

# T É M A :                      M I N E R Á L N Í L Á T K Y V P O T R A V I N Á C H

Vypracoval/a:

Třída:

Spolupracoval/a:

Datum:

## NÁPLŇ PRÁCE:

### Stanovení vápenatých a hořečnatých iontů v minerálních vodách

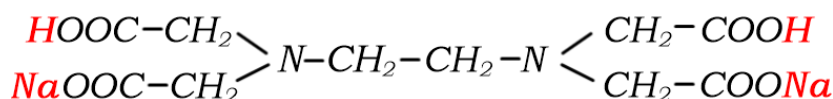
#### ANOTACE:

Cílem práce je stanovit a porovnat obsah vápenatých a hořečnatých iontů v různých druzích minerálních vod. Oba ionty jsou běžnou součástí minerálních vod a lze je stanovit metodou odměrné analýzy, která se označuje jako chelatometrie. Odměrným roztokem při stanovení je roztok chelatonu III.

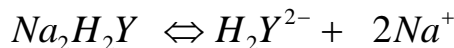
#### TEORIE:

**Chelatometrie** je část odměrné analýzy, v němž se používají odměrné roztoky chelatonů. Reakcí chelatonů s kationty vícemocných kovů vznikají téměř nerozpustné komplexy, zvané cheláty.

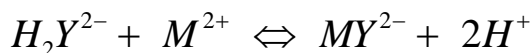
Nejpoužívanějším chelatonem je **ethyldiamintetraoctan disodný**, označovaný jako chelaton III.



Vzorec chelatonu III se zapisuje ve zkrácené formě  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y}$  (písmeno Y vyjadřuje černě zapsanou část vzorce). Ve vodných roztocích chelaton disociuje podle rovnice. Ve skutečnosti je chelaton III dihydrátem  $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot \text{H}_2\text{O}$ .

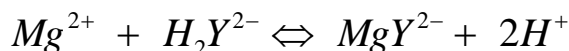
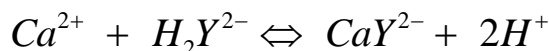


**Anionty  $\text{H}_2\text{Y}^{2-}$**  vytvářejí s dvojmocnými kationty kovů  $\text{M}^{2+}$  nerozpustné cheláty podle schématu:



#### PRINCIP:

Chelaton III reaguje s  $\text{Ca}^{2+}$  a  $\text{Mg}^{2+}$  za vzniku ve vodě rozpustných komplexních aniontů  $\text{CaY}^{2-}$  a  $\text{MgY}^{2-}$



**Při stanovení vápníku a hořčíku vedle sebe**, musíme počítat s tím, že se při reakcích kationtů s chelatonem uvolňují vodíkové protony, které během titrace mění pH titrovaného roztoku. Stálost komplexů chelatonu s ionty kovů závisí právě na pH roztoku, a proto je potřeba tyto reakce provádět při určité hodnotě pH. Hodnotu pH roztoku upravíme pomocí tlumivých roztoků (pufrů), jejichž úkolem je udržet pH titrovaného roztoku během titrace na určité hodnotě.

**Nejdříve stanovíme obsah  $\text{Ca}^{2+}$**  při pH = 12, za použití indikátoru murexidu.

**Následně stanovíme celkový obsah  $\text{Ca}^{2+}$  a  $\text{Mg}^{2+}$**  při pH = 10, za použití eriochromčerně T jako indikátoru.

**Obsah  $\text{Mg}^{2+}$**  vypočteme z rozdílu předchozích stanovení.

#### PŘÍPRAVA:

1. Přineste si s sebou 500 ml libovolné minerální vody
2. Zopakujte si kapitulu odměrné analýzy chelatometrie – odměrné roztoky, indikátory, standardní látky

## ÚKOL Č. 1:

Stanovte obsah vápenatých kationtů ve vzorku minerální vody.

### POMŮCKY:

Kahan, trojnožka, síťka, 3x titrační baňka, byreta 50 ml, pipeta 50 ml, bílá podložka, malá nálevka, kádinka 250 ml, kádinka 50 ml, hodinové sklíčko, lžička, odměrný válec 25 ml

### MATERIÁL A CHEMIKÁLIE:

Odměrný roztok chelatonu III o  $c = 0,05 \text{ mol/l}$ , roztok NaOH o  $c = 2 \text{ mol/l}$ , indikátor murexid ve směsi s NaCl (1:100), 200 ml minerální vody jako vzorek, destilovaná voda

### POSTUP:

1. Do kádinky na 250 ml odměřte přibližně 180 ml vzorku minerální vody
2. Kádinku se vzorkem přikryjte hodinovým sklem a zahřívejte ji kahanem nad mírným plamenem na trojnožce s keramickou sítkou k varu – zahřevem ze vzorku vypudíte oxid uhličitý
3. Po dosažení bodu varu kahan vypněte a obsah kádinky ochlaďte na  $20^\circ\text{C}$
4. Do tří titračních baněk odpipetujte nedělenou pipetou z kádinky po 50 ml vychladlého vzorku
5. Obsah titrační baňky zředte cca. 50 ml destilované vody
6. Do každé titrační baňky přidejte odměrným válcem 5 ml roztoku NaOH o  $c = 2 \text{ mol/l}$  a asi 0,3 g indikátorové směsi murexidu s NaCl (obsah titrační baňky se zbarví červeně)
7. Naplňte byretu pomocí malé nálevky odměrným roztokem chelatonu III o molární koncentraci  $c = 0,05 \text{ mol/l}$  a nastavte hladinu na nulovou hodnotu (přebytek chelatonu III odpusťte do malé kádinky)
8. Roztoky vzorku v titračních baňkách titrujte roztokem chelatonu III do modrofialového zbarvení
9. Odečtěte spotřeby chelatonu III při třech titracích, spotřeby zprůměrujte a vypočtěte celkový obsah vápenatých iontů ve vzorku

Spotřeba chelatonu III při 1. titraci	
Spotřeba chelatonu III při 2. titraci	
Spotřeba chelatonu III při 3. titraci	
<b>Průměrná spotřeba chelatonu III (<math>V_1</math>)</b>	

Při výpočtu vycházíme ze skutečnosti, že 1 molekula chelatonu III zreaguje vždy jen s jedním atomem vápníku, takže jeden mol chelatonu III vytvoří komplex s jedním molem iontů  $\text{Ca}^{2+}$ , což odpovídá 40,08 g vápníku.

$$\frac{n_{\text{Ca}^{2+}}}{n_{\text{chelaton III}}} = \frac{1}{1} \Rightarrow n_{\text{Ca}^{2+}} = V_{(1) \text{ chelatonu III}} \cdot c_{\text{chelatonu III}} \Rightarrow \frac{m_{\text{Ca}^{2+}}}{M_{\text{Ca}^{2+}}} = V_{(1) \text{ chelatonu III}} \cdot c_{\text{chelatonu III}}$$

$$m_{\text{Ca}^{2+}} = V_{(1) \text{ chelatonu III}} \cdot c_{\text{chelatonu III}} \cdot M_{\text{Ca}^{2+}} = V_{(1) \text{ chelatonu III}} \cdot 0,05 \cdot 40,08 =$$

Objem chelatonu III dosazujte do vztahu v  $\text{dm}^3$ . Hmotnost vápenatých kationtů vychází v g/50 ml. Vyjádřete obsah vápenatých kationtů ve vzorku v mg/100 ml.

$m_{\text{Ca}^{2+}} [\text{g}] \text{ v } 50 \text{ ml vzorku}$	
$m_{\text{Ca}^{2+}} [\text{mg}] \text{ v } 100 \text{ ml vzorku}$	

## ÚKOL Č. 2:

Stanovte celkový obsah vápenatých a hořečnatých kationtů ve vzorku minerální vody.

### POMŮCKY:

Kahan, trojnožka, síťka, 2x titrační baňka, byreta 50 ml, pipeta 50 ml, bílá podložka, malá nálevka, kádinka 250 ml, kádinka 50 ml, hodinové sklíčko, lžička, odměrný válec 25 ml

### MATERIÁL A CHEMIKÁLIE:

Odměrný roztok chelatonu III o  $c = 0,05 \text{ mol/l}$ , Schwarzenbachův amoniakální tlumivý roztok (**11 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$  + 65 ml 25%  $\text{NH}_3$  do 200 ml odměrné baňky doplnit vodou**), indikátor eriochromová čern T, 200 ml minerální vody jako vzorek

### POSTUP:

1. Do kádinky na 250 ml odměřte přibližně 180 ml vzorku minerální vody
2. Kádinku se vzorkem přikryjte hodinovým sklem a zahřívejte ji kahanem nad mírným plamenem na trojnožce s keramickou sítkou k varu – záhřevem ze vzorku vypudíte oxid uhličitý
3. Po dosažení bodu varu kahan vypněte a obsah kádinky ochlaďte na  $20^\circ\text{C}$
4. Do tří titračních baněk odpipetujte nedělenou pipetou z kádinky po 50 ml vychladlého vzorku
5. Do každé titrační baňky přidejte odměrným válcem 5 ml amoniakálního pufru a na špičku nože indikátor eriochromovou čern T (obsah titrační baňky se zabarví zřetelně vínově červeně)
6. Naplňte byretu pomocí malé nálevky odměrným roztokem chelatonu III a nastavte hladinu na nulovou hodnotu (přebytek chelatonu III odpusťte do malé kádinky)
7. Roztoky vzorku v titračních baňkách titrujte roztokem chelatonu III do zřetelně modrého zabarvení
8. Odečtěte spotřeby chelatonu III při třech titracích, spotřeby zprůměrujte a vypočtěte celkový obsah vápenatých a hořečnatých iontů ve vzorku

Spotřeba chelatonu III při 1. titraci	
Spotřeba chelatonu III při 2. titraci	
Spotřeba chelatonu III při 3. titraci	
<b>Průměrná spotřeba chelatonu III (<math>V_2</math>)</b>	

Při výpočtu vycházíme opět ze skutečnosti, že 1 molekula chelatonu III zreaguje vždy jen s jedním atomem stanovovaného iontu, takže jeden mol chelatonu III vytvoří komplex s  $40,08 \text{ g Ca}^{2+}$  a  $24,31 \text{ g Mg}^{2+}$ .

$$\frac{n_{\text{Ca}^{2+}} + n_{\text{Mg}^{2+}}}{n_{\text{chelaton III}}} = \frac{1}{1} \Rightarrow n_{\text{Ca}^{2+}} + n_{\text{Mg}^{2+}} = V_{(2) \text{ chelatonu III}} \cdot c_{\text{chelatonu III}}$$

$$n_{\text{Mg}^{2+}} = \left( V_{(2) \text{ chelatonu III}} - V_{(1) \text{ chelatonu III}} \right) \cdot c_{\text{chelatonu III}}$$

$$m_{\text{Mg}^{2+}} = \left( V_{(2) \text{ chelatonu III}} - V_{(1) \text{ chelatonu III}} \right) \cdot c_{\text{chelatonu III}} \cdot Mr_{\text{Mg}}$$

$m_{\text{Mg}^{2+}} [\text{g}] \text{ v } 50 \text{ ml vzorku}$	
$m_{\text{Mg}^{2+}} [\text{mg}] \text{ v } 100 \text{ ml vzorku}$	

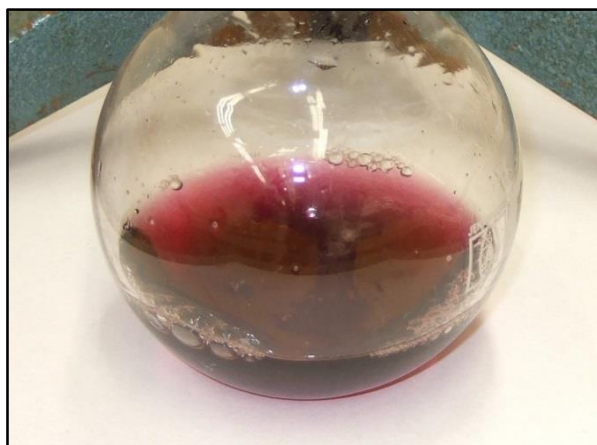
## FOTODOKUMENTACE:



### STANOVENÍ $\text{Ca}^{2+}$ NA MUREXID

**Obrázek 1:** Červené zbarvení roztoku před titrací (po přidavku indikátoru)

**Obrázek 2:** Modrofialové zbarvení roztoku v bodu ekvivalence (na konci titrace)



### STANOVENÍ CELKOVÉHO OBSAHU $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ NA ERIOCHROM ČERŇ T

**Obrázek 3:** Vínově červené zbarvení roztoku před titrací (po přidavku indikátoru)

**Obrázek 4:** Modré zbarvení roztoku v bodu ekvivalence (na konci titrace)

## ZÁVĚR:

## SHRNUTÍ:

1. Vypočítejte potřebnou navážku pevného CHELATONU III na přípravu 500 ml odměrného zásobního roztoku CHELATONU III o molární koncentraci  $c = 0,05 \text{ mol/l}$ . Pokud není pevný chelaton III dostatečně čistý, musí se jeho přesná koncentrace (titr) stanovit titrací na standardní látku, kterou je nejčastěji heptahydrát síranu hořečnatého.
2. Vypočítejte přesnou koncentraci standardního roztoku  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , který byl připraven rozpuštěním navážky 1,2298 g  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  v 500 ml destilované vody.
3. Ke stanovení přesné koncentrace odměrného roztoku CHELATONU III byl použit standardní roztok  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  z příkladu 2. Vypočítejte přesnou koncentraci roztoku CHELATONU III, jestliže bylo na titraci 50 ml roztoku  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  spotřebováno 10,20 ml roztoku CHELATONU III.

## SEZNAM ZDROJŮ:

- [01] Obrázek č. 1. Z archivu autora
- [02] Obrázek č. 2. Z archivu autora
- [03] Obrázek č. 3. Z archivu autora
- [04] Obrázek č. 4. Z archivu autora

## METODICKÝ LIST:

<b>Název školy</b>	Gymnázium a Jazyková škola Zlín s právem státní jazykové zkoušky Zlín
<b>Autor</b>	Ing. Pavel Horčic
<b>Vzdělávací oblast</b>	Člověk a příroda
<b>Vzdělávací obor</b>	Chemie
<b>Tematický okruh</b>	Biochemie – minerální látky v potravinách
<b>Druh učebního materiálu</b>	Laboratorní cvičení – žák
<b>Cílová skupina</b>	Žák, 17 – 18 let
<b>Anotace</b>	Pracovní list je určen do výuky laboratorních cvičení z chemie náplň: minerální látky, chelatometrie