

ALKACYMETRIA

- 50,00 cm³ roztworu NaOH o stężeniu 0,1000 mol/dm³ miareczkowano kwasem solnym o stężeniu 0,1020 mol/dm³. Wobec którego ze wskaźników prowadzono miareczkowanie, jeżeli zużyto 49,50 cm³ kwasu solnego. Odpowiedź uzasadnij odpowiednimi obliczeniami.
 $pK_w = 14,00$ *Graniczne wartości pH zmiany barw wskaźników:*
 – fenoloftaleina (zmiana barwy przy pH 8,1–9,8), – tymoftaleina (9,3–10,5),
 – czerwień fenolowa (6,8–8,2), – błękit bromotymolowy (6,0–7,6),
 – oranż metylowy (3,1–4,4) (*Odp. oranż metylowy*)
- Próbkę o masie 0,2545 g zawierającą 90,55% tlenku wapnia (reszta stanowiły obojętne zanieczyszczenia) rozpuszczono w wodzie, uzupełniono do 50,00 cm³ i miareczkowano, zużywając 20,40 cm³ roztworu HCl o stężeniu 0,4015 mol/dm³. Oblicz do jakiej wartości pH prowadzono miareczkowanie.
 (*Odp. 10,60*)
- 25,00 cm³ roztworu zawierającego 1,500 mmol kwasu siarkowego miareczkowano 0,200 M roztworem NaOH wobec wskaźnika, którego zmiana barwy nastąpiła przy pH = 12,00. Oblicz objętość zużytego roztworu NaOH oraz błąd miareczkowania wyrażony w cm³ roztworu NaOH.
 $pK_w = 13,80$ (*Odp. 18,4 cm³ i 3,4 cm³*)
- 20,00 cm³ roztworu kwasu siarkowego(VI) o stężeniu 0,0500 mol/dm³ miareczkowanego roztworem wodorotlenku sodu o stężeniu 0,200 mol/dm³ wobec wskaźnika, którego zmiana barwy nastąpiła przy pH = 4,00. Oblicz objętość zużytego roztworu titranta.
 (*Odp. 9,98 cm³*)
- Próbkę 25,00 cm³ roztworu HCl o stężeniu 0,1655 mol/dm³ miareczkowano za pomocą 0,1455 molowego NaOH. Ile wynosi pH punktu końcowego, jeżeli popełniono błąd
 a) +1,15% (*Odp. pH = 10,95*)
 b) – 1,18% ; $pK_w = 14,00?$ (*Odp. pH = 3,03*)
- Próbkę wapna palonego o masie 1,9009 g rozpuszczono w wodzie i oddzielono części nierozpuszczalne. Otrzymany roztwór uzupełniono wodą do objętości 1,000 dm³. Na miareczkowanie 50,00 dm³ tego roztworu zużyto 24,50 cm³ roztworu HCl o stężeniu 0,1010 mol/dm³. Oblicz procentową zawartość CaO w badanej próbce, jeżeli popełniono błąd –3,45%. $M_{CaO} = 56,078$
 (*Odp. 75,61%*)
- Próbkę technicznego kwasu siarkowego (VI) o masie 4,1500 g przeniesiono do kolby i uzupełniono wodą do objętości 500,0 cm³. Na miareczkowanie 20,00 cm³ otrzymanego roztworu zużyto 25,50 cm³ roztworu NaOH o stężeniu 0,09964 mol/dm³. Oblicz stężenie procentowe wyjściowego kwasu, jeżeli popełniono błąd 3,18%. $M_{H_2SO_4} = 98,08$ (*Odp. 72,75%*)
- Próbkę o masie 0,4402 g zawierającą K₂O i zanieczyszczenia obojętne przeprowadzono do roztworu, całość uzupełniono do 250,0 cm³. Na miareczkowanie 50,00 cm³ otrzymanego roztworu zużyto 18,35 cm³ 0,1015 M roztworu kwasu solnego. Na skutek źle dobranego wskaźnika miareczkowanie zakończono przy pH = 3,000. Obliczyć procentową zawartość K₂O w próbce oraz błąd względny wykonanego oznaczenia.
 $M_{K_2O} = 94,20$ (*Odp. 95,97%, 3,81%*)
- 5,00 g roztworu kwasu siarkowego(VI) wprowadzono do kolby i uzupełniono wodą do 250,0 cm³. Na miareczkowanie 25,00 cm³ otrzymanego roztworu zużyto 18,35 cm³ 0,1015 M roztworu wodorotlenku sodu. Na skutek źle dobranego wskaźnika miareczkowanie zakończono przy pH = 11,000. Oblicz procentowe stężenie kwasu siarkowego(VI) w początkowym roztworze oraz błąd względny wykonanego oznaczenia. $M_{H_2SO_4} = 98,08$ $pK_w = 14,00$
 (*Odp. 17,89%, 2,38%*)
- 50,00 cm³ roztworu H₂SO₄ o nieznanym stężeniu miareczkowano 0,2000 M NaOH zużywając 27,83 cm³ titranta. Błąd miareczkowania wynosi +1,20%. Oblicz: a) stężenie molowe H₂SO₄ w miareczkowanym roztworze, b) pH w punkcie końcowym miareczkowania.
 $pK_w = 14,00$ (*Odp. 0,0550 mol/dm³; 10,93*)
- Oblicz stężenie kwasu solnego (w g/dm³) w roztworze, jeżeli na miareczkowanie 25,00 cm³ tego roztworu zużyto 15,10 cm³ roztworu Ba(OH)₂ o stężeniu 0,1270 mol/dm³, popełniając przy tym błąd +5,00%.
 (*Odp. 5,33 g/dm³*)
- Próbkę siarczanu amonu o masie 0,1569 g rozpuszczono w wodzie, dodano nadmiar roztworu aldehydu mrówkowego (4 NH₄⁺ + 6 CH₂O = (CH₂)₆N₄ + 4 H⁺ + 6 H₂O), a otrzymany roztwór miareczkowano wobec fenoloftaleiny, zużywając 22,45 cm³ 0,1026 M NaOH. Oblicz procentową zawartość siarczanu amonu w próbce, jeżeli wiadomo, że oznaczenie wykonano z błędem +0,28%. $M[(NH_4)_2SO_4] = 132,14$ (*Odp. 96,99%*)

13. Który z wymienionych poniżej wskaźników jest najbardziej odpowiedni do oznaczania 0,2000 M kwasu HA ($K_a = 1,00 \cdot 10^{-5}$) mocną zasadą o stężeniu 0,2000 mol/dm³:
 – fenoloftaleina (zmiana barwy przy pH 8,1–9,8), – tymoftaleina (9,3–10,5),
 – czerwień fenolowa (6,8–8,2), – błękit bromotymolowy (6,0–7,6),
 – oranż metylowy (3,1–4,4) (Odp. fenoloftaleina, tymoftaleina)
14. 25,00 cm³ 0,1000 molowego roztworu amoniaku miareczkowano roztworem HCl o stężeniu 0,1250 mol/dm³. Wartość pH w punkcie równoważnikowym wynosi 5,36. Jaki będzie względny błąd miareczkowania, jeżeli jako wskaźnika użyjemy:
 a) fenoloftaleiny (zmiana barwy przy pH = 9,00),
 b) oranżu metylowego (zmiana barwy przy pH = 4,00)?
 $pK_b = 4,33$ $pK_w = 13,80$ (Odp. –25%; +0,20%)
15. 50,00 cm³ 0,1000 M NH₄OH miareczkowano za pomocą 0,09500 M HCl wobec fenoloftaleiny jako wskaźnika (zakres wskaźnikowy pH = 8,10–10,00) do zaniku zabarwienia roztworu. Oblicz wartość pH w punkcie równoważnikowym i błąd względny miareczkowania.
 $pK_b = 4,750$ $pK_w = 14,000$ (Odp. pH = 5,28; –6,6%)
16. 50,00 cm³ (a) 0,1000 M kwasu solnego, (b) 0,1000 M kwasu octowego – miareczkowano 0,1000 M roztworem wodorotlenku sodu w obecności oranżu metylowego jako wskaźnika (do pH = 4,00). Jaki jest błąd miareczkowania (w cm³ titranta oraz w procentach) w każdym oznaczeniu?
 (Odp. –0,20%; –86%)
17. Oblicz skok krzywej miareczkowania, tj. różnicę pH w punktach odpowiadających 0,10% niedomiaru i 0,10% nadmiaru odczynnika miareczkującego, podczas miareczkowania 40,00 cm³:
 a) 0,200 M roztworu NaOH, (Odp. $\Delta pH = 6,00$)
 b) amoniaku o stężeniu 0,200 mol/dm³, (Odp. $\Delta pH = 2,25$)
 kwasem solnym o takim samym stężeniu.
18. 25,00 cm³ 0,1040 M roztworu HNO₂ miareczkowano roztworem NaOH o stężeniu 0,1413 mol/dm³ do wartości pH = 4,06. Oblicz jaki % kwasu zobojętniono oraz wartość pH w punkcie równoważnikowym.
 $pK_a = 3,15$ $pK_w = 14,00$ (Odp. 89%)
19. Jaka powinna być odważka boraksu (w mg) do nastawiania miana kwasu solnego o stężeniu około 0,15 mol/dm³, z użyciem biurety o pojemności 25,00 cm³?
 (Odp. 572 mg na 0,800 pojemności biurety)
20. Odważkę boraksu o masie 3,8137 g rozpuszczono w kolbie miarowej o pojemności 200 cm³. Oblicz dokładne stężenie około 0,1 mol/dm³ roztworu HCl, jeżeli w trzech kolejnych miareczkowaniach próbek boraksu o objętości 20,00 cm³ zużyto 21,10; 21,15 i 21,05 cm³ roztworu kwasu.
 (Odp. 0,09479 mol/dm³)
21. Podczas nastawiania miana roztworu NaOH na kwas solny, na zmiareczkowanie próbki roztworu wodorotlenku o objętości 20,00 cm³ zużyto 30,00 cm³ kwasu solnego, którego 45,00 cm³ zużywa się na miareczkowanie, wobec oranżu metylowego, odważki Na₂CO₃ o masie 459,6 mg. Oblicz stężenie molowe roztworu NaOH.
 (Odp. 0,2891 mol/dm³)
22. Przez roztwór 0,1950 M kwasu solnego o objętości 40,00 cm³ przepuszczono pewną objętość mieszaniny powietrza i amoniaku. Ile amoniaku znajdowało się w mieszaninie, jeżeli do odmiareczkowania nadmiaru kwasu zużyto 7,50 cm³ 0,2120 M roztworu NaOH?
 (Odp. 106 mg)
23. Do 0,2250 g kamienia wapiennego dodano 30,00 cm³ 0,2060 M kwasu solnego, a następnie odmiareczkowano nadmiar kwasu, zużywając 8,40 cm³ 0,2113 M wodorotlenku sodu. Oblicz procentowa zawartość ditlenku węgla w próbce.
 (Odp. 43,1%)
24. Oznaczano mieszaninę węglanu sodu i wodorotlenku sodu metoda Wardera. Miareczkując wobec fenoloftaleiny zużyto 28,35 cm³ 0,1012 M roztworu kwasu solnego, a wobec oranżu metylowego dodatkowo 10,27 cm³ tego samego kwasu. Oblicz masy NaOH i Na₂CO₃ w analizowanej próbce.
 (Odp. 0,07319 g i 0,1101 g)
25. Próbkę o masie 0,2528 g miareczkowano 0,0998 M roztworem HCl. Miareczkując wobec fenoloftaleiny zużyto 14,34 cm³ tego roztworu, a wobec oranżu metylowego – 35,68 cm³. Które z trzech związków – NaOH, Na₂CO₃, NaHCO₃ są obecne w tej próbce i w jakiej ilości?
 (Odp. Na₂CO₃ 59,97% i NaHCO₃ 23,23%)
26. W kolbie miarowej rozpuszczono 0,8995 g NaHCO₃ i 1,2242 g Na₂CO₃ i uzupełniono wodą do 250 cm³. Jaka objętość 0,1035 M roztworu kwasu solnego jest niezbędna do zmiareczkowania 25,00 cm³ roztworu z kolby jeśli miareczkujemy wobec: a) fenoloftaleiny, b) oranżu metylowego.
 (Odp. 11,27 cm³; 32,51 cm³)
27. Do określonej ilości analizowanego roztworu węglanu sodu dodano 0,1537 g NaHCO₃. Całość zmiareczkowano wobec oranżu metylowego. Zużyto 38,62 cm³ roztworu HCl o stężeniu 0,1012 M. Oblicz ile gramów węglanu sodu znajdowało się w analizowanym roztworze.
 (Odp. 0,1101 g)

28. W celu oznaczenia zawartości węglanów i wodorowęglanów, próbkę $100,0 \text{ cm}^3$ wody mineralnej miareczkowano kwasem solnym o stężeniu $0,0250 \text{ M}$ używając $2,80 \text{ cm}^3$ tego kwasu w obecności fenoloftaleiny, a po dodaniu oranżu metylowego zużyto dodatkowo $29,60 \text{ cm}^3$ kwasu. Obliczyć stężenia jonów CO_3^{2-} oraz HCO_3^- w badanej próbce w ppm (założyć gęstość roztworu $1,000 \text{ g/cm}^3$)
(Odp. $42,0 \text{ ppm}$ i 409 ppm)
29. Analizowano mieszaninę NaOH i Na_2CO_3 . Nieodpowiednie obchodzenie się z roztworem przed miareczkowaniem spowodowało, że pochłonął on pewną ilość CO_2 . Jak wpłynie to na położenie punktów równoważnikowych (fenoloftaleina i oranż metylowy) – czy odpowiednie objętości kwasu będą większe, mniejsze czy równe objętościom teoretycznym (przed zanieczyszczeniem CO_2). Odpowiedz uzasadnij.
30. $0,9917 \text{ g}$ węgłowodoru spalono, a powstały CO_2 pochłonięto w $100,00 \text{ cm}^3$ $2,000 \text{ M}$ NaOH . Otrzymany roztwór rozcieńczono 10 razy. Do analizy pobrano dwie próbki po $20,00 \text{ cm}^3$. Pierwszą miareczkowano wobec fenoloftaleiny i zużyto $23,63 \text{ cm}^3$ roztworu HCl o stężeniu $0,1100 \text{ mol/dm}^3$. Drugą miareczkowano wobec oranżu metylowego i zużyto $36,36 \text{ cm}^3$ roztworu kwasu. Oblicz skład procentowy węgłowodoru.
(Odp. $84,70\% \text{ C}$)
31. Próbkę o masie $5,8452 \text{ g}$ zawierającą węglan lantanu $\text{La}_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ i zanieczyszczenia zadano kwasem solnym, a wydzielony ditlenek węgla pochłonięto w roztworze NaOH . Z roztworu, po rozcieńczeniu do $200,0 \text{ cm}^3$, pobrano dwie próbki po $20,00 \text{ cm}^3$ i miareczkowano $0,2501 \text{ M}$ roztworem HCl wobec fenoloftaleiny oraz oranżu metylowego używając odpowiednio $20,55 \text{ cm}^3$ oraz $32,00 \text{ cm}^3$ roztworu kwasu solnego. Oblicz procentową zawartość węglanu lantanu w analizowanej próbce.
(Odp. $98,10\%$)
32. Wodorowęglan sodu poddano rozkładowi termicznemu ($2\text{NaHCO}_3 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) i po ostudzeniu mieszaniny reakcyjnej pobrano z niej naważkę o masie $0,9949 \text{ g}$. Po rozpuszczeniu w wodzie i rozcieńczeniu do $100,0 \text{ cm}^3$ pobrano dwie próbki roztworu po $25,00 \text{ cm}^3$ każda. Na miareczkowanie wobec fenoloftaleiny zużyto $18,65 \text{ cm}^3$ $0,09046 \text{ M}$. HCl , zaś miareczkowanie wobec oranżu metylowego wymagało użycia $46,50 \text{ cm}^3$ tego samego roztworu kwasu. Oblicz skład mieszaniny po wyprażeniu w % wagowych.
(Odp. $71,89\% \text{ Na}_2\text{CO}_3$)
33. Węglan sodu poddano rozkładowi termicznemu ($\text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{O} + \text{CO}_2$) i po ostudzeniu mieszaniny reakcyjnej pobrano z niej naważkę o masie $0,6884 \text{ g}$. Po rozpuszczeniu i rozcieńczeniu do $100,0 \text{ cm}^3$ pobrano dwie próbki roztworu po $25,00 \text{ cm}^3$ każda. Miareczkując pierwsza z nich wobec fenoloftaleiny zużyto $26,15 \text{ cm}^3$ $0,1038 \text{ M}$ HCl , zaś na miareczkowanie drugiej wobec oranżu metylowego – $37,45 \text{ cm}^3$ roztworu kwasu. Oblicz zawartość Na_2O (% wag.) w próbce po wyprażeniu.
(Odp. $27,76\%$)
34. Dwie równoległe próbki otrzymane przez zmieszanie $10,00 \text{ cm}^3$ roztworu NaOH i $10,00 \text{ cm}^3$ roztworu NaHCO_3 miareczkowano $0,1020 \text{ M}$ HCl stosując dla pierwszej z nich fenoloftaleinę, dla drugiej oranż metylowy jako wskaźnik. Miareczkując wobec fenoloftaleiny zużyto $10,25 \text{ cm}^3$ kwasu solnego, a wobec oranżu metylowego zużyto $37,30 \text{ cm}^3$ kwasu. Jakie było stężenie molowe roztworów NaOH i NaHCO_3 **przed zmieszaniami**?
(Odp. $0,1045$ i $0,2759 \text{ mol/dm}^3$)
35. Próbka o objętości $25,00 \text{ cm}^3$ zawierająca H_3PO_4 i HCl wymaga $15,98 \text{ cm}^3$ $0,1000 \text{ M}$ roztworu NaOH do miareczkowania wobec oranżu metylowego i $24,82 \text{ cm}^3$ tego samego roztworu NaOH do osiągnięcia zmiany barwy fenoloftaleiny. Oblicz zawartość (w mol/dm^3) H_3PO_4 i HCl w próbce.
(Odp. $0,0354$ i $0,0286 \text{ mol/dm}^3$)
36. Do $25,00 \text{ cm}^3$ roztworu kwasu fosforowego(V) dodano $5,00 \text{ cm}^3$ $0,1430 \text{ M}$ kwasu solnego. Całość miareczkowano wobec fenoloftaleiny. Zużyto $24,82 \text{ cm}^3$ roztworu NaOH o stężeniu $0,1000 \text{ mol/dm}^3$. Oblicz ile gramów H_3PO_4 znajdowało się w analizowanym roztworze kwasu fosforowego.
 $M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 97,97$
(Odp. $0,08656 \text{ g}$)
37. Zmieszano $50,0 \text{ cm}^3$ roztworu H_3PO_4 i $50,0 \text{ cm}^3$ roztworu NaH_2PO_4 . Całość uzupełniono do $250,0 \text{ cm}^3$. Z otrzymanego roztworu pobrano dwie próbki po $25,0 \text{ cm}^3$. Jedną miareczkowano wobec oranżu metylowego i zużyto $12,35 \text{ cm}^3$ $0,1055 \text{ M}$ NaOH . Na miareczkowanie drugiej próbki wobec fenoloftaleiny zużyto $32,80 \text{ cm}^3$ tego samego roztworu NaOH . Oblicz molowe stężenia H_3PO_4 i NaH_2PO_4 w roztworach przed zmieszaniami.
(Odp. $0,2606 \text{ M}$, $0,171 \text{ M}$)
38. Zmieszano $50,0 \text{ cm}^3$ roztworu H_3PO_4 i $50,0 \text{ cm}^3$ roztworu HCl . Całość uzupełniono do $250,0 \text{ cm}^3$. Z otrzymanego roztworu pobrano dwie próbki po $25,0 \text{ cm}^3$. Jedną miareczkowano wobec oranżu metylowego i zużyto $20,35 \text{ cm}^3$ $0,1055 \text{ M}$ NaOH . Na miareczkowanie drugiej próbki wobec fenoloftaleiny zużyto $32,80 \text{ cm}^3$ tego samego roztworu NaOH . Oblicz molowe stężenia H_3PO_4 i HCl w roztworach przed zmieszaniami.
(Odp. $0,0267 \text{ M}$, $0,167 \text{ M}$)

Zadania zalecane do samodzielnego rozwiązania:

4, 5, 8, 10, 16, 17, 20, 23, 27, 28, 31, 34, 38