

Grundstofnavnene i arbejde for kemien. I.

(Første del)

Af Ture Damhus

Vi kredser i år om jubilarene IUPAC og det periodiske system (se [1,2,3] og artikelserien her i bladet af Jesper Bendix, også gennem hele 2019).

I IUPAC er det Division II, Inorganic Chemistry, der varetager opgaven med godkendelse af grundstofnavne, som blev omtalt i den foregående artikel [3]. Uorganikerne dér har naturligvis også selv brug for navnene som sådan, men med den nuværende struktur [2] er det ellers Division VIII, der tager sig af at udarbejde nomenklaturanbefalinger og dermed brugen af grundstofnavnene og *modifikationer af dem* i navngivning af kemiske forbindelser. Det skal vi se lidt nærmere på i denne og følgende artikler. Hvad der følger, er IUPAC-nomenklatur omplantet til dansk som anbefalet af *Kemisk Forenings Nomenklaturudvalg*.

Udvalget har gennem tiden fået en del spørgsmål om navngivning af, og formelskrivning for, uorganiske forbindelser. Den oprindelige idé med ordlisten i *Kemisk Ordbog* [4] var at demonstrere nomenklaturregler ved eksempler, men af oplagte grunde har vi ikke mulighed for at medtage et repræsentativt udvalg af uorganiske forbindelser som opslagsord. Skulle dette forbyse læseren, vil jeg opfordre til at overveje eksempelvis, hvor mange blot nogenlunde simple kaliumsalte læseren kan komme i tanke om. Tilsvarende mange forbindelser vil kunne angives for næsten alle andre metalliske grundstoffer. En analog tankeøvelse kan udføres for ikke-metaller, hvor blot binære forbindelser hurtigt fører til et meget stort antal.

I stedet er den primære funktion af ordlisten, der nu ligger som et google-agtigt søgefelt på Nomenklaturudvalgets hjemmeside *Dansk Kemisk Nomenklatur* [5], kort DKN, at vejlede ved at opslag af ældre navne fører læseren til navne, der følger nugældende regler. Man ser for eksempel, at 'klorbrinte' er et ældre navn svarende til de nutidige navne hydrogenchlorid og chloran (mere om dette sidste i en senere artikel).



Figur 1. Forbindelser med 'navne af binær type' findes også i en almindelig husholdning. Der er for eksempel bordsalt (**natriumchlorid**), her tilsat "jod", altså **kaliumiodid**, og minsandten også tilsat **siliciumdioxid** (gæst hvorfor) [og i øvrigt "natriumferrocyanid", et mere kompliceret navn, som vi vender tilbage til]. Magnesia- og Alminox-tabletterne indeholder **magnesiumoxid** (eller -hydroxid) og saltsyren **hydrogenchlorid**. Epsom-saltet er **magnesiumsulfat-heptahydrat**, altså et binært navn med en lille udvidelse, som vi også vender tilbage til. De stærkt anløbne sølvskeer og -servietringe er nok overtrukket med **sølv(I)sulfid**, eller måske **sølv(I)oxid**, hvis de uforvarende er kommet en tur i opvaskemaskinen med et blegemiddelholdigt maskinopvaskemiddel. De smukke terninger i forgrunden er ikke fra køkkenet, men er en souvenir fra Mineralogisk Museum og består af pyrit, som er **jern(II)[disulfid(2-)]**. En historie om "pyritsyge" kan i øvrigt på det varmeste anbefales [7]. Endelig skal vi i disse tider ikke glemme **carbondioxid** – en brusetablet arbejder i glasset til højre.

Simple støkiometriske navne

Men lad os prøve at råde lidt bod på manglen på en generel introduktion her. Vi vil støtte os til tabel 1, der viser et lille udvalg af grundstofnavne og modifikationer af dem til brug i nomenklatur.

Den allersimpleste navnetype optræder ved navngivning af neutrale homoatomiske enheder:

- O₂, dioxygen
- O₃, trioxygen
- P₄, tetraphosphor
- S₈, octasvovl
- C₆₀, hexacontacarbon

Altså, strukturen er **multiplikativt præfiks** (orddel, som tilkendegiver, at den efterfølgende del skal ganges med et tal: di, tri, osv.) **efterfulgt af grundstofnavnet**. Navne som disse er **rent støkiometriske**; 'tetraphosphor' siger i sig selv ikke noget om tetraederstruktur af molekylerne og 'hexacontacarbon' fortæller principielt ikke, at det er en 'buckyball' [buckminsterfulleren eller med fuldt IUPAC-udtryk: (C₆₀-I_h)[5,6] fulleren]. I en given kontekst vil sådanne strukturelle træk dog ofte være underforstået selv ved brug af det rent støkiometriske navn.

	Grundstofnavne			Form af grundstofnavn, der anvendes i navne for: 1)		
	Dansk navn if. DKN	Latinsk(e) navn(e) ²⁾	Andet navn	Grundstof-molekyler og homoatomige kationer	Homoatomige anioner	Heteroatomige anioner ³⁾
Ac	actinium			actinium	actinid ⁹⁾	actinat
Sb	antimon	stibium		antimon	antimonid	antimonat
B	bor			bor	borid	borat
Bh	bohrium			bohrium	bohrid	bohrat
Pb	bly	plumbum		bly	plumbid	plumbat
Br	brom			brom	bromid	bromat
C	carbon		kulstof ⁴⁾	carbon	carbid	carbonat
Cl	chlor			chlor	chlorid	chlorat
Ge	germanium			germanium	germid ⁸⁾	germanat
Au	guld	aurum		guld	aurid	aurat
I	iod			iod	iodid	iodat
H	hydrogen		brint ⁴⁾ (om dihydrogen, H ₂)	hydrogen	hydrid	hydrogenat
Fe	jern	ferrum		jern	ferrid	ferrat
Cu	kobber	cuprum				
Hg	kviksølv	hydrargyrum, mercurium		kviksølv	mercurid	mercurat
La	lanthan			lanthan	lanthanid ⁹⁾	lanthanat
Mo	molybden			molybden	molybdid	molybdar
Na	natrium			natrium	natrid	natrat
Ni	nikkel	niccolum		nikkel	nikkelid	nikkelat ⁵⁾
N	nitrogen		azote (fransk) ⁶⁾ kvælstof ⁴⁾ (om dinitrogen, N ₂)	nitrogen	nitrid ⁶⁾	nitrat
O	oxygen		ilt ⁴⁾ (om dioxygen, O ₂)	oxygen	oxid	oxygenat
P	phosphor			phosphor	phosphid	phosphat
Sn	tin	stannum		tin	stannid	stannat
S	svovl	sulfur	theion (græsk) ⁷⁾	svovl	sulfid	sulfat
Ag	sølv	argentum		sølv	argentid	argentat
Ti	titan		titanium (engelsk)	titan	titanid	titanat
W	wolfram		tungsten (engelsk)	wolfram	wolframid	wolframmat

Tabel 1. Udvalgte eksempler på danske grundstofnavne, som anbefales af Nomenklaturudvalget, og andre navne, som er basis for atomsymboler eller har betydning for nomenklatur, samt visse modifikationer af navnene. Vi vil senere se på andre modifikationer.

Noter:

- Se eksempler i teksten.
- Anføres kun hvor det her, eller i senere artikler, er relevant for nomenklaturdiskussionen.
- Disse former anvendes i navne, der principielt er koordinationsnavne, som vi skal se på senere, for eksempel difluoridhydrogenat(1-), FHF⁻ eller tetrasulfidmolybdat, [MoS₄]²⁻. Dog er en del af navnene medtaget her også acceptable afkortninger af helsystematiske koordinationsnavne, for eksempel borat for trioxidoborat(3-), carbonat for trioxidocarbonat(2-), phosphat for tetraoxidophosphat(3-) og diphosphat for μ -oxidobis(trioxidophosphat)(4-) (et navn, som vi dissekterer nærmere i en senere artikel). Tilsvarende for bromat, chlorat, iodat, nitrat, sulfat og disulfat.
- Trivialnavn.
- Tidligere niccolat.
- Det franske navn genkendes i navnet 'azid' for trinitrid(1-), N₃⁻.
- Svovl har altså i alt tre navne at trække på. Det græske møder vi først senere i navne som thiosulfat og methanthiol.
- Man må nogle gange sno sig. Navnet germanid betegner GeH₃⁻, tilsvarende til methanid, CH₃⁻, så for eksempel Ge⁴⁺ bliver vi nødt til at kalde germid(4-).
- Her har vi forklaringen på, at det er en dårlig idé at kalde lanthanoider for 'lanthanider' og actinoider for 'actinider'. Kampen mod de uheldsmæssige betegnelser har nu været i 50 år og har haft bemærkelsesværdig ringe succes!

Er den homoatomige enhed positivt ladet, anføres ladingen blot i parentes:

- Fe^{2+} , jern(2+)
- H_2^+ , dihydrogen(1+)
- Bi_5^{3+} , pentabismuth(3+)

Er enheden negativt ladet, anvendes den modificerede form af grundstofnavnet anført i tabel 1, for eksempel

- O_2^- , dioxid(1-) (sædvanligt navn superoxid)
- O_2^{2-} , dioxid(2-) (sædvanligt navn peroxid)
- S_3^{2-} , trisulfid(1-)
- Au_{26}^- , hexacosaurid(1-)

Disse navne er fremdeles principielt rent støkiometriske.

En række anionnavne kan anvendes i bestemte betydninger uden ladingstallet, for eksempel oxid for O^{2-} , O^{2-} ; hydrid for H^- ; carbid for C^{4-} ; chlorid for Cl^- ; sulfid for S^{2-} m.fl.

Navne af binær type

En lidt mere kompleks navnetype kan eksemplificeres ved

- natriumchlorid
- jerntribromid
- jernsulfid
- phosphorpentafluorid

Disse navne består af to hoveddele, hvor den første er et grundstofnavn, den anden er et modificeret grundstofnavn (chlor er ændret til chlorid, brom til bromid, svovl til sulfid, jf. tabel 1).

Dertil kommer i nogle tilfælde **multiplikative præfikser**, her 'tri' og 'penta'.

Disse navne siges at være af **binær type**, ikke fordi de specificerer forbindelser af to grundstoffer, men fordi komponenterne i navnet formelt inddeles i to typer, en slags positive og en slags negative komponenter. Man fristes til at sige kationkomponenter og anionkomponenter og til at opfatte navne af denne type som saltnavne, men der ligger ikke i brugen af dem nogen implikation om tilstedeværelse af kationer og anioner eller en saltagtig opbygning, som eksemplet phosphorpentafluorid illustrerer.

Navne som kaliummagnesiumtrichlorid og phosphortrichloridoxid er også af binær type, det første med to formelt positive og en formelt negativ komponent, det andet omvendt.

Navne som disse kan også fortolkes strengt **støkiometrisk**, dvs. at man fortolker ovenstående navne som synonyme med formlerne hhv. NaCl , FeBr_3 , FeS , PF_5 , KMgCl_3 og PCl_3O .

I praksis udelades multiplikative præfikser ofte, når man ikke er i tvivl om, hvad der menes: calciumchlorid i stedet for calciumdichlorid, hydrogensulfid i stedet for dihydrogensulfid og nitrogen i stedet for dinitrogen.

Men denne forenkling er kun mulig, fordi brugerne også underforstår kemisk viden, når de bruger navnene, altså for eksempel at calcium og chlor forbinder sig i det støkiometriske forhold 1:2. I tilfældene jerntrichlorid og phosphorpentafluorid går det ikke at udelade de multiplikative præfikser, da der også findes jerndichlorid og phosphortrifluorid.

En anden forenkling kan være at undertrykke information om molekylformlen og blot gengive den simpleste støkiometri:

- diphosphorpentaoxid (svarende til formelen P_2O_5 , men forbindelsen består af molekyler P_4O_{10} , svarende til det støkiometriske navn tetraphosphordecaoxid).
- aluminiumtrichlorid (forbindelsen består af molekyler Al_2Cl_6 , svarende til det støkiometriske navn dialuminiumhexachlorid).

Det første af disse navne vil man ofte, i stil med forenklingerne ovenfor, yderligere forkorte til phosphorpentaoxid.

Bemærk, at ingen af navnene ovenfor i sig selv implicerer noget om ionladninger eller oxidationstrin. Alle ved, at den forbindelse, vi omtaler som calciumchlorid, består af ioner Ca^{2+} og Cl^- , ikke for eksempel Ca^{4+} og Cl^{2-} . Men det er kemisk information, som ikke ligger i navnene.

Betragt forbindelserne med formlerne MnO_2 og BaO_2 . Det vil være *formelt* korrekt at navngive dem mangandioxid og bariumdioxid. Det første navn har vi det fint med; vi tænker på forbindelsen som bestående af Mn^{4+} og O^{2-} , selv om navnet ikke siger noget om det. Det passer med kemien. Det andet navn er vi ubekvemme ved, fordi vi ikke tror på, at der er ioner Ba^{4+} til stede. Der er noget specielt med oxygen her, som vi gerne ville kunne udtrykke. Det ser vi på i næste nummer.

(Artiklen fortsættes i næste nummer)

Ture Damhus er formand for Kemisk Forenings Nomenklaturudvalg og medlem af IUPAC's Division VIII.

E-mail:

Ture Damhus: turedamhus@outlook.dk

Referencer

1. J. Bendix, T. Damhus: Stor international kemifest i år 2019. *Dansk Kemi* **99** #8 (2018) 6.
2. T. Damhus: IUPAC fylder 100 år. *Dansk Kemi* **100** #1 (2019) 7-9.
3. T. Damhus: Grundstoffernes periodesystem (PS) fylder 150 år. *Dansk Kemi* **100** #2 (2019) 19-21.
4. *Kemisk Ordbog* [1. udg. 1996, 2. udg. 2005, 3. udg. 2008, Nyt Teknisk Forlag. Forfattet og redigeret af Kemisk Forenings Nomenklaturudvalg]. Ordlisterne i de trykte bøger er på nogle punkter forældede, og en del fejl er rettet i tidens løb. Det må anbefales at slå op på Nomenklaturudvalgets hjemmeside Dansk Kemisk Nomenklatur [5].
5. www.kemisknomenklatur.dk.
6. *Nomenclature of Inorganic Chemistry – IUPAC Recommendations 2005* ("The 2005 Red Book") [N.G. Connelly, T. Damhus, R.M. Hartshorn, A.T. Hutton, RSC Publishing 2005].
7. K.P. Simonsen, R. Larsen, M. Scharff, K. Botfeldt, E. Kofod-Hansen: Konservatoren og kemi, pp. 11-24 i *Aspekter af dansk kemi i det 20. og 21. århundrede* [B.R. Larsen, O.V. Nielsen, T. Damhus, S.R. Ahl, red. Kemiforlaget 2012. ISBN 988-87-89782-31-7].
8. <http://blog.kemisknomenklatur.dk/#home>.

LABORATORIE

Analyser og
teknisk service



Se mere på: www.neutron-nordic.com