

Komplex vegyületek

Központi atom + ligandumok,

Kovalens kötés - datív (koordinatív kötés)

Központi atom, ion

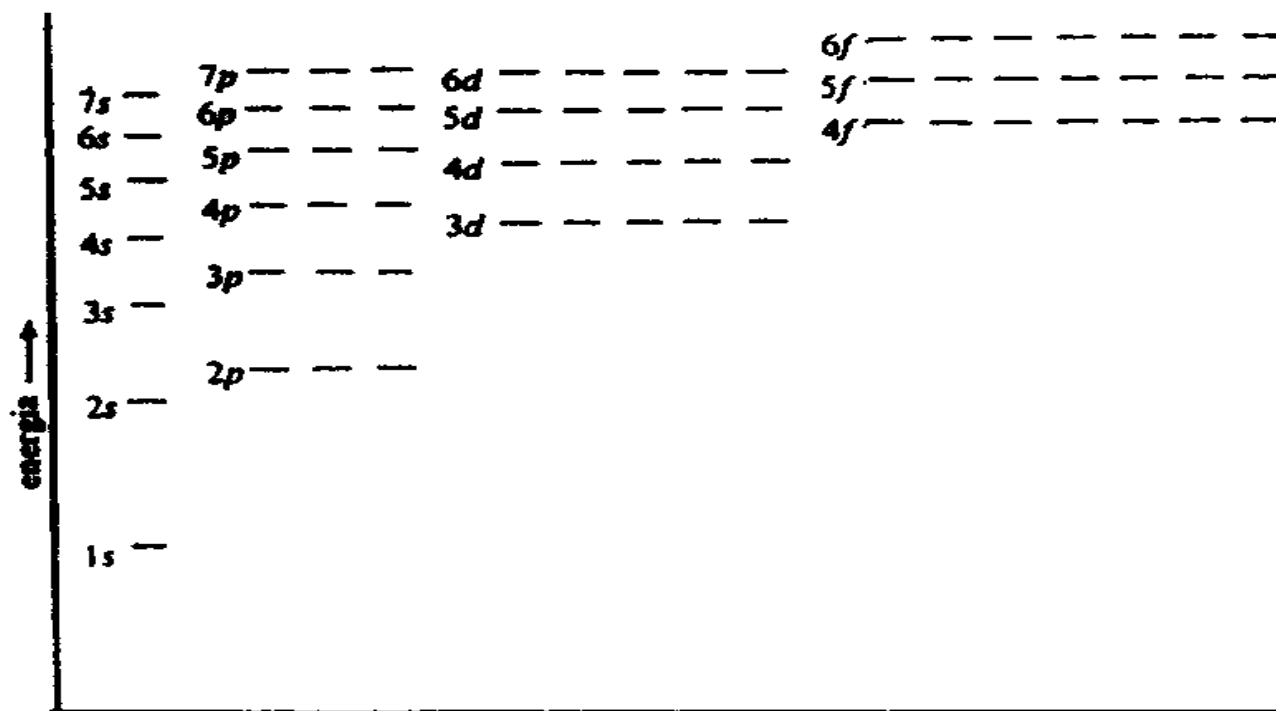
- Elektronhiányos atom vagy ion
- Szabad elektronpályák
- Relatív nagy magtöltés
- Elsősorban fémes vegyületek
- Főleg D-mező elemei (átmeneti fémek)
s elektronok „alá” beépülő,
az előző héjhoz tartozó d pályák feltöltődése

Az atomok elektronhéjának felépítése

Külső elektronhéj elektronszerkezete dönti el a kémiai kötések számát és módját → **vegyértékhéj**

Nemesgáz-konfiguráció: $1s^2$ ill. ns^2p^6 a legstabilabb elektronszerkezet, melynek elérése után új héj kezd feltöltődni, tehát az elektronhéjak kiépülése periodikus.

Figyelem! $n = 3$ -tól a d pályák, $n = 4$ -től az f pályák energiaszint értékei magasabbak az utánuk következő s ill. p-pályáknál





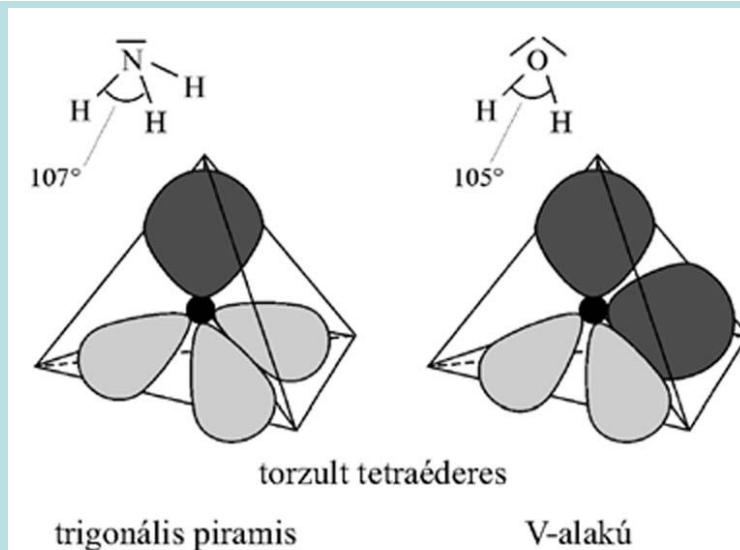
Csoport	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Ia	IIa	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIIIb			lb	IIb	IIIa	IVa	Va	VIa	VIIa	VIIIa
Periódus	Az elemek periódusos rendszere																	
1	1 H																2 He	
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac	104 Unq	105 Unp	106 Unh	107 Uns	108 Uno	109 Une									
Lantanidák			58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu		
Actinidák			90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr		

- Fémek
- Félfémek
- Nemfémek
- Nemesgázok
- Átmeneti fémek
- f elemek

Ligandumok

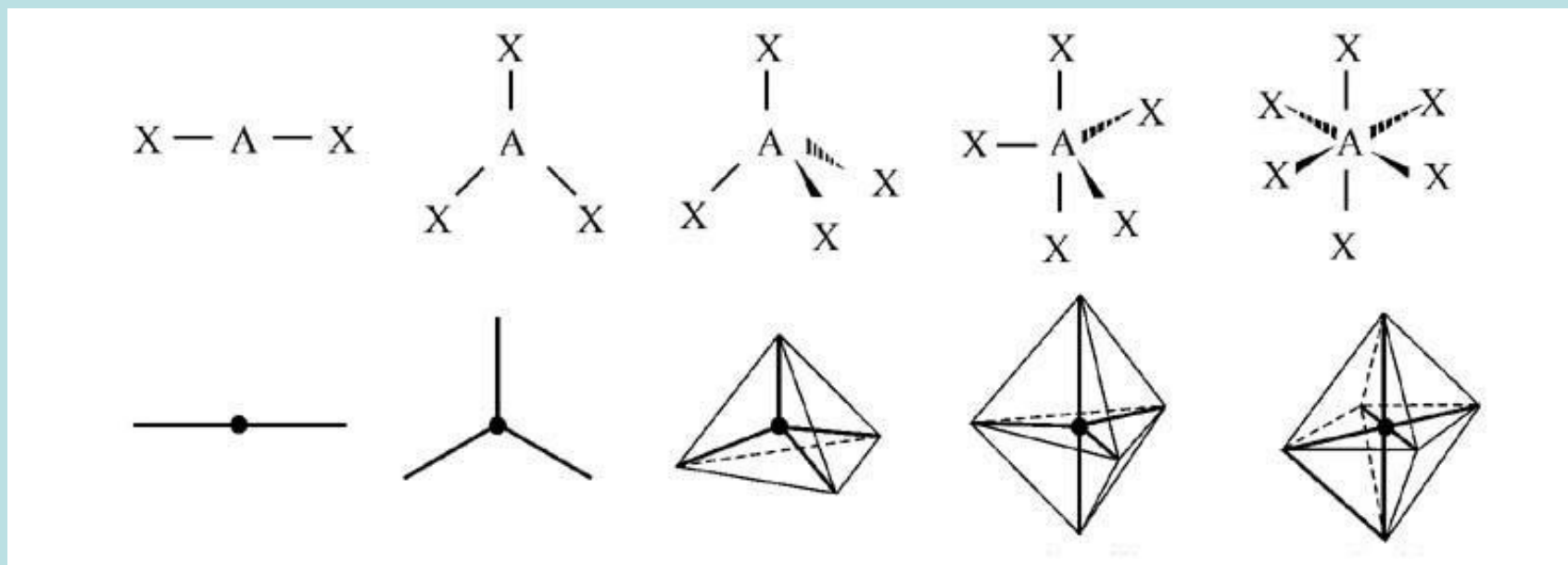
- Szabad elektronpár

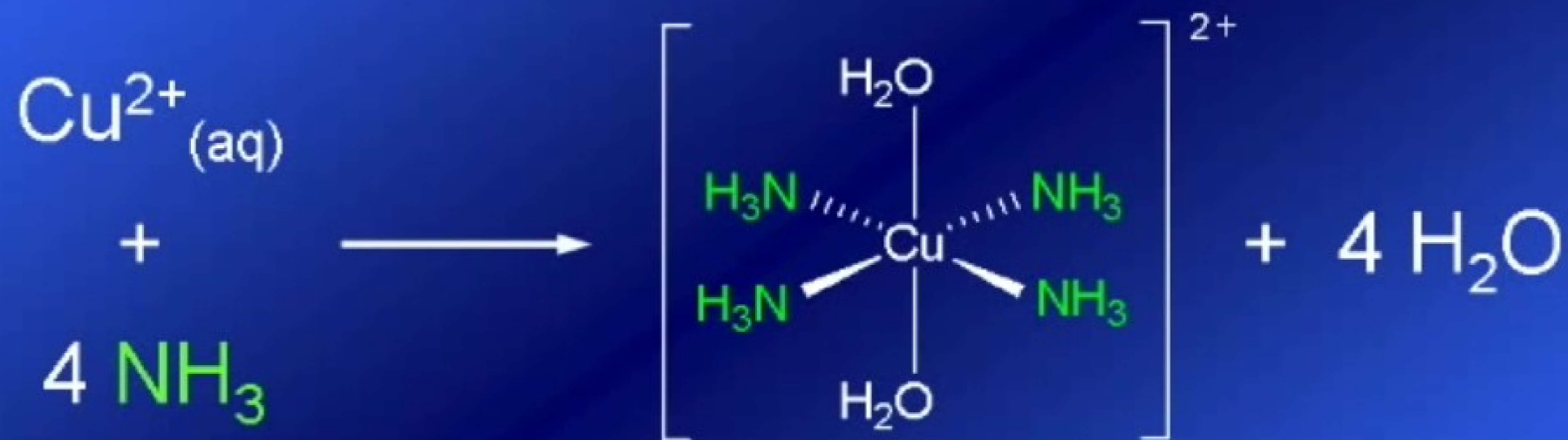
pl.: NH_3 , H_2O , OH^- , CO , CN^- , F^-



Komplexek térszerkezete

(A: központi atom, X: ligandum)





Solutions of **five ligands** are poured in glasses,
and Cu^{2+} solution is added



(en)

Etilén-diamin



(EDTA)

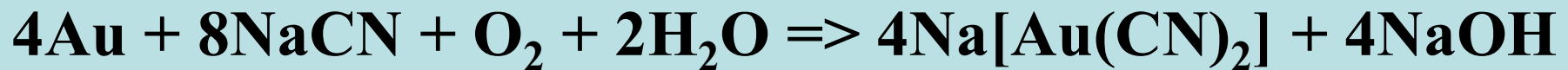
Etilén-diamin-tetra-ecetsav

HCl

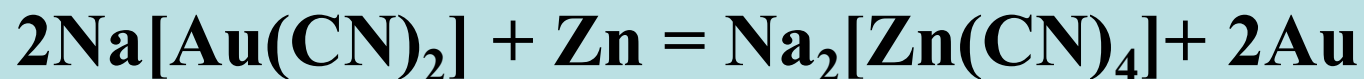
HBr

Bányászat környezetszennyezése

Aranytartalmú kőzetekből leggyakrabban ciánlúgozással nyerik az aranyat. Az aranyszemcséket levegő jelenlétében híg nátrium-cianid-oldattal oldják ki,



Az így nyert oldatból az aranyat cinkkel vagy elektrolízissel választják ki.



A korábbi technológiában higanyt használtak.

Ez még veszélyesebb volt

Egy aranygyűrű elkészítése  20 tonna bányahulladék

Cianid komplexek veszélyessége

- **Toxicitás**

nehézfém oldatba vitel, enzimekből fémionok elvonása

De, ha a cianid stabil komplexben van!

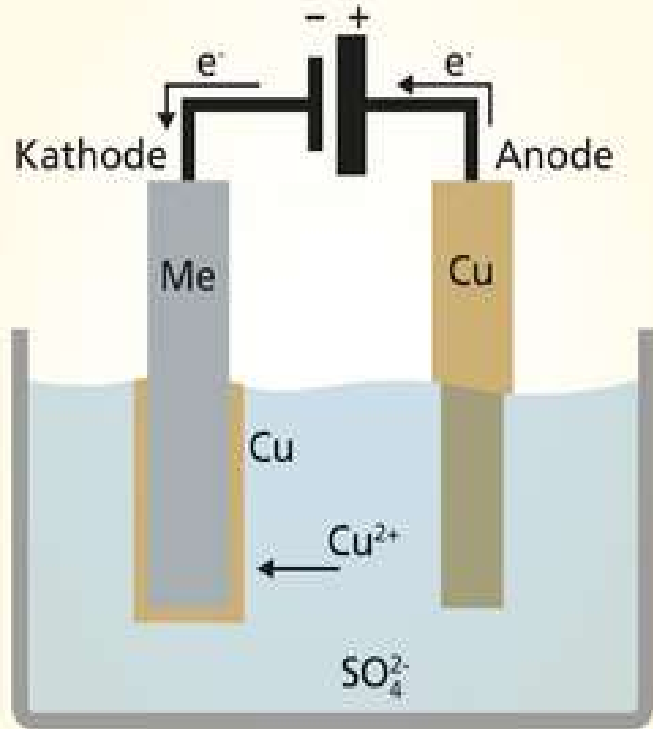
Kálium-ferrocianid (Sárgavérlúgsó) $K_4(Fe(CN)_6)$

Elsősorban a bor derítésére (kékderítés) alkalmazzák, a szőlő permetezésére használt gombaölő rézvegyületeket távolítják el. **E536**

Berlini kék: oldhatatlan vas-cian komplex vegyület
(ferro-ferri-cianát), $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$

Galvanizálás

Cianid komplexek, kisebb fémion-koncentráció -
- egyenletesebb bevonat



CuCN, **CuSO₄**

NiSO₄, **Ni(NH₄)₂(SO₄)₂**, **NiCl₂**

CrO₃, **Cr₂(SO₄)₃**

ZnSO₄, **Zn(CN)₂**

Sárgaréz bevonathoz: **CuCN** + **Zn(CN)₂**

SnSO₄, **Na₂SnO₃**, **SnCl₂**

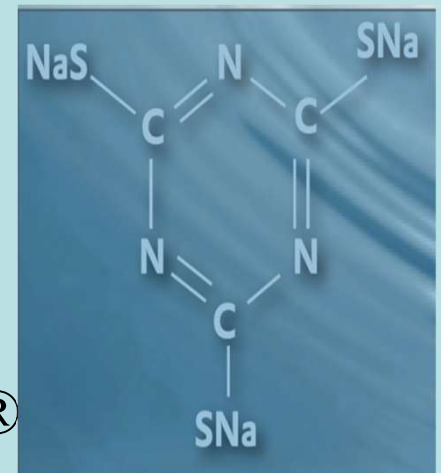
AgCN

KAu(CN)₂

Környezeti probléma: toxikus nehézfém oldhatóság

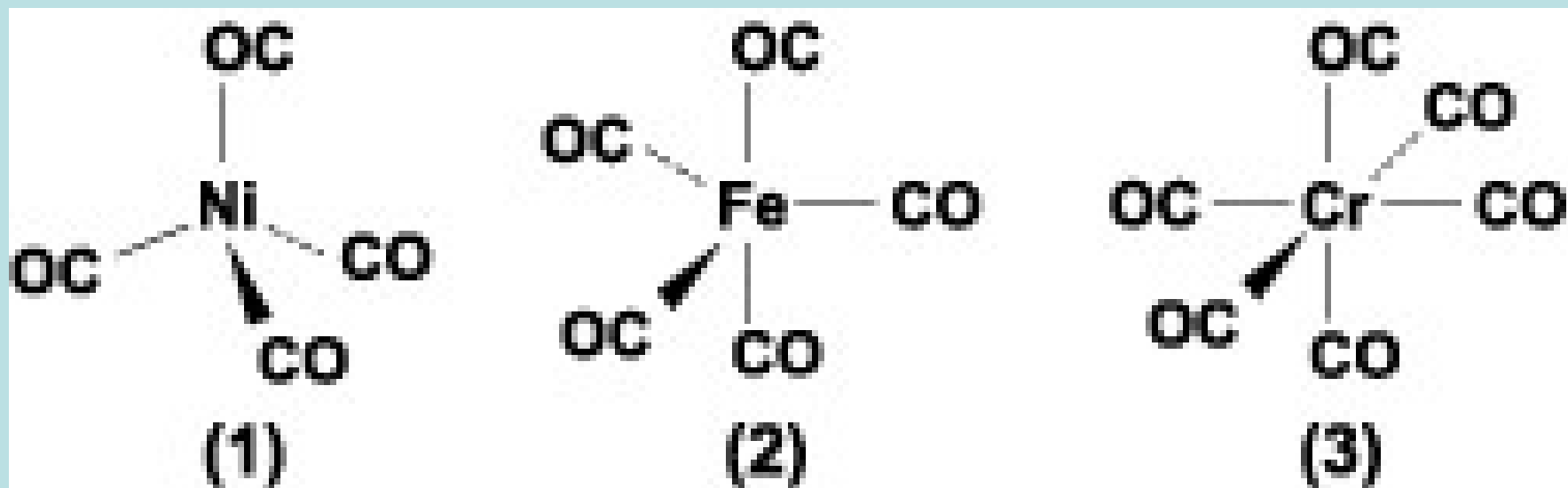
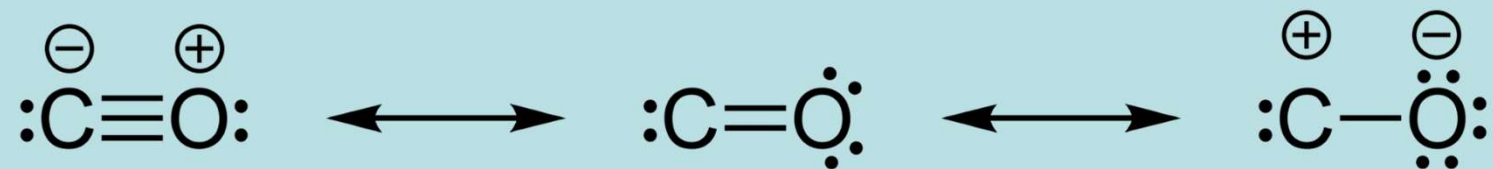
toxikus komplexképző

Ipari szennyvíztisztítás: Oxidáció, lúgosítás, erős csapadékképző **komplex**: Trimercapto-s-triazin tmt 15®

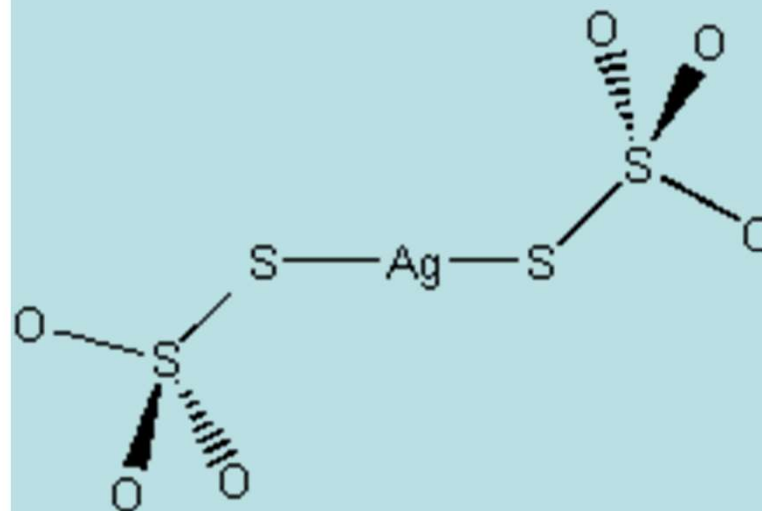
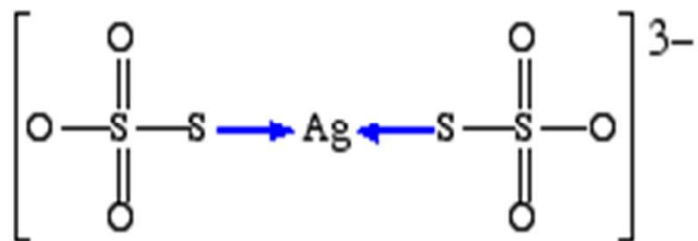
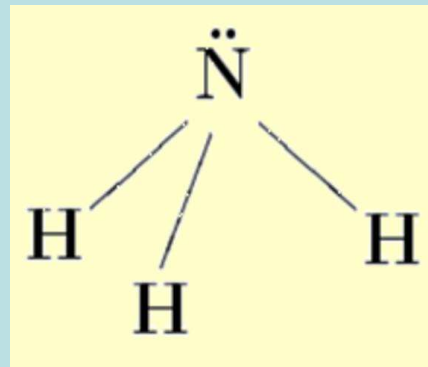
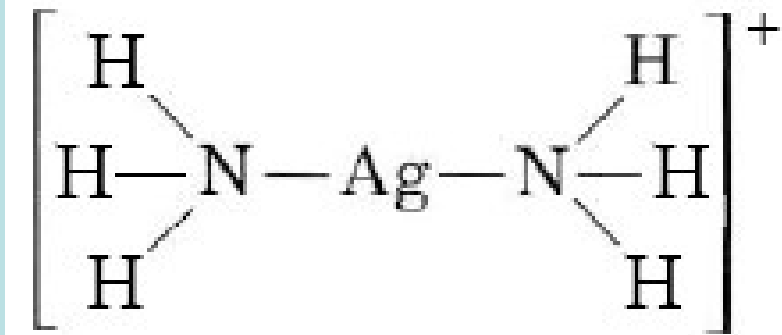


Szénmonoxid mérgezés:

Karbonilok

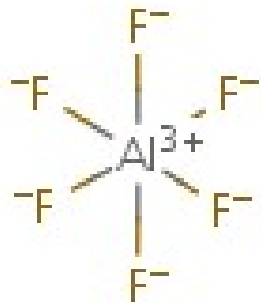


Ezüstkomplexek



Fényképezés - kémiai előhívás - Tioszulfát – fixírsó
AgBr eltávolítás

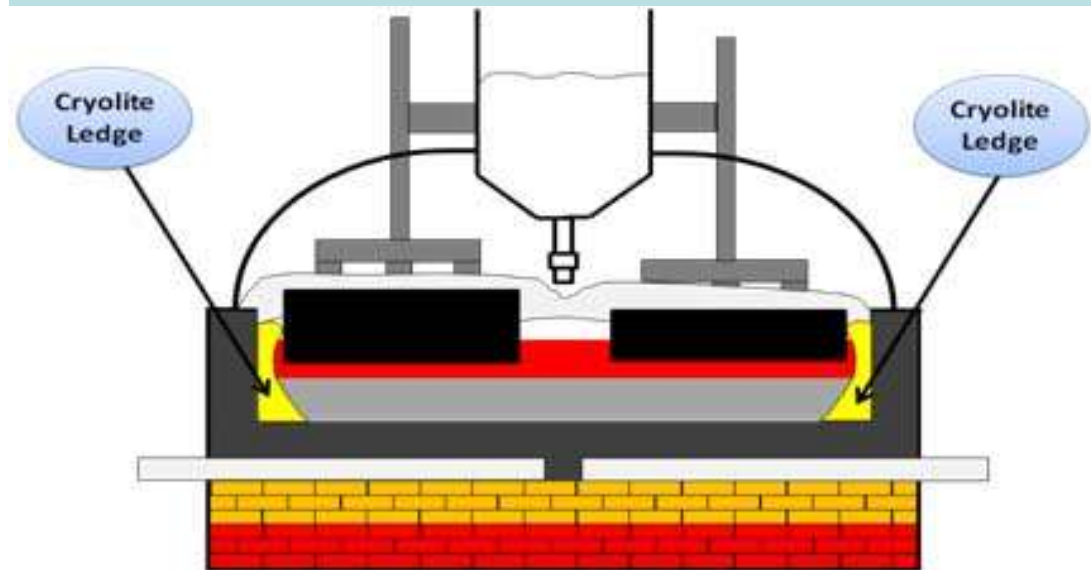
Kriolit, aluminium elektrolízis



Na⁺

Na⁺

Na⁺



olvadáspont 1012 C-fok



olvadáspont 2054 C-fok

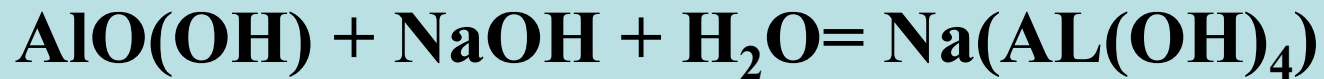
Olvadt kriolitban oldva 1000 C-fok

Tímföldgyártás

Bauxit szárítása

Bauxit őrlése

Bauxit feltárása



Ülepítés, szűrés üledék – **vörösiszap** (Fe, Ti)

Az oldatban maradó Na-aluminát elbontása

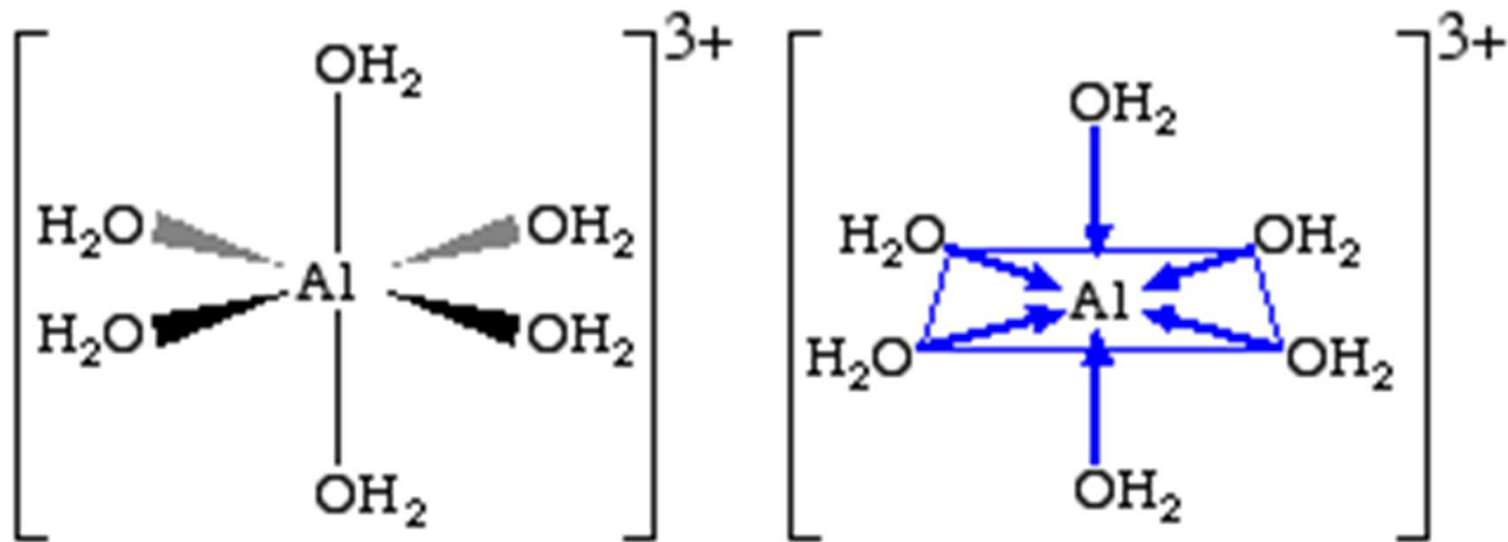


Szűrés, az NaOH visszaforgatása

Kalcinálás - **Timföld**



Talajsavanyodás

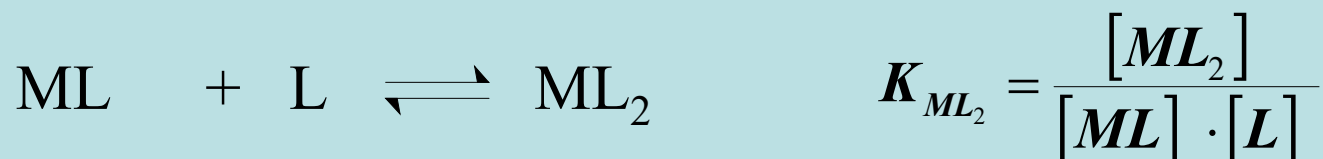


Talajsavanyodás



KOMPLEXKÉPZŐDÉSI EGYENSÚLYOK

Lépcsőzetes komplexképződési egyensúlyok



...

...



Lépcsőzetes stabilitási állandók (K_i):

$$K_1 = K_{ML}; K_2 = K_{ML_2}; \dots; K_N = K_{ML_N}$$

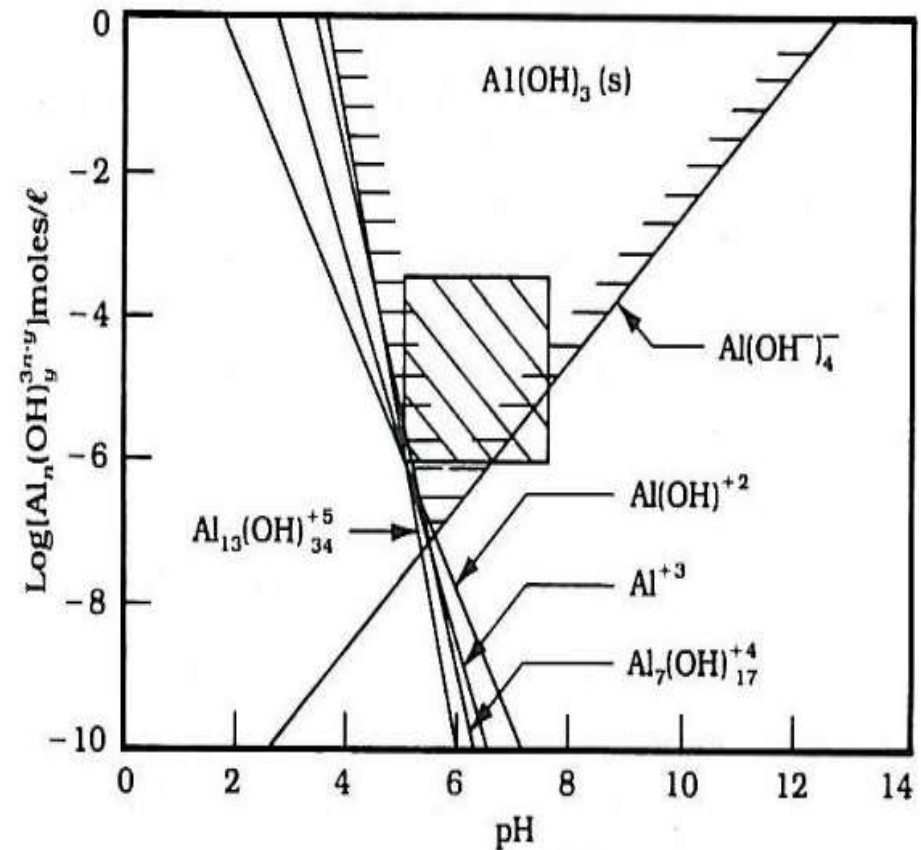
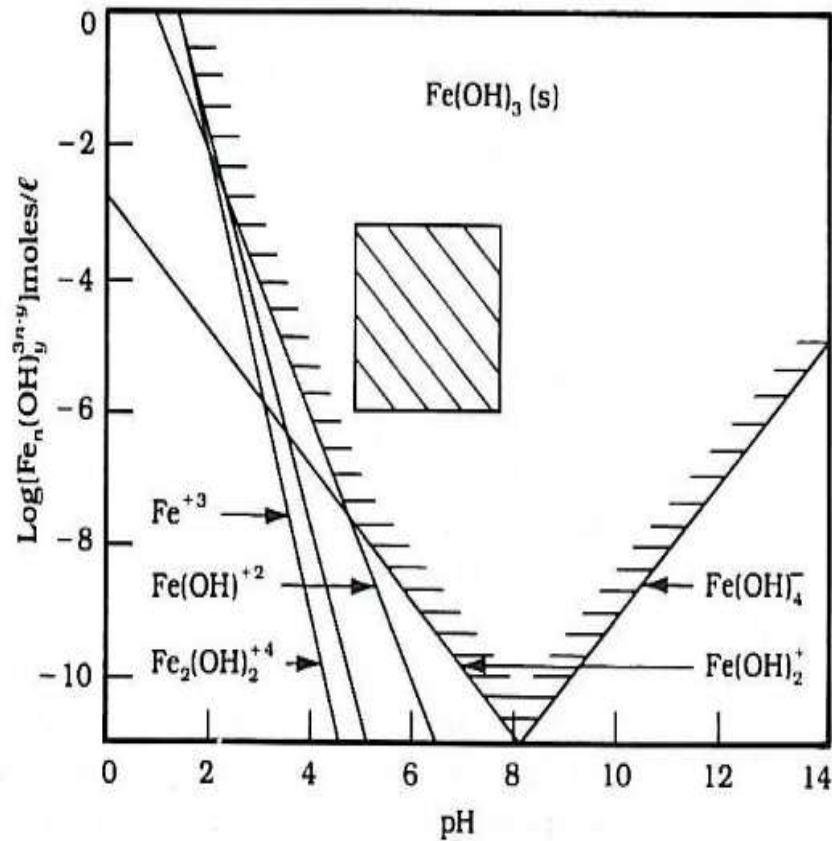
Az egymást követő lépcsőket jellemző asszociációs állandók egyre kisebbek:

$$K_1 > K_2 > \dots > K_N$$

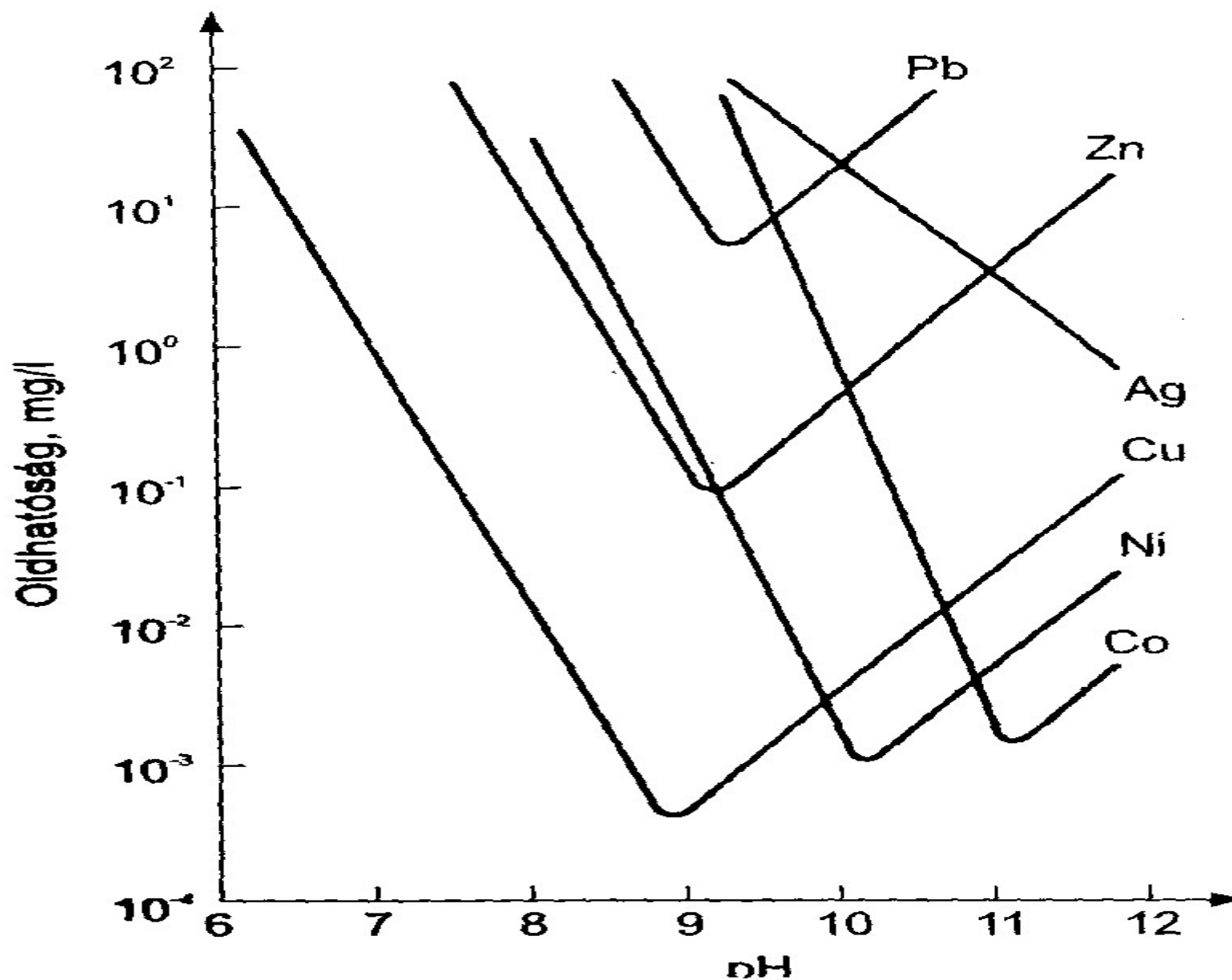
Hasonlóság a többértékű bázisok lépcsőzetes protonálódási folyamataihoz: protonkomplexek. (Összevetés savak lépcsőzetes disszociációjával.)

Fémhidroxidok oldhatósága

Komplexbildözés befolyása



- Vas-hidroxid és alumínium-hidroxid oldhatósága a pH függvényében (Reynolds és Richards 1996)



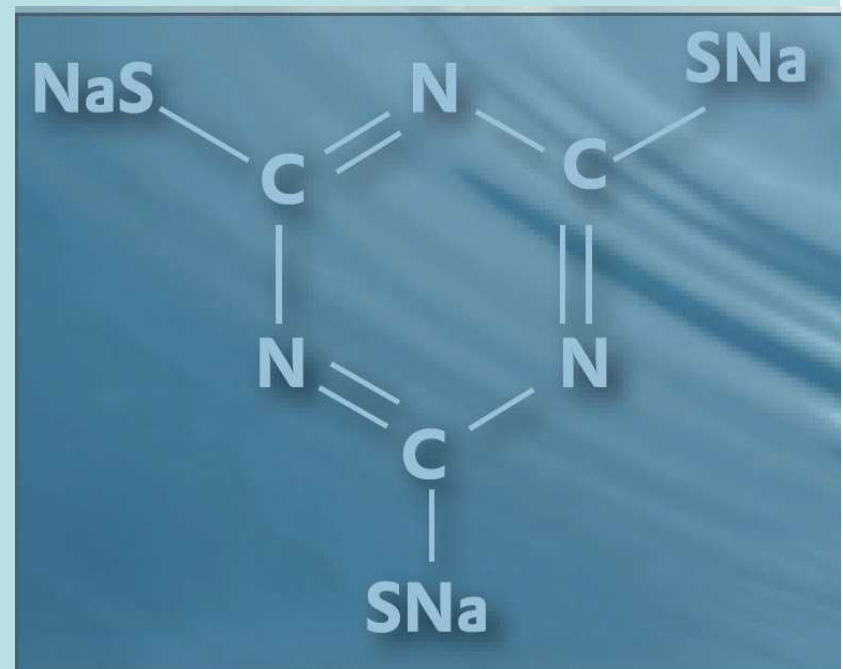
5.51. ábra. Néhány nehézfém-hidroxid oldhatósága a pH-értéke függvényében

Komplex szennyezők kicsapatása

- Lúgos bontás – hidroxo komplex
- Komplexképződési egyensúly
 - szabad komplexképző eltávolítása (másik fázis, oxidáció)
 - erősebb csapadékképző komplex

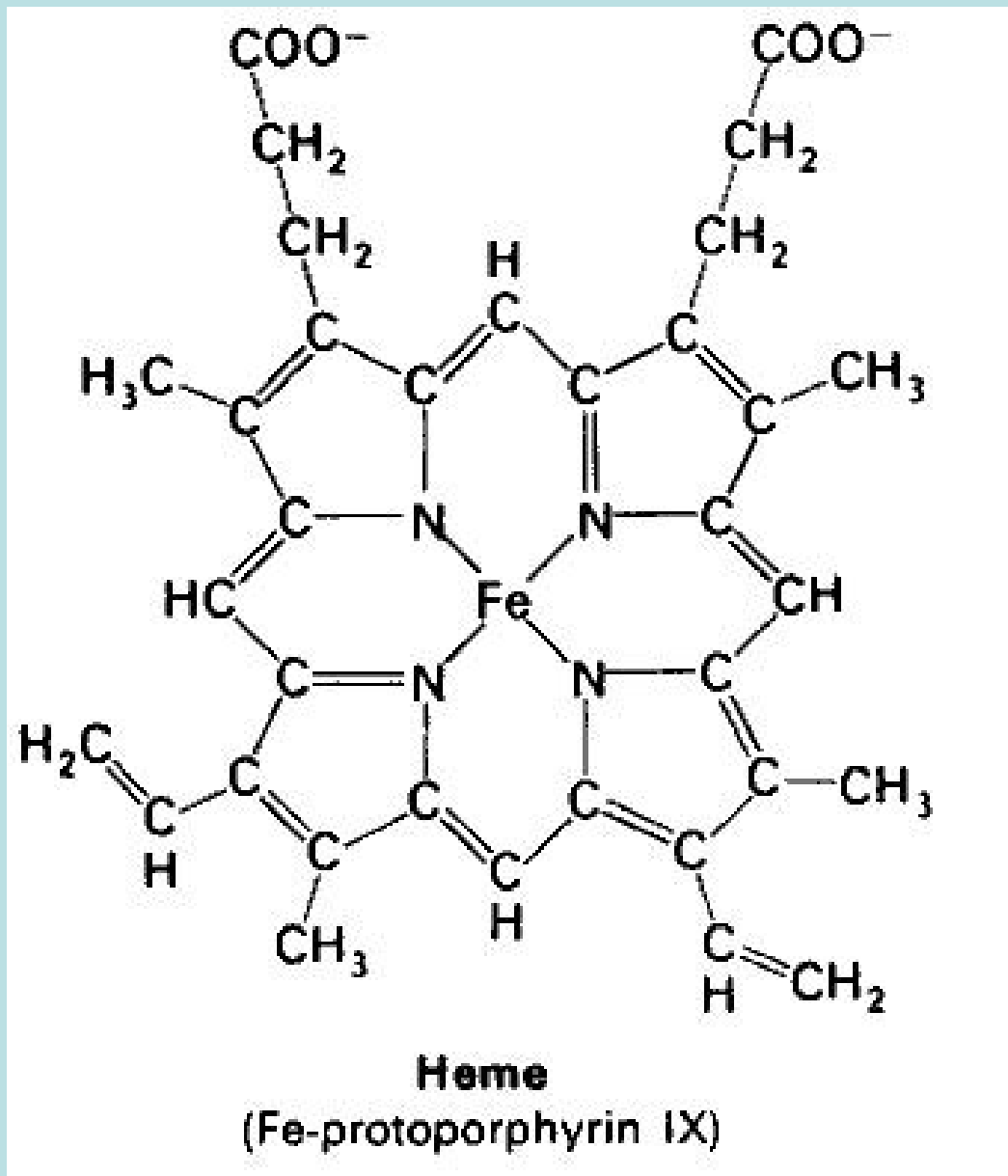
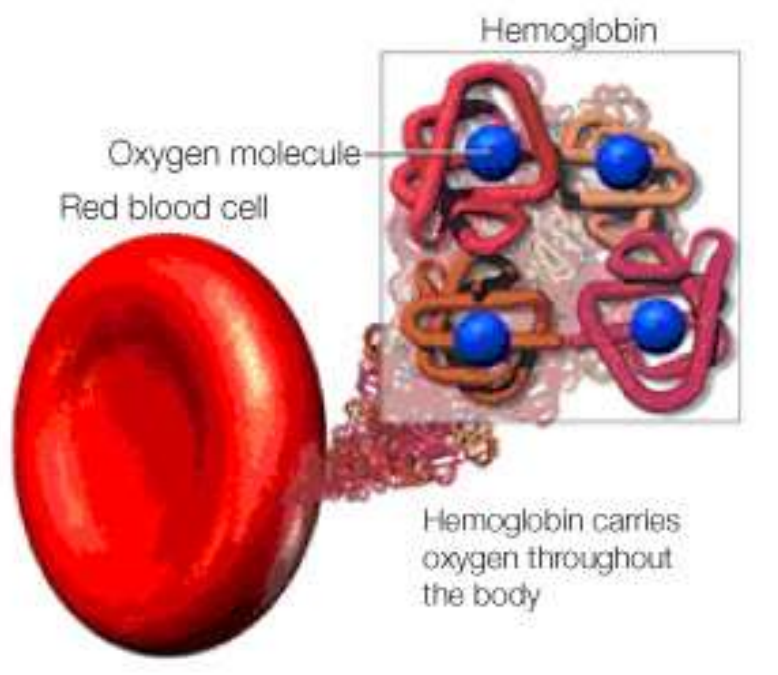
Trimercapto-s-triazin

tmt 15® szennyvizekben oldott, komplex kötésű, egy- és kétértékű nehézfémek (pl. ólom, kadmium, réz, nikkel, higany, ezüst) kicsapására, mivel ezeket komplexképző anyagok jelenlétében nem lehet hidroxidok formájában kicsapni.



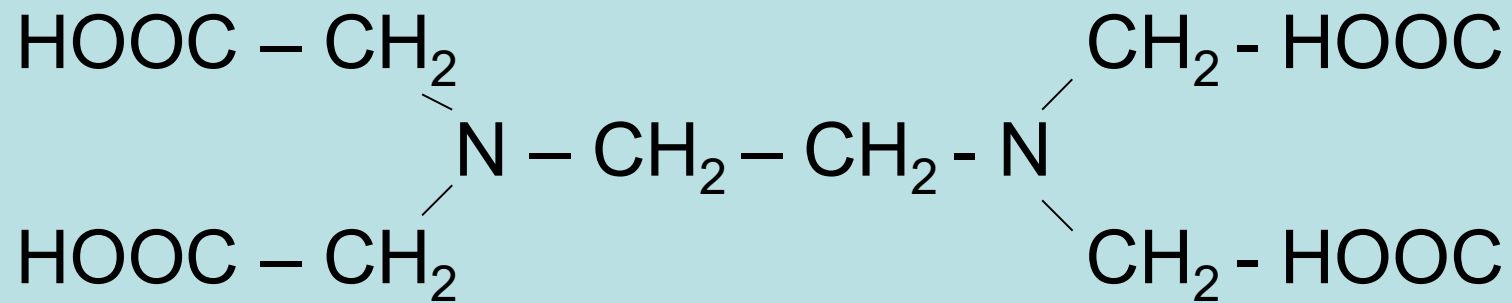
Kelátok

- Hem(oglobin)



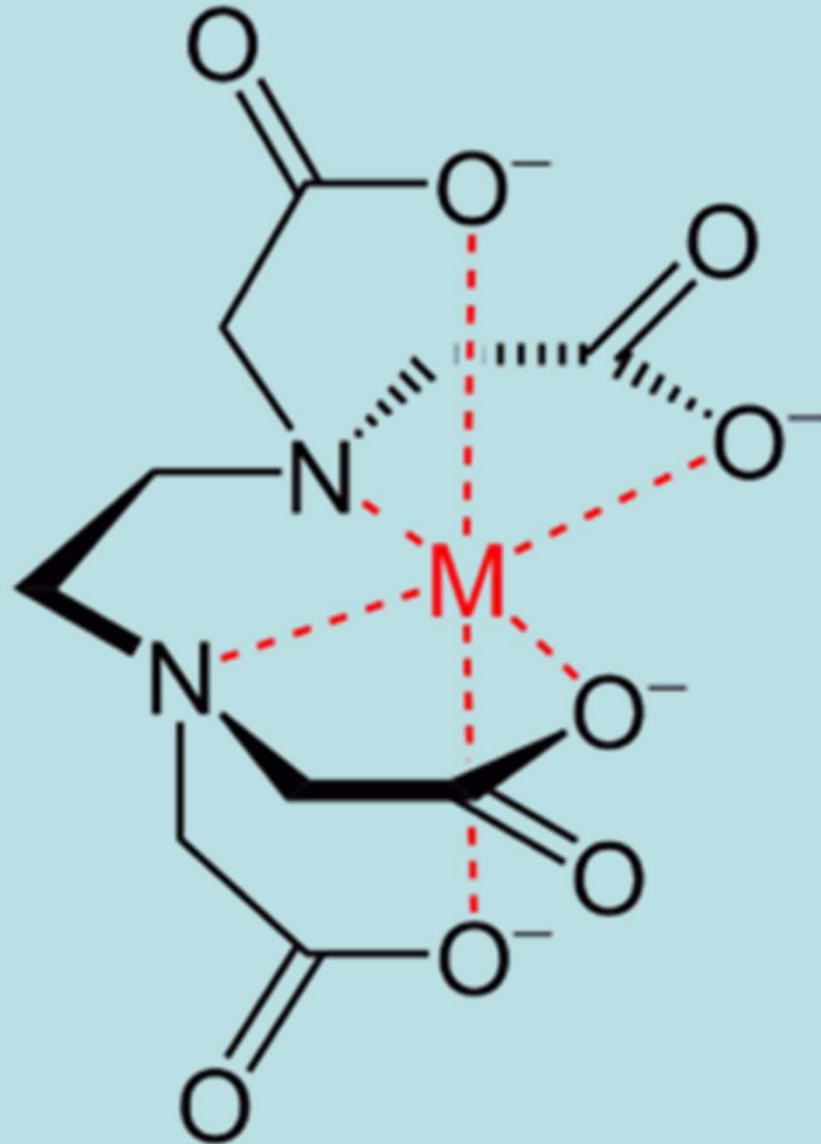
Vízlágyítás, Calgon

EDTA szerkezeti képlete:



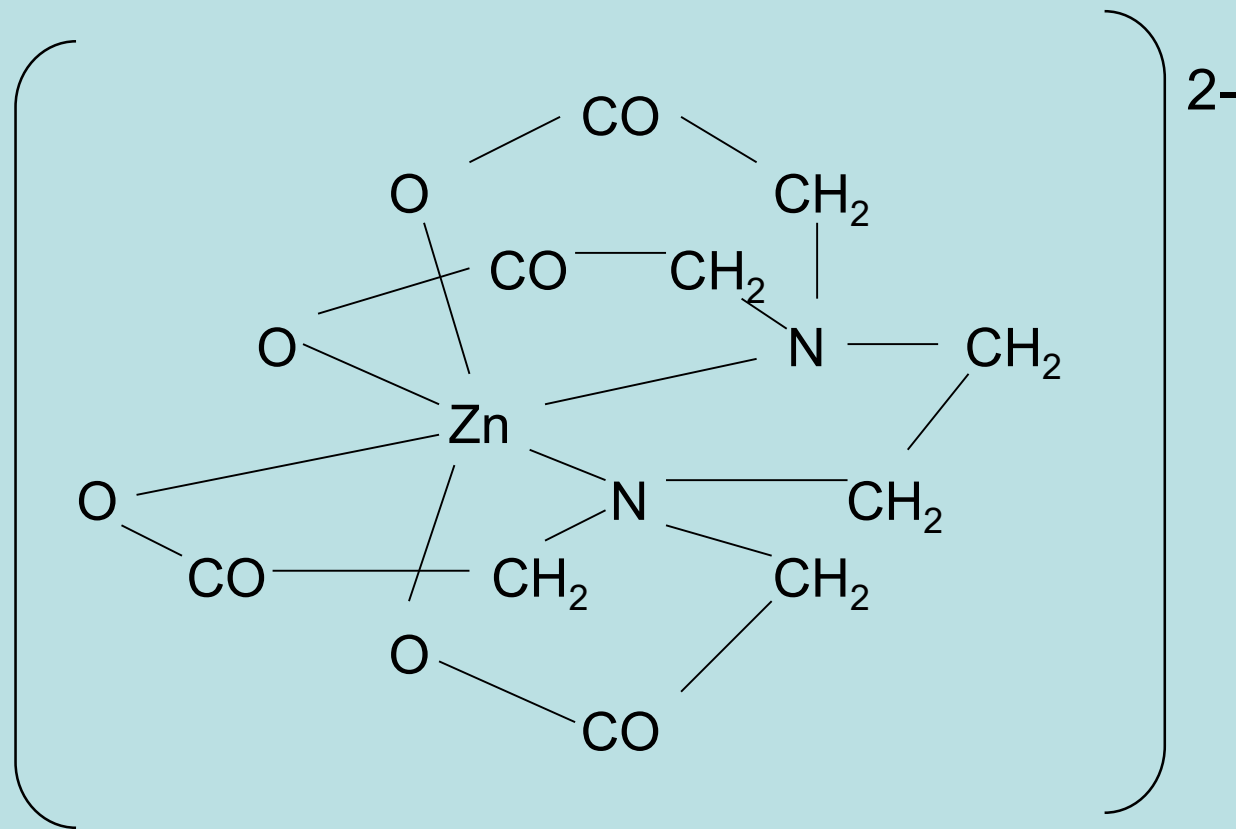
Kelátok

- EDTA



MIKROELEM TRÁGYÁK

Cink komplex:



A komplexek fajtái

A komplex vegyületek egyik osztályozási módja elektromos töltésük alapján történik.

A komplexek töltését a ligandumok és a központi fémion töltésének algebrai összege adja meg.

A komplex töltése egyenlő a külső szféra ionjainak töltésével, ellentétes előjellel. Ennek megfelelően léteznek:

- **Kationkomplexek** (pozitív töltésűek) pl: $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]^{4+}$,
 $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$
- **Anionkomplexek** (negatív töltésűek) pl: $[\text{PtCl}_6]^{2-}$,
 $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$
- **Semleges komplexek** (nincs töltésük) pl: $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_4]$,
 $[\text{CrCl}_3(\text{H}_2\text{O})_3]$
- **Kation-anionkomplexek** (komplex kationnak komplex anionnal alkotott vegyületei) pl: $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6][\text{Co}(\text{CN})_6]$

Komplex vegyületek elnevezése

kationos komplexek: pl. $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ - diamin-ezüst(I)-ion

$[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ - hexakva-réz(II)-ion

koord. szám
(görögül)

ligandum neve
(görögül)

fémion neve
(magyarul)

fémion töltése
(magyarul)

anionos komplexek: pl. $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-$ - diciano-argentát(I)-ion

$[\text{HgI}_4]^{2-}$ - tetrajodo-merkurát(II)-ion

$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$ - hexaciano-ferrát(III)-ion

koord. szám
(görögül)

ligandum neve
(magyarul) + “o” képző

fémion neve
(görögül) + “át” képző

fémion töltése
(magyarul)