

ĆWICZENIE 3

Metoda objętościowa oznaczania substancji chemicznych. Oznaczanie twardości wody metodą miareczkowania.

Wymagana literatura

- ⇒ Ćwiczenia Laboratoryjne i Rachunkowe z Chemii Ogólnej i Technicznej. Praca zbiorowa pod redakcją Janiny Karolak-Wojciechowskiej.
- Ćwiczenie Nr 7.I (s. 44-45)
 - Ćwiczenie Nr 8.I (s. 46-52)
- ⇒ Materiał zawarty w niniejszej instrukcji

Pytania do kolokwium

1. Oblicz stężenie roztworu NaOH, jeżeli na zmiareczkowanie 25 cm^3 roztworu NaOH zużyto 20 cm^3 roztworu HCl o stężeniu $0,100 \text{ mol/dm}^3$? Odpowiedź uzasadnij obliczeniami. Wynik podaj z dokładnością do trzech miejsc po przecinku.
2. Oblicz stężenie roztworu NaOH, jeżeli na zmiareczkowanie 10 cm^3 roztworu NaOH zużyto $22,6 \text{ cm}^3$ roztworu HCl o stężeniu $0,150 \text{ mol/dm}^3$? Odpowiedź uzasadnij obliczeniami. Wynik podaj z dokładnością do trzech miejsc po przecinku.
3. Odważkę NaOH rozpuszczono w 250 cm^3 wody dejonizowanej w kolbie miarowej. Za pomocą pipety miarowej pobrano z tej kolby 20 cm^3 roztworu NaOH i objętość tę zmiareczkowano roztworem HCl o stężeniu $0,250 \text{ mol/dm}^3$ zużywając $17,5 \text{ cm}^3$ tego kwasu. Jaka masa miała odważka NaOH? Odpowiedź uzasadnij obliczeniami. (masa molowa NaOH wynosi 40 g/mol). Wynik podaj z dokładnością do czterech miejsc po przecinku.
4. Odważkę NaOH rozpuszczono w 200 cm^3 wody dejonizowanej w kolbie miarowej. Za pomocą pipety miarowej pobrano z tej kolby 25 cm^3 roztworu NaOH i objętość tę zmiareczkowano roztworem HCl o stężeniu $0,100 \text{ mol/dm}^3$ zużywając $28,7 \text{ cm}^3$ tego kwasu. Jaka masa miała odważka NaOH? Odpowiedź uzasadnij obliczeniami. (masa molowa NaOH wynosi 40 g/mol). Wynik podaj z dokładnością do czterech miejsc po przecinku.
5. Co to jest twardość wody i jakie związki ją powodują?
6. Wymień i krótko omów metody zmniejszania twardości wody.
7. Jakie rodzaje twardości występują w wodzie? Jakie związki je powodują?
8. Jaki jest wpływ twardości wody na jej użytkowanie?

Wykonanie ćwiczenia

Metoda objętościowa oznaczania substancji chemicznych.

Sprzęt:

- ⇒ biureta, dwie kolby stożkowe, pipeta, kolba miarowa

Odczynniki:

- ⇒ mianowany roztwór HCl; wskaźniki: oranż metylowy

Właściwy sposób posługiwania się naczyniami miarowymi zostanie omówiony oraz zademonstrowany przez prowadzącego.

Do czystej oraz przepłukanej wodą dejonizowaną kolby miarowej pobrać od prowadzącego roztwór NaOH. Biuretę przepłukać wodą dejonizowaną, a następnie mianowanym roztworem HCl. Następnie napełnić biuretę mianowanym roztworem HCl (**stężenie używanego roztworu HCl zanotować!**) Do przepłukanej wodą destylowaną kolby stożkowej pobrać za pomocą pipety znaną objętość NaOH (w zależności od używanej pipety: 20 lub 25 cm³, **objętość używanej pipety zanotować!**). Do przygotowanej w ten sposób próbki dodać 2-3 krople oranżu metylowego. Miareczkować roztworem HCl do pierwszej trwałej zmiany barwy z żółtej na pomarańczową (utrzymującej się przynajmniej 10 s.). Odczytać zużytą objętość kwasu. Miareczkowanie powtórzyć uzupełniając wcześniej biuretę mianowanym roztworem HCl. Wyniki z obu miareczkowań nie powinny różnić się więcej niż o 0,1 cm³. Wyniki należy uśrednić. W przypadku większej rozbieżności wykonać trzecie miareczkowanie.

Proces miareczkowania zostanie zademonstrowany przez prowadzącego ćwiczenie.

Oznaczanie twardości wody metodą miareczkowania.

Sprzęt:

⇒ biureta, cylindry miarowe, dwie kolby stożkowe

Odczynniki:

⇒ roztwór HCl, roztwór edta, bufor amonowy; wskaźniki: oranż metylowy, czerni eriochromowa

Oznaczanie twardości wody (węglanowej oraz całkowitej) przeprowadzić dla wody kranowej, przegotowanej oraz dejonizowanej

Oznaczanie twardości węglanowej:

Za pomocą cylindra miarowego odmierzyć 100 cm³ badanej wody, którą następnie należy przelać do kolby stożkowej. Dodać 2-3 krople oranżu metylowego i miareczkować mianowanym roztworem HCl do pierwszej trwałej zmiany barwy (z żółtej na pomarańczową). Objętość zużytego kwasu zanotować. Miareczkowanie powtórzyć.

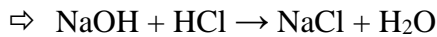
Oznaczanie twardości całkowitej (ogólnej):

Za pomocą cylindra miarowego odmierzyć 100 cm³ badanej wody, którą następnie należy przelać do kolby stożkowej. Do kolby z wodą dodać taką objętość kwasu solnego, jaka została zużyta podczas oznaczenia twardości węglanowej dla danej wody. Po dokładnym wymieszaniu dodać 2 cm³ roztworu buforu amonowego. Następnie dodać szczyptę czerni eriochromowej (taką ilość, aby widoczne było różowo-fioletowe zabarwienie roztworu). Miareczkować roztworem edta do pierwszej trwałej zmiany barwy (z różowo-fioletowej na niebieską). Miareczkowanie powtórzyć.

Sprawozdanie

Metoda objętościowa oznaczania substancji chemicznych.

Podać równanie zachodzącej reakcji.



Obliczyć stężenie oznaczanego roztworu NaOH oraz ilość NaOH w przeliczeniu na czystą substancję (w g). Masę czystej substancji odnieść do całej kolby. W tym celu należy skorzystać z następujących wzorów:

Stężenie oznaczanego roztworu:

$$C_{m_{\text{NaOH}}} = \frac{V_{\text{HCl}} \times C_{m_{\text{HCl}}}}{V_{\text{NaOH}}} \left(\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right)$$

Masa NaOH w kolbie:

$$m_{\text{NaOH}} = C_{m_{\text{NaOH}}} \times \frac{V_{\text{kolby}}}{1000} \times 40 \text{ (g)}$$

gdzie:

V_{HCl} – średnia objętość zużytego roztworu kwasu (w cm^3 *)

V_{NaOH} – objętość pobranego roztworu NaOH (objętość używanej pipety, w cm^3 *)

$C_{m_{\text{HCl}}}$ – stężenie używanego roztworu HCl (w mol/dm^3)

$C_{m_{\text{NaOH}}}$ – stężenie oznaczanego roztworu NaOH (w mol/dm^3)

V_{kolby} – objętość kolby miarowej z roztworem NaOH (w cm^3 *)

*1 ml odpowiada 1 cm^3 .

Oznaczanie twardości wody metodą miareczkowania.

Obliczyć poszczególne twardości wody, odpowiednio dla wody kranowej, przegotowanej i dejonizowanej. Twardość ogólną podać także w stopniach niemieckich ($^{\circ}\text{d}$). W tym celu należy skorzystać z poniższych wzorów:

Twardość węglanowa:

$$t_w = \frac{C_{m_{\text{HCl}}} \times V_{\text{HCl}} \times 1000}{2 \times V_{\text{H}_2\text{O}}} \left(\frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3} \right)$$

Twardość całkowita (ogólna):

$$t_o = \frac{C_{m_{\text{edta}}} \times V_{\text{edta}} \times 1000}{V_{\text{H}_2\text{O}}} \left(\frac{\text{mmol}}{\text{dm}^3} \right)$$

$$t_{\circ d} = t_o \times 5,6 \text{ (}^{\circ}\text{d)}$$

gdzie:

C_{mHCl} – stężenie używanego roztworu kwasu solnego (w mol/dm³)

C_{medta} – stężenie używanego roztworu edta (w mol/dm³)

V_{edta} – objętość zużytego roztworu edta (w cm³*)

$V_{\text{H}_2\text{O}}$ – objętość miareczkowanej wody (w cm³*)

*1 ml odpowiada 1 cm³.

Wnioski:

- ⇒ Na podstawie skali twardości wody zaklasyfikować odpowiednio wodę kranową.
- ⇒ Jaki jest wpływ gotowania i dejonizowania wody na zmianę jej twardość? Który rodzaj twardość wody jest usuwany przez wymienione procesy? Który z tych procesów jest efektywniejszym sposobem zmiękczenia wody?

Tabela 1. Skala twardości wody

Lp.	Stopień twardości wody	Twardość całkowita (mmol/dm ³)	Twardość całkowita (°d)
1	Woda bardzo miękka	< 1	< 5,6
2	Woda miękka	1 – 2	5,6 – 11,2
3	Woda średnio twarda	2 – 3,5	11,2 – 19,6
4	Woda twarda	3,5 – 5,5	19,6 – 30,8
5	Woda bardzo twarda	> 5,5	> 30,8