

## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Zkvalitňování výuky chemie a biologie na GJO**  
reg. č. CZ.1.07/1.1.26/01.0034

Pracovní list č.: 21

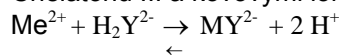
Klíčová aktivita: 02 Moderní výuka laboratorních cvičení

Cílová skupina: Žáci vyššího gymnázia

**Téma: Odměrná analýza – chelatometrie****Cíl: stanovit celkovou tvrdost vody pomocí roztoku Chelatonu III****Teorie:**

Odměrnou analýzu, při které používáme odměrný roztok *Chelaton*, nazýváme chelatometrií. *Chelatometrie* je příkladem titrace, která patří mezi *komplexometrickou* odměrnou analýzu dle reakce, která při titraci probíhá. Při chelatometrii vznikají *komplexy* kationtů kovů s organickými ligandy (chelaton), tyto komplexy pak nazýváme cheláty.

Chelaton II je ethylendiamintetraoctová kyselina (EDTA), obecný vzorec je  $H_4Y$ . Chelaton III je disodná sůl této kyseliny –  $Na_2H_2Y$ . Během titrace probíhá reakce mezi odměrným roztokem Chelatonu III a kovovými ionty rozpuštěnými ve vodě ( $Ca^{2+}$  nebo  $Mg^{2+}$ ) obecně  $Me^{2+}$  podle rovnice:



po dosažení:  $Ca^{2+} + H_2Y^{2-} \rightarrow CaY^{2-} + 2 H^+$

Z uvedené rovnice vyplývá, že látkové množství Chelatonu a látkové množství kationtu je stejné (1: 1), tedy titrační faktor  $F_t$  je roven 1, ale při reakci vzniká velké množství  $H^+$ , proto používáme tzv. *tlumivé roztoky* (pufrů), které se přidávají k titrovanému roztoku k udržení stálého pH.

Indikátory používané v chelatometrii jsou organická barviva, která vytvářejí s kovovými kationty stanovované látky barevné komplexy (např. eriochromová čern, xylenová oranž nebo murexid).

Celková tvrdost vody je způsobena vápenatými a hořečnatými ionty. Vyjadřuje se v milimolech na litr nebo ve stupních německých ( $1 \text{ mmol } Ca^{2+} = 5,6^\circ \text{ něm.}$ ) Stanovení budeme provádět titrací roztokem Chelatonu III v prostředí amoniakálního pufru (pH 10 – 11), použijeme indikátor EČT, změna zbarvení vínová – modrá.

**Úkol: Stanovte tvrdost vody pomocí odměrného roztoku Chelaton III**

**Pomůcky:** titrační aparatura (laboratorní stojan, byreta, titrační baňka, křížová svorka, nálevka), pipeta, kádinka (500 ml), odměrná baňka (1000 ml), laboratorní váhy, chemická lžice, skleněná tyčinka, stříčka s destilovanou vodou

**Chemikálie:** indikátor EČT, voda, Chelaton (aq) –  $0,05 \text{ mol.dm}^{-3}$

**Postup práce:****A) Příprava odměrného roztoku Chelatonu III**

Vypočítáme si hmotnost látky, kterou budeme navažovat:

$$c(\text{ChIII}) = 0,05 \text{ mol.dm}^{-3}, V = 1000 \text{ ml} (1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3), M(\text{Ch III}) = 372,292 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$m = c \cdot V \cdot M = \dots\dots\dots \text{ g}$$

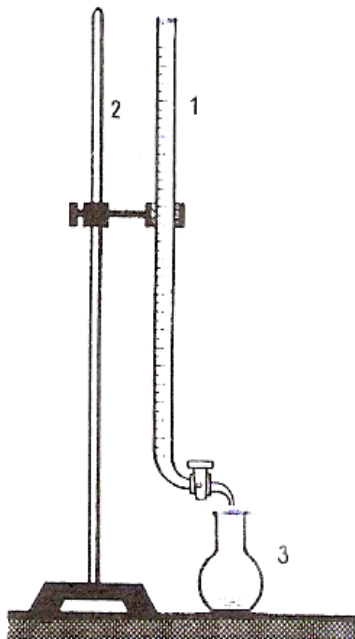
1. Odvážíme vypočtenou hmotnost Chelatonu III na předvážkách (pomocí chemické lžice)
2. Navážku rozpustíme v kádince s destilovanou vodou (asi 250 ml). Mícháme tyčinkou do rozpuštění.
3. Roztok vpravíme pomocí nálevky do odměrné baňky na 1000 ml. Kádinku vypláchneme pomocí stříčky destilovanou vodou tak, aby se veškerá látka převedla do baňky.
4. Doplníme destilovanou vodou po rysku, baňku uzavřeme zátkou a promícháme.

**B) Stanovení celkové tvrdosti vody**

1. Do titrační baňky odměříme válečkem 100 ml zkoumané vody, přidáme 5 ml pufru a špetku indikátoru. Promícháme obsah v baňce.
2. Do titrační baňky ke zkoumanému vzorku přidáváme po kapkách z byrety roztok Chelatonu III (po každém přidávku promícháme obsah baňky) do změny barvy.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

3. Poté odečteme objem spotřebovaného roztoku Ch III, stanovení provedeme celkem 3x. Průměrnou spotřebu použijeme pro výpočet.



**Schéma titrace**

- 1 – byreta s odměrným roztokem  
2 – stojan s křížovou svorkou  
3 – titrační baňka s roztokem stanovované látky

**Výpočet:**

spotřeba odměrného roztoku  $V_1 = \dots\dots\dots$  ml  
 $V_2 = \dots\dots\dots$  ml  
 $V_3 = \dots\dots\dots$  ml  
 $V(\text{Ch III, průměr}) = \dots\dots\dots$  ml

$F_t = 1$  .... titrační faktor (poměr látkových množství mezi stan. látkou a odm. roztokem v rovnici)

$c(\text{Ch III}) = 0,05 \text{ mol.dm}^{-3} = 50 \text{ mmol.dm}^{-3}$

$c(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) = c(\text{Ch III}) \cdot V(\text{Ch III}) / V(\text{vzorek vody}) = 50 \cdot V(\text{Ch III}) / 100 = 0,5 \cdot V(\text{Ch III})$

$c(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) = \dots\dots\dots \text{ mmol.dm}^{-3}$

**Vyhodnocení:**

voda měkká	do 1 mmol	voda mírně tvrdá	1 – 2,7 mmol
voda tvrdá	2,7 – 5,3 mmol	velmi tvrdá	nad 5,3 mmol

**Závěr:**

Stanovil (a) jsem koncentraci vápenatých a hořečnatých iontů ve vodě .....,  
tato voda je tedy .....



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

### Doplňující otázky:

1. Čím se běžně zbavujeme usazenin (vodní kámen) ve varné konvici doma?
2. Uveďte název a vzorec látky, která vzniká převažením „tvrdé“ vody.
3. Pokuste se zapsat chemickou rovnici děj, který probíhá při převažení vody za vzniku „vodního kamene“ .
4. Jak se projevuje tvrdá voda při kontaktu s mýdlem?
5. Uveďte názvy několika minerálních vod s vyšším obsahem vápenatých a hořečnatých iontů.

### Odpovědi:

1. ....
2. ....
3. ....
4. ....
5. ....