



Fakulta rybářství
a ochrany vod
Faculty of Fisheries
and Protection
of Waters

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice
Czech Republic

ZÁKLADY ANALYTICKÉ CHEMIE

Kvalitativní analýza





Kvalitativní analytická chemie

- Úkolem je dokázat přítomnost či nepřítomnost hledané látky či látek
- **Dělení na:** analýzu anorganickou a organickou

Hlavní rozdíly mezi kvalitativní analýzou anorg. a org. látek:

Anorganická analýza	Organická analýza
Rychle probíhající reakce iontů	Reakce org. molekul podstatně pomalejší
Důkaz iontu obvykle postačuje	Prvkové složení org. molekuly nedostačuje, nutná identifikace
Jednotlivé ionty lze dokázat i ve směsi	K identifikaci potřeba mít látku izolovanou (bez příměsí)
K důkazu stačí obvykle subjektivní metody	K identifikaci nutné instrumentální metody



Kvalitativní analýza anorganických látek

- **Orientační zkoušky** – pro získávání prvních informací o kvalitativním složení vzorku
- **Skupinové** – slouží k rozdělení kationů a anionů do větších skupin (založeny na selektivních reakcích)
- **Specifické** – důkaz látky specifickým činidlem



Orientační zkoušky

- Popis vzorku** – skupenství, barva, struktura, homogenita či heterogenita

Příklady charakteristického zbarvení vodných roztoků některých iontů

Ion	Zbarvení
Cu^+	Modrá, zelená
Ni^{2+}	Světle zelená
Cr^{3+}	Zelená, fialová
Co^{2+}	Růžová
Au^{3+} , CrO_4^{2-} , $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	Žlutá
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$	Oranžová
MnO_4^-	Fialová



Orientační zkoušky

- **pH reakce** – univerzální pH papírek

pH roztoků některých látek

pH	Látka
Neutrální	Voda, soli silných kyselin a silných zásad
Alkalické	Hydroxidy, soli slabých kyselin a silných zásad
Kyselé	Kyseliny, soli silných kyselin a slabých zásad

- **odparek** – kapka roztoku se odpaří na sklíčku
 - žádný odparek – voda, těkavé kyseliny, NH_4OH , amonné soli, rtuťnaté soli
 - odparek – soli, ostatní látky



Orientační zkoušky

- **Reakce se zředěnou kyselinou sírovou** – rozklad některých aniontů kyselinou doprovází vývoj plynu

Vývoj plynu

Anion	Plyn	Důkaz
HCO_3^- , CO_3^{2-}	CO_2	Zákal kapky roztoku $\text{Ba}(\text{OH})_2$
HS^- , S^{2-}	H_2S	Zápach, papírek s octanem olovnatým zčerná
HSO_3^- , SO_3^{2-}	SO_2	Zápach, oranžový papírek s $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ zezelená
NO_2^-	$\text{NO} + \text{NO}_2$	Hnědé dýmy, zápach
CN^-	HCN	Zápach po hořkých mandlích, jedovatý!

- **Reakce s koncentrovanou kys. sírovou** – reakce výraznější + uplatňují se oxidační vlastnosti kyseliny → vývoj I_2 , Br_2 (hnědé a fialové páry) z roztoku jodidů a bromidů; organické látky uhelnatí a černají



Orientační zkoušky

- **Zkouška v plameni** – vzorek se vnese do plamene plynového kahanu na platinovém drátku a pozorují se změny

Chování látek v plameni

Chování látky	Vzorek může obsahovat
Hoří	Organické látky
Těká	Sole NH_4^+ , rtuťnaté, arsenité, ...
Taví se	Sole alkalických kovů
Třaská	NO_3^- , ClO_3^- , ClO_4^-
Barví plamen	ionty Li, Na, K, Ca, Ba, Sr, Cu

- **Barvy plamene** – Li^+ , Sr^{2+} malinově červená; Ca^{2+} cihlově červená, Na^+ intenzivně žlutá, K^+ světle fialová, Ba^{2+} světle zelená, Cu^{2+} zelená

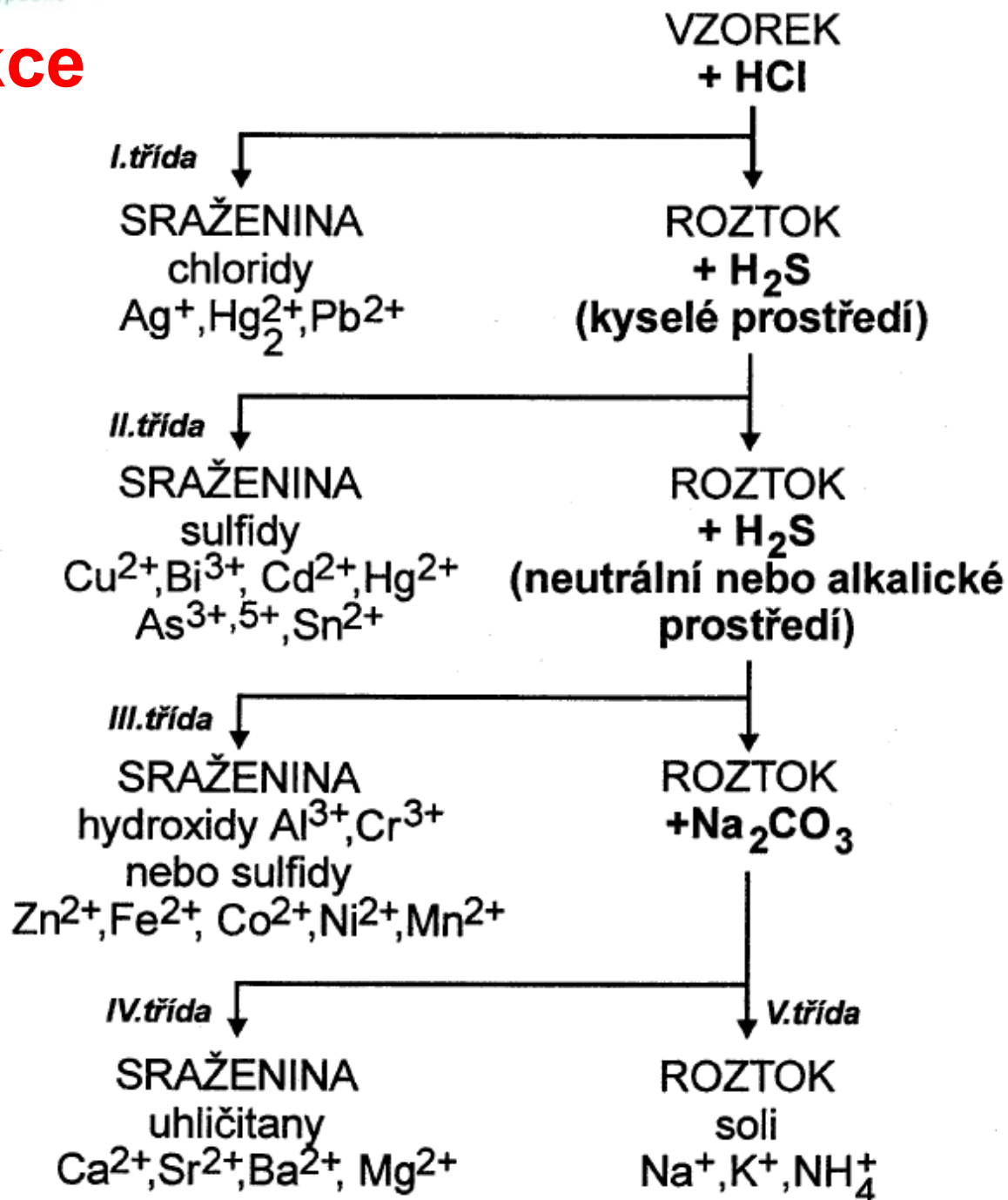


Skupinové reakce

- Důkaz iontů patřících do určité skupiny
- Po reakci se skupinovým činidlem obvykle vzniká sraženina
- **Nejdůležitější skupinová činidla pro důkaz kationtů:**
 - HCl – sráží ionty Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+}
 - H_2SO_4 – sráží ionty Pb^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+}
 - H_2S – sráží ionty kovů vyjma Li^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+} , Mg^{2+}
 - Na_2CO_3 – sráží všechny ionty mimo Na^+ , K^+
 - NaOH – sráží ionty všech kovů (na hydroxidy) vyjma Na^+ , K^+



Skupinové reakce





Skupinové reakce

- **Nejdůležitější skupinová činidla pro důkaz aniontů:** $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ a AgNO_3
 - Obě činidla srážejí sírany, fosforečnany, uhličitany, chromany
 - Ani jedno z činidel nesráží dusičnany, chlorečnany
 - AgNO_3 sráží chloridy, bromidy, jodidy, sulfidy, dusitany



Specifické reakce

- Poslední krok při identifikaci anorganických iontů
- Konečný důkaz přítomnosti či nepřítomnosti určitých iontů ve vzorku je proveden na základě vyhodnocení výsledků všech provedených zkoušek.

Příklady některých důležitých specifických reakcí:

Ion	Činidlo → výsledek
Ag^+	+ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} \rightarrow$ červenohnědá sraženina $\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
Cd^{2+}	+ $\text{S}^{2-} \rightarrow$ žlutá sraženina CdS
Co^{2+}	+ pevný $\text{KSCN} \rightarrow$ modrý komplex $\text{Co}(\text{SCN})_4^{2-}$ vytřepatelný do amylalkoholu
Cu^{2+}	+ $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-} \rightarrow$ hnědá sraženina $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, tzv. Hatchettova hněď
Fe^{3+}	+ $\text{SCN}^- \rightarrow$ krvavě červený roztok komplexu $\text{Fe}(\text{SCN})_6^{3-}$
Fe^{3+}	+ $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-} \rightarrow$ modrá sraženina $\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$, tzv. berlínská modř
Hg^{2+}	+ $\text{I}^- \rightarrow$ červená sraženina HgI_2 rozpustná v nadbytku I^- na nažloutlý komplex
Mg^{2+}	+ magneson* + $\text{NaOH} \rightarrow$ chrpově modře vybarvený $\text{Mg}(\text{OH})_2$
Mn^{2+}	+ pevný bizmutičnan sodný $\rightarrow$ fialový roztok MnO_4^-
Ni^{2+}	+ diacetyldioxim* $\rightarrow$ červený komplex, roztok až sraženina
Pb^{2+}	+ $\text{I}^- \rightarrow$ žlutá sraženina PbI_2 rozpustná v horké vodě
NO_2^-	+ kys.sulfanilová (diazotace) + naftylamin (kopulace) $\rightarrow$ červené azobarvivo
PO_4^{3-}	+ molybdenan amonný (+ HNO_3) $\rightarrow$ žlutá sraženina $(\text{NH}_4)_3\text{P}(\text{MoO}_3\text{O}_{10})_4$

*) magneson a diacetyldioxim jsou organická činidla specifická pro uvedený kation



Kvalitativní analýza organických látek

Předběžné zkoušky

- Základní charakterizace
 - vzhled látky
 - teplota tání, teplota varu
 - hustota
 - index lomu
 - měrná optická otáčivost
- Zjištění rozpustnosti látky a klasifikace podle rozpustnosti
 - Posuzuje se rozpustnost ve vodě, diethyletheru, 5%ním vodném roztoku NaOH, v 5%ním NaHCO₃, zředěné HCl, konc. H₂SO₄



Elementární analýza organických látek

Důkaz prvků

- **Důkaz uhlíku a vodíku** – žíháním látky s CuO
 - $\text{Org-C} \rightarrow \text{CO}_2$, důkaz CO_2 : roztok Ba(OH)_2 se zakalí
 - $\text{Org-H} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$, chladnější část baničky se orosí
- **Důkaz dusíku, síry a halogenů – LASSAIGNEOVA zkouška**
- tavení vzorku se sodíkem, výluh taveniny vodou a důkazové reakce vzniklých anorganických látek:
 - $\text{Org-C} + \text{Org-N} + \text{Na} \rightarrow \text{NaCN} \rightarrow$ důkaz jako berlínská modř
 - $\text{Org-S} + \text{Na} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} \rightarrow$ důkaz např. ponořením papírku s napuštěného octanem olovnatým (dojde ke zčernání)
 - $\text{Org-X} (\text{X} = \text{Cl, Br, I}) + \text{Na} \rightarrow \text{NaX} \rightarrow$ důkaz srážením stříbrné soli



Elementární analýza organických látek

Určení poměrného zastoupení prvků

- Provádí se pyrolýzou v přístrojích pro elementární analýzu
- Výsledkem je procentuální zastoupení prvků → lze odvodit empirický vzorec sloučeniny
- Známe-li molekulovou hmotnost můžeme dospět k sumárnímu vzorci

Metody strukturně analytické

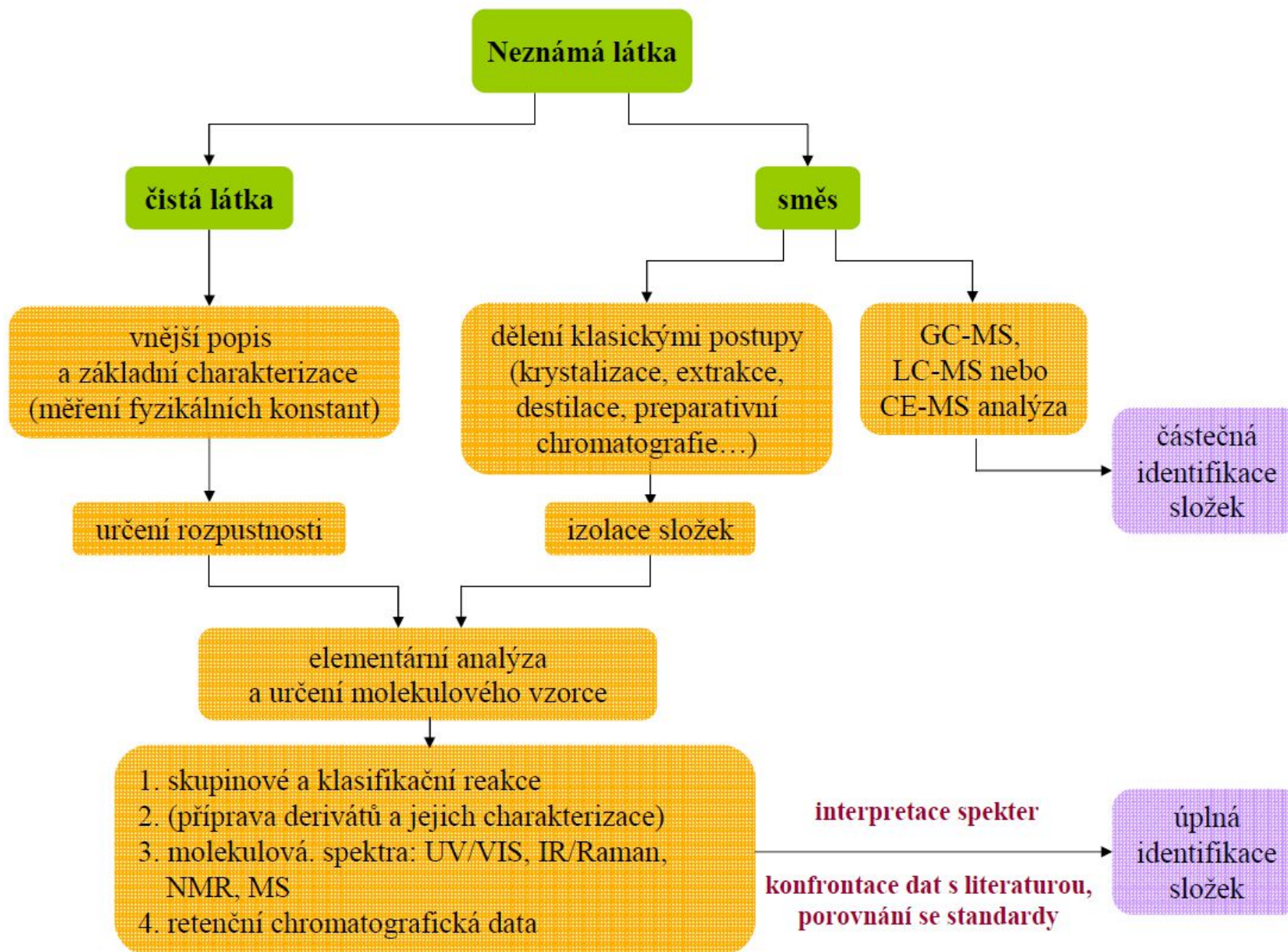
- Zjišťují přítomnost funkčních skupin

Instrumentální metody identifikace organických I.

- Hmotnostní spektrometrie
- Nukleární magnetická rezonanční spektrometrie
- Infračervená spektrometrie



Schéma postupu kvalitativní analýzy organických látek





Kvalitativní analýza anorganických látek

Kationty:

<https://www.youtube.com/watch?v=jltLlzZ6FqU>

Anionty:

<https://www.youtube.com/watch?v=fhlYeLqTHqo>

Kvalitativní analýza organických látek

<https://www.youtube.com/watch?v=sksWpcWTOW8>



Kvalitativní analýza anorganických látek

<http://kvalitan.analytika.sk/>

[O projekte](#) [O autoroch](#) [Nápoveda](#) [Kontakty](#) [f](#) [You Tube](#)

Vyhľadavanie

**Kvalitan**
virtuálne chem. laboratórium

TEÓRIA HRA TEST

TEÓRIA

V tejto časti sa oboznámite s teoretickými základmi kvalitatívnej analytickej chémie pre dôkaz **katiónov** a **aniónov**. Táto časť vám umožní pochopiť základné princípy reakcií a pripraviť sa na nasledujúcu časť – [HRA](#).

Katióny

V tejto časti sa oboznámite s teoretickými základmi kvalitatívnej analytickej chémie pre dôkaz katiónov. V tomto hypertexte sa oboznámite s vlastnosťami, reakciami, schémami a oddeľovaním katiónov rozdelených do piatich tried. [Zobrazíť teóriu katiónov...](#)

Anióny

V tejto časti sa oboznámite s teoretickými základmi kvalitatívnej analytickej chémie pre dôkaz aniónov. V tomto hypertexte sa oboznámite s vlastnosťami, reakciami, schémami a oddeľovaním aniónov rozdelených do troch tried. [Zobrazíť teóriu aniónov...](#)



Katióny **Anióny**

> Katióny

- > Katióny I. triedy
 - > [Vlastnosti](#)
 - > [Reakcie](#)
 - > [Dôkazy](#)
 - > [Schéma](#)
 - > [Oddeľovanie](#)
- > Katióny II. triedy
 - > [Vlastnosti](#)
 - > [Reakcie](#)
 - > [Dôkazy](#)
 - > [Schéma](#)
 - > [Oddeľovanie](#)
- > Katióny III. triedy
 - > [Vlastnosti](#)
 - > [Reakcie](#)
 - > [Dôkazy](#)
 - > [Schéma](#)

Použitá literatura:

- Opekar, F., Jelínek, I., Rychlovský, P., Plzák, Z., 2010. Základní analytická chemie, UK-Karolinum, Praha.
- web.vscht.cz/~koplikr/4_FA_I_principy_org_analýzy_2013_oprava.pdf