

# DATABÁZE ÚLOHY PRO NADANÉ

## Srážecí reakce PŘÍRODOVĚDNĚ BADATELSKÁ OBLAST

učivo pro střední školy

**Mgr. Vendula Provazníková, Gymnázium Židlochovice,  
příspěvková organizace**



**Cíl:** Vysvětlit a v praxi vyzkoušet srážecí reakce, co je to srážení, rozpustnost látek, navrhnout pokusy, jak zjistit, která látka se skrývá v předložených roztocích.

### Pomůcky:

Kádinky s 5% roztoky  $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KSCN}$ ,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , zkumavky nebo kapkovací destičky, kapátka, kádinky s roztoky o neznámém složení ( $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ).

### Chemikálie:

Chlorid železnatý  $\text{FeCl}_2$  (H 302, H 318, P280, P 305, P351, P338)<sup>[1]</sup>

Chlorid železitý  $\text{FeCl}_3$  (H 290, H 302, H 315, H 318, H411, P 273, P280, P 305, P351, P338)<sup>[2]</sup>

Hydroxid sodný  $\text{NaOH}$  (H 219, H314, P280, P 305, P351, P338, P310)<sup>[3]</sup>

Síran měďnatý  $\text{CuSO}_4$  (H 302, H 315, H 318, H400, H 410, P 261, P 264, P 263, P 280, P 301, P 310, P 302, P 352, P 304, P 340, P 305, P351, P338, P 332, P 313, P 362, P 364)<sup>[4]</sup>

Uhličitan sodný  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (H319, P 305, P351, P338)<sup>[5]</sup>

Chlorid hlinitý  $\text{AlCl}_3$  (H314, P280, P 305, P351, P338, P310)<sup>[6]</sup>

Dusičnan stříbrný  $\text{AgNO}_3$  (H 272, H 290, H 314, H 410, P 220, P 260, P 273, P280, P 301, P 330, P 331, P 305, P351, P338, P 310)<sup>[7]</sup>

Chroman draselný  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  (H 315, H 317, H 319, H 335, H 340, H 350i, H410, P 201, P 273, P280, P 302, P352, P 305, P351, P338, P 308, P 313)<sup>[8]</sup>

Dusičnan barnatý  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  (H 272, H 302, H 319, H 332, P 220, P 305, P351, P338)<sup>[9]</sup>

Dusičnan olovnatý  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  (H 272, H 302, H 332, H 361, H 400, P 220, P 273, P281)<sup>[10]</sup>

Síran sodný  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

Thiokyanatan draselný  $\text{KSCN}$  (H 318, H 412, H 302, H 312, H 332, P 273, P280, P 310)<sup>[11]</sup>

Hexakyanidoželezitan draselný  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

Hexakyanidoželeznatan draselný  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

Síran železnatý  $\text{FeSO}_4$  (H 302)<sup>[12]</sup>

Chlorid měďnatý  $\text{CuCl}_2$  (H 302, H 315, H 319, H 335, H 400, P 261, P 273, P 305, P351, P338)<sup>[13]</sup>

Síran hlinitý  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

### Realizace

#### Teoretický úvod:

- Co je to rozpouštění?
- Co je to rozpustná a nerozpustná látka? Na čem to závisí?
- Co je to polární a nepolární látka?
- Jak vznikne v roztoku sraženina?
- Jak vypadá?
- Jak odhalit, které ionty jsou v neznámých roztocích? Navrhněte postup.

### Postup pokusu

Provedeme srážecí reakce podle tabulky (žáci dostanou čistou a sami si stanoví postup).

Buď s malými množstvími roztoků ve zkumavkách nebo přehledněji a úsporněji na kapkovacích destičkách – do každé jamky kápneme 2 kapky roztoku.

Pozn. Pracujeme s roztoky, z nichž některé jsou škodlivé pro životní prostředí. Po skončení pokusu odpady nevyléváme do výlevky, ale do nádoby k tomu určené.

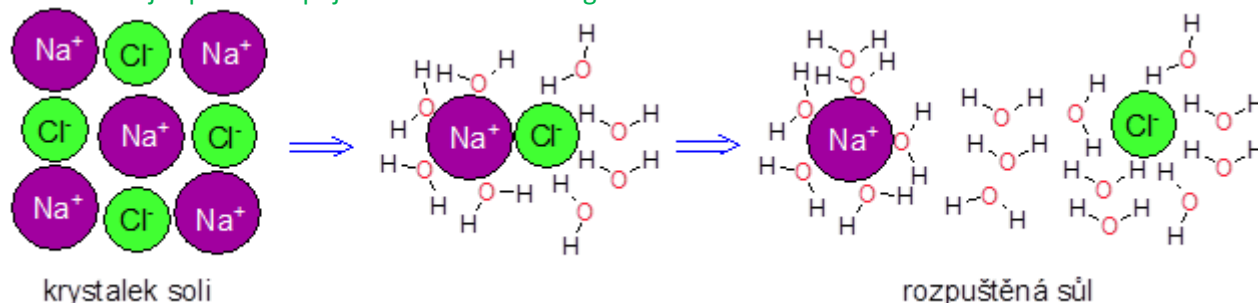
kationt \ aniont	Cl <sup>-</sup>	(OH) <sup>-</sup>	(SO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup>	(CO <sub>3</sub> ) <sup>2-</sup>	(CrO <sub>4</sub> ) <sup>2-</sup>	[Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>3-</sup>	[Fe(CN) <sub>6</sub> ] <sup>4-</sup>	(SCN) <sup>-</sup>
Na <sup>+</sup>								
Cu <sup>2+</sup>								
Al <sup>3+</sup>								
Ag <sup>+</sup>								
Ba <sup>2+</sup>								
Pb <sup>2+</sup>								
Fe <sup>2+</sup>								
Fe <sup>3+</sup>								
K <sup>+</sup>								

kationt \ aniont								

## Řešení otázek a úkolů:

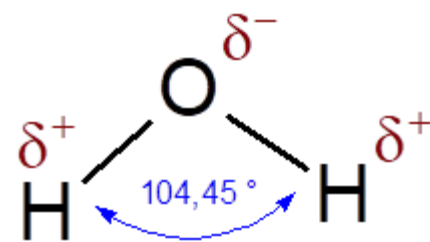
### Teoretický úvod:

- Co je to rozpouštění? Rozpad rozpustné látky na jednotlivé molekuly či ionty působením rozpouštědla. Odtrhávání molekul z povrchu pevné látky je zpravidla spojeno se spotřebou energie. U iontových látek molekuly vody (polární rozpouštědlo) obalují ionty a uspořádávají se kolem nich. Tomuto jevu se říká solvatace a je zpravidla spojen s uvolněním energie.

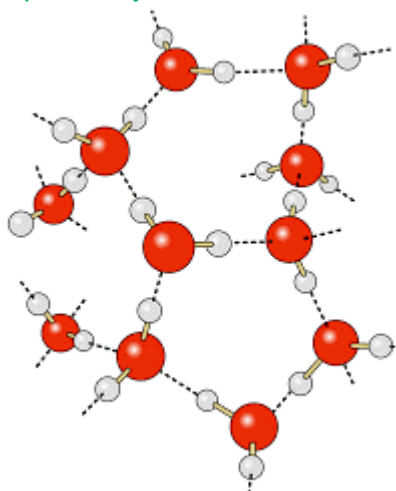


Obr. 1 Solvatace chloridového aniontu a sodného kationtu molekulami vody<sup>[14]</sup>

- Co je to rozpustná a nerozpustná látka? Na čem to závisí? U rozpustné látky převažuje uvolnění energie při procesu solvatace nad spotřebou energie při rozpadu krystalové struktury. U nerozpustných látek opačně. Závisí to na druhu rozpouštěné látky a rozpouštědla. Obecně se polární či iontové látky dobře rozpouští v polárních rozpouštědlech, nepolární látky v nepolárních rozpouštědlech.
- Co je to polární a nepolární látka? Polární látky obsahují polární vazby, a tedy částečné náboje na jednotlivých atomech, molekuly se mohou natočit v a prostoru uspořádat tak, aby byly nesouhlasné póly blízko sebe. Nepolární látky obsahují pouze nepolární vazby a tento jev u nich nenastává.



Obr. 2 Molekula vody<sup>[14]</sup>



Obr. 3 Uspořádání molekul vody<sup>[15]</sup>

- Jak vznikne v roztoku sraženina? Sraženina vzniká, jestliže se v roztoku smícháním potkají ionty tvořící v daném rozpouštědle nerozpustnou látku. Například v roztoku chloridu sodného jsou ionty  $\text{Na}^+$  a  $\text{Cl}^-$ , v roztoku dusičnanu stříbrného jsou ionty  $\text{Ag}^+$  a  $(\text{NO}_3)^-$ . Obě tyto látky jsou rozpustné. Zkombinujeme-li ionty  $\text{Ag}^+$  a  $\text{Cl}^-$ , vzniká nerozpustný chlorid stříbrný.
- Jak vypadá? Sraženina znamená, že obsah zkumavky není čirý, průhledný, ale je zakalený (tvoří se krystalky nerozpustné látky).

- Jak odhalit, které ionty jsou v neznámých roztocích? Navrhněte postup. Vyzkoušíme postupně reakce kombinací aniontů a kationtů, zapíšeme do tabulky vznik barevných sraženin. Ověříme reakcí jiných látek se stejnými ionty, které látky sraženina patří.

Příklad: V reakci  $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} \rightarrow \text{NaNO}_3 + \text{AgCl}$  vzniká bílá sraženina. Může to být teoreticky AgCl nebo  $\text{NaNO}_3$ . Která látka to je ve skutečnosti, můžeme zjistit buď vyhledáním na internetu (zjistíme, že AgCl je bílá **nerozpustná** látka, zatímco  $\text{NaNO}_3$  bílá **rozpustná** látka) nebo třeba reakcí  $\text{AgNO}_3$  s KCl (vznikne opět bílá sraženina, může za to tedy chlorid stříbrný).

#### Řešení tabulky

aniont kationt	$\text{Cl}^-$	$(\text{OH})^-$	$(\text{SO}_4)^{2-}$	$(\text{CO}_3)^{2-}$	$(\text{CrO}_4)^{2-}$	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$	$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$	$(\text{SCN})^-$
$\text{Na}^+$	čirý roztok	čirý roztok	čirý roztok	čirý roztok	žlutý roztok	žlutooranžový roztok	slabě žlutý roztok	čirý roztok
$\text{Cu}^{2+}$	světle modrý roztok	světle modrá sraženina	světle modrý roztok	světle modrá sraženina	žlutohnědá sraženina	hnědá sraženina	hnědá sraženina	zelenohnědá sraženina
$\text{Al}^{3+}$	čirý roztok	bílá sraženina	čirý roztok	bílá sraženina	sytě žlutá sraženina	žlutý roztok	čirý roztok	čirý roztok
$\text{Ag}^+$	bílá sraženina	hnědá sraženina	bílá sraženina	bílá sraženina	hnědočervená sraženina	žlutohnědá sraženina	slabě žlutá sraženina	bílá sraženina
$\text{Ba}^{2+}$	čirý roztok	bílá sraženina	bílá sraženina	bílá sraženina	žlutá sraženina	žlutý roztok	čirý roztok* <sup>1</sup>	čirý roztok* <sup>1</sup>
$\text{Pb}^{2+}$	bílá sraženina	bílá sraženina	bílá sraženina	bílá sraženina	sytě žlutá sraženina	slabě žlutá sraženina	bílá sraženina	čirý roztok* <sup>1</sup>
$\text{Fe}^{2+}$	slabě světle zelený roztok	zelená sraženina	světle zelený roztok	světle zelená sraženina	rezavá sraženina	tmavě modrá sraženina	čirý nebo slabě zelený roztok* <sup>2</sup>	čirý roztok* <sup>2</sup>
$\text{Fe}^{3+}$	žlutý až rezavý roztok	rezavohnědá sraženina	rezavý roztok	rezavá sraženina	hnědá sraženina	žlutý až rezavý roztok* <sup>2</sup>	tmavě modrá sraženina	krvavý roztok
$\text{K}^+$	čirý roztok	čirý roztok	čirý roztok	čirý roztok	žlutý roztok	žlutý roztok	čirý roztok	čirý roztok

\*<sup>1</sup> rozdíl oproti fotografii je způsoben předchozím znečištěním kapkovací destičky

\*<sup>2</sup> rozdíl oproti fotografii je způsoben tím, že v roztocích železitých iontů je vždy přítomno malé množství železnatých a obráceně, vzorky proto reagují podobně, ačkoliv by neměly



Pozn.

č. znamená červená krevní sůl, iont  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$

žl. znamená žlutá krevní sůl, iont  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$

Obr. 4 Provedení srážecích reakcí na kapkovacích destičkách (zdroj: autorka)

### Řešení identifikace neznámých vzorků

**FeSO<sub>4</sub>:** Roztok má mírně zelený nádech, to je vodítkem pro identifikaci Fe<sup>2+</sup>, potvrdíme reakcí s K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>], kdy vznikne tmavě modrá sraženina. Síranový aniont identifikujeme reakcí s barnatou či olovnatou solí (tvoří se bílá sraženina), od uhličitane odlišíme přikápnutím HCl (nešumí, uhličitane by šuměl uvolněním CO<sub>2</sub>).

**CuCl<sub>2</sub>:** Roztok má modrý nádech, to je vodítkem pro identifikaci Cu<sup>2+</sup>, potvrdíme to reakcemi s hydroxidem či uhličitane (vzniká světle modrá sraženina) a reakcí s chromane (vzniká žlutozelená sraženina). Chloridový aniont identifikujeme reakcí s olovnatou či stříbrnou solí (vznikají bílé sraženiny).

**Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>:** Roztok je bezbarvý, pro určení kationtu musíme tedy vyzkoušet všechny reakce s anionty. Bílé sraženiny při reakcích s chloridem a síranem a fakt, že při reakcích s hydroxidem a uhličitane sraženiny nevznikají, odhalí hliník – žádný z nabídnutých kationtů takto nereaguje. Síran identifikujeme stejně jako v předchozím případě.

Samozřejmě můžeme zařadit i další látky, např. uhličitany, jodidy, bromidy, fluoridy, amonné soli a další, jak mezi zkoumací činidla, tak i mezi „utajené“ vzorky.

### Zdroje:

1. Bezpečnostní list FeCl<sub>2</sub> [https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/chlorid\\_zeleznaty\\_tetrahydrat.pdf](https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/chlorid_zeleznaty_tetrahydrat.pdf)
2. Bezpečnostní list FeCl<sub>3</sub> [https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/chlorid\\_zelezity\\_bezvody.pdf](https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/chlorid_zelezity_bezvody.pdf)
3. Bezpečnostní list NaOH [https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/hydroxid\\_sodny\\_pecky.pdf](https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/hydroxid_sodny_pecky.pdf)
4. Bezpečnostní list CuSO<sub>4</sub> <https://www.identipack.com/sites/default/files/documents/SDS%20sheets/SDS%20CS%20Siran%20Mednaty%2010-20%20procent.pdf>
5. Bezpečnostní list Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> [https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/uhlicitan\\_sodny\\_dekahydrat.pdf](https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/uhlicitan_sodny_dekahydrat.pdf)
6. Bezpečnostní list AlCl<sub>3</sub> [https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/chlorid\\_hlinity\\_bezvody.pdf](https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/chlorid_hlinity_bezvody.pdf)
7. Bezpečnostní list AgNO<sub>3</sub> [https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/dusicnan\\_stribrny.pdf](https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/dusicnan_stribrny.pdf)
8. Bezpečnostní list K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> [https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/chroman\\_draselny.pdf](https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/chroman_draselny.pdf)
9. Bezpečnostní list Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> [https://www.mach-chemikalie.cz/images/download/old\\_file/69/dusicnan\\_barnaty.pdf](https://www.mach-chemikalie.cz/images/download/old_file/69/dusicnan_barnaty.pdf)
10. Bezpečnostní list Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> [https://www.mach-chemikalie.cz/images/download/old\\_file/76/dusicnan\\_olovnaty.pdf](https://www.mach-chemikalie.cz/images/download/old_file/76/dusicnan_olovnaty.pdf)
11. Bezpečnostní list KSCN [https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/thiokyanatan\\_draselny.pdf](https://www.pentachemicals.eu/soubory/bezpecnostni-listy/thiokyanatan_draselny.pdf)
12. Bezpečnostní list FeSO<sub>4</sub> [https://www.mach-chemikalie.cz/images/download/old\\_file/352/siran\\_zeleznaty.pdf](https://www.mach-chemikalie.cz/images/download/old_file/352/siran_zeleznaty.pdf)
13. Bezpečnostní list CuCl<sub>2</sub> [https://www.mach-chemikalie.cz/images/download/old\\_file/164/chlorid\\_mednaty\\_dihydrat.pdf](https://www.mach-chemikalie.cz/images/download/old_file/164/chlorid_mednaty_dihydrat.pdf)
14. Obr. 1 Solvatace sodného kationtu molekulami vody  
Obr. 2 Molekula vody [http://chemie.gjn.cz/okruhy/3\\_2\\_3\\_Voda.html](http://chemie.gjn.cz/okruhy/3_2_3_Voda.html)
15. Obr. 3 Uspořádání molekul vody  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wasserstoffbr%C3%BCckenbindungen-Wasser.svg>