3+	2–
konstrukcija ukupnog imena	akvpentaaminkobaltov(III) klorid [ili akvpentaaminkobaltov(3+) klorid]	cezijev bis(tetrakloridorenat)(Re—Re)(2–)

Nužno je specificirati broj pojedinih konstituenata koji ulaze u sastav imenovanog spoja. U tu se svrhu imenima konstituenata dodaju umnožni prefiksi (tablica 2). Prefiksi 'di', 'tri', 'tetra' itd., rabe se za enumeraciju jednostavnih vrsta, dok se uz imena većine složenih vrsta (koja samâ sadrjavaju umnožne prefikse ili lokante) rabe prefiksi 'bis()', 'tris()', 'tetrakis()' itd. Potonji se prefiksi rabe i kad bi se ime dobiveno uporabom jednostavnog umnožnog prefiksa moglo pogrešno protumačiti, primjerice, 3I^- valja imenovati kao tris(jodid), a ne kao trijodid (što je ime aniona I_3^-). Prefiksi 'di', 'tri', 'tetra' itd., pišu se sastavljeno (bez razmaka) s imenom vrste koju imenuju kao i bez ispuštanja samoglasnika (npr. tetraakva, pentaoksid), osim u posebnom slučaju 'monoksid'.

Imena neutralnih komponenti spojena su 'em-crticama' (—), bez razmaka. Anorganski spojevi mogu i sami biti sastavni dijelovi (formalnih) adicijskih pojeva (zadnja četiri primjera u tablici 4). Omjeri sastavnih spojeva u pravilu se mogu navesti stehiometrijskim deskriptorom u zagradama na kraju imena (v. posljednja četiri primjera u tablici 4). U posebnom slučaju hidratâ, oni se mogu imenovati uporabom umnožnih prefiksâ i riječi 'hidrat' [npr. 4. i 6. primjer u tablici 4].

2. KOORDINACIJSKI SPOJEVI I ADITIVNA NOMENKLATURA

2.1. Opći pristup

Aditivna nomenklatura razvijena je da bi se opisale strukture koordinacijskih vrsta (kompleksâ), ali se taj nomenklaturni pristup lako može proširiti i na druge molekulske vrste. Mononuklearni kompleksi sastoje se od središnjeg atoma, u pravilu iona metala, koji je vezan s okolnim atomima, ionima ili malim molekulama, koji se nazivaju ligandima. Imena kompleksâ grade se (tablica 5) dodavanjem imena liganada *ispred* imena središnjih atoma, rabeći odgovarajuće umnožne prefikse. Formule se pak grade dodavanjem simbola ili kratica liganada *nakon* simbola središnjih atoma (Odjeljak 2.7).

2.2. Središnji atom(i) i ligandi

Prvi korak je identificirati središnji atom(e), a time i ligande. Prema konvenciji, elektroni uključeni u vezivanje između središnjeg atoma i liganada obično se tretiraju kao da pripadaju ligandu (što određuje i kako ligand valja imenovati).

Svaki se ligand imenuje kao zasebna vrsta, koristeći odgovarajuću nomenklaturu – obično supstitucijsku nomenklaturu za organske ligande i aditivnu nomenklaturu za anorganske ligande. Nekolicina uobičajenih molekula i iona dobiva **posebna imena** kad su prisutni u kompleksima. Na primjer, molekula vode kao ligand u punom imenu kompleksnog spoja imenuje se s 'akva'. Molekula amonijaka kao liganda

u koordinacijskom spoju imenuje se kao 'ammin',* molekula ugljikova monoksida vezana za središnji atom preko ugljikova atoma imenuje se kao 'karbonil', a dušikova monoksida vezana preko dušikova atoma kao 'nitrozil'. Imena **anionskih liganada** koja završavaju na '-id', '-at' i '-it' modificiraju se unutar punog imena kompleksnog spoja dodatnim sufiksom '-o' u '-ido', '-ato' i '-ito'. Valja naglasiti da se sufiks '-ido' rabi i za halogenidne i oksidne ligande.† Koordinirani atom vodika se dogovorno uvijek smatra anionom i imenuje u sklopu imena kompleksnog spoja kao 'hidrido', dok se koordinirana (dvoatomna) molekula vodika pri imenovanju kompleksa tretira kao neutralni molekularni ligand koji središnjem atomu donira dva elektrona.

2.3 Sastavljanje aditivnih imena

Nakon imenovanja pojedinih liganada može se pristupiti sastavljanju imena kompleksnog spoja. To se čini tako da se imena liganada navode ispred imena središnjeg atoma (ili središnjih atomâ) abecednim redom, *neovisno* o naboju liganada.

Ako postoji više od jednog liganada određene vrste vezanog za središnji atom na isti način, njihov se broj označava umnožnim prefiksom kako je navedeno gore (tablica 2), pri čemu dodavanje multiplikativnih prefiksa ne mijenja utvrđeni abecedni red liganada. Ako je u pojedinom imenu potrebno više razina zagrada, one se rabe ('gnijezde') ovim redoslijedom: {}, {}, {}, ({}) itd.*

Ako su prisutne **veze kovina-kovina**, one se označavaju postavljanjem simbola središnjih atoma u zagrade, u kurzivu i povezane 'em-criticom', iza popisa središnjih atoma (bez razmaka). Nabojni broj koordinacijske vrste (ili oksidacijski broj središnjeg atoma)[§] piše se na kraju imena kompleksa. Za anione koji se imenuju aditivno ime središnjeg atoma dobiva sufiks '-at'. Analogno kao i u slučaju homoatomnih anionâ, imena kompleksnih aniona tvore se iz fonetski pisanog latinskog korijena imena elementa, npr. 'ferat' (za željezo), 'kuprat' (za bakar), 'argentat' (za srebro), stanat (za kositar), aurat (za zlato) i plumbat (za olovo).** U konačnici, imena ionskih i neutralnih vrsta koje sačinjavaju spoj spajaju se po pravilima stehiometrijske nomenklature (Odjeljak 1) u konačno ime spoja.

* Uporaba oblika 'ammin' (s udvojenim 'm') za označavanje molekule amonijaka kao liganada zadržava se iz Preporuka HKD 1995. (CK, I-10.4.5.1.), da bi se izbjeglo potencijalno brkanje sa sufiksom -amin u imenima organskih spojeva sa skupinom -NH₂ koji se također mogu naći kao ligandi u koordinacijskim spojevima.

† U Preporukama HKD 1995. kao dopuštena imena anionskih liganada bili su navedeni i skraćeni oblici 'fluoro', 'kloro', 'okso', 'cijano', 'hidrokso', 'hidro' i sl. koji su bili tradicionalno u uporabi. Prema preporukama IUPAC 2005. uporaba se tih skraćenih oblika više ne preporučuje i valja ih u sustavnim imenima zamijeniti punim oblicima 'fluorido', 'klorido', 'oksido', 'cijanido', 'hidroksido', 'hidrido' itd.

‡ Redoslijed gniježđenja zagrada je promijenjen od Preporuka HKD 1995.

§ U Preporukama HKD 1995. preporučuje se navođenje bilo nabojnog broja vrste, bilo oksidacijskog broja središnjeg atoma. Prema preporukama IUPAC 2005. upotreba oksidacijskog broja dopuštena je u tvorbi stehiometrijskih imena (i to samo za slučajeve gdje je oksidacijski broj jasno i jednoznačno odrediv), dok pri imenovanju koordinacijskih (i općenito heteropoliatomnih) vrsta, prednost treba dati naboju broju, a uporaba oksidacijskog broja se ne preporučuje.

** RB, tablica X.; CK tablica I-9.2.

2.4 Označavanje konektivnosti

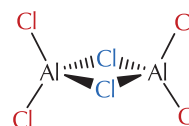
Neki se ligandi mogu povezati sa središnjim atomom preko različitih atoma pod različitim okolnostima. Za označavanje koji atom(i) liganada koordinira(ju) središnji atom u imenu liganada dodaje se odgovarajuća **κ-oznaka**. κ-Oznaka sastoji se od grčkog slova κ [(kapa)] nakon čega slijedi kurzivno pisan simbol elementa koordiniranog atoma. U slučaju složenijih liganada κ-oznaka navodi se iza onog mjesta u imenu liganada na kojemu se imenuje atom ili skupina na koju se odnosi. Veći broj veza s ekvivalentnim atomima liganada sa središnjim atomom može se označiti dodavanjem odgovarajućeg broja u eksponentu između simbola κ i simbola elemenata (vidjeti tablicu 6). Detaljnija rasprava mogućnosti uporabe simbolike može se naći u *Crvenoj knjizi*.††

Ako su koordinirani atomi liganada međusobno povezani (odnosno, izravno povezani jedan s drugim), umjesto κ-oznake rabi se **η-oznaka**. To je često slučaj kod organometalnih spojeva (Odjeljak 2.6) ili npr. kod peroksidnih spojeva kao što je primjer naveden u tablici 6.

Primjena κ-oznake nužna je za ligande koji se mogu koordinirati na više načina. Tipični slučajevi su tiocijanat, koji se može vezati preko sumporova atoma (tiocijanato-κS) ili dušikova atoma (tiocijanato-κN), te nitrit, koji se može vezati preko dušikovog (M-NO₂, nitrito-κN) ili kisikovog atoma (M-ONO, nitrito-κO). Primjerice, imena pentaammin(nitrito-κN)kobalt(2+) i pentaammin(nitrito-κO)kobalt(2+) označuju dva različita izomerna kationa. Više primjera izrade imenâ pomoću κ-oznaka za određivanje povezanosti liganada prikazano je u tablici 6. κ-Oznaka se također može upotrijebiti u polinuklearnim kompleksima da bi se naznačilo za koji je središnji atom ligand vezan (Odjeljak 2.5).

2.5 Premošćujući ligandi

Premošćujući ligandi su oni koji su vezani na više od jednog središnjeg atoma. Njih se u imenima razlikuje od ostalih liganada dodavanjem prefiksa **μ** (grčko slovo mi), pri čemu se prefiks od samog imena premošćujućeg liganada, kao i od ostatka imena spoja, odjeljuje spojnicama. U slučajevima monoatomnih liganada to je dovoljno za jednoznačno imenovanje spojeva, no kad su ligandi složeniji, može biti potrebno dodatno naznačiti koji je atom molekule liganada vezan na koji središnji atom. Dotično je nužno kad su liganatni atomi različiti, u kom slučaju može biti potrebno rabiti κ-oznake.

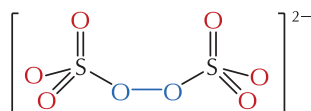


di-μ-klorido-bis[dikloridoaluminij(III)], [Cl₂Al(μ-Cl)₂AlCl₂]

†† RB, IR-9.2.4.; CK, I-10.6.2.

Tablica 6 – Tvorba imenâ kompleksnih spojeva: složeni ligandi

struktura spoja koji se imenuje		
središnji atom(i)	kobalt(III) → kobaltat(III) [ili kobalt → kobaltat(1–)]	platina(II)
identifikacija i imenovanje liganada	2,2',2'',2'''-(etan-1,2-diildinitrilo)tetraacetat → 2,2',2'',2'''-(etan-1,2-diildinitrilo)tetraacetato	klorid → klorido trifenilfosfan
specificiranje ligantnih atoma	2,2',2'',2'''-(etan-1,2-diildinitrilo-κ ² N)tetraacetato-κ ⁴ O	<i>nepotrebno za klorid</i> trifenilfosfan-κP
naboj kompleksne vrste	1–	0
konstrukcija ukupnog imena	barijev [2,2',2'',2'''-(etan-1,2-diildinitrilo-κ ² N) tetraacetato-κ ⁴ O]kobaltat(III) [ili barijev [2,2',2'',2'''-(etan-1,2-diildinitrilo-κ ² N) tetraacetato-κ ⁴ O]kobaltat(1–)]	dikloridobis(trifenilfosfan-κP)platina(II) [ili dikloridobis(trifenilfosfan-κP)platina]
struktura spoja koji se imenuje		
središnji atom(i)	kobalt(III)	molibden(III)
identifikacija i imenovanje liganada	etan-1,2-diamin peroksid → peroksido	klorid → klorido 1,4,8,12-tetratiaciklopentadekan
specificiranje ligantnih atoma	etan-1,2-diamin-κ ² N η ² -peroksido	<i>nepotrebno za klorid</i> 1,4,8,12-tetratiaciklopentadekan-κ ³ S ¹ ,S ⁴ ,S ⁸ *
naboj kompleksne vrste	1+	0
konstrukcija ukupnog imena	bis(etan-1,2-diamin-κ ² N)(η ² -peroksido)kobalt(III) ili bis(etan-1,2-diamin-κ ² N)(η ² -peroksido)kobalt(1+)	triklorido(1,4,8,12-tetratiaciklopentadekan-κ ³ S ¹ ,S ⁴ ,S ⁸)molibden(III) [ili triklorido(1,4,8,12-tetratiaciklopentadekan-κ ³ S ¹ ,S ⁴ ,S ⁸)molibden]



μ-peroksido-1κO¹,2κO²-bis(trioksidisulfat)(2–),
[O₃S(μ-O₂)SO₃]^{2–}

2.6. Organometalni spojevi

Organometalni spojevi sadržavaju barem jednu vezu između atoma metala i atoma ugljika. Imenuju se jednako kao i koordinacijski spojevi primjenom sustava aditivne nomenklature (vidi gore). Ime organskog liganada **koji se veže preko ugljikova atoma** dobiva se tako da se ligand smatra bilo anionom bilo neutralnim supstituentom. Spoj

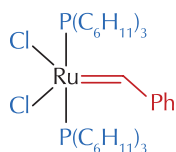
[Ti(CH₂CH₂CH₃)Cl₃] se tako može imenovati kao triklorido(propan-1-ido)titanij, ili kao triklorido(propil)titanij. Analogno, za ligand –CH₃ može se rabiti ime ‘metanido’ ili ‘metil’.

Ako organski ligand tvori dvije ili tri jednostruke veze metal-ugljik (s jednim ili više atoma metala), ligand se može tretirati kao di- ili trianion, rabeći sufikse ‘-diido’ ili ‘-triido’. I u ovom se slučaju često susreću imena koja se izvođe razmatrajući dotične ligande kao supstituentne skupine pomoću sufiksâ ‘-diil’ i ‘-triil’. Dakle, didentatni ligand –CH₂CH₂CH₂– može se imenovati kao ‘propan-1,3-diido’ (ili ‘propan-1,3-diil’) kad je kelatno vezan na jedan metalni centar, odnosno ‘μ-propan-1,3-diido’ (ili ‘μ-propan-1,3-diil’) kad premošćuje dva atoma metala.

Organometalni spojevi koji sadržavaju višestruku vezu između atoma metala i ugljika imenuju se pomoću supstitucijskih prefiksa koji se tvore iz imena roditeljskih hidrida kojima se nadodaje nastavak ‘-iliden’ ako su za atom metala vezani dvostrukom, odnosno ‘-ilidin’ ako su vezani

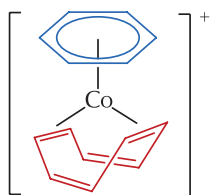
* Kad je više kordinirajućih atoma istoga elementa, lokanti se mogu navesti i sažeto samo navođenjem niza supskriptâ iza oznake elementa. Npr., u navedenom primjeru: κ³S^{1,4,8}.

trostrukom vezom. Ti se nastavci mogu dodati namjesto sufiksa '-an' imena hidrida ili, općenitije, dodaju se na ime hidrida uz umetanje lokanta. Dakle, vrsta $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{}$ kao ligand naziva se 'propiliden', dok se $(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{}$ naziva propan-2-iliden [ili izopropiliden]. Tvorenje imena pomoću nastavaka 'diido' i 'triido' kako je opisano gore može se primijeniti i u ovim slučajevima. Termini 'karben' i 'karbin' ne rabe se u sustavnoj nomenklaturi.

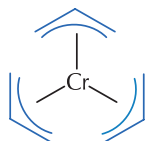


(fenilmetiliden)dikloridobis(tricikloheksilfosfan- κP)rutenij,
(fenilmetandiido)dikloridobis(tricikloheksilfosfan- κP)rutenij
ili (benziliden)dikloridobis(tricikloheksilfosfan- κP)rutenij

Za imenovanje organometalnih spojeva u kojima se nezasićeni ugljikovodici vežu na metalne atome pomoću π -elektrona rabi se **eta (η) konvencija**. U dotičnoj 'hapto' nomenklaturi broj atoma liganda koji su u nizu i koordinirani na metalni atom (haptičnost liganda) označava se u desnom superskriptu uz grčko slovo η (hapto-simbol), npr. η^3 (čitaj «eta-tri» ili «trihapto»). Hapto-simbol dodaje se kao prefiks imenu liganda ili onog dijela imena liganda koji je najprikladniji za označivanje konektivnosti, uz dodatak lokanata kad je to potrebno.



(η^6 -benzen)[(1,2,5,6- η -ciklookta-1,3,5,7-tetraen)]kobalt(1+)

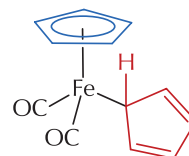


tris(η^3 -prop-2-en-1-ido)krom,
tris(η^3 -prop-2-en-1-il)krom,
ili tris(η^3 -alil)krom

Popis mnogih π -donornih nezasićenih liganada, neutralnih i anionskih, može se naći u Crvenoj knjizi.*

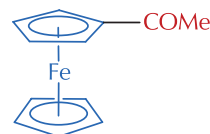
Za ligand $\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5$ koji se često susreće u organometalnim spojevima valja naglasiti da se uz njegovo strogo sustavno ime η^5 -ciklopenta-2,4-dien-1-ido također mogu rabiti

i imena η^5 -ciklopentadienido i η^5 -ciklopentadienil. Kad se ciklopenta-2,4-dien-1-ido veže preko samo jednoga ugljikovog atoma tvoreći σ -vezu s metalnim atomom, tad se imenu dodaje κ -oznaka kojom se eksplicitno naznačava takovo povezivanje. Simbol η^1 se ne rabi, budući da se eta-konvencija rabi isključivo u slučajevima kad se nizovi međusobno povezanih atoma liganda koordiniraju na metalni atom.

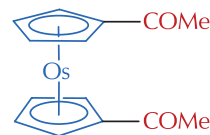


dikarbonil(η^5 -ciklopentadienido)(ciklopenta-2,4-dien-1-ido- κC^1)željezo,
ili dikarbonil(η^5 -ciklopentadienil)(ciklopenta-2,4-dien-1-il- κC^1)željezo

Diskretne molekule koje sadržavaju dva *paralelna* η^5 -ciklopentadienido-liganda koordinirana na atom prijelaznog metala u strukturi 'sendviča', kao u slučaju bis(5-ciklopentadienido)željeza, $[\text{Fe}(\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5)_2]$, generički se nazivaju metaloceni i mogu se imenovati dodavanjem sufiksa '-ocen' [na latinski korijen imena metala] – u konkretnom slučaju ferocen. Dotična se imena mogu rabiti na iste načine kako se rabe imena ishodnih hidrida u supstitucijskoj nomenklaturi, pri čemu kad se javljaju kao supstituenti, dobivaju sufikse '-ocenil', '-ocendiil', '-ocentriil' (uz dodatak odgovarajućih lokanata).



1-feroceniletan-1-on



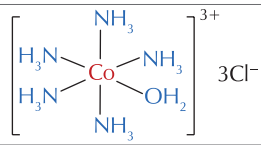
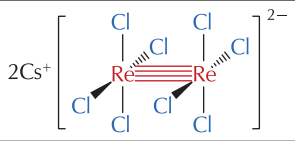
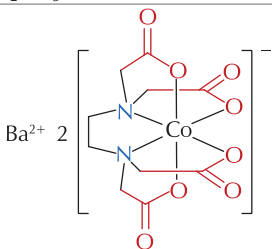
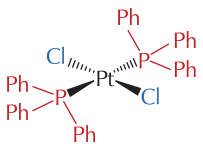
1,1'-(osmocen-1,1'-diil)di(etan-1-on)

Prema dogovoru, 'organoelementni' spojevi elemenata glavnih skupina imenuju se prema pravilima supstitucijske nomenklature za elemente skupina 13–16, ali po pravilima aditivne nomenklature za elemente skupina 1 i 2. U pojedinim slučajevima kad nije potrebna detaljna strukturalna informacija, mogu se rabiti stehiometrijska imena. Više informacija može se naći u Crvenoj knjizi.†

* RB, Tablica 10.4.

† RB, IR-10.3. CK I-10.9. (samo u osnovnim crtama)

Tablica 7 – Pisanje formula kompleksnih spojeva

struktura spoja koji se imenuje		
središnji atom(i)	Co	2 · Re
ligandi	NH ₃ , OH ₂	Cl
formula spoja	[Co(NH ₃) ₅ (OH ₂)]Cl ₃	Cs ₂ [Cl ₄ ReReCl ₄]
struktura spoja koji se imenuje		
središnji atom(i)	Co	Pt
ligandi	2,2',2'',2'''-(etan-1,2-diildinitrilo)tetraacetat → edta	Cl trifenilfosfan → PPh ₃
formula spoja	Ba[Co(edta)] ₂	[PtCl ₂ (PPh ₃) ₂]

Tablica 8 – Primjeri anorganskih oksokiselina i derivata

Formula	Tradicionalno ime	Aditivno ime
H ₂ SO ₄ ili [S(O) ₂ (OH) ₂]	sumporna kiselina	dihidroksidodioksidosumpor
(CH ₃) ₂ SO ₄ ili [S(O) ₂ (OMe) ₂]	dimetil-sulfat	dimetoksidodioksidosumpor ili dimetanolatodioksidosumpor
H ₂ PHO ₃ ili [P(H)(O)(OH) ₂]	fosfonska kiselina*	hidridodihidroksidooksido-fosfor
PhP(O)(OH) ₂	fenilfosfonska kiselina	dihidroksidooksido(fenil)fosfor

* ime 'fosforasta kiselina' često se u literaturi rabi i za vrstu koja se ovdje imenuje kao 'fosfonska kiselina' i za njezin tautomer P(OH)₃, trihidroksidofosfor. U organskoj kemiji ime fosforasta kiselina/fosfit rabi se isključivo u potonjem značenju.

2.7. Formule koordinacijskih spojeva

Formule koordinacijskih vrsta pišu se unutar uglatih zagrada (neovisno o ukupnom naboju kompleksa). Cjelokupni postupak konstrukcije formule prikazan je u tablici 7. Prvo se piše simbol elementa središnjeg atoma, a zatim slijede simboli, formule ili kratice imena liganada (koji se navode abecednim redom prema načinu na koji su prikazani u formuli). Kad je to moguće, simbol liganatnog atoma trebao bi biti postavljen bliže simbolu središnjeg atoma da bi se pružilo više informacija o strukturi kompleksa. Iz istog razloga, formule premošćujućih liganada treba postaviti između simbolâ središnjih atoma kad god je to moguće (vidjeti primjere u Odjeljku 2.5). Općenito, formule i kratice* liganada pišu se u (oblim) zagradama (osim kad je riječ o monoatomnim liganadima), vodeći računa da su uglate zagrade u ovom kontekstu rezervirane za definiranje koordinacijske vrste. Prisustvo više od jednog liganada pojedine vrste označava se numeričkim desnim supskriptom iza završene zagrade ili simbola liganada.

* Preporučeni postupak za tvorbu kratica imena liganada za korištenje u formulama opisan je u RB-4.4.4., a popisi preporučenih kratica imena uobičajenih liganada dani su u RB, tablice VII i VIII; CK, tablica I-10.5.

2.8. Anorganske oksokiseline i srodni spojevi

Anorganske oksokiseline i anioni nastali uklanjanjem kiselih hidrona[†] (H⁺) iz njih imaju tradicionalna imena, od kojih su mnoga opće poznata i mogu se naći u mnogim udžbenicima: sumporna kiselina, sulfat; dušična kiselina, nitrat; dušikasta kiselina, nitrit; fosforna kiselina, fosfat; arsenska kiselina, arsenat; arsenasta kiselina, arsenit; silicijska kiselina, silikat; itd. Ta su imena zadržana u nomenklaturi IUPAC-a, u prvom redu zato što su gotovo bezizmno imena koja se rabe u praksi, a u drugom zato što igraju posebnu ulogu u organskoj nomenklaturi kao osnove za imenovanje organskih derivata.* Međutim, sve se oksokiseline i njihove derivate može promatrati kao koordinacijske vrste i mogu se sustavno imenovati prema pravilima aditivne nomenklature (tablica 8).

[†] 'Hidron' je preporučeno generičko ime za ion H⁺ koje se rabi kad se ne specificira izotopni sastav (odnosno, može se rabiti za bilo koju smjesu izotopâ). Izotopno specifična imena su 'proton' (za kation procija, ¹H⁺), 'deuteron' (za kation deuterija, ²H⁺) i 'triton' (za kation tricija, ³H⁺).

* U praksi su također zadržana tradicijska imena kiselina koje se dobivaju otapanjem hidridâ elemenata 16 i 17 skupine u vodi. Sâm se hidridi tradicijski imenuju dodavanjem nastavka '-ovodik' imenu elementa (fluorovodik, klorovodik, bromovodik, jodovodik, sumporovodik) uz ispuštanje sufiksa -ij kad je prisutan u imenu elementa (selenovodik, telurvodik), a njihove vodene otopine imenuju se zamjenom sufiksa '-ovodik' s '-ovodična kiselina' (fluorovodična kiselina, klorovodična kiselina,...). Mada ne pripadaju sustavnoj nomenklaturi, navedena su imena zbog svoje uvriježenosti i dalje dopuštena.

Tablica 9 – Primjeri derivata anorganskih oksokiselina nastalih funkcijskom zamjenom

Formula	Funkcijsko-zamjensko ime	Aditivno ime
H_3PS_4 ili $[\text{P}(\text{S})(\text{SH})_3]$	tetratiofosforna kiselina ili fosforotetrationska kiselina	tris(sulfanido)sulfidofosfor
H_2PFO_3 ili $[\text{PF}(\text{O})(\text{OH})_2]$	fluorofosforna kiselina ili fosforofluoridna kiselina	fluoridodihidroksidooksidofosfor
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ili $[\text{S}(\text{O})_3\text{S}]^{2-}$	tiosulfat	trioksidosulfidosulfat(2-)
$[\text{O}_3\text{S}(\mu\text{-O}_2)\text{SO}_3]^{2-}$	peroksidisulfat	v. Odjeljak 2.5

Tablica 10 – Primjeri funkcijsko-razrednih imena i odgovarajućih aditivnih imena

Formula	Funkcijsko-razredno ime	Aditivno ime
PCl_3O	fosforil-triklorid ili fosforilov triklorid*	trikloridooksidofosfor
SCl_2O_2	sulfuril-diklorid ili sulfurilov diklorid	dikloridodioksidosumpor
$\text{S}(\text{NH}_2)_2\text{O}_2$	diamid sumporne kiseline	diamidodioksidosumpor

Za imenovanje derivata oksokiselina koje se izvode zamjenom atoma kisika atomom nekog drugog elementa može se rabiti **funkcijsko-zamjenska nomenklatura** [dodavanjem prefiksa koji opisuju kojim je atomom ili skupinom atoma atom kisika zamijenjen]: tako prefiks 'tio-' označava zamjenu =O sa =S; prefiksi 'fluoro-', 'kloro-' itd., te infiksi 'fluorid', 'klorid' itd., označava zamjenu -OH s -F, -Cl itd.; 'peroksi'/'perokso', označava zamjenu -O-, s -OO- i tako dalje (tablica 9).

Ako se sve hidroksilne skupine u oksokiselini zamijene, preostali spoj više nije kiselina i ne imenuje se kao takva, već će imati tradicionalno funkcijsko-razredno ime[†] kao, primjerice, kiselinski halogenid ili amid. Takvi se spojevi mogu također sustavno imenovati pomoću adicijske nomenklature (tablica 10).

Za imenovanje (djelomično) hidroniranih anionâ izvedenih iz oksokiselina može se rabiti specifična konstrukcija koja omogućuje označavanje broja hidrona vezanih za anion bez preciziranja gdje su točno vezani. U takvim se imenima na početak dodaje riječ 'hidrogen' kojoj prethodi odgovarajući multiplikativni prefiks (ako je potreban).[‡]

* Prema preporukama hrvatske nomenklature anorganske kemije, funkcijsko-razredna imena većinom se tvore pomoću pridjeva izvedenog iz imena centralnog 'radikala' (npr. kao u gore navedenom primjeru, v. CK, I-5.3.1.; I-9.5.3.), dok se u hrvatskoj nomenklaturi organske kemije, funkcijsko-razredna imena oblikuju kao polusloženice, uz dopuštenu uporabu tvorbe pomoću genitiva kad je ona iz jezičnih razloga pogodnija (npr. 'acetil-klorid' ili 'klorid octene kiseline'). Pridjevska konstrukcija bolje odgovara duhu hrvatskoga književnog jezika, te postoje prijedlozi da se pridjevska tvorba funkcijsko-razrednih imenâ primjenjuje i u nomenklaturi organske kemije.⁹ Međutim, kako to pitanje zasad nije sustavno i dosljedno riješeno, u nomenklaturi anorganske kemije dopušteno je rabiti i pridjevsku i polusloženičku tvorbu funkcijsko-razrednih imenâ.

† RB, IR-8. CK I-9

‡ U slučajevima kad kiseline ne mogu postojati u više različitih tautomera (koje valja imenovati zasebnim sustavnim imenima), ovaj se pristup može rabiti i za imenovanje kiselina (odnosno, neutralnih hidroniranih vrstâ). Tako se primjerice H_2SO_4 može imenovati kao dihidrogen(sulfat) ili, preciznije, dihidrogen(tetraoksidosulfat). Dapače, može se rabiti i za imenovanje kationskih vrsta nastalih protoniranjem molekula kiselina

Između riječi 'hidrogen' i ostatka imena nema razmaka,[§] a ostatak imena piše se u zagradama. Primjerice, dihidrogen(difosfat)(2-) označava $\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7^{2-}$, difosfatni ion s dva dodana hidronima čiji položaji nisu poznati, ili barem nisu egzaktno navedeni. Imena koja se uobičajeno rabe za djelomično dehidronirane oksokiseline kao što su hidrogenfosfat, HPO_4^{2-} , i dihidrogenfosfat, H_2PO_4^- , mogu se smatrati posebnim slučajevima takvih imena u kojima su izostavljeni nabojni broj i zagrade oko glavnog dijela imena. Naravno, i takvi se anioni mogu sustavno imenovati i pomoću aditivne nomenklature.^{**} Povijesna imena djelomično hidroniranih aniona poput 'bikarbonat' za HCO_3^- nisu preporučena i treba ih izbjegavati.^{††}

– kation H_3SO_4^+ može se tako imenovati kao trihidrogen(tetraoksidosulfat)(1+).

§ U hrvatskoj se kemijskoj nomenklaturi ekvivalentno pišu i funkcijsko-razredna imena uobičajena u nomenklaturi organske kemije – primjerice, etilni monoester sumporne kiseline ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OSO}_2(\text{OH})$) imenuje se kao etil-hidrogensulfat. U tome se hrvatska kemijska nomenklatura razlikuje od engleske, u kojoj se funkcijsko-razredna imena pišu s razmakom između imena **svih** pojedinih konstituenata (ethyl hydrogen sulfate), što dovodi do toga da se anion HSO_4^- može nazivati bilo jednom riječju (hydrogensulfate), što je uobičajeno u nomenklaturi anorganskih spojeva, bilo kao dvije riječi (hydrogen sulfate), što se može naći u preporukama za nomenklaturu organske kemije. Kako su u hrvatskome ta dva nomenklatura sustava usklađena, u svim je kontekstima jedino ispravno ime 'hidrogensulfat', dok 'hidrogen-sulfat', (a pogotovo 'hidrogen-sulfat'!) to nije.

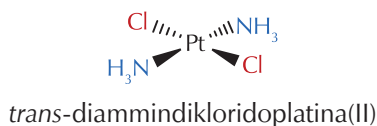
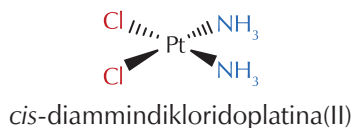
** Primjerice, $\text{HPO}_4^{2-} = [\text{PO}_3(\text{OH})]^{2-}$ – hidroksidotrioksidofosfat(2-). Ako pak ima više različitih mjesta na kojem se hidroni mogu vezati, različiti oblici imat će i različita imena, budući da adicijsko ime precizira položaj hidrona. Primjerice, postoje dva zamisliva oblika iona H_2PO_4^- : $[\text{PO}_2(\text{OH})_2]^-$ – dihidroksidodioksidofosfat(1-) i $[\text{PO}_3(\text{OH})]^-$ – akvatrioksidofosfat(1-), te tri zamisliva oblika iona $\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7^{2-}$: $[(\text{OH})\text{O}_2\text{POPO}_2(\text{OH})]^{2-}$ – μ -oksidobis(hidroksidodioksidofosfat)(2-), $[(\text{OH})_2\text{OPOPO}_3]^{2-}$ – dihidroksido-1 $\kappa^2\text{O}$ -tetraoksid-1 $\kappa^1\text{O}$, 2 $\kappa^3\text{O}$ - μ -oksidobis(fosfat)(2-) i $[(\text{OH})_2\text{O}_2\text{POPO}_3]^{2-}$ – akva-1 $\kappa^1\text{O}$ -pentaoksid-1 $\kappa^2\text{O}$, 2 $\kappa^3\text{O}$ - μ -oksidobis(fosfat)(2-).

†† U Preporukama HKD 1995. preporučuje se također i 'vodikova nomenklatura' kiselina (CK I-9.5), prema kojoj se kiselina imenuje kao vodikova sol aniona koji nastaje potpunom dehidronacijom kiseline (npr. 'vodikov tetraoksofosfat(3-)' za H_3PO_4). Prema preporukama IUPAC 2005., ovakvo imenovanje kiselina izrijekom se ne preporučuje (RB, IR-8.4.), zbog potencijalne dvosmislenosti imenâ do koje dolazi u

3. STEREODESKRIPTORI

Približna geometrija oko središnjeg atoma opisuje se pomoću **poliedarskog simbola** postavljenog na početku imena. Simbol se sastoji od kurzivom pisanih slova koja predstavljaju kôdove za pojedine geometrije i broja koji označava koordinacijski broj. Neki od poliedarskih simbola koje se najčešće susreće su: OC-6 (oktaedarski), SP-4 (kvadratni)*, T-4 (tetraedarski), SPY-5 (kvadratno-piramidalni) i TBPY-5 (trigonsko-bipiramidalni). Potpuni popis geometrija i pripadnih simbolâ može se naći u *Crvenoj knjizi*.[†]

Relativni položaji ligantnih skupina oko središnjeg atoma mogu se opisati pomoću **konfiguracijskog indeksa**, [broja ili niza brojeva koji označava položaje ligantnih atoma na uglovima koordinacijskog poliedra], koji se određuje na način koji je specifičan za svaku koordinacijsku geometriju[‡] temeljem Cahn-Ingold-Prelogova redosljeda prioriteta ligantnih skupina.^{10,11} Na taj se način može također opisati i apsolutna konfiguracija u slučaju kiralnih vrsta.[§] Konfiguracijski indeksi u pravilu se rabe samo ako postoji više od jedne moguće koordinacije te je potrebno specificirati određeni stereoisomer. Potpuni stereodeskriptori za kvadratne platinske komplekse prikazane u sljedećem primjeru su (SP-4-2) odnosno (SP-4-1) za *cis*- odnosno *trans*-izomer. U pojedinim se slučajevima kao alternativa koordinacijskim indeksima mogu rabiti tradicionalni stereodeskriptorski prefiksi. Tako se izomeri koji su mogući u slučaju kvadratnih kompleksa koji sadržavaju dvije ligantne skupine jednoga i dvije ligantne skupine drugog tipa imenuju prefiksima *cis*- (kad su identične ligantne skupine koordinirane jedna do druge) ili *trans*- (kad su koordinirane jedna nasuprot druge).



engleskom jeziku. Mada se odgovarajuće nedosljednosti u hrvatskome jeziku ne mogu dogoditi, vodikova nomenklatura kiselina više se ne preporučuje niti u sklopu hrvatske nomenklature anorganske kemije, zbog nužnosti njezinog usuglašavanja s važećim preporukama IUPAC-a.

* Simboli se izводе iz uobičajenih engleskih naziva za pojedine koordinacijske geometrije. Stoga simbol za kvadratnu geometriju sadrži kôd 'SP' izveden od 'square-planar'.

[†] RB, IR-9.2 i IR-9.3.; CK, I-10.5.2.

[‡] RB, IR-9.3.3.; CK, I-10.5.3.

[§] U praksi se to pak rijetko čini, već se apsolutna konfiguracija opisuje stereodeskriptornim prefiksima koji se određuju u skladu s nekom od ustanovljenih konvencija: temeljem sastava i redosljeda prioriteta ligantnih skupina (R/S za tetraedarske vrste i C/A za ostale poliedre), ili temeljem konvencije o mimohodnim pravcima (Δ/Λ). Potonja se u pravilu rabi samo za (tris(bidentatne) i bis(bidentatne)) oktaedarske komplekse. U svim slučajevima kad pravila konvencije o mimohodnim pravcima ne omogućuju jednoznačno obilježavanje apsolutne konfiguracije, valja rabiti konvenciju C/A. Za pravila određivanja apsolutne konfiguracije prema navedenim konvencijama, vidi RB, IR-9.3.4 i IR-9.3.5 ; CK, I-10.7.

Oktaedarski centri s četirima ligantnim skupinama jedne vrste i dvjema druge vrste također se mogu imenovati kao *cis*- (kad su dvije identične skupine koordinirane jedna do druge, [tj. na istom bridu oktaedra]), ili *trans*- (kad su jedna nasuprot druge). Oktaedarski pak kompleksi koji sadržavaju dvije grupe od po tri identične ligantne skupine mogu se pak imenovati kao *fac*- (facijalni izomer), kad se tri liganda iste vrste nalaze na vrhovima oktaedra koji leže na istoj plohi, a u suprotnom kao *mer*- (meridijalni).

4. PREGLED

Ovaj dokument sadržava pregled osnovnih pravila nomenklature za pisanje imena i formula anorganskih, koordinacijskih i organometalnih spojeva. Međutim, pisanje i uporaba kemijskih imena i formula za opisivanje ili identificiranje spojeva, primjerice u publikacijama, samo je jedan dio svrhe postojanja sustavne kemijske nomenklature. Njezina se puna svrha postiže time da čitatelj imena ili formule može uspješno protumačiti (i temeljem njih, primjerice, nacrtati strukturni dijagram). Zato je svrha ovog dokumenta također i pomoći čitatelju u tumačenju imena i formula.

Za kraj, valja spomenuti da postoji i sličan kratki pregled nomenklature sustava koji se rabe u organskoj kemiji⁴ koji će također čitatelju biti koristan, kao i preporuke IUPAC-a o grafičkom prikazivanju kemijskih struktura¹² i njihovih stereokemijskih konfiguracija.¹³

Literatura

1. IUPAC: Hrvatska nomenklatura anorganske kemije, preporuke IUPAC 1990., preporuke HKD 1995. (urednik hrvatskog prijevoda: V. Simeon prijevod: B. Grabarić, A. Janeković, M. Marković, V. Simeon-Rudolf, V. Simeon i H. Vančik), Školska knjiga, Zagreb, 1996.
2. IUPAC: Nomenclature of Inorganic Chemistry. IUPAC Recommendations 1990. (urednik G. J. Leigh), Blackwell, Oxford, UK, 1990.
3. IUPAC: Nomenclature of Inorganic Chemistry – IUPAC Recommendations 2005 (urednici N. G. Connelly, T. Damhus, R. M. Hartshorn, A. T. Hutton), Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 2005.
4. K.-H. Hellwich, R. M. Hartshorn, A. Yerin, T. Damhus, A. T. Hutton, Brief Guide to the Nomenclature of Organic Chemistry, Pure Appl. Chem. **92** (2020) 527–539.
5. R. C. Hiorns, R. J. Boucher, R. Duhlev, K.-H. Hellwich, P. Hodge, A. D. Jenkins, R. G. Jones, J. Kahovec, G. Moad, C. K. Ober, D. W. Smith, R. F. T. Stepto, J.-P. Vairon, J. Vohlidal, A Brief Guide to Polymer Nomenclature (IUPAC Technical Report), Pure Appl. Chem. **84** (2012) 2167–2169.
6. IUPAC: Principles of Chemical Nomenclature – A Guide to IUPAC Recommendations, (urednik G. J. Leigh), Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2011.
7. IUPAC: Nomenclature of Organic Chemistry – IUPAC Recommendations and Preferred Names, (urednici H. A. Favre, W. H. Powell), Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK, 2013.
8. IUPAC: Compendium of Polymer Terminology and Nomenclature – IUPAC Recommendations 2008, (urednici R. G.

- Jones, J. Kahovec, R. Stepto, E. S. Wilks, M. Hess, T. Kitayama, W. V. Metanomski), Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2008.
9. T. Portada, V. Stilinović, Prijedlog pridjevske funkcijsko-razredne nomenklature, Kem. Ind. **58** (2009) 461–464.
10. R. S. Cahn, C. Ingold, V. Prelog, Specification of Molecular Chirality, Angew. Chem., Int. Ed. Engl. **5** (1966) 385–415.
11. V. Prelog, G. Helmchen, Basic Principles of the CIP-System and Proposals for a Revision, Angew. Chem., Int. Ed. Engl. **21** (1982) 567–583.
12. J. Brecher, K. N. Degtyarenko, H. Gottlieb, R. M. Hartshorn, K.-H. Hellwich, J. Kahovec, G. P. Moss, A. McNaught, J. Nyitrai, W. Powell, A. Smith, K. Taylor, W. Town, A. Williams, A. Yerin, Graphical Representation Standards for Chemical Structure Diagrams (IUPAC Recommendations 2008), Pure Appl. Chem. **80** (2008) 277–410.
13. J. Brecher, K. N. Degtyarenko, H. Gottlieb, R. M. Hartshorn, G. P. Moss, P. Murray-Rust, J. Nyitrai, W. Powell, A. Smith, S. Stein, K. Taylor, W. Town, A. Williams, A. Yerin, Graphical Representation of Stereochemical Configuration (IUPAC Recommendations 2006), Pure Appl. Chem. **78** (2006) 1897–1970.

SUMMARY

Brief Guide to the Nomenclature of Inorganic Chemistry

Vladimir Stilinović

The article provides the Croatian translation of IUPAC *Brief Guide to the Nomenclature of Inorganic Chemistry* which provides a short overview of the most important rules of inorganic chemical nomenclature in line with the 2005 IUPAC recommendations. For this reason, this text is also an expansion and correction of the *Croatian nomenclature of inorganic chemistry (1995 Croatian Chemical Society Recommendations)* which were a translation of earlier (1990) IUPAC recommendations, for which reason the Croatian nomenclature of inorganic chemistry had somewhat deviated from the current IUPAC recommendations.

Keywords

IUPAC recommendations, nomenclature of inorganic chemistry, compositional names, additive names, functional class names

University of Zagreb Faculty of Science, Department of Chemistry, Horvatovac 102A HR-10 000 Zagreb, Croatia

Nomenclature note
Received September 4, 2024
Accepted October 15, 2024