

# T É M A:

# ROZTOKY

Vypracoval/a:

Třída:

Spolupracoval/a:

Datum:

## NÁPLŇ PRÁCE:

## STANOVENÍ KŘIVKY ROZPUSTNOSTI KYSELINY JANTAROVÉ

## ANOTACE:

V této laboratorní práci žáci experimentálně stanoví křivku rozpustnosti kyseliny jantarové. Ke stanovení koncentrace kyseliny jantarové v nasycených roztocích využijí žáci **alkalimetrickou** titraci, což je jedna z metod odměrné analýzy. Zjištěné údaje o rozpustnosti žáci zaznamenají do tabulky a z údajů uvedených v tabulce pak sestaví graf závislosti rozpustnosti kyseliny jantarové na teplotě (MS Excel).

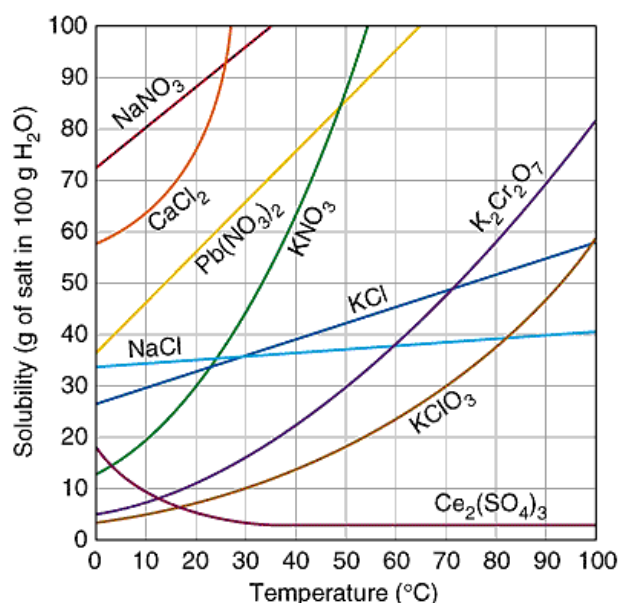
## TEORIE:

**Roztoky** jsou **homogenní směsi dvou nebo více látek, které vznikají rozpouštěním určité složky (rozpuštěná látka) ve druhé (rozpuštědlo)**. Částice látek tvořících roztok (atomy, molekuly, ionty) jsou dokonale rozptýleny.

Některé látky se vzájemně mísí neomezeně, můžeme tedy hovořit o **dokonalé** (neomezené) **vzájemné rozpustnosti** (např. voda a ethanol). Může však docházet také k tomu, že látky se mísí pouze omezeně, tzv. **omezená rozpustnost** látek, popřípadě se některé látky nemísí vůbec, jedná se o vzájemnou **nerozpustnost** látek (např. voda a olej).

K vyjádření rozpouštěcí schopnosti byl zaveden pojem **rozpustnost**. Udává **maximální množství rozpuštěné látky (v gramech), které se rozpustí při určité teplotě a tlaku v 100 gramech rozpouštědla na nasycený roztok** nebo udává **hmotnost rozpuštěné látky (v gramech), která je obsažena ve 100 gramech nasyceného roztoku**.

Závislost rozpustnosti látek na teplotě je pro různé látky rozdílná. Pro většinu látek s rostoucí teplotou značně stoupá, u některých látek je vzestup jen velmi pozvolný a pro některé látky rozpustnost s rostoucí teplotou klesá. Hodnoty rozpustnosti nejdůležitějších chemických látek jsou uvedeny v chemických tabulkách. Závislost rozpustnosti chemických látek na teplotě se znázorňuje křivkami rozpustnosti. Křivka rozpustnosti je charakteristická pro určitou látku a daná látka se dá podle křivky identifikovat.



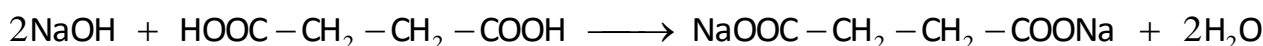
Obrázek 1: Křivky rozpustnosti některých solí

### Odměrná analýza

Titrace patří mezi metody kvantitativní analýzy a používáme ji k určování množství látky ve vzorku. Titrací činidlo reaguje většinou přímo se stanovovanou látkou ve vzorku (přímá titrace).

Při titraci neboli odměrné analýze přidáváme ke známému objemu stanovovaného vzorku pomalu a po malých dávkách titrační činidlo o známé koncentraci a objemu až do bodu ekvivalence tj. do okamžiku, kdy je množství titračního činidla rovno množství stanovované látky. K indikaci bodu ekvivalence využíváme náhlou změnu vlastnosti roztoku např. změnu barvy roztoku, vznik sraženiny, změna pH.

Odměrným roztokem v alkalimetrii je roztok hydroxidu sodného. Při titraci kyseliny jantarové (kyseliny butandiové) probíhá následující reakce:



Bod ekvivalence je při této titraci indikován pomocí acidobazického indikátoru fenolftaleinu. Titrovaný roztok, který je na počátku titrace kyselý se titruje z bezbarvé do velmi slabě fialové barvy.

## PŘÍPRAVA:

1. Zopakujte si učivo: roztoky, rozpustnost látek, křivka rozpustnosti, titrace, alkalimetrie.
2. V laboratoři budete dále potřebovat: MFCH tabulky, plášť.

## ÚKOL Č. 1:

1. Sestavte aparaturu pro titrační stanovení koncentrace kyseliny jantarové.
2. Připravte přesycený roztok kyseliny jantarové.
3. Titračně stanovte molární koncentrace kyseliny jantarové v nasycených roztocích při zadaných teplotách.
4. Z molární koncentrace vypočítejte hmotnost rozpuštěné kyseliny jantarové v jednotlivých vzorcích a vztáhněte ji na 100 g roztoku.
5. Z vypočítaných hodnot vytvořte tabulku a z údajů v tabulce sestrojte v programu MS Excel experimentální křivku rozpustnosti kyseliny jantarové a do stejného obrázku sestrojte druhou křivku podle tabulkových hodnot (internetové zdroje). Zdůvodněte případné odchylky.

## POMŮCKY:

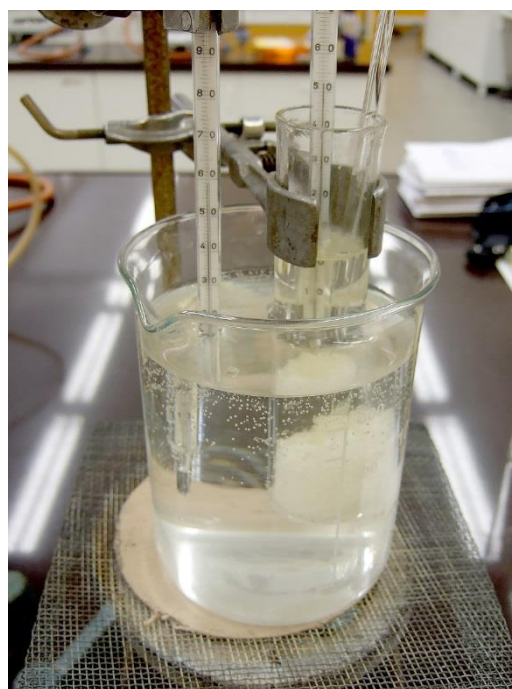
Stojan, křížová svorka 3x, malý držák 2x, střední držák, byreta 50 ml, nálevka, titrační baňka, odměrný válec 100 ml, kahan, trojnožka, kádinka 1000 ml, kádinka 250 ml 2x, nedělená pipeta 2 ml, široká zkumavka (průměr 30 mm, délka 16 mm), skleněná tyčinka, teploměr 2x, laboratorní váhy.

## MATERIÁL:

Destilovaná voda, odměrný roztok hydroxidu sodného o molární koncentraci  $c = 0,2 \text{ mol/l}$ , kyselina jantarová.

## POSTUP:

1. Pomocí křížové svorky a malého držáku upevněte ke stojanu byretu na 50 ml.
2. Pomocí nálevky naplňte byretu odměrným roztokem NaOH o  $c = 0,2 \text{ mol/l}$ .
3. Po vyjmutí nálevky z byrety nastavte odpuštěním hladinu odměrného roztoku NaOH na nulovou hodnotu.
4. Do kádinky na 250 ml navažte 30 g kyseliny jantarové s přesností 0,5 g.
5. Navážku převedte do větší zkumavky o průměru 30 mm a délce 160 mm, která je pomocí držáku přichycena k laboratornímu stojanu a je umístěna ve vodní lázni.
6. Ke kyselině jantarové ve zkumavce přidejte z odměrného válce 50 ml destilované vody (vznikne roztok, který bude přesycený i při 60 °C) a pomocí držáku do zkumavky upevněte teploměr (rozsah 0 až 100 °C).
7. Roztok promíchejte skleněnou tyčinkou a vzniklý přesycený roztok ve vodní lázni vytemperujte na 20 °C.
8. Po dosažení této teploty přesycený roztok míchejte 1 minutu.
9. Po usazení nerozpuštěného podílu kyseliny jantarové odpipetujte ze zkumavky 2 ml čirého nasyceného roztoku kyseliny jantarové do titrační baňky, přidejte 50 ml vody a pár kapek fenolftaleinu.
10. Obsah titrační baňky titrujte odměrným roztokem NaOH do prvního velmi slabě fialového zbarvení.
11. Na byretě odečtěte spotřebu NaOH a zaznamenejte tento údaj do tabulky.
12. Stejným způsobem stanovte spotřebu NaOH při teplotách roztoku kyseliny jantarové 30 °C, 40 °C a 50 °C.
13. Z vyčíslené neutralizační rovnice titrační reakce vypočítejte molární koncentrace roztoků kyseliny jantarové při daných teplotách.
14. Molární koncentrace přepočítejte na koncentrace hmotnostní a stanovte rozpustnost kyseliny jantarové při daných teplotách a zaznamenejte do tabulky.
15. Sestrojte křivku rozpustnosti kyseliny jantarové.



Obrázek 2: Aparatura

## VYPRACOVÁNÍ:

### 1) Spotřeby hydroxidu sodného při titracích nasycených roztoků kyseliny jantarové.

	20 °C		30 °C		40 °C		50 °C	
Spotřeba NaOH (ml)								
Průměrná spotřeba NaOH (ml)								

### 2) Výpočet molární koncentrace kyseliny jantarové v nasyceném roztoku.

$$\frac{n_{\text{NaOH}}}{n_{\text{kys. jantarová}}} = \frac{2}{1} \Rightarrow n_{\text{kys. jantarová}} = \frac{n_{\text{NaOH}}}{2} = \frac{V_{\text{NaOH}} \cdot c_{\text{NaOH}}}{2}$$

$$n_{\text{kys. jantarová}} = V_{\text{kys. jantarová}} \cdot c_{\text{kys. jantarová}} \Rightarrow c_{\text{kys. jantarová}} = \frac{n_{\text{kys. jantarová}}}{V_{\text{kys. jantarová}}}$$

### 3) Přepočet molární koncentrace na koncentraci hmotnostní.

$$w_{\text{kys. jantarová}} = \frac{c_{\text{kys. jantarová}} \cdot M_{\text{kys. jantarová}} \cdot V_{\text{roztoku}}}{m_{\text{roztoku}}}$$

### 4) Výpočet hmotnosti rozpuštěné kyseliny jantarové ve 100 g roztoku.

$$m_{(\text{COONa})_2} = w_{(\text{COONa})_2} \cdot m_{\text{roztoku}}$$

### 5) Hmotnost rozpuštěné kyseliny jantarové ve 100 g nasyceného roztoku při zadaných teplotách.

Teplota	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C
Hmotnost kyseliny jantarové ve 100 g nasyceného roztoku (experimentální)				

Teplota	0 °C	20 °C	60 °C	100 °C
Tabulkové hodnoty rozpustnosti kyseliny jantarové (g/100 g H <sub>2</sub> O)				



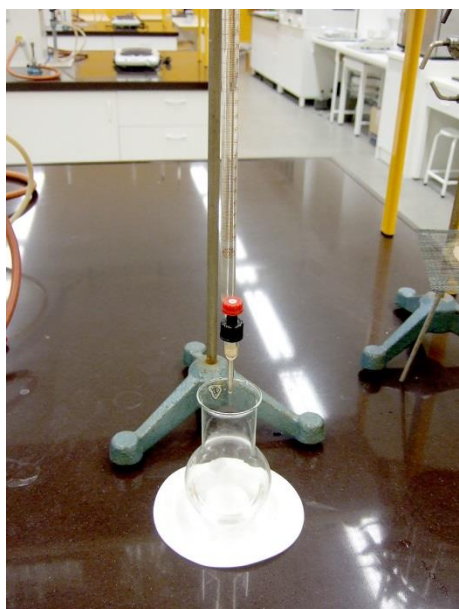
## FOTODOKUMENTACE:



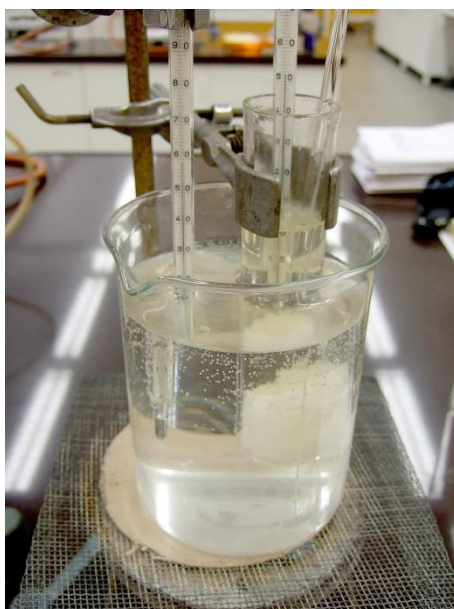
Obrázek 3: Kyselina jantarová



Obrázek 4: Přesycený roztok kyseliny jantarové



Obrázek 5: Titrační aparatura



Obrázek 6: Vodní lázeň



Obrázek 7: Nasycený roztok kyseliny jantarové odebraný při teplotě 30 °C



Obrázek 8: Titrovaný roztok těsně před bodem ekvivalence



Obrázek 9: Zbarvení nasyceného roztoku kyseliny jantarové v okamžiku bodu ekvivalence



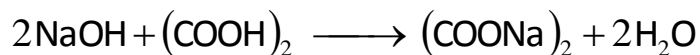
Obrázek 10: Ukázka přetitrovaného roztoku

## ZÁVĚR:

## SHRNUTÍ:

1. Vypočítejte potřebnou navážku pevného hydroxidu sodného potřebného na přípravu 500 ml odměrného zásobního roztoku o molární koncentraci  $c = 0,2 \text{ mol/l}$ .

2. Připravený odměrný roztok hydroxidu sodného se musí vždy tzv. standardizovat titrací na standardní látku. Standardní látkou v alkalimetrii je kyselina šťavelová. Přesná koncentrace (titr) roztoku NaOH se tedy stanovuje titrací na standardní látku, kterou je nejčastěji kyselina šťavelová. Většinou se titruje přesná navážka kyseliny šťavelové. Vypočítejte přesnou koncentraci standardního roztoku NaOH, jestliže na navážku 0,2146 g kyseliny šťavelové bylo při titraci spotřebováno 23,60 ml roztoku NaOH.



3. Rozpustnost dusičnanu draselného  $\text{KNO}_3$  je při  $70^\circ\text{C}$  58,0 g na 100 g nasyceného roztoku. Vyjádřete rozpustnost uvedené sloučeniny v gramech na 100 g vody.
4. Rozpustnost dusičnanu draselného  $\text{KNO}_3$  je při  $20^\circ\text{C}$  31,87 g na 100 g vody a při  $100^\circ\text{C}$  je 242,39 g na 100 g vody. Kolik gramů  $\text{KNO}_3$  se vyloučí při ochlazení 200 g nasyceného roztoku z teploty  $100^\circ\text{C}$  na  $20^\circ\text{C}$ ?

## SEZNAM ZDROJŮ:

- [01] POŠTA A., FIKAR J., HEMER I., LIŠKA J. *Laboratorní technika a bezpečnost práce pro SPŠCH*. SNTL, Praha 1981
- [02] *Online Introductory Chemistry: Solubility* [online]. c2005 [citováno 26. 06. 2013]. Obrázek 1 dostupný z WWW:  
< <http://www.800mainstreet.com/9/0009-004-solub.html> >
- [03] *Eurochem* [online]. c2005 [citováno 26. 06. 2013]. Dostupný na WWW:  
< <http://www.eurochem.cz/polavolt/dodatky/tabulky/rozp.htm> >
- [04] Obrázky 2–10: archiva autora.

## METODICKÝ LIST

Název školy	Gymnázium a Jazyková škola s právem státní jazykové zkoušky Zlín
Autor	Mgr. Lubomír Sedláček, Ph.D.
Vzdělávací oblast	Obecná chemie
Vzdělávací obor	Chemie
Tematický okruh	Roztoky. Závislost rozpustnosti látek na teplotě
Druh učebního materiálu	Laboratorní cvičení – žák
Cílová skupina	Žák, 17 – 18 let
Anotace	Pracovní list určen do výuky žákům - podklad pro laboratorní cvičení z chemie. Informace žák čerpá z vlastních poznámek, odborné literatury a internetu. Náplň: roztoky, rozpustnost látek, křivka rozpustnosti, odměrná analýza.