

## ALKACYMETRIA

1. Do trzech kolb stożkowych odmierzone po  $25,00 \text{ cm}^3$  roztworu kwasu solnego o stężeniu  $0,1005 \text{ mol/dm}^3$ , dodano oranżu metylowego i zmiareczkowano roztworem KOH. Otrzymano następujące wyniki miareczkowania:  $23,15$ ,  $23,05$  i  $23,12 \text{ cm}^3$ . Jakie jest stężenie molowe roztworu KOH? *(0,1087 M)*
2. Jaka powinna być odważka boraksu (w mg) do nastawiania miana kwasu solnego o stężeniu około  $0,150 \text{ mol/dm}^3$ , z użyciem biurety o pojemności  $25,0 \text{ cm}^3$ ? *(572 mg na 0,800 pojemności biurety)*
3. Jaką masę boraksu ( $M = 381,37$ ) rozpuszczono w kolbie miarowej o pojemności  $100,0 \text{ cm}^3$ , jeżeli na zmiareczkowanie  $20,00 \text{ cm}^3$  roztworu z kolby zużyto  $18,55 \text{ cm}^3$   $0,1031 \text{ M HCl}$ ? *(1,823 g)*
4. Jakie jest stężenie molowe kwasu siarkowego(VI) jeżeli na zmiareczkowanie  $20,00 \text{ cm}^3$  roztworu NaOH o stężeniu  $0,9885 \text{ mol/dm}^3$  zużyto  $21,60 \text{ cm}^3$  tego kwasu? *(0,4576M)*
5. Do próbki o masie  $0,8605 \text{ g}$ , zawierającej  $94,1\%$  węglanu wapnia (i obojętne zanieczyszczenia) dodano  $50,0 \text{ cm}^3$  roztworu kwasu solnego o stężeniu  $0,3938 \text{ mol/dm}^3$ . Nadmiar kwasu odmiareczkowano roztworem NaOH o stężeniu  $0,1995 \text{ mol/dm}^3$ . Jaką objętość (w  $\text{cm}^3$ ) titranta zużyto w miareczkowaniu? *(17,6  $\text{cm}^3$ )*
6. Na zmiareczkowanie  $0,3283 \text{ g}$  próbki zanieczyszczonej sody zużyto  $25,40 \text{ cm}^3$   $0,2035 \text{ M HCl}$ . Miareczkowanie prowadzono wobec oranżu metylowego. Obliczyć procentową zawartość (% wag.)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  w próbce. *(83,44%)*
7. Oznaczano mieszaninę węglanu sodu i wodorotlenku sodu metodą Wardera. Miareczkując wobec fenoloftaleiny zużyto  $28,35 \text{ cm}^3$   $0,1012 \text{ M}$  roztworu kwasu solnego, a wobec oranżu metylowego dodatkowo  $10,27 \text{ cm}^3$  tego samego kwasu. Obliczyć masy NaOH i  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  w analizowanej próbce. *(NaOH - 0,07319g;  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  - 0,1101g)*
8. Wodorotlenek sodu został zanieczyszczony węglanem sodu w  $10,0\%$ . Jaką objętość  $0,1015 \text{ M HCl}$  użyje się na miareczkowanie  $0,1055 \text{ g}$  próbki zanieczyszczonego wodorotlenku a) wobec fenoloftaleiny b) wobec oranżu metylowego? *(a)  $24,4 \text{ cm}^3$  b)  $25,4 \text{ cm}^3$ )*
9. Ile gramów KOH rozpuszczono w kolbie miarowej o pojemności  $250,0 \text{ cm}^3$ , jeżeli na zmiareczkowanie  $50,0 \text{ cm}^3$  roztworu z kolby zużyto  $24,5 \text{ cm}^3$  roztworu kwasu solnego o stężeniu  $0,1035 \text{ mol/dm}^3$ ? *(0,711 g)*

## ANALIZA WAGOWA

1. Analiza próbki wykazała, że zawiera ona 35,82%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  i 10,85% wody. Obliczyć zawartość  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  w suchej substancji. (40,18%)
2. Obliczyć stężenie procentowe (% wag.)  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  w mineralu, jeżeli jego odważkę o masie 0,8405 g rozpuszczono w kwasie, oddzielono fosforany, a wapń strącono i zważono w postaci  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  otrzymując 0,6015 g osadu.  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  - 310,18  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  - 146,13 (50,64%)
3. Zanieczyszczoną próbkę minii ( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ) o masie 3,6117 g roztworzono w kwasie a otrzymany roztwór przeniesiono do kolby o pojemności 100,00  $\text{cm}^3$  i uzupełniono wodą do kreski. Z kolby pobrano 40,00  $\text{cm}^3$  otrzymanego roztworu i wytrącono cały ołów w postaci chromianu(VI) ołowiu(II). Masa wysuszonego osadu wynosiła 2,0268 g. Obliczyć procentową zawartość  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  w próbce minii. (99,20%)
4. Zanieczyszczoną próbkę alunu ( $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) o masie 12,5835 g przeprowadzono do roztworu, który przeniesiono do kolby o pojemności 250,00  $\text{cm}^3$ . Kolbę uzupełniono wodą do kreski. Z kolby pobrano 50,00  $\text{cm}^3$  roztworu i wytrącono ilościowo glin w postaci wodorotlenku glinu. Otrzymany po wyprażeniu osad tlenku glinu miał masę 0,2550 g. Obliczyć procentową zawartość glinu (% wag.) w analizowanej próbce alunu. (5,363%)
5. Z próbki mineralu o masie 0,8904 g otrzymano 0,0426 g mieszaniny tlenku glinu i tlenku żelaza(III). Analiza objętościowa wykazała, że zawartość żelaza w mineralu wynosi 1,22%. Obliczyć procentową zawartość glinu w mineralu. (1,61%)
6. W wyniku analizy odważki stali o masie 4,9586 g otrzymano 0,4251 g tlenku glinu i 0,0385 g dwutlenku krzemu. Obliczyć procentową zawartość (% wag) glinu i krzemu w stali. (Al - 4,537%, Si - 0,363%)
7. Siarkę zawartą w próbce mineralu o masie 10,5595 g przeprowadzono w jony siarczanowe(VI) i wytrącono w postaci siarczanu(VI) baru. Masa otrzymanego osadu wynosiła 0,0655 g, Obliczyć stężenie siarki w próbce w  $\mu\text{g/g}$ .  $\text{BaSO}_4$  - 233,39 S - 32,066 (852  $\mu\text{g/g}$ )
8. Próbkę o masie 2,5475 g roztworzono a otrzymany roztwór przeniesiono do kolby o pojemności 100,00  $\text{cm}^3$  i uzupełniono wodą destylowaną do kreski. Z 20,00  $\text{cm}^3$  roztworu z kolby wytrącono wodorotlenek glinu, który wyprażono do tlenku. Otrzymany osad miał masę 0,2113 g. Obliczyć procentową zawartość glinu w próbce. Al - 26,98 O - 16,00 (21,95%)
9. W wyniku prażenia 0,9996 g  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  otrzymano próbkę o masie 0,9784 g. Zakładamy, że strata wagi wynika z konwersji  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  do  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ : ( $6\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow 4\text{Fe}_3\text{O}_4 + \text{O}_2$ ). Obliczyć procentową zawartość  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  w próbce po wyprażeniu. (37,29%)
10. Jaka masa AgI może zostać utworzona z próbki o masie 0,512 g, zawierającej 21,1%  $\text{AlI}_3$ ? (0,187 g)

## OZNACZANIE Fe i Ni

1. Próbkę rudy żelaza o masie 1,5380 g rozтворzono w kwasie, zredukowano ilościowo żelazo do stopnia utlenienia +2 i zmiareczkowano używając  $43,50 \text{ cm}^3$   $0,04000 \text{ M KMnO}_4$ . Oblicz procentową zawartość (% wag.) żelaza w rudzie. (31,59%)
2. Jaka objętość  $0,02000 \text{ M KMnO}_4$  ( $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) jest niezbędna do zmiareczkowania  $20,00 \text{ cm}^3$   $0,0400 \text{ M}$  roztworu  $\text{FeSO}_4$  w  $1,0 \text{ M H}_2\text{SO}_4$ ? (6,67  $\text{cm}^3$ )
3. Do mianowania roztworu dwuchromianu(VI) potasu pobrano  $20,00 \text{ cm}^3$ , dodano kwas siarkowy i nadmiar roztworu jodku potasu. Wydzielony w reakcji jod zmiareczkowano (wobec skrobi) używając  $35,20 \text{ cm}^3$   $0,1250 \text{ M}$  roztworu  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Obliczyć molowe stężenie roztworu dwuchromianu(VI) potasu. (0,03667 M)
4. Oblicz masę antymonu w roztworze, jeśli na zmiareczkowanie  $50,00 \text{ cm}^3$  tego roztworu, zakwaszonego kwasem solnym, zużyto  $14,52 \text{ cm}^3$   $0,03125 \text{ M KBrO}_3$ . ( $\text{BrO}_3^-$ ,  $\text{Sb}^{3+}$ ,  $\text{H}^+ \rightarrow \text{Br}^-$ ,  $\text{Sb}^{5+}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ) (165,7 mg)
5. Do miareczkowania pobrano  $25,00 \text{ cm}^3$  roztworu  $\text{FeSO}_4$ . Miareczkowanie zakończono po dodaniu  $31,30 \text{ cm}^3$   $0,02420 \text{ M}$  roztworu  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Obliczyć stężenie roztworu  $\text{FeSO}_4$ . (0,1818 M)
6. Z  $500,0 \text{ cm}^3$  wody gruntowej ( $d=1,011 \text{ g/cm}^3$ ) wytracono jony  $\text{Ca}^{2+}$  w postaci  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ . Otrzymany osad po przemyciu rozтворzono w rozcieńczonym  $\text{H}_2\text{SO}_4$  i zmiareczkowano  $26,20 \text{ cm}^3$   $0,02210 \text{ M KMnO}_4$ . Obliczyć stężenie wapnia w wodzie gruntowej w ppm. Ca - 40,078  
(114,8 ppm)
7. Próbkę stali o masie 4,005 g, zawierającą mangan, rozтворzono w kwasie, a mangan utleniono do  $\text{MnO}_4^-$ . Po usunięciu nadmiaru substancji utleniającej roztwór zakwaszono i dodano 0,7236 g stałego  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Nadmiar jonów  $\text{Fe}^{2+}$  odmiareczkowano używając  $16,00 \text{ cm}^3$   $0,00625 \text{ M K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Obliczyć zawartość procentową manganu w stali. (0,550 %)
8. Jakie jest stężenie molowe manganu(II) w roztworze, jeśli na zmiareczkowanie  $25,00 \text{ cm}^3$  tego roztworu w środowisku obojętnym w obecności zawiesiny  $\text{ZnO}$  używa się  $37,36 \text{ cm}^3$   $0,02020 \text{ M KMnO}_4$ ? (Obie formy manganu przechodzą wówczas w  $\text{MnO}_2$ ) ( $\text{MnO}_4^-$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2$ ,  $\text{H}^+$ ) (0,04528 mol/dm<sup>3</sup>)
9. 0,5697 g próbkę rudy rozтворzono,  $\text{Fe}^{3+}$  zredukowano do  $\text{Fe}^{2+}$  i zmiareczkowano roztworem  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , którego każdy  $\text{cm}^3$  odpowiada 1,000% żelaza w rudzie. Jakie jest stężenie molowe roztworu  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ? (0,01700 mol/dm<sup>3</sup>)
10.  $50,00 \text{ cm}^3$  roztworu zawierającego jony  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Zn}^{2+}$  wymaga zużycia  $46,78 \text{ cm}^3$   $0,01046 \text{ M EDTA}$  do zmiareczkowania obu jonów. Inną porcję tego samego roztworu ( $50,00 \text{ cm}^3$ ) zadano cyjankiem potasu dla zamaskowania jonów cynku i następnie zmiareczkowano  $26,39 \text{ cm}^3$  tego samego roztworu wersenianu. Oblicz analityczne stężenia jonów  $\text{Ca}^{2+}$  i  $\text{Zn}^{2+}$  w roztworze. (5,521 $\times 10^{-3}$  i 4,266 $\times 10^{-3}$  M)
11. Do roztworu zawierającego 0,0777 g ołowiu dodano  $50,00 \text{ cm}^3$   $0,01000 \text{ M EDTA}$ . Nadmiar wersenianu odmiareczkowano  $0,0121 \text{ M}$  roztworem  $\text{MgSO}_4$ . Oblicz objętość dodanego roztworu soli magnezu. (10,3  $\text{cm}^3$ )
12. W roztworze znajdują się jony  $\text{Fe(II)}$  i  $\text{Zn(II)}$ . Na zmiareczkowanie  $20,00 \text{ cm}^3$  tego roztworu zużyto  $28,42 \text{ cm}^3$   $0,0525 \text{ M EDTA}$  (reagują jony cynku i żelaza). Na zmiareczkowanie kolejnych  $20,00 \text{ cm}^3$  roztworu, po zakwaszeniu kwasem siarkowym(VI), zużyto  $8,55 \text{ cm}^3$   $0,0105 \text{ M K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Obliczyć stężenia jonów żelaza i cynku w badanym roztworze. (Fe - 0,0269 M; Zn - 0,0477 M)
13. Obliczyć objętość  $0,05017 \text{ M EDTA}$  potrzebną do zmiareczkowania:
  - a)  $27,17 \text{ cm}^3$   $0,0741 \text{ M Mg(NO}_3)_2$  (40,1  $\text{cm}^3$ )
  - b) Ca w  $0,1972 \text{ g CaCO}_3$  (39,27  $\text{cm}^3$ )
  - c) Ca i Mg w  $0,1414 \text{ g}$  próbce dolomitu, której 92,5% wag. stanowi  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ . (28,3  $\text{cm}^3$ )
14. Roztwór zawiera 1,649 mg  $\text{CoSO}_4$  w  $1,000 \text{ cm}^3$ . Obliczyć:
  - a) objętość roztworu EDTA o stężeniu  $0,008640 \text{ mol/dm}^3$  potrzebną do zmiareczkowania  $25,00 \text{ cm}^3$  roztworu siarczanu(VI) kobaltu(II) (30,80  $\text{cm}^3$ )
  - b) objętość  $0,009450 \text{ M}$  roztworu  $\text{Zn}^{2+}$  potrzebną do zmiareczkowania nadmiaru odczynnika po dodaniu  $50,00 \text{ cm}^3$   $0,008640 \text{ M EDTA}$  do  $25,00 \text{ cm}^3$  roztworu siarczanu(VI) kobaltu(II), (17,55  $\text{cm}^3$ )

## ANALIZA WODY

1. Próbkę o masie 0,7440 g zawierającą m.in. chlorek potasu rozpuszczono w wodzie. Do otrzymanego roztworu dodano 50,00 cm<sup>3</sup> 0,1020 M roztworu AgNO<sub>3</sub>. Nadmiar jonów Ag<sup>+</sup> odmiareczkowano 0,0996 M roztworem KSCN (w obecności jonów Fe<sup>3+</sup> jako wskaźnika). Zużyto 7,86 cm<sup>3</sup> tego roztworu. Obliczyć procentową zawartość chloru w próbce.  
 $A_{Cl} = 35,453$  (20,6%)
2. Zanieczyszczoną próbkę As<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o masie 0,1503 g rozpuścił w wodzie i arsen utleniono do AsO<sub>4</sub><sup>3-</sup>. Otrzymany roztwór zmiareczkowano (wobec jonów chromianowych(VI) jako wskaźnika) używając 21,77 cm<sup>3</sup> roztworu AgNO<sub>3</sub> o stężeniu 0,2055 mol/dm<sup>3</sup>. Obliczyć zawartość procentową (% wag.) tlenku arsenu(III) w próbce.  
 $M_{As_2O_3} = 197,84$  (98,15%)
3. Próbkę o masie 0,7439 g, zawierającą chlorek galu(III) rozpuszczono w wodzie. Do roztworu dodano 50,00 cm<sup>3</sup> 0,1007 M AgNO<sub>3</sub>. Nadmiar jonów Ag<sup>+</sup> zmiareczkowano wobec jonów Fe<sup>3+</sup> jako wskaźnika, używając 7,86 cm<sup>3</sup> 0,0996 M roztworu KSCN. Oblicz zawartość procentową GaCl<sub>3</sub> w próbce.  
 $M_{GaCl_3} = 176,08$  (33,6%)
4. Chlorek wapnia, na skutek przechowywania w nieszczelnym naczyniu, pochłonął pewną ilość wody. Próbkę wilgotnego chlorku o masie 0,3071 g rozpuszczono w wodzie i zmiareczkowano używając 20,15 cm<sup>3</sup> 0,2551 M AgNO<sub>3</sub> (w obecności jonów chromianowych(VI) jako wskaźnika). Obliczyć zawartość wody w próbce chlorku wapnia w % wag.  
 $CaCl_2 - 110,98H_2O = 18,02$  (7,12%)
5. Przygotowano mianowany roztwór EDTA w ten sposób, że 1,000 cm<sup>3</sup> tego roztworu odpowiada 10,00 cm<sup>3</sup> 0,00315 M MgCl<sub>2</sub>. Na zmiareczkowanie 100,00 cm<sup>3</sup> wody zużyto 8,60 cm<sup>3</sup> powyższego roztworu EDTA. Oblicz twardość analizowanej wody w ppm CaCO<sub>3</sub>, °N i ppm CaO.  
(271 ppm CaCO<sub>3</sub>, 15,2 °N, 152 ppm CaO)
6. Wykonując oznaczenie całkowitej twardości wody, na zmiareczkowanie 100,0 cm<sup>3</sup> analizowanej wody zużyto 12,90 cm<sup>3</sup> 0,03151 M roztworu wersenianu sodu. Określ całkowitą twardość wody w ppm CaCO<sub>3</sub>. Gęstość wody wynosi 1,00 g/cm<sup>3</sup>.  
(407 ppm)
7. Całkowita twardość wody (Ca + Mg) wynosi 18,4°N. 25,00 cm<sup>3</sup> tej wody zawiera 583 µg Mg<sup>2+</sup>. Oblicz stężenie jonów Ca<sup>2+</sup> w ppm. Gęstość wody wynosi 1,00 g/cm<sup>3</sup>.  
(93,1 ppm)
8. Stężenie jonów wapnia w wodzie wynosi 31,3 ppm, zaś stężenie jonów magnezu 45,8 ppm. Obliczyć całkowitą twardość wody w °N (1°N=1mg CaO/100 cm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O). Ca - 40,078 Mg - 24,305  
(14,9°N)
9. Na miareczkowanie 25,0 cm<sup>3</sup> próbki wody zużyto 12,50 cm<sup>3</sup> roztworu wersenianu sodu o stężeniu 0,01035 mol/dm<sup>3</sup>. Proszę obliczyć całkowitą twardość badanej wody w °N (1 °N odpowiada zawartości 1 mg CaO w 100 cm<sup>3</sup> wody).  
CaO - 56,08 (29,0°N)
10. Oznaczano tlen rozpuszczony w wodzie metodą Winklera. Ile mg O<sub>2</sub> zawierał 1,00 dm<sup>3</sup> próbki wody, jeżeli podczas miareczkowania 25,00 cm<sup>3</sup> odpowiednio przygotowanej próbki zużyto 7,35 cm<sup>3</sup> 0,0200 M roztworu tiosiarczanu sodu?  
(47,0 mg)
11. Podczas spektrofotometrycznego oznaczania azotu amonowego otrzymano następującą zależność absorbancji od stężenia azotu w roztworze:  $A = 0,118 \cdot c$ , gdzie  $c$  jest stężeniem azotu w ppm. Obliczyć zawartość azotu (w mg) w badanej próbce, jeżeli zmierzona wartość absorbancji wynosiła 0,254, a objętość próbki 100 cm<sup>3</sup> ( $d = 1,00$  g/cm<sup>3</sup>).  
(0,215 mg)
12. Jakie stężenie azotu (w ppm) będzie miał roztwór przygotowany przez rozcieńczenie 100 µl roztworu wyjściowego o stężeniu azotu wynoszącym 1,00 mg/cm<sup>3</sup> ( $d = 1,00$  g/cm<sup>3</sup>) do objętości 50,0 cm<sup>3</sup>?  
(2,00 ppm)
13. Podczas spektrofotometrycznego oznaczania azotu amonowego w wodzie metodą Nesslera, uzyskano krzywą wzorcową o równaniu  $A = 0,0516 \cdot C$ , gdzie  $A$  jest absorbancją, a  $C$  stężeniem azotu w µg/cm<sup>3</sup>. Do analizy pobierano 25,00 cm<sup>3</sup> próbki wody. Końcowa objętość próbki przygotowanej do pomiaru absorbancji wynosiła 50,00 cm<sup>3</sup>. Podać masę azotu w 250 cm<sup>3</sup> analizowanej wody, jeżeli średnia absorbancja 5 zmierzonych próbek wynosiła 0,203.  
(1,97 mg)