



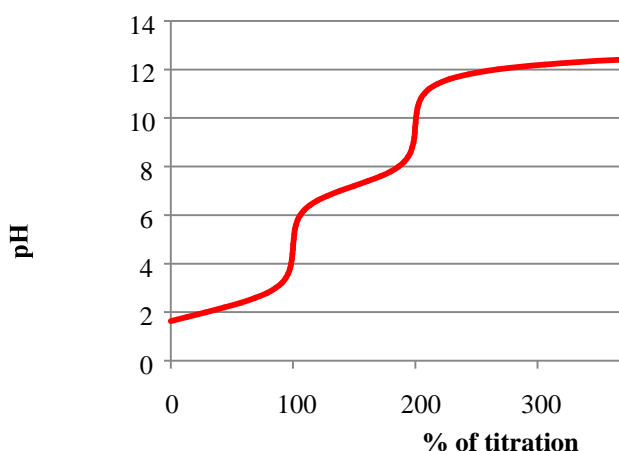
Zadanie laboratoryjne (20 pkt)

1. Wstęp:

Kwas fosforowy(V) jest kwasem średniej mocy. Jego kolejne stałe dysocjacji maleją w szeregu:

$$K_{a1} \gg K_{a2} \gg K_{a3} \quad K_{a3} = 10^{-12,3}$$

Kwas fosforowy(V) w bezpośrednim miareczkowaniu za pomocą roztworu NaOH zachowuje się jak kwas diprotonowy (1 mol kwasu reaguje z 2 molami NaOH), zaś w obecności jonów wapnia bądź srebra jak kwas triprotonowy (1 mol kwasu reaguje z 3 molami NaOH).



Krzywa miareczkowania obliczona dla 0.1 M H₃PO₄ oznaczanego za pomocą 0.1 M NaOH.

2. Zadanie analityczne

W kolbie miarowej o pojemności 250 cm³, oznaczonej literą **P**, masz wodny roztwór **dwuskładnikowej** mieszaniny. Mogą w niej być: kwas fosforowy i diwodorofosforan sodu **lub** diwodorofosforan sodu i wodorofosforan disodu. Dysponujesz mianowanym roztworem kwasu solnego, o stężeniu podanym na butelce. W kolbie miarowej, oznaczonej etykietką NaOH i numerem startowym, masz roztwór NaOH o stężeniu ok. 0,02 mol/dm³. Masz także do dyspozycji 10 % roztwór CaCl₂, roztwór alkoholowy tymoloftaleiny (zakres zmiany barwy 9,5 – 10,5 j. pH), roztwór alkoholowy fenoloftaleiny (zakres zmiany barwy: 8,4 – 9,8 j. pH). Dysponujesz biuretą, dwiema pipetami jednomiarowymi poj. 25 cm³, trzema kolbkami stożkowymi, dwoma cylindrami oraz dwoma zakraplaczami.

3. Polecenia:

- 1) Podaj, jakie jest dokładne stężenie (miano) roztworu NaOH. Wykonaj 3 oznaczenia miareczkowania roztworów.
- 2) Podaj, jakie reakcje zachodzą podczas kolejnych miareczkowań próbki **P**.
- 3) Zaproponuj tok rozumowania, które pozwolą dać odpowiedź w jakiej ilości masz zmieszane substancje w kolbie oznaczonej literą **P**. Przedstaw stosowne obliczenia. Wykorzystaj podane przepisy.
- 4) Wyjaśnij rolę jonów wapnia lub srebra stosowanych w oznaczeniu.

WYKONANIE OZNACZEŃ

4.1. Nastawianie miana roztworu NaOH na mianowany roztwór kwasu solnego

Napełnić biuretę roztworem NaOH. Pobrać pipetą jednmiarową 25 cm³ roztworu HCl do kolby stożkowej. Rozcieńczyć wodą do ok. 100 cm³, dodać 2 krople roztworu fenoloftaleiny i miareczkować roztworem NaOH do wystąpienia trwałego blado różowego zabarwienia. **Oznaczenie wykonać jeszcze dwukrotnie.** Obliczyć stężenie roztworu NaOH.

4.2. Miareczkowanie kwasu fosforowego(V) jako kwasu diprotonowego

Kolbę miarową (P), zawierającą oznaczaną próbkę, dopełnić wodą do kreski i wymieszać. Pobrać pipetą jednmiarową po 25 cm³ próbki do trzech kolbek stożkowych. Każdą próbkę rozcieńczyć wodą do ok. 100 cm³, dodać kroplę roztworu fenoloftaleiny, 5 kropli roztworu tymoloftaleiny (ilość dodanych wskaźników jest bardzo ważna).

Do pierwszej kolbki dodać cylindrem 15 cm³ mianowanego NaOH – w ten sposób otrzymuje się tzw. „świadka” czyli roztwór stanowiący wzorec barwy końcowej.

Roztwór w kolbce nr 2 miareczkować (**powoli!**) zmianowanym uprzednio roztworem NaOH do wystąpienia fioletowego zabarwienia (porównanie ze „świadkiem”). Wynik zanotować w części 2 arkusza odpowiedzi. Przeprowadzić dalej dla tej próbki oznaczenie wg punktu 4.3.

4.3. Miareczkowanie kwasu fosforowego jako kwasu triprotonowego w obecności jonów wapnia

Do kolbki po miareczkowaniu wykonanym wg pkt. 4.2 dodać cylindrem 2 cm³ roztworu chlorku wapnia i próbkę pozostawić na 10 minut. Następnie miareczkować dalej NaOH (bez uzupełniania biurety) do pojawienia się trwałego różowego zabarwienia. Wynik zanotować w części 3 arkusza odpowiedzi.

Wykonać miareczkowanie zawartości kolbki nr 3 według punktów 4.2 oraz 4.3.

Uwaga!

- ✓ Oszczędnie gospodaruj roztworami – dodatkowe ilości nie są przewidziane.
- ✓ Opis rozwiązania prowadź starannie i czytelnie. Prace nieczytelne mogą mieć obniżoną punktację!
- ✓ Pamiętaj o konieczności zachowania zasad bezpieczeństwa w trakcie wykonywania analiz!

Czas trwania zawodów: 180 min

Masy molowe [g/mol]:

O - 15,999; P – 30,974; H - 1,008; Cl – 35,453; Ca – 40,078; Na - 22,990.

PUNKTACJA ZADANIA: 20 pkt

Arkusz odpowiedzi

06.04.2024 r

.....
Nazwisko i imię zawodnika

.....
nr stanowiska

Część 1. Wyniki oznaczeń stężenia roztworu NaOH	
Stężenie molowe HClmol/ dm ³
Miareczkowanie 1	$V_{1, NaOH} = _ , _ _ \text{ cm}^3$
Miareczkowanie 2	$V_{2, NaOH} = _ , _ _ \text{ cm}^3$
Miareczkowanie 3	$V_{3, NaOH} = _ , _ _ \text{ cm}^3$
Wartość średnia oznaczeń miareczkowania roztworów	$V_{\text{śr, NaOH}} = _ , _ _ \text{ cm}^3$
Równania reakcji zachodzących podczas oznaczenia	
Obliczenia	
Stężenie roztworu NaOH (mol/dm ³)	$c_M = _ , _ _ _ _ \text{ mol/dm}^3$

.....
Nazwisko i imię zawodnika

.....
nr stanowiska

Część 2. Wyniki oznaczeń zawartości analitów w próbce P (miareczkowanie H₃PO₄ jako kwasu diprotonowego)	
Stężenie molowe NaOHmol/dm ³
Miareczkowanie 1	$V'_{1, NaOH} = _ , _ _ \text{ cm}^3$
Miareczkowanie 2	$V'_{2, NaOH} = _ , _ _ \text{ cm}^3$
Miareczkowanie 3	$V'_{3, NaOH} = _ , _ _ \text{ cm}^3$
Wartość średnia oznaczeń miareczkowania roztworów	$V'_{\text{śr}, NaOH} = _ , _ _ \text{ cm}^3$
Równania reakcji zachodzących podczas oznaczenia	
Część 3. Wyniki oznaczeń zawartości analitów w próbce P (miareczkowanie H₃PO₄ jako kwasu trójprotonowego) po dodaniu chlorku wapnia	
Miareczkowanie 1	$V'_{1, NaOH} = _ , _ _ \text{ cm}^3$
Miareczkowanie 2	$V'_{2, NaOH} = _ , _ _ \text{ cm}^3$
Miareczkowanie 3	$V'_{3, NaOH} = _ , _ _ \text{ cm}^3$
Wartość średnia oznaczeń miareczkowania roztworów	$V'_{\text{śr}, NaOH} = _ , _ _ \text{ cm}^3$
Równania reakcji zachodzących podczas oznaczenia	

Nazwisko i imię zawodnika

nr stanowiska

Część 4. Tok rozumowania, które pozwolą dać odpowiedź w jakiej ilości (g) masz zmieszane substancje w kolbie oznaczonej literą P. Przedstaw stosowne obliczenia.

Arkusz odpowiedzi

.....

Nazwisko i imię zawodnika

.....

nr stanowiska

06.04.2024 r

Część 5. Wyjaśnij rolę jonów wapnia lub srebra stosowanych w oznaczeniu.