

A Tisza tragédiája

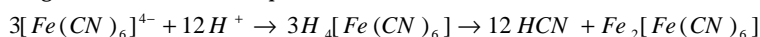
II. rész

Az oldott cianid ion tartalom megszüntetésének lehetőségei

	Az eljárás	Elonyei	Hátrányai
1)	rodanidképzés elemi kénnel $S + KCN \rightarrow KSCN$	A keletkező rodanid nem mérgező	A kén nem oldódik vízben, ezért csak szilárd anyagok olvadékában történik reakció, gyakorlatilag kivitelezhetetlen
2)	rodanidképzés vas (III) szulfiddal $Fe_2S_3 + KCN \rightarrow 2FeS + KSCN$	A keletkező rodanid nem mérgező	A S^{2-} ionok nem oldódnak vízben, technikailag kivitelezhetetlen
3)	klórozás $H_2O + Cl_2 \rightarrow HOCl + HCl$ $HOCl \rightarrow HCl + [O] \uparrow$ $KCN + HCl \rightarrow HNC \uparrow + KCl$	Olcsó és ipari méretekben is alkalmazható	A hipoklorit és a keletkező naszcensz oxigén károsak a környezetre
4)	hidrogén peroxid $H_2O_2 + CN^- \rightarrow CNO^- + 2H_2O$	Gyors és melléktermékek nélkül megy végbe	A hidrogén-peroxid környezetszennyező
5)	ciánsavvá alakítás levegőztetéssel $+CO_2 \quad CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3$ $H_2CO_3 + 2KCN \rightarrow 2HCN + K_2CO_3$ $+O_2 \quad 2HCN + O_2 \rightarrow 2HOCN$	Olcsó, környezetkímélő anyagokat használ, öngerjesztő folyamat	Az oxigénben dús levegő befúvatása, turbinákkal való keverése technikailag nehezen kivitelezhető
6)	mérgezett talajok cianid tartalmának megkötése: fehér, rothadást okozó gombákkal	Természetes folyamat	A folyóvízben lévő cianid megkötésére nem alkalmas
7)	hígítás	Csökkenti a cianid koncentrációt; gyors, olcsó, egyszerű; cianid iont a mederben tartja	Nagy vízigényű; nem nyújt teljes megoldást a problémára
8)	vas-szulfátos eljárás $FeSO_4 + 2KCN \rightarrow Fe(CN)_2 + K_2SO_4$ $Fe(CN)_2 + 4KCN \rightarrow [Fe(CN)_6]^{4-} + 4K^+$	A keletkezett komplex oldhatatlan, tehát nem mérgező	Élővízben még nem tesztelték

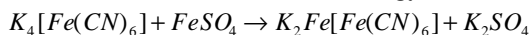
A hexacianoferrát komplex-ion reakciói

1.) Megkötöti a H^+ ionokat, a pH nem csökken

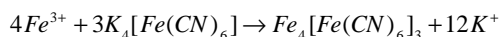
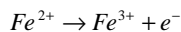


A $[Fe(CN)_6]^{4-}$ magas hőmérsékleten bomlik fel.

2.) Reagál a Fe(II)-, illetve Fe(III)- oldható vegyületeivel.



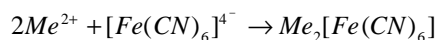
A keletkezett csapadék híg savakban nem oldódik és oxidáció hatására Berlini kék csapadékká alakul, mert:



Berlini kék

A csapadékot csak a tömény savak oldják.

3.) Reagál a nehézfém-ionokkal (cink, réz, kadmium, nikkel)



Az oldhatatlan csapadék formájában megkötött nehézfém-ion koncentráció csökken a vízben.

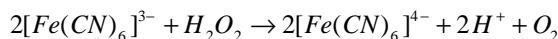


oldhatatlan csapadék

5.) Reakció H_2O_2 -dal

Ezt a reakciót vízben oldott hexacianoferrát kimutatására alkalmazzák:

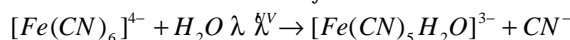
pH=7 felett redukálódik



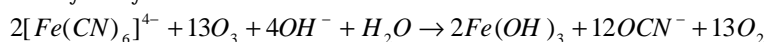
pH=3 alatt oxidálódik



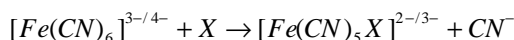
6.) Elbomlik szobahőmérsékleten UV-fény hatására:



– UV-fény hiányában csak erős oxidálószer hatására bomlik el



– ligandumcserével



Vegyület	Hexacianoferrát komplexek oldhatósága vízben (a víz nélküli só tömegszázalékában)		
	20°C	50°C	80°C
$Na_4[Fe(CN)_6]$	16	26	38
$K_4[Fe(CN)_6]$	22	32	40
$Ca_2[Fe(CN)_6]$	36	42	44
$K_3[Fe(CN)_6]$	31	39	45

Ténylegesen alkalmazható eljárások vészhelyzetben

Hígítási eljárás

Ezt a módszert alkalmazták a gyakorlatban a magyar vízügyi szakemberek, vagyis feltöltötték a víztározókat, s ezzel biztosították a szennyező anyagnak a folyó medrében való levezetését – így az nem károsította a partközeli élővilágot. A módszer valóban jelentős sikereket hozott, a kiskörei duzzasztóműnél 25%-kal csökkent a szennyezés mértéke. Sajnálatos módon azonban ez nem vetett gátat a vízi élet kipusztulásának a Tiszában. Ezért a jövőben olyan megoldást kell találnunk, amely ekkora mennyiségű cianid lekötésére is alkalmas, lehetőleg káros mellékhatások nélkül. Erre jelenleg a $FeSO_4$ adagolása tűnik a legalkalmasabbnak.

Vas-szulfátos eljárás

A CN vas-szulfáttal történő megkötése jól ismert kémiai folyamat. Az állításokkal ellentétben a módszer nem csak laboratóriumi körülmények között alkalmazható. A vas-szulfát az aranybányászati cianidhulladékok ártalmatlanítására a legrégebben használt anyag. Az eljárást gyakorlatban ma is felhasználják a Dél-Afrikai Köztársaságban az aranybányákból származó cianidos szennyvíz tisztítására, és az USA-ban szintén cianid megkötésére.

- A $\text{FeSO}_4 - \text{CN}^-$ reakcióban keletkező hexacianoferrát komplex;
- Vízben oldhatatlan, nem mérgező;
- Leülepszik a meder aljára, később kotrással eltávolítható.

Az élővízi alkalmazás során felmerülő problémák

- 1) Mekkora tömegű kristályos vas-szulfátra lett volna szükség?
- 2) Mi történik a feleslegben maradt FeSO_4 -tal?
- 3) Megkötö-e a vas-szulfát a vízben oldott oxigént?
- 4) Hogyan hat az UV sugárzás a hexacianoferrát komplexre?

1) A technikai kivitelezés lehetőségét az alábbi számítások támasztják alá:

- a gátszakadásból származó víz mennyisége: 100000 m^3 ;
- a használt szer összetétele: $1\text{-}2 \text{ g/dm}^3 \text{ NaCN}$;
- ha az elhasznált CN^- -t figyelmen kívül hagyjuk, akkor a kifolyt összes szennyvíz CN^- tartalma.

$$10^5 \text{ m}^3 \rightarrow 10^8 \text{ dm}^3$$

$$2 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3} \rightarrow 2 \cdot 10^8 \text{ g NaCN}$$

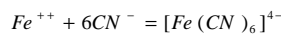
$$M_{\text{NaCN}} = 49 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$n_{\text{NaCN}} = \frac{2 \cdot 10^8 \text{ g}}{49 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,04166 \cdot 10^8 \text{ mol}$$

$$n_{\text{CN}^-} = 0,04166 \cdot 10^8 \text{ mol}$$



$$M_{\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 278 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$



$$n_{\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = \frac{0,04166 \cdot 10^8}{6} \text{ mol}$$

$$m = \frac{0,04166 \cdot 10^8}{6} \text{ mol} \cdot 278 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 1,93 \cdot 10^8 \text{ g}$$

$$= \underline{193 \text{ t}}$$

A szilárd, kristályos FeSO_4 tartálykocsikban szállítható, szállítás közben szárazon nem oxidálódik.

A szállításhoz 4 vasúti tartálykocsira van szükség. Ezt a mennyiséget Magyarországon a dunájvárosi vasgár melléktermékeként lehet beszerezni.

2) A képződő iszap mennyisége

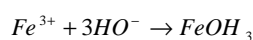
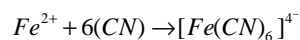
400t $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (100% felesleg)

$M = 278 \text{ g/mol}$

$n = 1,44 \cdot 10^6 \text{ mol}$

400 t \rightarrow 200 t komplex ($n = 0,72 \cdot 10^6 \text{ mol}$)

\rightarrow 200 t iszap ($n = 0,72 \cdot 10^6 \text{ mol}$)
/ vas(III)-hidroxid képzéssel /



$0,72 \cdot 10^6 \text{ mol}$ $0,72 \cdot 10^6 \text{ mol}$ $0,72 \cdot 10^6 \text{ mol}$ $0,72 \cdot 10^6 \text{ mol}$
 $M_{[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}} = 212 \text{ g/mol}$ $M_{\text{Fe}(\text{OH})_3} = 107 \text{ g/mol}$
 $m_{[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}} = \underline{152,64 \text{ t}}$ $m_{\text{Fe}(\text{OH})_3} = \underline{77,04 \text{ t}}$
 $\Sigma M_{\text{iszap}} = 152,64 + 77,04 = \underline{229,68 \text{ t}}$
 Ez a mennyiség nem okozott volna ökológiai katasztrófát.

3) A feleslegben maradó FeSO_4 oxigén megkötése

$m_{\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 200 \text{ t}$
 $n_{\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = m_{\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} / M_{\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 7,3 \cdot 10^5 \text{ mol}$
 $n_{\text{FeSO}_4} = n_{\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 7,3 \cdot 10^5 \text{ mol}$
 $4\text{Fe}^{2+} \rightarrow 4\text{Fe}^{3+} + 4e^-$
 $\text{O}_2 + 4e^- \rightarrow 2\text{O}_2$

$m_{\text{O}_2} = n_{\text{FeSO}_4} / 4 \cdot M_{\text{O}_2} = 5,82 \text{ t}$

a Szamos folyóban

0°C oxigéntartalma $5 \text{ ml} / 100 \text{ ml}$ □ oxigénkoncentráció: $c = 50 \text{ g/m}^3$

20°C oxigéntartalma $3 \text{ ml} / 100 \text{ ml}$

$V = m/c = 1,164 \cdot 10^5 \text{ m}^3$

Adatok a Szamos folyóról:

$h=1\text{m}$ $a=7\text{m}$ $V=h \cdot a \cdot s$ $s=16,63 \text{ km}$

(s a Szamos oxigénhiányos részének hossza);

A Szamos teljes hossza 50 km ;

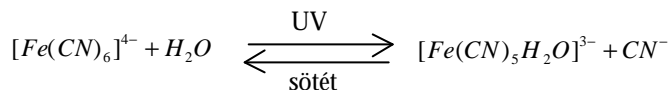
Átlagos oxigénszint a Szamosban;

$50 - 16,63 / 50 = 66,74 \%$.

Amint a víz eléri a Tiszát, az oxigénmennyiség az eredeti szintre növekedett volna a természetes hígulás miatt.

4) A hexacianoferrát fotokémiai bomlása

A bomlás mértéke több tényezőn múlik.



- A reakciót savas környezet katalizálná, ezért a folyóvíz $7,2 \text{ pH}$ -ja kedvezőtlenül befolyásolja;
- Kedvezetlen fényviszonyok (téli rövid nappalok, jegesedés);
- A bomláshoz szükséges UV-fény csak 5 cm mélységig hatol le;
- A fény csak kis mennyiségben fordítódik a bomlásra (1%);
- A nappal disszociáló cianid éjjel visszakötődik a komplexbe;
- Még maximális bomlás esetén is legfeljebb az eredeti cianid mennyiség $1/6$ rész szabadulna fel (lásd az egyenletet);
- A felszabaduló cianid jó része cianhidrogénné alakul, amely kilevegozik.

A bomlás mértéke tehát elhanyagolható.

Konklúzió

A több mint száz év óta alkalmazott cianidos technológia kiválóan alkalmas mind arany, mind ezüst kinyerésére. A kémiailag átgondolt és megvalósított eljárással több száz aranybánya működik a világon.

A baleset oka nem a kémiai eljárásban keresendo, hanem minden esetben az emberi mulasztással magyarázható, s nem volt ez másképp az AURUL S.A. bányavállalat esetében sem. Emberi felelőtlenség következménye a 2000. év fordulóján lezajló „cián” mérgezési katasztrófa, amely teljesen kiirtotta a Szamos élővilágát, a magyarországi Tisza-szakaszon elpusztította a vízi élet 80%-át, és a jugoszláv, bolgár és román szakaszokon is jelentős pusztítást végzett.

Az a tény, hogy a magyarországi vizek 90%-a a szomszédos országokból származik, valamint a februári katasztrófa, Magyarország védtelenségét mutatják a vízszennyezés ügyében. Véleményünk szerint a közeljövőben a Dunai Egyezmény mintájára létre kellene hozni egy Tiszai Egyezményt. Reményeink szerint egy ilyen egyezmény létrehozása után:

- 1) egy közös katasztrófa-elhárítási terv léphetne életbe;
- 2) a Tisza mentén élők és dolgozók felelősségteljesebbé válhatnának;
- 3) a jogi eljárás hasonló baleset után egyszerűbb és hatékonyabb lenne.

S ennek eredményeképp a Tisza egészséges és tiszta maradna az emberiség örömeire és gyönyörűségére.

Bakos Evelin, Hamar Mátyás, Lefter Zsuzsanna, Pazár Péter
Fazekas Mihály Fovárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Budapest

Objektumorientált paradigma

IV. rész

2. Polimorfizmus

(*kulcsszavak*: polimorfizmus, futás alatti kötés, konstruktorok, destruktorok, VMT, DMT, statikus, virtuális, dinamikus metódusok, override)

Az egybezártság és az öröklődés mellett a *polimorfizmus* az objektumorientáltság harmadik, és talán legszebb, legtermészetesebb tulajdonsága. A polimorfizmus (többalakúság, alakváltás) azt jelenti, hogy ugyanarra az üzenetre különböző objektumok különbözőképpen reagálhatnak, minden objektum a saját (az üzenetnek megfelelő) metódusával. A polimorfizmus négyféleképpen nyilvánulhat meg:

a) Operátorok felüldefiniálása (overloading)

Ez a típusú polimorfizmus az operátorokra vonatkozik. Hasznos és egyértelmu, hogy különböző adattípusokra ugyanazt vagy hasonló jellegu muveletet ugyanazzal az operátorral jelöljük. Például a + operátor összeadást jelent egész számok, valós számok esetén is. De ezek alaptípusok. Felvetodhet az a kérdés, hogy ha definiálni akarunk egy **Complex** osztályt, amely a komplex számokat és az ezekkel végezhető muveleteket ábrázolja, tartalmazza, az összeadást végző metódust miért ne nevezhetnénk át operátorrá, és legyen ennek is a jele a +. Másképp fogalmazva, miért ne bővítenénk ki a + operátor szerepkörét úgy, hogy metódus legyen és a komplex számokkal végzett össze-