

KOMPLEKSOMETRIA

Oznaczanie twardości wody metodą wersenianową (oznaczanie Ca^{2+} i Mg^{2+} obok siebie)

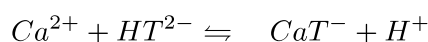
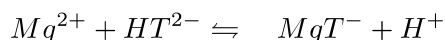
Twardością wody nazywa się właściwości wody wynikające z obecności w niej jonów wapnia i magnezu oraz innych jonów metali wielowartościowych (Fe^{3+} , Zn^{2+} , Al^{3+}). Dawniej definicję twardości wody wiązano z niezdolnością wody do wytwarzania piany, mimo wytrząsania jej z dodatkiem mydła.

Na **twardość całkowitą** wody składa się **twardość węglanowa** (jony wapnia i magnezu pochodzące z rozpuszczalnych w wodzie wodorowęglanów) oraz **twardość niewęglanowa** (jony wapnia i magnezu pochodzące z innych rozpuszczalnych soli takich jak: siarczany(VI), azotany(V) oraz chlorki).

Twardość wody określa się w **stopniach twardości**. Jako stopień twardości w Polsce przyjęto niemiecki stopień twardości. Jeden niemiecki stopień twardości wody odpowiada zawartości 10 mg CaO w 1 dm³ wody ($1^\circ\text{N} = 10 \text{ mg CaO/dm}^3$).

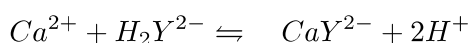
Twardość całkowitą wody oznaczać można różnymi metodami, jednak wszystkie stosowane dawniej metody zastąpiono obecnie metodą wersenianową. Metoda ta polega na miareczkowaniu próbki wody roztworem wersenianu disodowego (EDTA) przy pH 9 – 10, w obecności czerni eriochromowej T jako wskaźnika.

Po dodaniu wskaźnika do badanego roztworu tworzy on z wapniem i magnezem kompleksy o barwie różowofioletowej (czerwonej).



W trakcie dodawania roztworu wersenianu disodowego zachodzą kolejno reakcje:

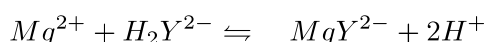
1. tworzenia kompleksów EDTA z wolnymi jonami Ca^{2+}



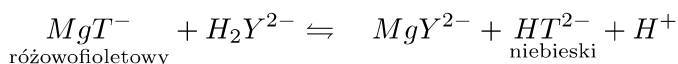
2. wypierania jonów wapnia z kompleksu wapnia ze wskaźnikiem



3. tworzenia kompleksów EDTA z wolnymi jonami Mg^{2+}



4. wypierania jonów magnezu z kompleksu magnezu ze wskaźnikiem



Po zajściu tej ostatniej reakcji roztwór przybiera barwę niebieskawą, gdyż taki kolor posiada roztwór wolnego barwnika.

Odczynniki:

- Mianowany roztwór EDTA (ok. 0,005 M)
- Roztwór buforowy o pH=10
- Czerń eriochromowa T

Sprzęt:

- Kolba miarowa o pojemności 250 mL
- Kolba stożkowa o pojemności 250 mL
- Zlewka o pojemności 250 mL
- Cylinder miarowy
- Pipeta jednomiarowa o pojemności 25 mL

Wykonanie:

Otrzymaną w kolbie miarowej próbkę dopełnić wodą destylowaną do kreski i **dokładnie** wymieszać. Odpipetować do kolby stożkowej 2×25 mL roztworu próbki (razem 50 mL). Dodać szczyptę czerni eriochromowej, 1 mL roztworu buforowego pH=10, wymieszać i miareczkować mianowanym roztworem EDTA do zmiany barwy na niebieską.

Oznaczenie wykonać co najmniej trzy razy.

Wyniki i obliczenia:

Twardość wody wyrażoną w stopniach niemieckich wyznacza się z następującego wzoru:

$$^\circ\text{N} = \frac{v_{\text{EDTA}} \cdot c_{\text{EDTA}} \cdot 56,08 \cdot 1000}{50 \cdot 10}$$

gdzie:

v_{EDTA} - objętość zużytego EDTA [mL]

c_{EDTA} - stężenie roztworu EDTA [$\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$]

56,08 - masa molowa CaO [$\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$]

10 - $1^\circ\text{N} = 10 \text{ mg CaO na 1 L wody}$

Wynik oblicza się jako średnią arytmetyczną z trzech zgodnych (test Q-Dixona) wyników miareczkowania, uzyskanych dla kolejnych próbek.

Wynik należy podać jako średnią \pm przedział ufności (przyjmając poziom istotności równy $\alpha=0,05$), pamiętając o właściwej ilości cyfr znaczących.