

Komplexní sloučeniny

1. Charakteristika komplexních sloučenin

Kromě sloučenin obsahujících ryze vazby kovalentní anebo iontové existují rovněž sloučeniny, které obsahují vazbu komplexní. Ta je typická tím, že celý elektronový pár tvořící chemickou vazbu poskytuje jedna částice, jež se nazývá donor (dárce). Valenčním elektronům poskytuje volný (vakantní) orbital druhá z vázaných částic nazývaná akceptor (příjemce).

2. Ligandy a centrální atomy

Komplexní vazba se nachází mezi **ligandem (L)** a **centrálním atomem (M)**. Ligandy mají buď záporný, anebo žádný náboj (jejich oxidační čísla jsou menší anebo rovny 0), zatímco centrální atom může mít náboj (oxidační číslo) libovolný.

Příklady ligandů: F⁻, S²⁻, OH⁻, SCN⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻, H₂O či NH₃

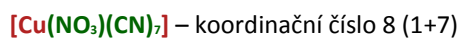
Příklady centrálních atomů: Cu²⁺, Al³⁺, Cr⁶⁺, Co, Fe, Cl⁻ či Br⁻

Centrální atomy se společně s **ligandy** zapisují do hranaté závorky, na prvním místě se uvádí obsažené centrální atomy následované výčtem **ligandů**. Víceprvkové **ligandy** se uzavírají do kulaté závorky.



3. Koordinační číslo

Každý **centrální atom** má své koordinační číslo, které vyjadřuje celkový počet k němu navázaných **ligandů**. Koordinační číslo může převyšovat oxidační číslo centrálního atomu.



4. Názvosloví komplexních sloučenin

Jestliže má centrální atom kladné oxidační číslo, připojujeme k jeho názvu koncovku odpovídající tomuto náboji (-ný, -natý, -itý aj.). V případě nulového oxidačního čísla se název prvku může zachovat a připojit se k názvu **ligandu** (viz. dále), anebo se k názvu přidá koncovka 2. pádu. Při záporném oxidačním čísle se vždy užívá koncovka –id.



Přehled ligandů

Každý komplex může obsahovat větší množství **ligandů**. Poté se zapisují v abecedním pořadí (dle angličtiny – Ch = C) jejich názvů.

Špatný zápis:	$[\text{Cr}(\text{SCN})_4(\text{NH}_3)_2]^-$	$[\text{CoCl}(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$
Správný zápis:	$[\text{Cr}(\text{NH}_3)_2(\text{SCN})_4]^-$	$[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]^{2+}$

Jak vyplývá z uvedených příkladů, komplexní sloučeniny nemusí být vždy elektroneutrální částice, ale mohou mít též formu kationtu (kladné částice) či aniontu (záporné částice). **Název komplexu se vytváří těmito způsoby:** 1. V případě, že je komplexní sloučenina elektroneutrální a má k sobě navázaný cizorodý kation či anion, tak se sloučí název **centrálního atomu** a **ligandů** a doplní se názvem zmíněného aniontu či kationtu:



2. V případě nulového oxidačního čísla centrálního atomu i ligandů se název utvoří buď:

a) Utvořením podstatného jména z názvů ligandů a přídavného jména z názvu centrálního atomu s koncovkou 2. pádu:



b) Utvořením postatného jména z názvů ligandů a centrálního atomu:



3. V případě, že je komplex elektroneutrální a nemá k sobě navázan žádný cizí anion či kation, pak se název vytvoří z podstatného jména komplex a přídavného jména z názvů ligandů a centrálního atomu:



$[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_2\text{Cl}_2]$ – Diaqua-dichloridozinečnatý komplex

4. V případě, že je komplex záporný, označí se podstatným jménem anion a doplní přídavným jménem vzniklým spojením názvů ligandů a centrálního atomu:

$[\text{Fe}(\text{CN})_5(\text{NO})]^{2-}$ – anion pentakyanido-nitrosylželezitý

$[\text{AuCl}_3(\text{OH})]^-$ – anion trichlorido-hydroxidozlatitý

5. V případě, že je komplex kladný, označí se podstatným jménem kation a doplní přídavným jménem vzniklým spojením názvů ligandů a centrálního atomu:

$[\text{Cr}_3(\text{CH}_3\text{COO})_6\text{O}]^+$ – kation hexaacetato-oxotrichromitý

$[\text{CoI}(\text{NH}_3)_5]^{2+}$ – kation jodido-pentaamminkobaltitý

5. Výskyt komplexních sloučenin

Komplexní sloučeniny se připravují převážně uměle, avšak můžeme je nalézt i zcela volně v přírodě. Krystalohydráty (hydratované soli), např. modrá skalice $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ jsou ve skutečnosti komplexy – u zmíněného pentahydrátu síranu měďnatého je centrálním atomem kation měďnatý, funkci ligandu mají molekuly vody a síranový anion je cizorodý. Jeho skutečný název je síran pentaquaměďnatý a vzorec pak $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_5]\text{SO}_4$.



"Ve zkumavce si připravíme 10 % vodný roztok síranu měďnatého (modré skalice) a pomocí pipety k němu přidáme několik kapek čpavkové vody. Pozorujeme, že roztok ztmaví. Příčinou tohoto jevu je skutečnost, že molekuly amoniaku se k atomu mědi vážou silněji než molekuly vody. Vzniklým komplexem je síran tetraamminměďnatý $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$."

Mezi přírodní komplexní sloučeniny řadíme například **chlorofyl** (zelené rostlinné barvivo) či **hemoglobin** (červené krevní barvivo).

6. Příklady komplexních sloučenin

Široká škála různých oborů využije komplexní sloučeniny. Aplikují se při výrobě plastů, barviv anebo se užívají v analytické či jaderné chemii. S využitím komplexů lze znehodnotit jedovaté kyanidy či připravit třaskaviny (např. acetylid stříbrný Ag_2C_2).



"Do vodného 10 % roztoku kyanidu draselného KCN přidáme několik kapek síranu železnatého FeSO_4 . Vzniká žlutý hexakyanidoželeznatan draselný $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Po dvou minutách přidáme k připravenému roztoku kapku koncentrované

kyseliny chlorovodíkové. Pozorujeme vylučování berlínské modři, což je triviální název pro hexakyanidoželeznatan železitý $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$. Tímto způsobem jsme znehodnotili prudce jedovatý kyanid."

Dusičnan diamminstříbrný $[Ag(NH_3)_2]NO_3$ je amoniakální roztok dusičnanu stříbrného využívající se při přípravě třaskavého acetylidu stříbrného Ag_2C_2 zaváděním ethynu (acetyleny) do něj.



Hexakyanidoželeznatan draselný $K_4[Fe(CN)_6]$ triviálně žlutá krevní sůl, se připravuje reakcí kyanidu draselného s železnatou solí. Dobře se rozpouští ve vodě, s železitými solemi poskytuje berlínskou modř. Přívisko „krevní“ získal historicky, neboť se původně připravoval tavením uhličitanu draselného K_2CO_3 s krví (jednalo se o reakci s v ní obsaženými dusíkatými látkami).



Hexakyanidoželezitan draselný $K_3[Fe(CN)_6]$ triviálně červená krevní sůl, je dobře rozpustný ve vodě. Jeho vodný roztok mírně světlkuje (pistáciově). S chlorečnanem draselným ho lze aplikovat při přípravě zápalné šňůry. Jeho reakcí s železnatými solemi vzniká Turnbullova modř (hexakyanidoželezitan železnatý $Fe_3[Fe(CN)_6]_2$).

Hydroxid tetraamminměďnatý $[Cu(NH_3)_4](OH)_2$ triviálně činidlo Schweizerovo, je dobrým rozpouštědlem celulosy, což umožňuje jeho využití při výrobě hedvábí.