

Téma: chelatometrie

Úkol: stanovte tvrdost vody (stanovení Ca^{2+} a Mg^{2+} iontů ve vodě)

Princip:

Chelatometrie je odměrná analýza, která pracuje s odměrnými roztoky chelatonů. Chelaton II je ethylendiamintetraoctová kyselina (EDTA), značíme H_4Y . Chelaton III je její disodná sůl (dihydrát disodné soli) obecně $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$. Chelatometrie je založená na vzniku barevných komplexních sloučenin (chelátů). Průběh reakce znázorňuje schéma $\text{M} + \text{L} \rightarrow \text{ML}$

M ... symbol kovu L ... ligand (chelaton) ML ... komplexní sloučenina (chelát)

Průběh reakce chelatonu III s kovovými kationty: $\text{Me}^{2+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} \rightarrow \text{MY}^{2-} + 2\text{H}^+$

Me^{2+} kovový kation, např.: Ca^{2+} , Mg^{2+} H_2Y^{2-} anion chelatonu $F_t = 1$

při reakci vzniká velké množství H^+ , proto používáme tlumivé roztoky (pufry), které udržují konstantní pH, potřebné pro barevný přechod indikátoru. Jako indikátory se používají organická barviva (metalochromní indikátory), která vytvářejí s kationty stanovované látky barevné komplexy, např.: eriochromová čerň T nebo murexid, xylenová oranž.

EČT v prostředí amoniakálního pufru barevný přechod: vínová \rightarrow modrá

Murexid červenofialová \rightarrow modrofialová

XO purpurová \rightarrow žlutá (pH 1 - 6)

Tvrdost vody je způsobena kationty vápenatými a hořečnatými. Celková koncentrace iontů určuje tzv. celkovou tvrdost vody, která se udává v milimolech na litr nebo ve stupních tvrdosti. Podle celkového obsahu Ca^{2+} a Mg^{2+} solí ve vodě se rozlišuje:

voda měkká do 1 mmol/l

mírně tvrdá ... 1 – 1,5

tvrdá 1,5 - 3

velmi tvrdá ... víc než 3

Úkoly:

- 1. Připravte odměrný roztok Chelaton III**
- 2. Stanovte celkovou tvrdost vody**
- 3. Stanovte obsah vápenatých iontů ve vzorku pitné vody**

Postup:

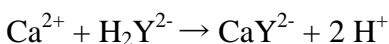
Příprava odměrného roztoku Chelatonu III

Odměrný roztok Ch III se připravuje jako roztok o přesné koncentraci $c = 0,05 \text{ mol/l}$.

$$M(\text{Ch III}) = 372,3 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad \text{objem } V = 1 \text{ dm}^3$$

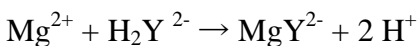
Vypočtené množství diferencně odvažte na analytických vahách, rozpusťte v destilované vodě, kvantitativně převedte do odměrné baňky 1 l a doplňte po rysku. Přesná koncentrace Ch. III se vypočítá z navážky a objemu roztoku: $c = m(\text{skutečná}) / m(\text{teoretická}) \cdot c(\text{ChIII})$

Stanovení Ca^{2+}



- Ze vzorku vody (nepřevařené) odpipetujte 100 ml do titrační baňky.
- Přidejte roztok NaOH o $c = 2 \text{ mol/l}$, aby pH roztoku vzorku bylo 12. Přidaný objem NaOH si zapište (asi 5 ml) a při opakované titraci dané množství NaOH rovnou přidejte.
- Na špičku lžičky přidejte indikátor murexid.
- Titrujte Chelatonem III z červené do modrofialové.

Stanovení Mg^{2+}



- Ze vzorku odpipetujte 100 ml do titrační baňky.
- Přidejte 5 ml amoniakálního pufru a špetku indikátoru EČT.
- Titrujte z vínově červené do modré.
- obsah Mg^{2+} vypočítáme z rozdílu spotřeb na EČT (Mg + Ca) a na murexid (Ca)

Výpočet:

$V_1(\text{Ch III})$ – spotřeba v ml na murexid, $V_2(\text{Ch III})$ – spotřeba v ml na EČT (musí být vyšší)

Celková tvrdost vody - stanovení Ca^{2+} a Mg^{2+} iontů ve vodě – se vyjadřuje v mmolech na litr, nebo ve stupních německých ($1^\circ \text{ něm.} = 10 \text{ mg CaO v 1 l vody}$, $1 \text{ mmol Ca}^{2+} = 5,6^\circ \text{ něm.}$)

1 ml Chelatonu odpovídá $2,8^\circ \text{ něm.}$, $c(\text{Ch III}) = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 50 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$

$$c(\text{Ca}^{2+}) = V(\text{Ch III}) \cdot c(\text{Ch III}) / V(\text{vzorek}) = V(\text{Ch III}) \cdot 50 / 100 = \mathbf{V(\text{ChIII}) \cdot 0,5 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}}$$

$$m(\text{Ca}^{2+}) = V(\text{Ch III}) \cdot c(\text{Ch. III}) \cdot 40,08 \text{ (mg / 100 ml)} \rightarrow x \cdot 10 \text{ (mg / 1 l)}$$