

## Kvalitativní analytická chemie

Co je ve vzorku obsaženo?  
Jaký druh látek? Jaké sloučeniny?

### analýza anorganických látek

Anorganické sloučeniny obsahují jeden či více kationtů a jeden či více aniontů. Anorganickou látku analyzujeme důkazem kationtů a aniontů. např.  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

### analýza organických látek

Organické sloučeniny jsou mnohem složitější a obsahují uhlíkové atomy. K jejich identifikaci se dnes používají instrumentální analytické metody. např.  $\text{HO}_2\text{CC}_6\text{H}_4\text{O}_2\text{CCH}_3$

Kvalitativní analýza anorganických sloučenin.

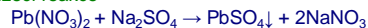
Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

## Druhy reakcí z hlediska rovnováh

### 1. srážecí reakce



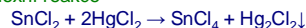
### 2. komplexotvorné reakce



### 3. acidobazické reakce



### 4. redoxní reakce



Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

## Druhy reakcí z analytického hlediska

### 1. skupinové reakce se skupinovým činidlem

KOH pro kationty  
 $\text{AgNO}_3$  pro anionty

### 2. selektivní reakce se selektivním činidlem

KI pro  $\text{Ag}^+$  a  $\text{Pb}^{2+}$   
KCl pro  $\text{ClO}_4^-$  a  $\text{HOOC-CHOH-CHOH-COO}^-$

### 3. specifické reakce se specifickým činidlem

KSCN pro  $\text{Fe}^{3+}$   
 $\text{FeCl}_3$  pro  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$

Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

## Rozpuštění vzorku

kapalný vzorek, pevný vzorek

### rozpuštění a rozklad pevného vzorku

1. ve vodě za studena
2. ve vodě za horka
3. ve zředěné HCl za studena, za horka
4. v koncentrované HCl za studena, za horka
5. ve zředěné  $\text{HNO}_3$  za studena, za horka
6. v koncentrované  $\text{HNO}_3$  za studena, za horka
7. v lučavce královské za studena, za horka  
(3 díly konc. HCl a 1 díl konc.  $\text{HNO}_3$ )
8. alkalické tavení s  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  či  $\text{K}_2\text{CO}_3$
9. alkalické tavení s KOH či NaOH

Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

## Barevné kationty a anionty

$\text{Cu}^{2+}$	modrý (zelený)	$[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$	$[\text{CuCl}_4]^{2-}$
$\text{Ni}^{2+}$	zelený	$[\text{Ni}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	
$\text{Co}^{2+}$	růžový	$[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	
$\text{Cr}^{3+}$	fialový (zelený)	$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$	$[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]^+$
$\text{Mn}^{2+}$	narůžovělý	$[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$	

většina je bezbarvých

$\text{CrO}_4^{2-}$	žlutý
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	oranžový
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	žlutý
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	žlutozelený
$\text{MnO}_4^-$	fialový

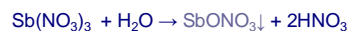
většina je bezbarvých

Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

## Hydrolyzující se kationty



Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

### Skupinová činidla pro kationty

Kationty lze rozdělit do skupin na základě reakcí se skupinovými činidly:

HCl  
KI  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
H<sub>2</sub>S nebo Na<sub>2</sub>S  
KOH nebo NaOH  
NH<sub>4</sub>OH  
Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> nebo (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>  
K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>  
(COONH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>

Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

### Analytické třídy kationtů

- sráží se HCl  
AgCl↓, Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>↓, PbCl<sub>2</sub>↓
- sráží se H<sub>2</sub>S v HCl  
a) (PbS↓), Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>↓, CuS↓, CdS↓  
b) HgS↓, As<sub>2</sub>S<sub>5</sub>↓, Sb<sub>2</sub>S<sub>5</sub>↓, SnS<sub>2</sub>↓ působením Na<sub>2</sub>S s NaOH  
HgS<sub>2</sub><sup>2-</sup>, AsS<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SbS<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SnS<sub>3</sub><sup>2-</sup>
- sráží se H<sub>2</sub>S v NH<sub>4</sub>OH  
a) Al(OH)<sub>3</sub>↓, Cr(OH)<sub>3</sub>↓, ZnS↓ působením NaOH s Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>  
[Al(OH)<sub>4</sub>]<sup>-</sup>, [Zn(OH)<sub>4</sub>]<sup>2-</sup>, CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>  
b) Fe<sub>2</sub>S<sub>3</sub>↓, MnS↓, NiS↓, CoS↓
- sráží se Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
CaCO<sub>3</sub>↓, SrCO<sub>3</sub>↓, BaCO<sub>3</sub>↓, MgCO<sub>3</sub>↓
- nesráží se (Mg<sup>2+</sup>), Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

### Srážení 2. a 3. třídy pomocí Na<sub>2</sub>S

- sráží se Na<sub>2</sub>S v HCl  
a) (PbS↓), Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>↓, CuS↓, CdS↓  
b) HgS↓, As<sub>2</sub>S<sub>5</sub>↓, Sb<sub>2</sub>S<sub>5</sub>↓, SnS<sub>2</sub>↓ působením Na<sub>2</sub>S s NaOH  
HgS<sub>2</sub><sup>2-</sup>, AsS<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SbS<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SnS<sub>3</sub><sup>2-</sup>
- sráží se Na<sub>2</sub>S (v NH<sub>4</sub>OH)  
a) Al(OH)<sub>3</sub>↓, Cr(OH)<sub>3</sub>↓, ZnS↓ působením NaOH s Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>  
[Al(OH)<sub>4</sub>]<sup>-</sup>, [Zn(OH)<sub>4</sub>]<sup>2-</sup>, CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>  
b) Fe<sub>2</sub>S<sub>3</sub>↓, MnS↓, NiS↓, CoS↓

**POZOR!**



Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sráží kationty 4. analytické třídy.

Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

### Skupinové reakce kationtů

HCl: AgCl↓ PbCl<sub>2</sub>↓ Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>↓

KI: AgI↓ PbI<sub>2</sub>↓ Hg<sub>2</sub>I<sub>2</sub>↓  
BiI<sub>3</sub>↓ Cu<sub>2</sub>I<sub>2</sub>↓ + I<sub>2</sub>↓ HgI<sub>2</sub>↓

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: PbSO<sub>4</sub>↓ BaSO<sub>4</sub>↓ SrSO<sub>4</sub>↓ (CaSO<sub>4</sub>↓)

Na<sub>2</sub>S: Ag<sub>2</sub>S↓ PbS↓ HgS↓ + Hg↓

Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>↓ CuS↓ CdS↓

HgS↓ As<sub>2</sub>S<sub>3</sub>↓ As<sub>2</sub>S<sub>5</sub>↓ Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>↓ Sb<sub>2</sub>S<sub>5</sub>↓ SnS↓ SnS<sub>2</sub>↓

Al(OH)<sub>3</sub>↓ Cr(OH)<sub>3</sub>↓ ZnS↓

FeS↓ Fe<sub>2</sub>S<sub>3</sub>↓ MnS↓ NiS↓ CoS↓

Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

### Skupinové reakce kationtů s KOH

KOH: Ag<sub>2</sub>O↓ Pb(OH)<sub>2</sub>↓ Hg<sub>2</sub>O↓  
Bi(OH)<sub>3</sub>↓ Cu(OH)<sub>2</sub>↓ Cd(OH)<sub>2</sub>↓  
HgO↓ Sb(OH)<sub>3</sub>↓ H<sub>3</sub>SbO<sub>4</sub>↓ Sn(OH)<sub>2</sub>↓ Sn(OH)<sub>4</sub>↓  
Al(OH)<sub>3</sub>↓ Cr(OH)<sub>3</sub>↓ Zn(OH)<sub>2</sub>↓  
Fe(OH)<sub>2</sub>↓ Fe(OH)<sub>3</sub>↓ Mn(OH)<sub>2</sub>↓ Ni(OH)<sub>2</sub>↓ Co(OH)<sub>2</sub>↓  
Mg(OH)<sub>2</sub>↓

v nadbytku: [Pb(OH)<sub>3</sub>]<sup>2-</sup> [Sb(OH)<sub>4</sub>]<sup>-</sup> [Sb(OH)<sub>6</sub>]<sup>-</sup> [Sn(OH)<sub>3</sub>]<sup>-</sup>  
[Sn(OH)<sub>6</sub>]<sup>2-</sup> [Al(OH)<sub>4</sub>]<sup>-</sup> [Cr(OH)<sub>6</sub>]<sup>3-</sup> [Zn(OH)<sub>3</sub>]<sup>-</sup>

oxidace na vzduchu: Fe(OH)<sub>3</sub>↓ Mn(OH)<sub>3</sub>↓ Co(OH)<sub>3</sub>↓

Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

### Skupinové reakce kationtů s NH<sub>4</sub>OH

NH<sub>4</sub>OH: Ag<sub>2</sub>O↓ Pb(OH)<sub>2</sub>↓ Hg<sub>2</sub>NH<sub>2</sub>Cl↓  
Bi(OH)<sub>3</sub>↓ Cu(OH)<sub>2</sub>↓ Cd(OH)<sub>2</sub>↓  
HgNH<sub>2</sub>Cl↓ Sb(OH)<sub>3</sub>↓ H<sub>3</sub>SbO<sub>4</sub>↓ Sn(OH)<sub>2</sub>↓ Sn(OH)<sub>4</sub>↓  
Al(OH)<sub>3</sub>↓ Cr(OH)<sub>3</sub>↓ Zn(OH)<sub>2</sub>↓  
Fe(OH)<sub>2</sub>↓ Fe(OH)<sub>3</sub>↓ Mn(OH)<sub>2</sub>↓ Ni(OH)<sub>2</sub>↓ Co(OH)<sub>2</sub>↓

v nadbytku: [Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sup>+</sup>  
[Cu(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]<sup>2+</sup> [Cd(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]<sup>2+</sup>  
[Cr(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>3+</sup> [Zn(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]<sup>2+</sup>  
[Mn(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup> [Ni(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup> [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup>

oxidace na vzduchu: Fe(OH)<sub>3</sub>↓ Mn(OH)<sub>3</sub>↓ [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>3+</sup>

Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

### Skupinové reakce kationtů s Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>:



Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sráží kationty 1., 2., 3. a 4. analytické třídy.  
Kationty 5. analytické třídy zůstávají v roztoku.

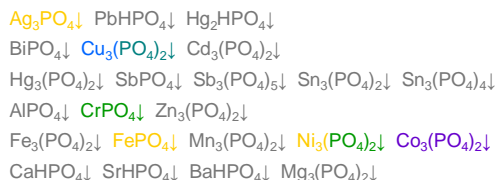
Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

### Skupinové reakce kationtů s Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>

Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>:



Bílé sraženiny fosforečnanů se od sebe liší  
různou rozpustností ve  
zřed. CH<sub>3</sub>COOH, zřed. HCl, zřed. HNO<sub>3</sub>, konc. NH<sub>4</sub>OH a NaOH.

Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

### Rozpustnost fosforečnanů

v konc. NH<sub>4</sub>OH se rozpouštějí: Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>↓ Cu<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>↓  
Cd<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>↓ Zn<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>↓ Mn<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>↓ Ni<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>↓ Co<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>↓

v NaOH se rozpouštějí: PbHPO<sub>4</sub>↓ SbPO<sub>4</sub>↓ Sb<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>5</sub>↓  
Sn<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>↓ Sn<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>↓ AlPO<sub>4</sub>↓ CrPO<sub>4</sub>↓ Zn<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>↓

ve zřed. CH<sub>3</sub>COOH se rozpouštějí: Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>↓ Cd<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>↓  
CrPO<sub>4</sub>↓ Mn<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>↓ Ni<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>↓ CaHPO<sub>4</sub>↓ SrHPO<sub>4</sub>↓  
BaHPO<sub>4</sub>↓ Mg<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>↓

ve zřed. HCl se nerozpouštějí: BiPO<sub>4</sub>↓ Sn<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>↓ Sn<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>↓

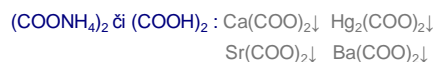
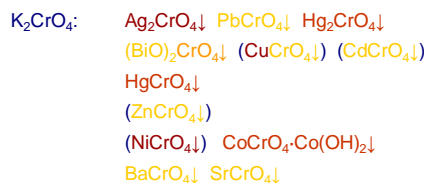
ve zřed. HNO<sub>3</sub> se nerozpouští: BiPO<sub>4</sub>↓

Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

### Skupinové reakce kationtů s K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> a (COONH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>

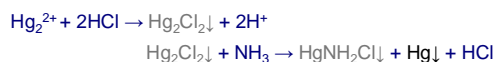
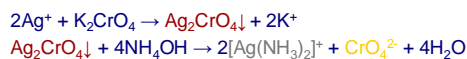


Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

### Selektivní a specifické reakce 1. třídy

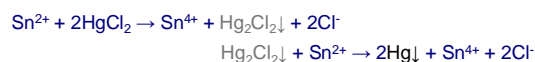
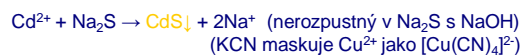


Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

### Selektivní a specifické reakce 2. třídy

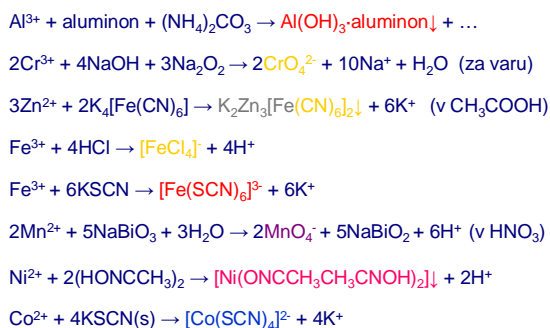


Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

### Selektivní a specifické reakce 3. třídy

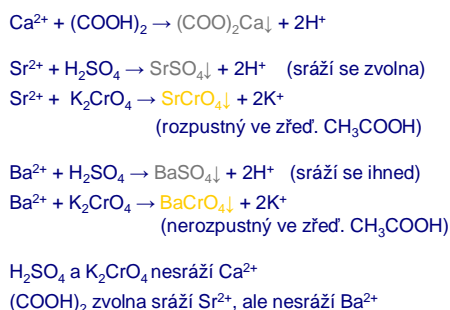


Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

### Selektivní a specifické reakce 4. třídy

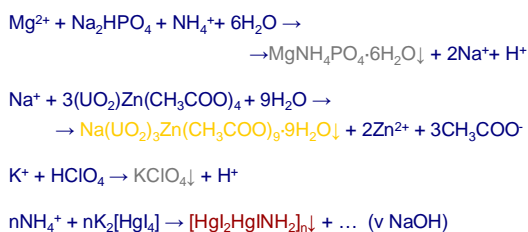


Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

### Selektivní a specifické reakce 5. třídy



Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie

### Plamenové zkoušky

Těkavé sole některých kovů barví specificky plamen.

$\text{Li}^+$	červená (karmínově)
$\text{Na}^+$	žlutá
$\text{K}^+$	fialová
$\text{Ca}^{2+}$	červená (cihlově)
$\text{Sr}^{2+}$	červená
$\text{Ba}^{2+}$	zelená
$\text{Cu}^{2+}$	zelená
$\text{H}_3\text{BO}_3$	zelená

Analytická chemie

9.7.2004 © Pavel Coufal

Kvalitativní analytická chemie