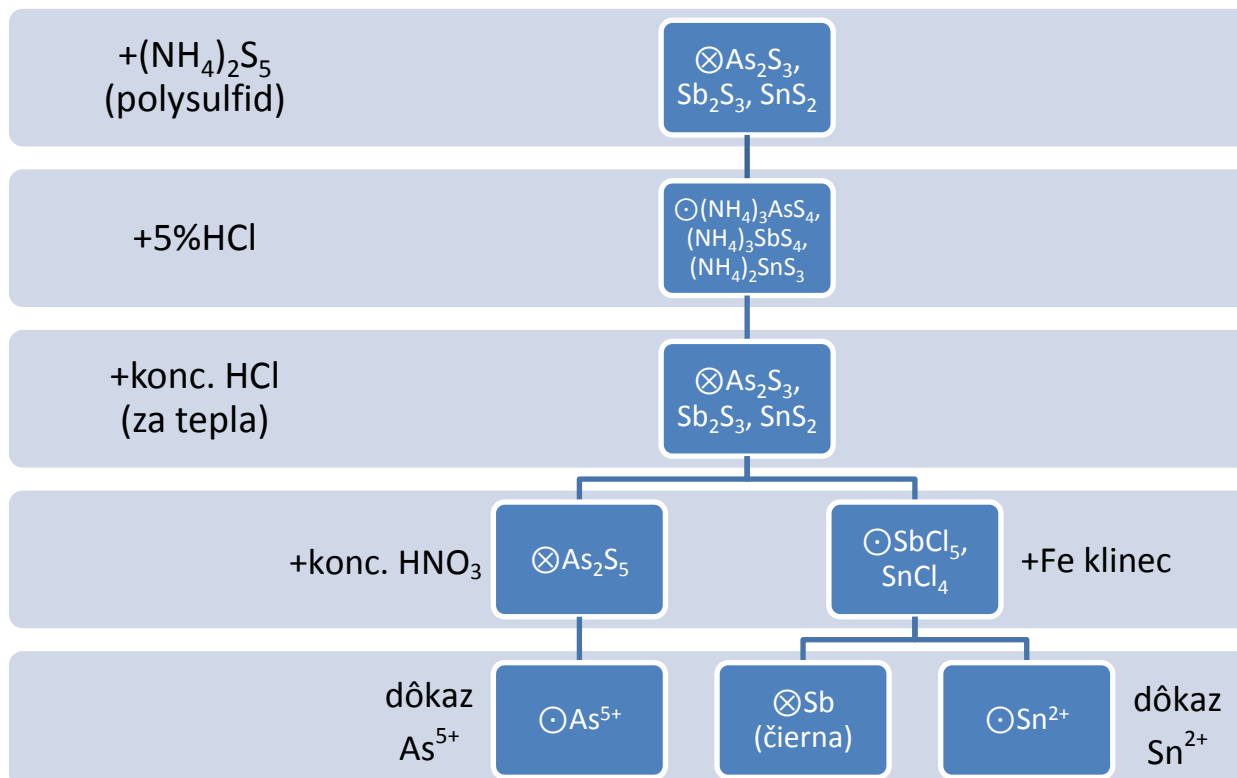


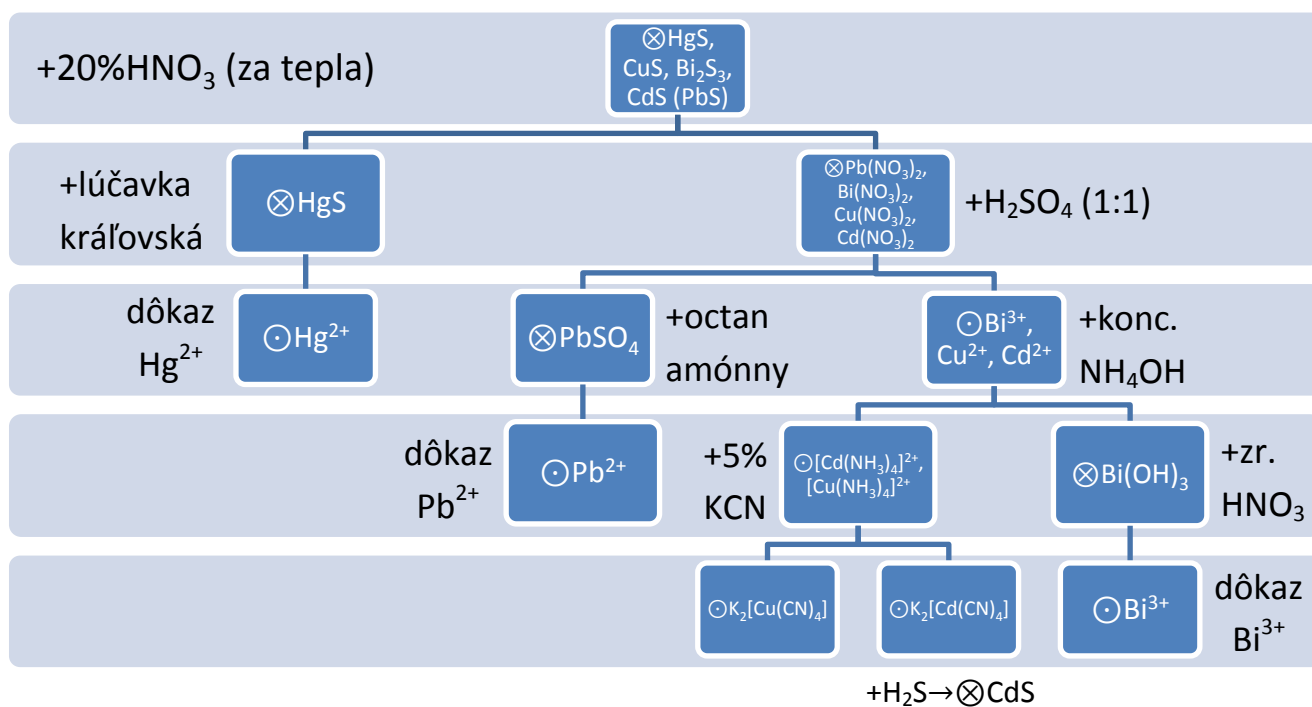
- **špecifické reakcie**

- $2HgCl_2 + SnCl_2 = SnCl_4 + \underline{Hg_2Cl_2}$ **biela** ⊗
 $\underline{Hg_2Cl_2} + SnCl_2 = SnCl_4 + \underline{2Hg}$ **čierna** ⊗
 dôkazové reakcie pre Hg^{2+} , Hg_2^{2+} a Sn^{2+}
- $2CuSO_4 + 2NH_4OH = (NH_4)_2SO_4 + \underline{Cu_2(OH)_2SO_4}$ **svetlomodrá** ⊗
 $Cu_2(OH)_2SO_4 + 6NH_4OH + (NH_4)_2SO_4 = 2[Cu(NH_3)_4]$ **tmavomodrý** ⊙
- $Cu^{2+} + (NH_4)_2[Hg(SCN)_4] \xrightleftharpoons{ZnSO_4} \underline{Cu, Zn[Hg(SCN)_4]}$ **fialovočierne** zmesné kryštáliky
- $Cd^{2+} + \text{cacion } S(OH^-, \text{Seignettova sol'}) =$ **červenopomarančová** ⊗
- $Bi(NO_3)_3 + nH_2N - CS - NH_2 = Bi[CS(NH_2)_2]_n(NO_3)_3$ **svetložltý** ⊙
 (tiomočovina)
- $Bi(NO_3)_3 + 3NaHSnO_2 + 9NaOH + 3H_2O = 2\underline{Bi} + 3Na_2Sn(OH)_6 + 6NaNO_3$ **čierna** ⊗
- $AsCl_5 + 4NH_4OH = (NH_4)_3AsO_4 + 4HCl + NH_4Cl$
 $(NH_4)_3AsO_4 + MgCl_2 = 2NH_4Cl + \underline{MgNH_4AsO_4}$ **biela** ⊗
solúcia horečnatá (so solúciou molybdénovou – žltá ⊗)
- **Bettendorfova skúška** $As^{3+/5+} + SnCl_2 = \underline{As} + SnCl_4$
- **Marsh-Liebigova skúška** $2AsH_3 = 3H_2 + 2As$
 reakcia As iónov s atomárnym vodíkom a následný termický rozklad – vzniká **arzénové zrkadlo**
- $SbCl_3 + H_2N - CS - NH_2 =$ žltobiela zrazenina
- $SbCl_3 + Na_2S_2O_3 = \underline{Sb_2S_3 \cdot Sb_2O_3}$ **červená** ⊗
- $2HgCl_2 + SnCl_2 = SnCl_4 + \underline{2Hg}$ **čierna** ⊗

- **schéma delenia katiónov II.B triedy**



- schéma delenia katiónov II.A triedy



III. trieda katiónov

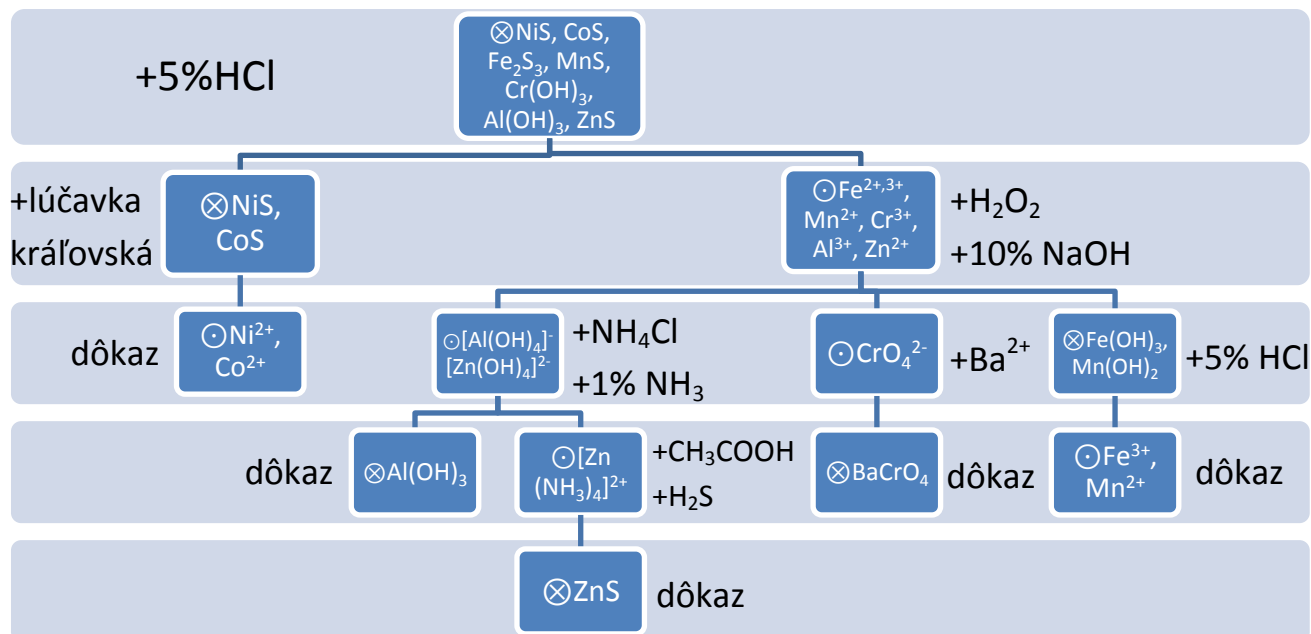
- Ni²⁺, Co²⁺, Fe^{2+/3+}, Mn²⁺, Cr³⁺, Al³⁺, Zn²⁺**
- skupinové činidlo:** sulfid amónny (NH₄)₂S v amoniakálnom prostredí NH₄OH
- poskytujú sulfidy, ktoré sú nerozpustné v alkalickom prostredí
- vodné roztoky sú rôzne sfarbené:
 - zelené [Ni(H₂O)₂]²⁺, Fe²⁺
 - ružové [Co(H₂O)₆]²⁺, Co²⁺
 - oranžové Cr₂O₇²⁻
 - žlté CrO₄²⁻
 - modré Cr²⁺
 - bezfarebné Fe³⁺, Al³⁺, Zn²⁺
- Al³⁺, Zn²⁺, Cr³⁺
 - amfotérne – závisí od pH, v akej forme existujú v roztoku
- reakcie so skupinovým činidlom:**
 - (NH₄)₂S + 2H₂O = 2NH₄OH + H₂S vznikajú tie formy, ktoré sú menej rozpustné
 - NiS, CoS **čierne** ⊗ sulfidov rozpustné len v lúčavke kráľovskej
 - FeS, Fe₂S₃ **čierne** ⊗
 - ZnS **biela** ⊗
 - MnSO₄ + (NH₄)₂S + H₂O = (NH₄)₂SO₄ + MnS · H₂O **ružová** ⊗
varom = MnS **zelená** ⊗
 - vznikajú hydroxidy, keďže hodnota K_s je menšia ako pre zodpovedajúce sulfidy:
 - 2CrCl₃ + 3(NH₄)₂S + 6H₂O = 2Cr(OH)₃ + 6NH₄Cl + 3H₂S **zelená** ⊗
 - 2AlCl₃ + 3(NH₄)₂S + 6H₂O = 2Al(OH)₃ + 6NH₄Cl + 3H₂S **biela** ⊗
- reakcie s KOH (analogicky s NH₄OH):**
 - NiSO₄ + 2KOH = K₂SO₄ + Ni(OH)₂ **svetlozelená** ⊗

- o $Co(NO_3)_3 + KOH = KNO_3 + \underline{Co(OH)NO_3}$ **modrá** ⊗ = $Co(OH)_2$ **ružová** ⊗
- o $FeSO_4 + 2KOH = K_2SO_4 + \underline{Fe(OH)_2}$ **biela** ⊗ = $Fe(OH)_3$ **hrdzavá** ⊗
- o $MnSO_4 + 2KOH = K_2SO_4 + \underline{Mn(OH)_2}$ **biela** ⊗
 $\underline{Mn(OH)_2} + O_2 = \underline{Mn(OH)_3} = MnO_2 \cdot xH_2O = \underline{MnO(OH)_2}$ **čiernohnedá** ⊗

• **špecifické reakcie:**

- o $Ni^{2+} + 2H_2D \xrightarrow{NH_4OH} \underline{Ni(HD)_2} + 2H^+$ **jahodovočervená** ⊗
 $H_3C - C = NOH$
diacetyldioxím (Čugajevovo činidlo) \backslash
 $H_3C - C = NOH$
- o $Ni^{2+} + KOH = 2K^+ + \underline{Ni(OH)_2}$ **svetlozelená** ⊗
 $\underline{Ni(OH)_2} + Br_2 + KOH = 2KBr + 2\underline{Ni(OH)_3}$ **čierna** ⊗ (ruší Co^{2+})
- o $Co^{2+} + \alpha\text{-nitrózo-}\beta\text{-naftol} \xrightarrow{NH_4OH}$ **červenohnedá** ⊗
(kobalton)
- o $CoCl_2 + 7KNO_2 + 2CH_3COOH = \underline{K_3[Co(NO_2)_6]} + NO + H_2O + 2CH_3COOK + 2KCl$ **žltá** ⊗
- o $CoCl_2 + (NH_4)_2[Hg(SCN)_4] \xrightarrow{ZnSO_4} \underline{Zn, Co[Hg(SCN)_4]} + NH_4Cl$ **modré** zmesné kryštáliky
- o $Fe^{2+} + 2KCN = 2K^+ + \underline{Fe(CN)_2}$ **svetlohnedá** ⊗
 $\underline{Fe(CN)_2} + 4KCN = K_4[Fe(CN)_6]$ **žltý** ☉
- o $Fe^{2+} + K_3[Fe(CN)_6] = \underline{KFe[Fe(CN)_6]} + 2K^+$ **tmavomodrá** ⊗ (berlínska modrá)
- o $FeCl_2 + K_4[Fe(CN)_6] = \underline{K_2Fe[Fe(CN)_6]} + 2KCl$ **bielomodrá** ⊗
- o $Fe^{3+} + K_4[Fe(CN)_6] = \underline{KFe[Fe(CN)_6]} + 3K^+$ **tmavomodrá** ⊗ (berlínska modrá)
- o $FeCl_3 + 6KSCN = \underline{Fe[Fe(SCN)_6]} + 6KCl$ **červený** ☉
KSCN sa využíva na dôkaz, že Fe^{2+} sa premenilo na Fe^{3+}
- o $Mn^{2+} \rightarrow MnO_4^-$ **fialový** ☉
zriedené vzorky (aby nevznikol burel), za varu, rušené Cl^- (vyzrážanie s $AgNO_3$)
 - $2Mn(NO_3)_2 + 5PbO_2 + 6HNO_3 = 2HMnO_4 + 5Pb(NO_3)_2 + 2H_2O$
 - $2MnSO_4 + 5K_2S_2O_8 + 8H_2O = 2HMnO_4 + 5K_2SO_4 + 7H_2SO_4$
 - $2Mn(NO_3)_2 + 5KIO_4 + 3H_2O = 2HMnO_4 + 5KIO_3 + 4HNO_3$
- o $ZnSO_4 + (NH_4)_2[Hg(SCN)_4] \xrightarrow{kys.octová} \underline{Zn[Hg(SCN)_4]} + (NH_4)_2SO_4$
- o $Zn^{2+} + \text{ditizón} \xrightarrow{kys.octová}$ **ružový** ☉
- o $Cr^{3+} \rightarrow Cr^{6+}$ (v alkalickom prostredí CrO_4^{2-} v kyslom prostredí $Cr_2O_7^{2-}$)
 - mokrá cesta (ox. činidlá: H_2O_2 , PbO_2 , Br_2 voda)
 - suchá cesta (tavením): $Cr(OH)_3 \rightarrow Cr_2O_3 + Na_2CO_3 + KNO_3 \rightarrow CrO_4^{2-}$
- o $K_2CrO_4 + BaCl_2 = 2KCl + \underline{BaCrO_4}$ **žltá** ⊗ (nerozpustná v kys. octovej)
- o $K_2CrO_4 + SrCl_2 = 2KCl + \underline{SrCrO_4}$ **žltá** ⊗ (rozpustná v kys. octovej)
- o $Na_2CrO_4 + BaCl_2 = 2NaCl + \underline{BaCrO_4}$ **žltá** ⊗
- o $Na_2CrO_4 + Pb^{2+} = 2Na^+ + \underline{PbCrO_4}$ **žltá** ⊗
- o $Al^{3+} + \text{alizarín} \xrightarrow{kys.octová}$ **tehlovočervený** lak
- o $Al^{3+} + \text{morín} \xrightarrow{kys.octová}$ **zelená** fluorescencia

• schéma delenia katiónov III. triedy



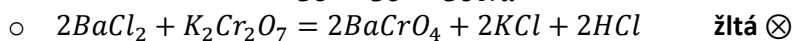
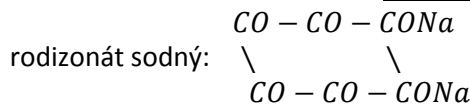
IV. trieda katiónov

- $Ba^{2+}, Sr^{2+}, Ca^{2+}$
- skupinové činidlo: $(NH_4)_2CO_3$
- plameňové skúšky:
 - Ba^{2+} zelená
 - Sr^{2+} karmínovočervená
 - Ca^{2+} tehlová
- reakcie so skupinovým činidlom:

<ul style="list-style-type: none"> ○ $(NH_4)_2CO_3 + BaCl_2 = 2NH_4Cl + \underline{BaCO_3}$ ○ $(NH_4)_2CO_3 + SrCl_2 = 2NH_4Cl + \underline{SrCO_3}$ ○ $(NH_4)_2CO_3 + CaCl_2 = 2NH_4Cl + \underline{CaCO_3}$ 	rozpúšťanie $(CH_3COO)_2Ba$ $+CH_3COOH = (CH_3COO)_2Sr$ $(CH_3COO)_2Ca$
---	--
- reakcie s H_2SO_4 :

<ul style="list-style-type: none"> ○ $H_2SO_4 + BaCl_2 = 2HCl + \underline{BaSO_4}$ ○ $H_2SO_4 + SrCl_2 = 2HCl + \underline{SrSO_4}$ ○ $H_2SO_4 + CaCl_2 = 2HCl + \underline{CaSO_4 \cdot 2H_2O}$ 	biela ⊗ (nerozpustná v min. kyseline) biela ⊗ (rozpustná v min. kyseline)
---	--
- špecifické reakcie:

<ul style="list-style-type: none"> ○ $(COONH_4)_2 + CaCl_2 = \underline{(COO)_2Ca \cdot 2H_2O} + 2NH_4Cl$ ○ $(COONH_4)_2 + SrCl_2 = \underline{(COO)_2Sr} + 2NH_4Cl$ ○ $K_2CrO_4 + CaCl_2 = \emptyset$ ○ $K_2CrO_4 + BaCl_2 = 2KCl + \underline{BaCrO_4}$ ○ $K_2CrO_4 + SrCl_2 = 2KCl + \underline{SrCrO_4}$ ○ $C_6O_6Na_2 + BaCl_2 = 2NaCl + \underline{C_6O_6Ba}$ ○ $C_6O_6Na_2 + SrCl_2 = 2NaCl + \underline{C_6O_6Sr}$ 	biela ⊗ biela ⊗ (vzniká pomaly) $C_6O_6Na_2 + CaCl_2 = \emptyset$ žltá ⊗ (nerozpustná v kys. octovej) žltá ⊗ (rozpustná v kys. octovej) hnedá ⊗ (+HCl = červená ⊗) hnedá ⊗ (+HCl = bezfarebný ⊖)
--	--



V.trieda katiónov

- $Mg^{2+}, Li^+, Na^+, K^+, NH_4^+$
- nemá skupinové činidlo
- **plameňové skúšky:**
 - Na^+ **žltá**
 - K^+ **fialová**
 - Li^+ **karmínovočervená**
- **špecifické reakcie:**
 - $2LiCl + Na_2F_2 = 2NaCl + \underline{Li_2F_2}$ **biela** ⊗
 - sodný katión sa dokazuje octanom uranilu (v prostredí kys. octovej) sas
 - $KCl + HClO_4 = HCl + \underline{KClO_4}$ **biela** ⊗
 - $KCl + C_4H_6O_6 = HCl + \underline{C_4H_5O_6K}$ **biela** ⊗
 - $NH_4Cl + NaOH = NaCl + \uparrow NH_3 + H_2O$
 - $NH_4Cl + 2K_2[HgI_4] + 3KOH = \underline{NH_4[HgI_4]} + HCl + 2H_2O + KI$ **žltohnedá** ⊗
 - $MgCl_2 + 2KOH = \underline{Mg(OH)_2} + 2KCl$ **biela** ⊗
 - $Mg(OH)_2 + \text{magnezón} =$ **nevädzovomodrá** ⊗

Rozdelenie aniónov

Trieda	I.	II.	III.
Skupinové činidlo	$BaCl_2$	$AgNO_3$	bez skupinového činidla
Anióny	SO_4^{2-}, SiF_6^{2-} $F^-, CrO_4^{2-}, Cr_2O_7^{2-}, SO_3^{2-}, S_2O_3^{2-}$ $PO_4^{3-}, AsO_4^{3-}, CO_3^{2-}, SiO_3^{2-}, BO_2^-$ IO_3^-, AsO_3^-	Cl^-, Br^-, I^- SCN^-, CN^-, S^{2-} BrO_3^- $[Fe(CN)_6]^{4-}$ $[Fe(CN)_6]^{3-}$	NO_2^-, NO_3^- ClO_4^-, ClO_3^-

I.trieda aniónov

- vznikajú nerozpustné bárnaté soli aniónov, ktoré sa rozpúšťajú v zriedenej HNO_3
- **reakcie so skupinovým činidlom:**
 - $Ba^{2+} + \text{anión} = \text{príslušná sol' (zrazenina)}$
 - väčšinou biele, len $CrO_4^{2-}, Cr_2O_7^{2-}$ žlté
- **orientačné skúšky:**
 - *redukčné vlastnosti*
 - pridaním $KMnO_4$, I_2 dochádza k odfarbeniu roztokov
 - $SO_3^{2-} + I_2 + H_2O = SO_4^{2-} + 2I^- + 2H^+$
 - $S^{2-} + I_2 = S + 2I^-$
 - $3I^- + MnO_4^- + 3H_2O = MnO(OH)_2 + \frac{3}{2}I_2 + 4OH^-$
 - *oxidačné vlastnosti*
 - pridaním I^- sa uvoľňuje I_2

- $Cr_2O_7^{2-} + 6I^- + 14OH^- = 3I_2 + 2Cr^{3+} + 7H_2O$ červenohnedý ⊙
- $10I^- + 2MnO_4^- + 16H^+ = 5I_2 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$
- $ClO_3^- + 6I^- + 6H^+ = 3I_2 + Cl^- + 3H_2O$
- rozklad aniónov slabých kyselín (pomocou HCl, H₂SO₄, H₂S)
 - $SO_3^{2-} + 2H^+ = H_2O + \uparrow SO_2$
 - $S_2O_3^{2-} + 2H^+ = H_2O + \underline{S} + \uparrow SO_2$
 - $CO_3^{2-} + 2H^+ = H_2O + \uparrow CO_2$
 - $S^{2-} + 2H^+ = \uparrow H_2S$
- **špecifické reakcie:**
 - $SO_4^{2-} + Ba^{2+} + KMnO_4 = \underline{BaSO_4 + KMnO_4}$ ružové kryštálíky
 - $SO_3^{2-} + FeCl_3 = \text{červený } \odot \xrightarrow{T} \text{bezfarebný } \odot$
 - $SO_3^{2-} + Na_2[Fe(CN)_5NO] = \text{ružové sfarbenie}$
nitroprusid sodný
 - $S_2O_3^{2-} + 2H^+ = H_2O + \underline{S} + \uparrow SO_2$ žltá ⊗
 - $S_2O_3^{2-} + AgNO_3 = \underline{Ag_2S_2O_3} = \underline{Ag_2S} + H_2SO_4$
biela ⊗ čierna ⊗
 - $PO_4^{3-} + \text{solúcia horečnatá}(MgCl_2 + NH_4Cl + NH_4OH) = \underline{MgNH_4PO_4}$ biela ⊗
+solúcia molybdénová = žltá ⊗
 - $CrO_4^{2-}, Cr_2O_7^{2-} + Ag^+ = Ag_2CrO_4$ červenohnedá ⊗

II. trieda aniónov

- bárnaté soli rozpustné vo vode, strieborné soli nerozpustné vo vode a zriedenej HNO₃ za studena
- **reakcie so skupinovým činidlom:**
 - $Ag^+ + \text{anión} = \text{príslušná soľ (zrazenina)}$
 - $Cl^-, SCN^-, [Fe(CN)_6]^{4-}$ biela ⊗
 - Br^- nažltlá ⊗
 - I^- žltá ⊗
 - S^{2-} čierna ⊗ (špecifická)
 - $[Fe(CN)_6]^{3-}$ červenohnedá ⊗
- **špecifické reakcie:**
 - $Fe^{2+} + K_3[Fe(CN)_6] = \underline{KFe[Fe(CN)_6]} + 2K^+$ tmavomodrá ⊗ (berlínska modrá)
 - $Fe^{3+} + K_4[Fe(CN)_6] = \underline{KFe[Fe(CN)_6]} + 3K^+$ tmavomodrá ⊗ (berlínska modrá)
 - $2FeCl_3 + 6SCN^- = Fe[Fe(SCN)_6] + 6Cl^-$ červený ⊙
 - $Cl^- + Ag^+ = \underline{AgCl} + 2NH_4OH = [Ag(NH_3)_2]Cl + 2H_2O$ bezfarebný ⊙
 - $Br^- + Cl_2 (\text{chlórová voda}) = 2Cl^- + Br_2$ červenohnedá kvapalina
 - $2I^- + Cl_2 (\text{chlórová voda}) = 2Cl^- + I_2$ hnedočervený ⊙
 - $S^{2-} + AgNO_3 = 2NO_3^- + \underline{Ag_2S}$ čierna ⊗
 - pri reakcii s nitroprusidom sodným – nestále červenofialové sfarbenie

III. trieda aniónov

- nezážajú sa ani s Ba²⁺ ani Ag⁺
- špecifické reakcie:
 - NO₃⁻ - krúžková reakcia

- po pridaní kys. sírovej a síranu železnatého, sa na rozhraní roztokov vytvorí tmavohnedý prúžok (adičná hnedá fáza)
- NO_2^-
 - odfarbuje roztoky $KMnO_4$
 - s difenylamínom reaguje za vzniku **modrej** ⊗
- $ClO_4^- + KCl = \underline{KClO_4}$ **biela** ⊗

Kvantitatívna analytická chémia

1. Gravimetria
2. Odmerná analýza
3. Inštrumentálne metódy

Gravimetria (vážková analýza)

- váženie reakčného produktu (zrazeniny), kvantitatívne vylúčeného po reakcii analytu so zrážacím činidlom, ktorá sa sušením alebo žíhaním prevedie na zlúčeninu s presne definovaným chemickým zložením
- Schéma:
 - odváženie vzorky (návažok)
 - uvedenie vzorky do roztoku
 - zrážanie
 - izolácia zrazeniny
 - filtrácia, dekantácia, premývanie...
 - sušenie alebo žíhanie
 - váženie produktu (vývažok) $\pm 0,5$ mg
 - rozdiel 2 po sebe idúcich vážení nesmie byť väčší ako 0,5 mg
 - vyhodnotenie – stanovenie obsahu
- **Gravimetrický faktor f_g**
 - pomer atómovej (molekulovej) hmotnosti stanovenej látky k molekulovej hmotnosti izolovanej zlúčeniny vzhľadom na stechiometriu
 - pre látku A_nB_m :
 - $f_g(A) = \frac{nA}{A_nB_m}$
 - $\%A = \frac{b}{a} f_g \cdot 100$
 - a – hmotnosť vzorky
 - b – hmotnosť vývažku
 - $m_A = b \cdot f_g$