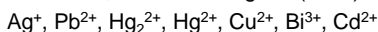


A kationok csoportosítási lehetőségei

Kationok osztályai:

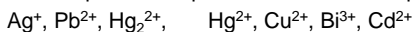
I. osztály: savas közegben szulfidionnal csapadékot képeznek, amelyek ammónium-szulfidban, ammónium-poliszulfidban, illetve erős lúgban (KOH) nem oldódnak:



I. A osztály

I. B osztály

HCl-val csapadékot képez HCl-val nem képez csapadékot

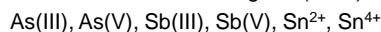


1

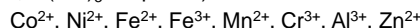
A kationok csoportosítási lehetőségei

Kationok osztályai:

II. osztály: savas közegben szulfidionnal csapadékot képeznek, amelyek ammónium-szulfidban, ammónium-poliszulfidban, illetve erős lúgban (KOH) oldódnak:



III. osztály: savas közegben nem képeznek szulfidionnal csapadékot, ammónium-szulfid hatására csapadékot adnak (MS, M(OH)₃ csapadék)

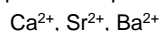


2

A kationok csoportosítási lehetőségei

Kationok osztályai:

IV. osztály: sem savas, sem lúgos közegben nem képeznek szulfidion hatására csapadékot, ammónium-karbonáttal csapadékot képeznek



V. osztály: sem szulfidionnal, sem ammónium-karbonáttal nem képeznek csapadékot



3

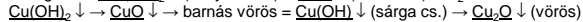
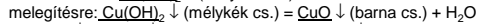
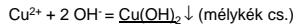
A kationok IA és IB osztálya, ill. az osztály reagensekkel képződő csapadékok színe

Cs.	Osztályreagens	Ion vagy részecske	Az oszt. reagenssel képződő csap. és azok színe
IA	Hideg reagens (2M) HCl	Ag ⁺ ; Pb ²⁺ ill. Hg ₂ ²⁺	AgCl, PbCl ₂ és a Hg ₂ Cl ₂ , fehér. Ezek az ionok szulfid-csapadékot is képeznek!!! Ag ₂ S és Hg ₂ S fekete PbS sötét barna)
IB	H ₂ S közel 0.3 M HCl közegben	(Pb ²⁺); Hg ²⁺ ; Bi ³⁺ (BiO ⁺); Cu ²⁺ ill. Cd ²⁺	PbS sötét barna HgS fekete (néha aranyárga) Bi ₂ S ₃ fekete CuS fekete CdS sárga

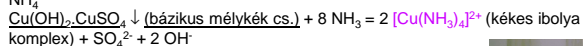
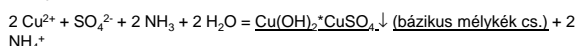
Cu²⁺

1. – az oldata savas, jellegzetes kék színű

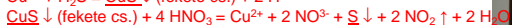
2.+ NaOH



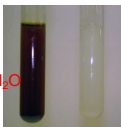
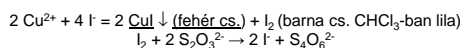
3 + NH₃·H₂O



4. + H₂S (vagy (NH₄)₂S)

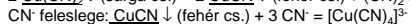
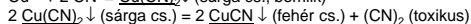
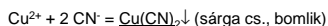


5. + NaI (redoxireakció)



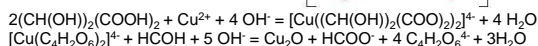
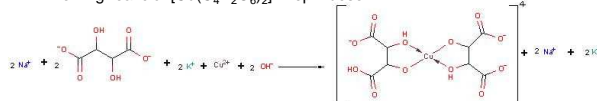
Cu²⁺

6. + KCN (kizárólag lúgos közegben!!!)

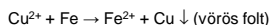


9. Kálium-hidrogén-tartarát + HCOH

Fehling reakció: [Cu(C₄H₂O₆)₂]⁴⁻ képződése.

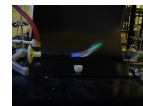


10. + Fe lemez



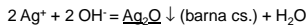
15. lángfestés

Ism. + cc. HCl zöldes lángfestés

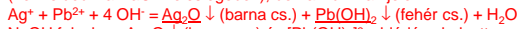


Ag⁺

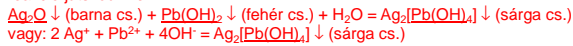
- az oldata savas, szintelen
- + NaOH



(nem oldódik a NaOH feleslegében), de ha Pb²⁺ van jelen:

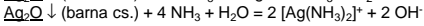
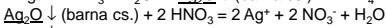
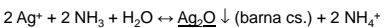


NaOH feleslege $\text{Ag}_2\text{O} \downarrow$ (barna cs.) és $[\text{Pb}(\text{OH})_4]^{2-}$ oldódása helyett az alábbi reakció játszódik le:

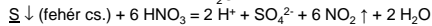
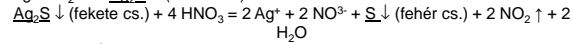
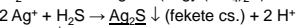


vagy: $2 \text{Ag}^+ + \text{Pb}^{2+} + 4 \text{OH}^- = \text{Ag}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4] \downarrow$ (sárga cs.)

- + NH₃×H₂O (a barna cs. csak Ag⁺-ionok feleslege mellett válik le)

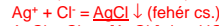


- H₂S savas közegben (vagy (NH₄)₂S)

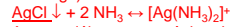


Ag⁺

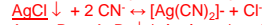
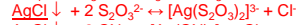
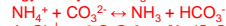
- + HCl (6. + KBr, 7. + NaI)



$\text{AgCl} + \text{Cl}^- \leftrightarrow [\text{AgCl}_2]^-$ (cc. HCl vagy a Cl⁻-ionok nagy feleslege)

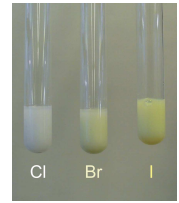


A csapadékot az ammónium-karbonát is oldja mert egyensúlyban NH₃ keletkezik.

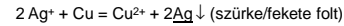


Ag⁺ + Br⁻ = $\text{AgBr} \downarrow$ (sárgás cs.) ami nehezen ol. NH₃ oldatban, de könnyen old. S₂O₃²⁻ és CN⁻.

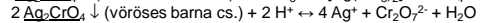
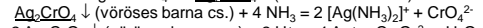
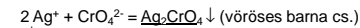
Ag⁺ + I⁻ = $\text{AgI} \downarrow$ (sárga cs.) ami nehezen ol. S₂O₃²⁻ oldatban, de könnyen old. CN⁻.



- + Cu lemez



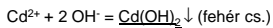
- + K₂CrO₄



Cd²⁺

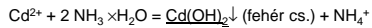
- az oldata savas, szintelen

- + NaOH

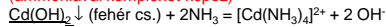


(nem amfoter így nem oldódik a NaOH feleslegében)

- + NH₃×H₂O



(ammóniával komplexet képez)

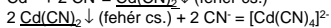
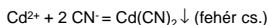


- + H₂S



(a csapadék csak enyhén savas oldatból válik le)

- 11.4. + KCN (kizárólag lúgos közegben!!!)



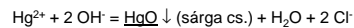
$[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-} + (\text{NH}_4)_2\text{S} = \text{CdS} \downarrow$ (sárga cs.) + 2 H⁺ + 2 HCN

de $[\text{Cu}(\text{CN})_4]^{2-} + \text{H}_2\text{S} =$ nincs reakció (még savas !!! közegben sem)

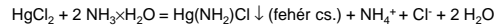
Hg²⁺

- az oldata erősen savas, szintelen

- + NaOH



- + NH₃×H₂O

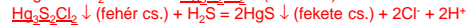
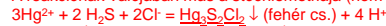


nitrátos közegben: $2 \text{Hg}^{2+} + \text{NO}_3^- + 4 \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{HgO} \times \text{Hg}(\text{NH}_2)\text{NO}_3 \downarrow$ (fehér cs.) + 3 NH₄⁺

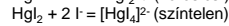
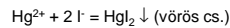
- + H₂S savas közegben



A reakciónak valójában más a stöchiometriája (nem tiosavanvannak!)

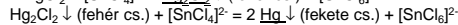
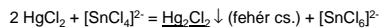


- + NaI

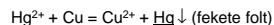


Hg²⁺

- + SnCl₂



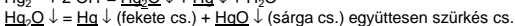
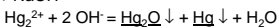
- + Cu lemez



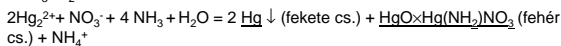
Hg₂²⁺

- az oldata erősen savas, szintelen (redoxikémia = diszproporció)

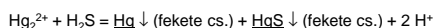
- + NaOH



- + NH₃×H₂O

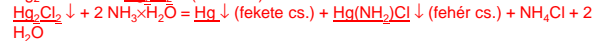
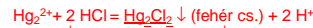


- + H₂S savas közegben

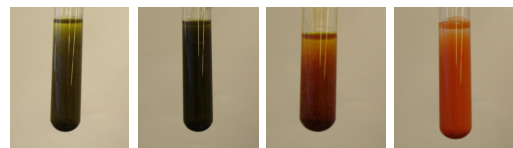
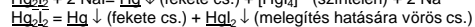
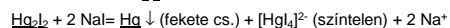
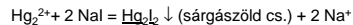


Hg₂²⁺

- + HCl



- + NaI



Pb²⁺

1. – az oldata savas, színtelen

2. + NaOH
 $Pb^{2+} + 2 OH^- = Pb(OH)_2 \downarrow$ (fehér cs.)

$Pb(OH)_2 + 2 OH^- = [Pb(OH)_4]^{2-}$
 (az 1A osztályból NaOH feleslegében csak a Pb²⁺-ionok oldódnak)

$[Pb(OH)_4]^{2-} + H_2O_2 = PbO_2 \downarrow$ (barna cs.) + 2 H₂O + 2 OH⁻

3. + NH₃×H₂O
 $Pb^{2+} + 2 NH_3 + 2 H_2O = Pb(OH)_2 \downarrow$ (fehér cs.) + 2 NH₄⁺
 (a reagens NH₃×H₂O feleslegében a csap nem oldódik)

4. + H₂S savas közegben
 $Pb^{2+} + H_2S = PbS \downarrow$ (fekete cs.) + 2 H⁺
 $3 PbS \downarrow + 2 NO_3^- + 8 H^+ = 3 Pb^{2+} + 2 NO + 3 S + 4 H_2O$

5. + HCl
 $Pb^{2+} + 2 HCl = PbCl_2 \downarrow$ (fehér cs.) + 2 H⁺ (a csap NaOH-ban ill. forró vízben oldódik)

Pb²⁺


$PbCl_2 \downarrow + 2 Cl^- = [PbCl_4]^{2-}$ (cc. HCl vagy telített KCl)

$PbCl_2 \downarrow + 2 NH_3 + 2 H_2O = Pb(OH)_2 \downarrow + 2 NH_4^+ + 2 Cl^-$
 (dekantálás + reagens NH₃×H₂O)

6. + NaI (Az aranyeső reakció)
 $Pb^{2+} + 2 I^- = PbI_2 \downarrow$ (sárga cs.)
 $PbI_2 \downarrow + szilárd\ 2\ NaI = [PbI_4]^{2-} + 2 Na^+$

7. + NaClO (NaOH + Cl₂)
 $Pb(OH)_2 \downarrow + 2 OH^- + Cl_2 = PbO_2 \downarrow$ (barna cs.) + 2 H₂O + 2 Cl⁻

8. + H₂SO₄ (reagens)
 $Pb^{2+} + SO_4^{2-} = PbSO_4 \downarrow$ (fehér cs.)
 $PbSO_4 \downarrow + 4 OH^- = [Pb(OH)_4]^{2-} + SO_4^{2-}$ (NaOH feleslegében old.)
 $PbSO_4 \downarrow + 2 C_4H_9O_2^- = [Pb(C_4H_9O_2)_2] + SO_4^{2-}$ (PbSO₄ + koncentrált ammónium-tartarát oldat ammóniában)



Pb²⁺

9. + K₂CrO₄
 $Pb^{2+} + CrO_4^{2-} = PbCrO_4 \downarrow$ (sárga cs.)
 $PbCrO_4 \downarrow + 4 OH^- = [Pb(OH)_4]^{2-} + CrO_4^{2-}$ (NaOH feleslegében old.)
 $2 PbCrO_4 \downarrow + 2 H^+ = Pb^{2+} + Cr_2O_7^{2-} + H_2O$ (+ reagens HNO₃)

Az Pb²⁺-ion csapadékot képez CO₃²⁻, SO₃²⁻ és HPO₄²⁻-ionokkal is.

Bi³⁺

1. Erősen savas és színtelen
 $Bi^{3+} + NO_3^- + H_2O = BiONO_3 \downarrow$ (fehér cs.) + 2 H⁺
 /BiO⁺ bizmutil-kation (BiOCl-bizmutil klorid és nem Bi-hipoklorit)

2. + NaOH
 $Bi^{3+} + 3 NaOH = Bi(OH)_3 \downarrow$ (fehér cs.) + 3 Na⁺
 A NaOH feleslegében nem oldódik.

3. + NH₃×H₂O
 $Bi^{3+} + 2 NH_3 + H_2O + Cl^- = BiOCl \downarrow$ (fehér cs.) + 2 NH₄⁺

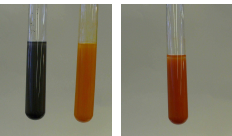
Bi³⁺

4. + H₂S
 $2 Bi^{3+} + 3 S^{2-} = Bi_2S_3 \downarrow$ (fekete cs.)
 $Bi_2S_3 \downarrow$ (fekete cs.) + 6 cc. HCl = 2 Bi³⁺ + 3 H₂S ↑ + 6 Cl⁻
 $Bi_2S_3 \downarrow$ (fekete cs.) + 8 H⁺ + 2 NO₃⁻ = 2 Bi³⁺ + 3 S ↓ + 2 NO ↑ + 4 H₂O

5. + NaI
 $Bi^{3+} + 3 I^- = BiI_3 \downarrow$ (fekete cs.)
 $BiI_3 + H_2O = BiOI \downarrow$ (vörös cs.) + 2 I⁻ + H⁺ (bizmutil-jodid és nem bizmutil-hipojodid!)
 $BiI_3 + I^- = [BiI_4]^-$ (narancssárga színű komplex)

6. + NaClO (NaOH + Cl₂)
 $2 Bi(OH)_3 + ClO^- = 2 BiO_2OH \downarrow$ (barna cs.) + Cl⁻ + H₂O

7. + Na₂[Sn(OH)₄] (nátrium -tetrahydroxosztannát(II))
 $Bi^{3+} + 3 OH^- = Bi(OH)_3 \downarrow$ (fehér cs.)
 $2 Bi(OH)_3 + 3 Na_2[Sn(OH)_4] = 2 Bi \downarrow$ (barna cs.) + 3 Na₂[Sn(OH)₆]



Az 1A és 1B oszt. ionok reakcióinak összefoglalása

Reagens	Ag ⁺	Pb ²⁺	Hg ₂ ²⁺	Hg ²⁺	Cu ²⁺	Bi ³⁺	Cd ²⁺
HCl	AgCl fehér	PbCl ₂ fehér	Hg ₂ Cl ₂ fehér	-	-	-	-
H ₂ S	Ag ₂ S fekete	PbS fekete	Hg ₂ S+Hg fekete	HgS fekete	CuS fekete	Bi ₂ S ₃ barna	CdS sárga
(NH ₄) ₂ S _x	Ag ₂ S fekete	PbS fekete	Hg ₂ S+Hg fekete	HgS fekete	CuS fekete	Bi ₂ S ₃ barna	CdS sárga
NH ₃ ×H ₂ O	Ag ₂ O barna	Pb(OH) ₂ fehér	Hg ₂ CNIH ₂ +Hg fekete	HgCNIH ₂ fehér	Cu(OH) ₂ kék	Bi(OH) ₃ fehér	Cd(OH) ₂ fehér
feleslege	[Ag(NH ₃) ₂] ⁺	-	-	-	[Cu(NH ₃) ₄] ²⁺ sárga kék	-	[Cd(NH ₃) ₄] ²⁺
NaOH	Ag ₂ O barna	Pb(OH) ₂ fehér	HgO +Hg fekete	HgO yellow	Cu(OH) ₂ kék	Bi(OH) ₃ fehér	Cd(OH) ₂ fehér
feleslege	-	[Pb(OH) ₄] ²⁻	-	-	CuO fekete megfűzés h.	-	-
KCN	AgCN fehér	Pb(CN) ₂ fehér	Hg(CN) ₂ +Hg fekete	-	Cu(CN) ₂ sárga	Bi(OH) ₃ fehér	Cu(CN) ₂ fehér
feleslege	[Ag(CN) ₂] ⁻	-	-	-	Cu(CN) ₂ fehér	-	[Cd(CN) ₄] ²⁻

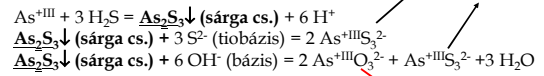
Az 1A és 1B oszt. ionok reakcióinak összefoglalása

Reagens	Ag ⁺	Pb ²⁺	Hg ₂ ²⁺	Hg ²⁺	Cu ²⁺	Bi ³⁺	Cd ²⁺
K ₂ CrO ₄	Ag ₂ CrO ₄ vörös barna	PbCrO ₄ sárga	Hg ₂ CrO ₄ vörös	HgCrO ₄ sárga omi vörösedik	CuCrO ₄ sárgás zöld	(BiO) ₂ Cr ₂ O ₇ sárga	-
NaI	AgI sárga	PbI ₂ sárga	Hg ₂ I ₂ zöld	HgI ₂ vörös	CuI + I ₂ fehér-barna	BiI ₃ fekete	-
NaI feleslege	-	[PbI ₄] ²⁻	[HgI ₄] ²⁻ és Hg fekete	[HgI ₄] ²⁻	-	[BiI ₄] ⁻ narancssárga	[CdI ₄] ²⁻
Na ₂ [Sn(OH) ₄]	Ag ₂ O barna	Pb fekete, lassan jelképződik	Hg fekete	Hg fekete	-	Bi fekete	-
SnCl ₂	AgCl fehér	PbCl ₂ fehér	Hg ₂ Cl ₂ fehér	Hg ₂ Cl ₂ fehér	-	-	-
feleslege	AgCl fehér	PbCl ₂ fehér	Hg fekete	Hg fekete	-	-	-

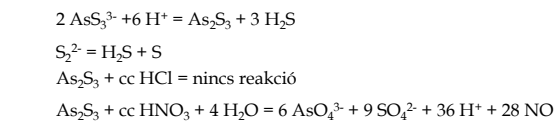
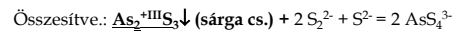
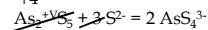
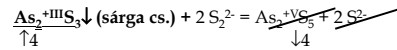
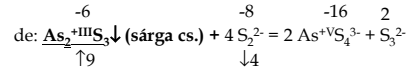
Az arzén(III), az arzén(V), az antimon(III), az antimon(V), az ón(II) és az ón(IV)reakciói

As(III)

+ H₂S

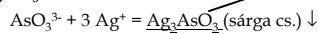


Ox. számok

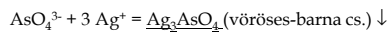


+ (NH₄)₂S eredményeként AsS₃³⁻ képződik

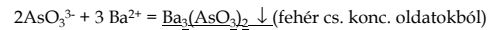
+ AgNO₃



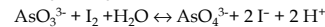
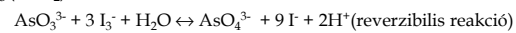
As(V) szintén képez csapadékot (lásd 13.2)



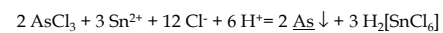
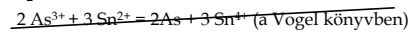
+ BaCl₂ (semleges pH-n)



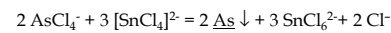
+ KI₃ (KI+I₂)



+ SnCl₂



SnCl₂ + cc HCl ⇒ [SnCl₄]²⁻ - Bettendorf reagens

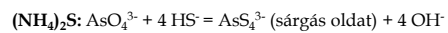


As(V)

+ H₂S

As^{+V} + H₂S hatására As₂S₃↓ (sárga cs.) + S ↓ moderáltan savas oldatból

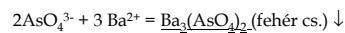
As^{+V} + H₂S hatására As₂S₃↓ (sárga cs.) erősen savas oldatból.



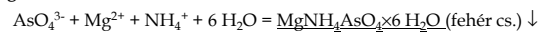
+ AgNO₃ hatására barnásvörös csapadék válik le (Ag₃AsO₄ lásd előbb), ami oldódik HNO₃ és NH₃ oldatokban.

As(V)

+ BaCl₂ (semleges pH-n)

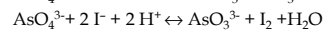
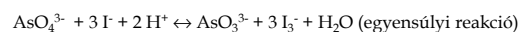


+ magnézia mixtúra

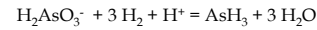
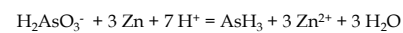
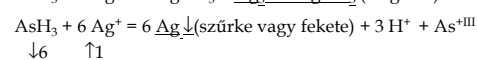
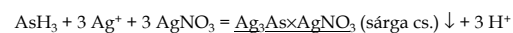
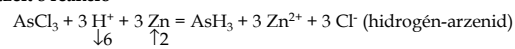


Ilyen reakció az As^{III}-mal nem játszódik le.

+ KI

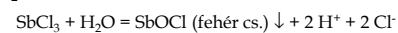


Gutzeit's reakció



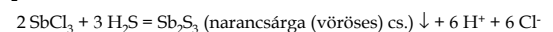
Sb(III)

+ H₂O

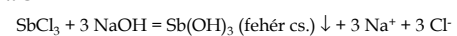


Antimonil-klorid

+ H₂S



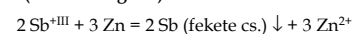
+ NaOH



NaOH feleslege: $\text{Sb(OH)}_3 + \text{NaOH} = [\text{Sb(OH)}_4]^- + \text{Na}^+$ (nem SbO₂ !!!)

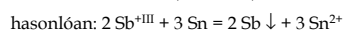
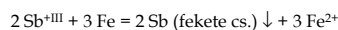
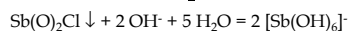
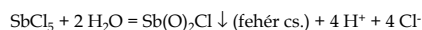
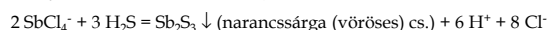
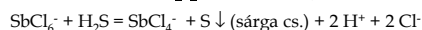
tetrahidroxo-antimonit

+ Zn (savas közegben)

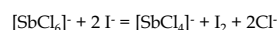
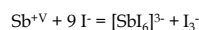


Sb(III)

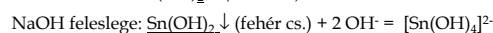
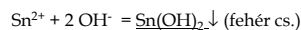
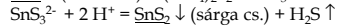
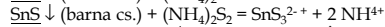
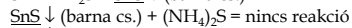
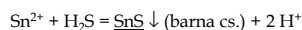
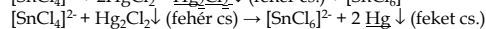
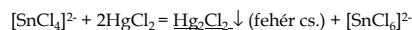
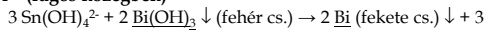
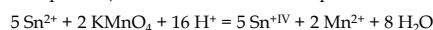
+ Fe

**Sb(V)**+ H₂O**hexahidroxo-antimonát**+ H₂S (három reakció játszódik le párhuzamosan)**Sb(V)**

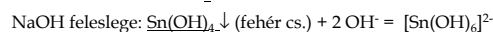
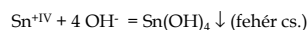
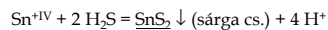
+ KI

+ Zn, Sn vagy Fe (az Sb^{+III}-hoz hasonlóan) eredményként fém Sb-t keletkezik.+ oxálsav + H₂S (oxalátokomplex keletkezik, ami a Sb₂S₃ eredményez H₂S hatására). Ilyen körülmények között az Sn(IV) nem képez csapadékot.**Sn(II)**

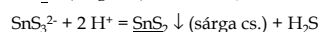
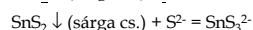
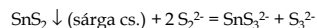
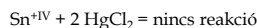
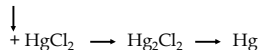
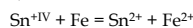
+ NaOH

**Sn(II)**+ H₂S+ HgCl₂+ Bi³⁺ (lúgos közegben)**fém Bi**Sn^{+II} erős redukálószer+ KMnO₄ + sav (az Sn²⁺ hatására a KMnO₄ lila színe eltűnik)**Sn(II)**+ KI₃ (a KI₃ barna színe eltűnik)**Sn(IV)**

+ NaOH

+ H₂S

(a csapadék ammónium-szulfid ill. ammónium-poliszulfid oldatokban egyaránt oldódik)

**Sn(IV)**+ HgCl₂+ Fe (Sn²⁺/Sn^{+IV}: +0.15 V ill. Fe/Fe²⁺: -0.45 V)+ I⁻ = nincs kémiai reakció+ I₃⁻ = nincs kémiai reakció+ oxálsav + H₂S (oxalátokomplex képződik [Sn(C₂O₄)₃]²⁻ ami nem reagál H₂S-nel így abból a SnS₂ H₂S hatására nem választható le). A Vogel könyvben a komplex összetétele hibás ([Sn(C₂O₄)₄(H₂O)]⁺ szerepel, ami nem helyes)