

Praktische opdracht VWO-6: Complexometrische bepaling van de hardheid van leidingwater

Inleiding

De hardheid van water wordt voornamelijk bepaald door de hoeveelheid calcium- en magnesiumionen in het water. Afhankelijk van de herkomst en de bewerking van water heeft het water in Nederland niet overal dezelfde hardheid.

Er worden verschillende soorten hardheid van water gedefinieerd: totale hardheid, permanente hardheid (ook wel blijvende hardheid genoemd) en tijdelijke hardheid (ook wel bicarbonaat-hardheid genoemd).

De tijdelijke hardheid van water wordt bepaald door de aanwezigheid van waterstofcarbonaat-ionen (bicarbonaat-ion). Door het water te koken ontstaat ketelsteen, dit noemen we thermisch ontharden. Water is ook op een chemische manier te ontharden door kalkwater toe te voegen of huis-tuin-en-keuken soda.

De totale hardheid is de som van de permanente en de tijdelijke hardheid.

In dit praktikum ga je de totale hardheid van leidingwater bepalen uit verschillende regio's van Nederland. Daarnaast bepaal je ook nog het calciumgehalte.

De bepalingen zijn gebaseerd op complexometrische titraties. De titraties met EDTA worden uitgevoerd bij hoge pH.

We gebruiken een oplossing van $\text{Na}_2\text{-EDTA}$, afgekort met $\text{Na}^+_2(\text{H}_2\text{Y})^{2-}$. EDTA is een afkorting van EthyleenDiamineTetra-Azijnzuur, weergegeven als H_4Y . In water ontstaat het ethyleendiaminetetra-acetaat-ion. In de praktijk geven we dit ion weer als Y^{4-} .

Het dinatriumzout van EDTA is goed oplosbaar in water, er ontstaat $\text{H}^+_2\text{Y}^{4-}(\text{aq})$. Dit kan verder ioniseren (protolysen) tot $\text{Y}^{4-}(\text{aq})$.

Het EDTA-ion wordt een complexerend deeltje genoemd. Het deeltje is in staat metaalionen in te kapselen waarbij het gevormde complex ruimtelijk een octaëdrische vorm inneemt.

Voor de titratie is het van belang dat een goede indicator wordt gebruikt. Tot onze beschikking staan calconcarbonzuur (calcon) en eriochroomzwart-T (erio-T).

Na het toevoegen van de indicator zal direct een deel van de aanwezige metaalionen gecomplexeerd worden aan de indicator. Daarbij is een kleur waar te nemen. Bij de titratie met EDTA vormen de overige vrije metaalionen eerst een complex met EDTA. Pas in het eindpunt (equivalentiepunt) reageren de aan de indicator gebonden metaalionen met het EDTA.

In demi-water geven beide indicatoren een blauwe kleur. Bij het vormen van een metaal-indicatorcomplex ontstaat een andere kleur.

Benodigheden

- 0,0100 M EDTA-oplossing (3,72 g $\text{Na}_2\text{-EDTA}$ per L; in polyetheen fles)
- ammonia/ammoniumchloride-buffer: 3,5 g NH_4Cl in 100 mL 4M ammonia
- eriochroomzwart-T mengsel: 400 mg in 100 g vast NaCl (aanwezig)
- calconmengsel: 200 mg in 100 g vast NaCl (aanwezig)
- Open water 1: AmsterdamRijnkanaal; zelf halen
- Leidingwater in flessen: 2: Lelystad; 3: Dirksland; 4: Enschede;
- Kraanwater uit de kraan: 5: Houten;
- Mineraalwater in jerrycan 6: Saskia Quelle Loningen, LIDL zonder bubbels.

Werkwijze

Noteer duidelijk welke soorten water je hebt onderzocht!!

1 (verplicht) 5 (verplicht) en keuze uit 2,3,4 of 6

1. bepaling totale hardheid van leidingwater

Breng 100 mL leidingwater in een erlenmeyer van 300 mL. Voeg 2 mL bufferoplossing toe en een spatelpunt van het eriochroomzwart-T / NaCl mengsel.

Verwarm de oplossing tot 70 °C. De oplossing krijgt een andere kleur. Titreer met de EDTA-oplossing tot het omslagpunt. Als de kleur gedurende 20 s niet meer verandert, is de titratie voltooid. Voer de titratie in duplo uit (1%).

2. bepaling calciumgehalte in leidingwater

Breng 100 mL leidingwater in een erlenmeyer van 300 mL. Voeg 15 mL 0,1 M natronloog toe en een spatelpunt van het calcon / NaCl mengsel.

Titreer met de EDTA-oplossing tot de vloeistof van kleur verandert. Als de kleur gedurende 60 s niet meer verandert, is de titratie voltooid. Voer de titratie in duplo uit (1%).

Vragen

- Geef in je verslag ook de reactievergelijkingen voor de drie verschillende manieren om water te ontharden.
- Geef in je verslag ook de structuurformule van EDTA.
- Geef in je verslag ook de vergelijking voor het oplossen van het dinatriumzout van EDTA en het ioniseren (met behulp van het symbool Y).
- Geef in je verslag ook de octaëdrische vorm van het complex.
- Geef in je verslag aan waarom beide experimenten op een verschillende manier worden uitgevoerd. In je uitleg moet je iets zeggen over de dissociatieconstanten (K_d) van de metaal-EDTA-complexen. Welk metaal-EDTA-complex is stabiel? Wat is een dissociatieconstante?
- Wat is een complexometrische titratie in vergelijking tot een zuur-base titratie of een redox-titratie?
- Leg in je verslag duidelijk uit wat het verschil is tussen de gebruikte indicatoren: waarom worden bij de proeven verschillende indicatoren gebruikt? In je uitleg moet iets komen over de verschillen in affiniteit voor het vormen van calcium- en magnesium-indicatorcomplexen (dit wordt vaak de *stabiliteit* van een complex genoemd).
- Leg in je verslag duidelijk uit waarom de indicatoren toch geschikt zijn voor een eindpunt-titratie. Betrek niet alleen de kleur/kleurverandering in je uitleg. (Een antwoord als 'de kleur verandert' wordt niet gehonoreerd).
- Leg in je verslag uit waarom de titraties alleen uitgevoerd kunnen worden bij een hoge pH.
- Bereken de pH van de gebruikte bufferoplossing.
- Bereken de pH in de erlenmeyer aan het begin van proef 2.
- Geef in je verslag de uitkomsten van beide experimenten aan in: mol.L⁻¹ en in graden Duitse Hardheid (°D of DH). 1 °D Komt overeen met 10 mg calciumoxide per liter.
- Verklaar de uitkomsten en de verschillen/overeenkomsten tussen de uitkomsten van proef 1 en van proef 2.

Verslag

- titel
- doel
- theorie
- werkwijze (kort)
- meetresultaten en waarnemingen
- conclusie
- **bronvermelding**

Verwerk alle vragen in je verslag. Plaats de antwoorden en de uitleg onder het juiste kopje.

Bronnen

De volgende internetpagina's kun je raadplegen:

<http://www.scirus.com>

http://www.usi.edu/science/chemistry/mkrahlincourses/CHEM_321/Hard%20Water.pdf

Zelf kun je natuurlijk ook andere pagina's raadplegen.

Inleverdatum

Lever het **handgeschreven** verslag uiterlijk op donderdag 21 maart 2012 in de les bij mij persoonlijk.

**Bewaar al je eigen materiaal (kladversie, buretstanden, etc.)
totdat het werk is beoordeeld!**