

### 10. Alkacymetria

- 10.1.** Ile  $\text{cm}^3$  40 % roztworu NaOH o gęstości  $1,44 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  należy zużyć w celu przygotowania  $1,50 \text{ dm}^3$  roztworu o stężeniu  $0,20 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  ?  
Odp.  $20,8 \text{ cm}^3$
- 10.2.**  $20,0 \text{ cm}^3$  36,5 % kwasu solnego o gęstości  $1,18 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  rozcieńczono do objętości  $2,00 \text{ dm}^3$ . Jakie jest stężenie molowe powstałego roztworu ?  
Odp.  $0,1182 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
- 10.3.** Jakie jest stężenie molowe roztworu kwasu szczawiowego powstałego przez rozpuszczenie odważki krystalicznego związku o masie  $1,3850 \text{ g}$  w wodzie i dopełnieniu kolby miarowej do objętości  $250 \text{ cm}^3$  ?  
Odp.  $0,0439 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
- 10.4.** Ile  $\text{cm}^3$  36,0 % roztworu HCl o gęstości  $1,18 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  należy wlać do wody, aby przygotować  $500 \text{ cm}^3$  roztworu o stężeniu  $0,100 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  ?  
Odp.  $4,30 \text{ cm}^3$
- 10.5.** Jakie jest stężenie molowe zasady sodowej, jeśli jej  $20 \text{ cm}^3$  jest zobojętniane przez  $15,8 \text{ cm}^3$  roztworu kwasu szczawiowego o stężeniu  $0,1125 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  ?  
Odp.  $0,1778 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
- 10.6.** Ile gramów HCl znajduje się w roztworze o objętości  $100 \text{ cm}^3$  jeśli na zobojętnienie  $20 \text{ cm}^3$  tego roztworu zużyto średnio  $28,35 \text{ cm}^3$  roztworu NaOH o stężeniu  $0,1778 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  ?  
Odp.  $0,9190 \text{ g}$
- 10.7.** Ile gramów dwuwodnego kwasu szczawiowego zużyto do przygotowania  $200 \text{ cm}^3$  roztworu, jeśli jego  $18,0 \text{ cm}^3$  zobojętnia  $25,0 \text{ cm}^3$  roztworu NaOH o stężeniu  $0,15 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  ?  
Odp.  $2,6267 \text{ g}$

- 10.8.** Jakie jest stężenie molowe i miano kwasu siarkowego, jeśli wiadomo, że 18,35 cm<sup>3</sup> tego kwasu zobojętnia 20 cm<sup>3</sup> zasady sodowej o mianie  $3,82 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$   
Odp.  $0,0520 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ;  $5,10 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
- 10.9.** Oblicz ile cm<sup>3</sup> 0,20 molowego roztworu H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> zostanie zobojętnione przez 25 cm<sup>3</sup> roztworu NaOH, którego 500 cm<sup>3</sup> zawiera 10 g czystego składnika.  
Odp. 20,8 cm<sup>3</sup>
- 10.10.** Oblicz ile cm<sup>3</sup> 0,125 molowego roztworu HNO<sub>3</sub> zobojętni roztwór zawierający 0,074 g Ca(OH)<sub>2</sub>.  
Odp. 16,0 cm<sup>3</sup>
- 10.11.** 25 cm<sup>3</sup> roztworu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> o stężeniu  $2,5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  wlane do 375 cm<sup>3</sup> wody. Oblicz ile cm<sup>3</sup> tego roztworu zobojętni 10,0 cm<sup>3</sup> 0,80 molowego roztworu KOH.  
Odp. 25,6 cm<sup>3</sup>
- 10.12.** 24,5 cm<sup>3</sup> roztworu H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> zobojętniło 20,0 cm<sup>3</sup> 0,2534 molowego roztworu KOH. Jakie było stężenie molowe i miano kwasu ortofosforowego ?  
Odp.  $0,0690 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ;  $6,76 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
- 10.13.** Ile gramów zasady sodowej znajdowało się w roztworze o objętości 200 cm<sup>3</sup>, jeśli 25 cm<sup>3</sup> tego roztworu zobojętnia 15 cm<sup>3</sup> roztworu HCl ? Stężenie HCl oznaczono za pomocą boraksu, przy czym, na zmiareczkowanie próbki boraksu o masie 0,7620 g zużyto 23,5 cm<sup>3</sup> tego kwasu.  
Odp. 0,8320 g
- 10.14.** 20 cm<sup>3</sup> roztworu NaOH zmiareczkowano za pomocą 26,8 cm<sup>3</sup> roztworu HCl o stężeniu  $0,1124 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Oblicz stężenie molowe roztworu zasady oraz masę NaOH w kolbie miarowej na 200 cm<sup>3</sup>.  
Odp.  $0,1506 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ; 1,2049 g
- 10.15.** Do 20,0 cm<sup>3</sup> 0,01 molowego kwasu solnego dodano pewną objętość 0,10 molowej zasady sodowej. Stężenie jonów OH<sup>-</sup>, po dodaniu zasady wynosiło  $4,5 \cdot 10^{-2}$ . Oblicz objętość dodanej zasady.  
Odp. 20,0 cm<sup>3</sup>
- 10.16.** Ile gramów NaOH znajdowało się w roztworze o objętości 250 cm<sup>3</sup>, jeśli 20,0 cm<sup>3</sup> tego roztworu jest zobojętniane przez 15,0 cm<sup>3</sup> roztworu kwasu azotowego o mianie  $0,00235 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  ?  
Odp. 0,2796 g
- 10.17.** Jaką należy przygotować naważkę Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, aby całkowicie przereagowała ona z 25,8 cm<sup>3</sup> wodnego roztworu HCl, którego pH = 1,24 ?  
Odp. 0,0787 g

- 10.18.** Odważono 1,00 g substancji organicznej zawierającej azot, który przeprowadzono w amoniak  $\text{NH}_3$  i oddestylowano do  $20 \text{ cm}^3$  0,250 molowego roztworu  $\text{HCl}$ . Pozostały nadmiar  $\text{HCl}$  odmiareczkowano używając  $7,50 \text{ cm}^3$  0,2200 molowego roztworu  $\text{NaOH}$ . Oblicz % zawartość azotu w tej substancji organicznej.  
Odp. 4,69 %
- 10.19.** Do 7,92 g  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  dodano nadmiar  $\text{NaOH}$  i ogrzano. Wydzielający się gaz wprowadzono do  $100 \text{ cm}^3$  roztworu  $\text{HNO}_3$  o stężeniu  $0,25 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Oblicz pH powstałego roztworu, przy zaniedbaniu zmiany objętości.  $K(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .  
Odp. pH=9,83
- 10.20.** Próbkę substancji zawierającej białko o masie 5,0 g zmineralizowano stężonym kwasem siarkowym. Amoniak, wyparty za pomocą  $\text{NaOH}$  oddestylowano do  $100 \text{ cm}^3$  0,2 molowego roztworu kwasu siarkowego. Na zobojętnienie nadmiaru  $\text{H}_2\text{SO}_4$  zużyto  $16,00 \text{ cm}^3$  0,050 molowego roztworu  $\text{NaOH}$ . Oblicz procent masowy azotu w próbce.  
Odp. 10,98 %
- 10.21.** Na zmiareczkowanie naważki krystalicznego kwasu szczawiowego zawierającego 4,20 % zanieczyszczeń zużyto  $25,1 \text{ cm}^3$  roztworu  $\text{KOH}$  o stężeniu  $0,1244 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Oblicz masę naważki technicznego kwasu szczawiowego.  
Odp. 0,2054 g
- 10.22.** Na zmiareczkowanie odważki krystalicznego boraksu ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$ ) o masie 0,3820 g, zużyto  $20,0 \text{ cm}^3$  roztworu kwasu solnego. Jakie było jego stężenie molowe?  
Odp.  $0,1002 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$
- 10.23.** Jakie jest miano zasady sodowej, jeśli  $16,0 \text{ cm}^3$  jej roztworu zobojętnia roztwór kwasu szczawiowego przygotowany z jego odważki o masie 0,2520 g?  
Odp.  $0,0100 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
- 10.24.** Do naważki boraksu wiano  $30 \text{ cm}^3$  roztworu  $\text{HCl}$  o stężeniu  $0,1025 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , nadmiar kwasu odmiareczkowano za pomocą  $10,0 \text{ cm}^3$  roztworu  $\text{NaOH}$  o stężeniu  $0,1050 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Oblicz masę naważki boraksu.  
Odp. 0,3862 g
- 10.25.** Jaką objętość 0,050 molowego roztworu kwasu solnego należy zużyć na zobojętnienie roztworu powstałego przez rozpuszczenie w wodzie 0,1907 g krystalicznego boraksu?  
Odp.  $20,0 \text{ cm}^3$
- 10.26.** 0,7620 g krystalicznego boraksu rozpuszczono w wodzie. Na zmiareczkowanie tak przygotowanego roztworu zużyto  $28,45 \text{ cm}^3$  roztworu kwasu solnego. Oblicz stężenie molowe kwasu solnego.  
Odp.  $0,1404 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

- 10.27.** Na zmiareczkowanie naważki 0,4188 g krystalicznego boraksu zużyto 21,4 cm<sup>3</sup> roztworu HCl. Oblicz miano kwasu oraz jego pH.  
Odp.  $3,74 \cdot 10^{-3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ; 0,99
- 10.28.** Jaką należy przygotować naważkę krystalicznego boraksu, aby całkowicie przereagowała ona z 32,5 cm<sup>3</sup> wodnego roztworu HCl, którego pH = 1,80 ?  
Odp. 0,0982 g
- 10.29.** Na zmiareczkowanie roztworu sporządzonego z 75,0 mg technicznego dwuwodnego kwasu szczawiowego zużyto 11,1 cm<sup>3</sup> 0,100 molowego roztworu NaOH. Oblicz % zawartość zanieczyszczeń w próbce kwasu.  
Odp. 6,72 %
- 10.30.** Naważkę 0,7550 g technicznego boraksu zawierającego obojętne zanieczyszczenia rozpuszczono w wodzie i zmiareczkowano używając 19,6 cm<sup>3</sup> 0,200 molowego roztworu HCl. Oblicz procentową zawartość Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> · 10 H<sub>2</sub>O w badanej próbce boraksu.  
Odp. 99,02 %
- 10.31.** Ile procent zanieczyszczeń zawiera krystaliczny boraks, jeśli z próbką o masie 0,2850 g reaguje 25,5 cm<sup>3</sup> roztworu HCl o pH = 1,30 ?  
Odp. 14,48 %
- 10.32.** 0,125 g krystalicznego technicznego kwasu szczawiowego rozpuszczono w wodzie. Na zmiareczkowanie kwasu zużyto 15,4 cm<sup>3</sup> 0,100 molowego roztworu NaOH. Oblicz procentową zawartość kwasu szczawiowego w próbce.  
Odp. 77,66 %
- 10.33.** 0,4827 g krystalicznego boraksu zmiareczkowano za pomocą 23,6 cm<sup>3</sup> roztworu HCl. 28,5 cm<sup>3</sup> tego samego roztworu kwasu zobojętniło całkowicie 20 cm<sup>3</sup> roztworu NaOH. Oblicz masę NaOH w 200 cm<sup>3</sup> roztworu zasady.  
Odp. 1,2226 g
- 10.34.** Do naważki boraksu wiano 30 cm<sup>3</sup> roztworu HCl o stężeniu 0,1025 mol · dm<sup>-3</sup>, a nadmiar kwasu odmiareczkowano za pomocą 10,0 cm<sup>3</sup> roztworu NaOH o stężeniu 0,1050 mol · dm<sup>-3</sup>. Oblicz masę naważki boraksu.  
Odp. 0,3862 g
- 10.35.** W analizie technicznego kwasu szczawiowego pobierane są do oznaczeń próbki o masie 1,000 g. Jakie musi być stężenie molowe zasady, aby 1 cm<sup>3</sup> roztworu odpowiadał 0,500 % H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> · 2 H<sub>2</sub>O w próbce ?  
Odp. 0,0793 mol · dm<sup>-3</sup>

- 10.36.** Próbkę 1,000 g kamienia wapiennego miareczkowano kwasem solnym, aby określić jego możliwości zobojętniające. Jakie powinno być stężenie molowe kwasu, aby jego 10 cm<sup>3</sup> odpowiadało zawartości 4,5 % CaO w kamieniu wapiennym ?  
Odp. 0,1605 mol · dm<sup>-3</sup>
- 10.37.** 20,0 cm<sup>3</sup> 0,100 molowego roztworu NaOH miareczkowano 0,100 molowym roztworem HCl. Oblicz pH roztworu miareczkowanego po dodaniu: 0, 10,0 ; 18,0 ; 19,8 ; 20,0 ; 20,2 ; 22,0 i 30 cm<sup>3</sup> roztworu kwasu solnego. Wykreśl krzywą miareczkowania, dobrać wskaźnik.  
Odp. 13,00; 12,52; 11,72; 10,70; 7,00; 3,30; 2,32; 1,70
- 10.38.** 20 cm<sup>3</sup> 0,25 molowego roztworu kwasu octowego miareczkowano za pomocą 1,00 molowego roztworu zasady sodowej. Znając stałą dysocjacji kwasu  $K_a = 1,80 \cdot 10^{-5}$ , oblicz wartość pH roztworu w punkcie nasycenia molowego.  
Odp. 8,98
- 10.39.** Do 25 cm<sup>3</sup> 0,20 molowego roztworu kwasu octowego dodawano 0,10 molowy roztwór wodorotlenku potasu. Oblicz pH roztworu: a. przed dodaniem zasady, b. po dodaniu 10,0 cm<sup>3</sup> roztworu KOH, c. po dodaniu 75,0 cm<sup>3</sup> roztworu KOH.  $K_a = 1,75 \cdot 10^{-5}$   
Odp. 2,72; 4,16; 12,40
- 10.40.** 20 cm<sup>3</sup> 0,012 molowego roztworu HCl miareczkowano 0,020 molowym roztworem zasady amonowej. Oblicz pH miareczkowanego roztworu: a. przed dodaniem zasady, b. po dodaniu 15,0 cm<sup>3</sup>, c. po dodaniu 45,0 cm<sup>3</sup> zasady.  $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .  
Odp. 1,92; 8,65; 9,69
- 10.41.** 20 cm<sup>3</sup> roztworu amoniaku o stężeniu 0,10 mol · dm<sup>-3</sup> miareczkowano 0,2 molowym roztworem kwasu solnego. Oblicz pH składników wziętych do miareczkowania i roztworów otrzymanych po dodaniu 8,0; 10,0; 12,0 cm<sup>3</sup> HCl.  $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .  
Odp. 11,13; 0,70; 8,65; 5,20; 1,90
- 10.42.** 25,0 cm<sup>3</sup> roztworu amoniaku o stężeniu 0,120 mol · dm<sup>-3</sup> miareczkowano roztworem HCl o stężeniu 0,150 mol · dm<sup>-3</sup>. Oblicz wartości pH: a. roztworów wyjściowych, b. po dodaniu 10,0 cm<sup>3</sup> kwasu, c. w punkcie nasycenia molowego, d. po dodaniu 25,0 cm<sup>3</sup> HCl. Naszkicuj wykres krzywej miareczkowania, dobrać wskaźnik.  $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$   
Odp. 11,17; 0,82; 9,26; 5,22; 1,82
- 10.43.** Oblicz zmianę pH w zakresie 99-101% zmiareczkowania 10 cm<sup>3</sup> 0,1038 molowego kwasu solnego zasadą potasową o stężeniu 0,0925 mol · dm<sup>-3</sup>.  
Odp. 3,31 – 10,69

- 10.44.** Oblicz zmianę pH w zakresie 99 – 101 % zmiareczkowania 20,0 cm<sup>3</sup> 0,1025 molowego NaOH kwasem octowym ( $K_a = 1,75 \cdot 10^{-5}$ ) o stężeniu 0,2750 mol · dm<sup>-3</sup>.  
Odp. 10,86 – 6,77
- 10.45.** Oblicz zmianę pH w zakresie 99-101% zmiareczkowania 20 cm<sup>3</sup> 0,225 molowego kwasu solnego roztworem amoniaku ( $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ) o stężeniu 0,345 mol · dm<sup>-3</sup>.  
Odp. 2,87 – 7,26
- 10.46.** 20,0 cm<sup>3</sup> 0,10 molowego zasady sodowej miareczkowano roztworem HNO<sub>2</sub> ( $K_a = 5,0 \cdot 10^{-4}$ ) o stężeniu molowym 0,20 mol · dm<sup>-3</sup>. Oblicz pH miareczkowanego roztworu: a. przed dodaniem kwasu, b. po dodaniu 5,0 cm<sup>3</sup> kwasu, c. w punkcie równoważności molowej, d. po dodaniu 20,0 cm<sup>3</sup> kwasu.  
Odp. 13,00; 12,60; 8,06; 3,30
- 10.47.** 20 cm<sup>3</sup> 0,12 molowego roztworu NH<sub>3</sub> ( $K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$ ) zmiareczkowano za pomocą 0,150 molowego roztworu HCl. Oblicz pH: a. w punkcie początkowym miareczkowania, b. po dodaniu 8,0 cm<sup>3</sup> roztworu HCl, c. w punkcie nasycenia molowego, d. po dodaniu 50,0 cm<sup>3</sup> roztworu HCl. Naszkicuj krzywą miareczkowania.  
Odp. 11,17; 9,26; 5,22; 1,14
- 10.48.** 25,0 cm<sup>3</sup> 1,00 molowego roztworu NH<sub>3</sub> miareczkowano 0,750 molowym roztworem HCl. Oblicz pH miareczkowanego roztworu po dodaniu: 0, 50, 100 i 150 % potrzebnej do zubożenia amoniaku ilości kwasu solnego. Wykreśl krzywą miareczkowania, dobierz wskaźnik.  $K_b = 1,80 \cdot 10^{-5}$   
Odp. 11,63; 9,26; 4,81; 0,78