

## Zadania do rozdziału 8

- 8.1. Obliczyć stężenie molowe jonów cynku w 0,0333 M roztworze tetracyjanocynkanu(II) potasu,  $K_2[Zn(CN)_4]$ .
- 8.2. Obliczyć stężenie molowe jonów  $K^+$  i  $Fe^{2+}$  w 0,0500 M roztworze  $K_4[Fe(CN)_6]$ .
- 8.3. Obliczyć stężenie molowe jonów  $CN^-$  i  $Fe^{3+}$  w 0,0100 M roztworze  $K_3[Fe(CN)_6]$ .
- 8.4. Oblicz stężenie jonów  $SCN^-$  obecnych w 1,00M roztworze  $K_2[Fe(SCN)_5]$  oraz stopień dysocjacji jonu kompleksowego na jony proste.
- 8.5. Oblicz stężenie amoniaku obecne w 0,0333 M roztworze  $Cu(NH_3)_4(NO_3)_2$ .
- 8.6. Obliczyć stężenie molowe wszystkich jonów znajdujących się w 0,0100 M roztworze  $K_3[Cu(CN)_4]$ .
- 8.7. Obliczyć stężenie molowe jonów  $Ni^{2+}$  w roztworze uzyskanym przez zmieszanie 10,0  $cm^3$  0,100 M roztworu  $Ni(NO_3)_2$  z 90,0  $cm^3$  0,100 M roztworu KCN.
- 8.8. W 2,00  $dm^3$  0,100 M roztworu KSCN rozpuszczono 100 mg AgSCN. Pomiar za pomocą elektrody jonoselektywnej wykazał, że stężenie wolnych jonów  $Ag^+$  wynosi  $6 \cdot 10^{-11}$  M. Ile wynosi stała tworzenia kompleksu  $Ag(SCN)_2^-$  ?
- 8.9. Oblicz stężenie amoniaku obecne w 0,0250 M roztworze  $[Zn(NH_3)_4]SO_4$ .
- 8.10. Obliczyć stężenie molowe jonów  $Hg^{2+}$  w roztworze uzyskanym przez zmieszanie 20  $cm^3$  0,100 M roztworu  $Hg(NO_3)_2$  z 80  $cm^3$  0,200 M roztworu KI.
- 8.11. Jakie powinno być całkowite końcowe stężenie jonów jodkowych w roztworze, zawierającym początkowo 0,0500 M  $HgCl_2$ , aby po dodaniu KI stężenie jonów  $Hg^{2+}$  spadło do  $10^{-24}$  M?
- 8.12. Ile gramów tiosiarczanu sodu należy dodać do 200  $cm^3$  0,0200 M roztworu azotanu(V) ołowiu(II), aby stężenie jonów  $Pb^{2+}$  w roztworze wynosiło  $1 \cdot 10^{-5}$  M.
- 8.13. Zmieszano 50  $cm^3$  0,100 M roztworu  $Fe_2(SO_4)_3$  ze 100  $cm^3$  1,00 M roztworu KCN. Oblicz stężenia jonów  $CN^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Fe(CN)_6^{3-}$  i  $Fe^{3+}$  w tak uzyskanym roztworze.
- 8.14. Oblicz stężenie molowe jonów  $Ag^+$  obecnych w nasyconym roztworze  $Ag_2SO_4$ .
- 8.15. Oblicz stężenie molowe jonów  $Ag^+$  obecnych w nasyconym roztworze  $Ag_3PO_4$ .
- 8.16. Oblicz stężenie molowe jonów  $Cl^-$  obecnych w nasyconym roztworze  $Hg_2Cl_2$ .
- 8.17. Oblicz stężenie molowe jonów  $Mg^{2+}$  obecnych w nasyconym roztworze  $MgNH_4PO_4$ .
- 8.18. Obliczyć iloczyn rozpuszczalności  $Ba_3(PO_4)_2$ , jeżeli wiadomo że w 200  $cm^3$  wody rozpuszcza się 0,1 mg tej soli.
- 8.19. Oblicz rozpuszczalność AgCl w czystej wodzie i w 0,067 M roztworze  $K_2SO_4$ .
- 8.20. Obliczyć pH nasyconego roztworu  $Zn(OH)_2$ .
- 8.21. Oblicz stężenie molowe jonów  $Cl^-$  obecnych w nasyconym roztworze  $PbCl_2$ .
- 8.22. Obliczyć pH nasyconego roztworu  $Ca(OH)_2$ .
- 8.23. Obliczyć pH nasyconego roztworu  $Ca(OH)_2$  zawierającego równocześnie 0,500 M KCl.
- 8.24. Oblicz stężenie molowe jonów  $Ca^{2+}$  obecnych w nasyconym roztworze  $CaCO_3$  zawierającym równocześnie 0,500 M  $NaNO_3$ .
- 8.25. Oblicz stężenie molowe jonów  $Mg^{2+}$  obecnych w nasyconym roztworze  $MgNH_4PO_4$  zawierającym równocześnie 0,500 M  $NaNO_3$ .
- 8.26. Oblicz stężenie molowe jonów  $Mg^{2+}$  obecnych w nasyconym roztworze  $MgNH_4PO_4$  zawierającym równocześnie 0,0333 M  $K_2SO_4$ .
- 8.27. Oblicz stężenie molowe jonów  $C_2O_4^{2-}$  obecnych w nasyconym roztworze  $BaC_2O_4$  zawierającym równocześnie 0,500 M  $NaNO_3$ .
- 8.28. Obliczyć, ile razy rozpuszczalność  $Ca_3(PO_4)_2$  w 0,500 M roztworze  $KNO_3$  jest większa od rozpuszczalności tego związku w wodzie?

- 8.29. Oblicz, ile mg ołowiu zawiera 200 cm<sup>3</sup> nasyconego roztworu PbCl<sub>2</sub> w 0,0200 M roztworze Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.
- 8.30. Obliczyć, ile razy rozpuszczalność BaSO<sub>4</sub> w 0,0500 M roztworze Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> jest mniejsza od rozpuszczalności w wodzie.
- 8.31. Oblicz stężenie molowe jonów Ag<sup>+</sup> obecnych w 0,1667 M roztworze K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> nasyconym Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- 8.32. Oblicz stężenie molowe jonów Ag<sup>+</sup> obecnych w 0,500 M roztworze K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, nasyconym Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.
- 8.33. Oblicz stężenie molowe jonów Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup> obecnych w 0,500 M roztworze KCl, nasyconym Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>.
- 8.34. Oblicz stężenie molowe jonów Mg<sup>2+</sup> obecnych w 0,500 M roztworze NH<sub>4</sub>Cl, nasyconym MgNH<sub>4</sub>PO<sub>4</sub>.
- 8.35. Do 200 cm<sup>3</sup> nasyconego roztworu MgNH<sub>4</sub>PO<sub>4</sub> dodano 100 cm<sup>3</sup> 5,40 M roztworu amoniaku. Obliczyć ile mg jonów Mg<sup>2+</sup> pozostanie w roztworze.
- 8.36. Obliczyć rozpuszczalność octanu srebra w 0,50 M roztworze CH<sub>3</sub>COOK. Wynik podać w mg/dm<sup>3</sup>.
- 8.37. Do 100 cm<sup>3</sup> 0,1 M roztworu Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dodano 50 cm<sup>3</sup> 0,500 M roztworu NaCl. Czy wytrąci się osad PbCl<sub>2</sub>?
- 8.38. Obliczyć, ile gramów Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> należy dodać do 200 cm<sup>3</sup> 0,100 M roztworu HCl, aby zaczął wytrącać się osad PbCl<sub>2</sub>.
- 8.39. Do 90,0 cm<sup>3</sup> nasyconego roztworu CaSO<sub>4</sub> dodano 10,0 cm<sup>3</sup> 0,100 M roztworu Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Obliczyć czy wytrąci się osad PbSO<sub>4</sub>.
- 8.40. Do 50 cm<sup>3</sup> nasyconego roztworu CaSO<sub>4</sub> dodano 150 cm<sup>3</sup> 0,267 M roztworu KF. Czy wytrąci się osad CaF<sub>2</sub>?
- 8.41. Do 50,0 cm<sup>3</sup> nasyconego roztworu AgCl dodano 150 cm<sup>3</sup> 0,0267 M K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Czy wytrąci się osad Ag<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>?
- 8.42. Do 50,0 cm<sup>3</sup> nasyconego roztworu SrSO<sub>4</sub> dodano 1,04 mg BaCl<sub>2</sub>. Czy wytrąci się osad BaSO<sub>4</sub>?
- 8.43. Roztwór zawiera po 0,0100 mol/dm<sup>3</sup> KI, KBr i KCl. Do roztworu tego dodawano stężony roztwór Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Oblicz zakresy stężeń jonów ołowiu niezbędne do strącania PbI<sub>2</sub>, PbBr<sub>2</sub> i PbCl<sub>2</sub>.
- 8.44. Roztwór zawiera po 0,0100 mol/dm<sup>3</sup> Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> i Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Do roztworu tego dodawano stężony roztwór KF. Oblicz, jaki procent jonów ołowiu ulegnie wytrąceniu w postaci PbF<sub>2</sub> w punkcie, w którym zostanie przekroczony iloczyn rozpuszczalności dla BaF<sub>2</sub>.
- 8.45. Roztwór zawiera 0,0100 mol/dm<sup>3</sup> AgNO<sub>3</sub>, 0,0500 mol/dm<sup>3</sup> Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> i 0,0200 mol/dm<sup>3</sup> Hg<sub>2</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Do roztworu tego dodawano kroplami stężony roztwór HCl. Oblicz zakres stężenia jonów chlorkowych, w którym będzie następowało wytrącanie AgCl, Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> i PbCl<sub>2</sub>.
- 8.46. Stężenie AgNO<sub>3</sub> w roztworze wynosi 0,100M, stężenie CH<sub>3</sub>COOK też 0,100M. Do roztworu zaczęto dodawać stężonego HNO<sub>3</sub> (zaniedbać zmianę objętości). Obliczyć, przy jakiej wartości pH przestanie z tego roztworu wytrącać się osad CH<sub>3</sub>COOAg.
- 8.47. 1,00 dm<sup>3</sup> roztworu zawiera 0,0100 mola chlorku baru, 0,0100 mola chlorku wapnia i 0,0400 mola szczawianu potasu. Obliczyć zakres stężenia jonów H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, w którym wytrąci się selektywnie z tego roztworu osad szczawianu wapnia.
- 8.48. Obliczyć rozpuszczalność octanu srebra w 2,00 M roztworze CH<sub>3</sub>COOH. Wynik podać w mg/dm<sup>3</sup>. Jakie będzie pH otrzymanego roztworu?
- 8.49. Obliczyć, ile miligramów AgCN rozpuści się w 250 cm<sup>3</sup> 0,0100 M roztworu HNO<sub>3</sub>. Założyć, że stała dysocjacji kwasowej HCN w tych warunkach wynosi 6,20·10<sup>-10</sup>.

- 8.50. Obliczyć rozpuszczalność  $\text{CaF}_2$  (w molach/ $\text{dm}^3$ ) w roztworze o  $\text{pH}=2$ . Założyć, że stała dysocjacji  $\text{HF}$  w tych warunkach wynosi  $6,80 \cdot 10^{-4}$ .
- 8.51. Obliczyć, ile  $\text{cm}^3$  0,200 M roztworu  $\text{AgNO}_3$  można dodać do 100  $\text{cm}^3$  0,200 M roztworu  $\text{CH}_3\text{COOK}$  zanim zacznie wytrącać się osad octanu srebra?
- 8.52. Roztwór  $\text{AgNO}_3$  nasycono siarkowodorem. Po wytrąceniu  $\text{Ag}_2\text{S}$  równowagowe stężenie  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  wynosiło 0,0100 M. Oblicz stężenie molowe jonów  $\text{Ag}^+$  pozostałych w roztworze.
- 8.53. Do wodnego roztworu  $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$  dodano  $\text{HCl}$ . Całkowite (bilansowe) stężenie szczawianów wynosiło 0,300 M a równowagowe stężenie jonów hydronowych 0,100 M. Oblicz stężenie molowe jonów  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  obecnych w tym roztworze. Dla jakiego stężenia  $\text{Ca}^{2+}$  rozpocznie się wytrącanie  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  z tego roztworu? (Założyć  $I = 0,6$ ; czyli że powstaje głównie  $\text{KHC}_2\text{O}_4$  i  $\text{KCl}$ ).
- 8.54. Roztwór  $\text{ZnSO}_4$  nasycono siarkowodorem. Po wytrąceniu  $\text{ZnS}$  równowagowe  $\text{pH}$  wynosiło 2 (dla ogólnej siły jonowej  $I=0,100$ ). Oblicz stężenie molowe jonów  $\text{Zn}^{2+}$  pozostałych w roztworze.
- 8.55. Obliczyć rozpuszczalność  $\text{PbS}$ ,  $\text{CdS}$  i  $\text{ZnS}$  w 0,200 M roztworze  $\text{HCl}$ . Użyj dane z Tabeli 2.
- 8.56. Obliczyć rozpuszczalność  $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$  (w molach/ $\text{dm}^3$ ) w roztworze o  $\text{pH} = 2$ , przyjmując siłę jonową  $I \approx 0$ . Oblicz zawartość srebra w tym roztworze i wyraż ją w  $\text{g}/\text{dm}^3$ .
- 8.57. 250  $\text{cm}^3$  roztworu zawierającego 3,60 g  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$  nasycono siarkowodorem. Obliczyć graniczną wartość  $\text{pH}$  tego roztworu po przekroczeniu której wytrąci się osad  $\text{FeS}$ . Użyj danych z Tabeli 1.
- 8.58. 1  $\text{dm}^3$  roztworu zawiera 0,0200 mola  $\text{NiSO}_4$  i 0,500 mola  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Obliczyć, czy wytrąci się osad  $\text{NiS}$  po nasyceniu tego roztworu siarkowodorem.
- 8.59. Do 50  $\text{cm}^3$  0,0200M roztworu  $\text{CuSO}_4$  dodano 25  $\text{cm}^3$  0,560 M roztworu amoniaku. Obliczyć czy wytrąci się osad  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ .
- 8.60. Do 20  $\text{cm}^3$  0,0500 M roztworu  $\text{CdSO}_4$  dodano 80,0  $\text{cm}^3$  0,125 M roztworu amoniaku. Obliczyć, czy wytrąci się osad  $\text{Cd}(\text{OH})_2$ ? Przyjąć, że iloczyn rozpuszczalności  $\text{Cd}(\text{OH})_2$  dla tych warunków wynosi  $2,20 \cdot 10^{-14}$ .
- 8.61. Do 50  $\text{cm}^3$  0,100 M roztworu  $\text{AgNO}_3$  dodano 50  $\text{cm}^3$  0,150 M roztworu  $\text{NaCl}$ . Obliczyć, jakie powinno być całkowite stężenie molowe amoniaku w roztworze, aby nie wytrącił się osad  $\text{AgCl}$ .
- 8.62. Do 66,7  $\text{cm}^3$  0,0600 M roztworu  $\text{AgNO}_3$  dodano 33,3  $\text{cm}^3$  0,180 M roztworu  $\text{NaCl}$  oraz 100  $\text{cm}^3$  0,5 M roztworu  $\text{NH}_3$ . Czy wytrąci się osad  $\text{AgCl}$ ?
- 8.63. Do 20  $\text{cm}^3$  0,0500 M roztworu  $\text{NiSO}_4$  dodano 80,0  $\text{cm}^3$  0,125 M roztworu amoniaku. Obliczyć, czy wytrąci się osad  $\text{Ni}(\text{OH})_2$ ?
- 8.64. Do 66,7  $\text{cm}^3$  nasyconego roztworu  $\text{CH}_3\text{COOAg}$  dodano 33,3  $\text{cm}^3$  0,1861 M roztworu  $\text{NaCl}$ . Obliczyć, jakie powinno być całkowite stężenie molowe amoniaku w roztworze, aby nie wytrącił się osad  $\text{AgCl}$ ?
- 8.65. W roztworze, w którym w stanie równowagi znajduje się stały  $\text{AgCl}$  oraz kompleks  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]$ , stężenie nieskompleksowanego  $\text{NH}_3$  wynosi 0,0158 mol/ $\text{dm}^3$ . Obliczyć stężenie roztworu amoniaku użytego do rozpuszczania  $\text{AgCl}$ , oraz ile razy rozpuszczalność  $\text{AgCl}$  w tym roztworze jest większa od rozpuszczalności tej soli w wodzie destylowanej.
- 8.66. Do 2,3 g stałego  $\text{AgCl}$  dodano 200  $\text{cm}^3$  roztworu  $\text{NH}_3$  o nieznanym stężeniu. Obliczyć stężenie tego roztworu amoniaku, stopień dysocjacji kompleksu oraz procent soli, który uległ rozpuszczeniu jeżeli wiadomo, że stężenie jonu  $[\text{Ag}^+]$  wynosi  $1,0 \cdot 10^{-8}$  M.

- 8.67. Do  $50 \text{ cm}^3$   $0,02 \text{ M}$  roztworu  $\text{ZnCl}_2$  dodano  $50 \text{ cm}^3$   $0,200 \text{ M}$  roztworu amoniaku.  
Obliczyć, ile gramów chlorku amonu należy dodać, aby nie wytrącił się osad  $\text{Zn(OH)}_2$ .  
Zaniedbać zmianę objętości roztworu po dodaniu  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .
- 8.68. Obliczyć stężenie molowe wolnych jonów tiocyjanianowych oraz stopień dysocjacji  $\text{K}_2[\text{Zn(SCN)}_4]$  dla  $0,100 \text{ M}$  wodnego roztworu tego kompleksu. Założyć, że dla  $I=0,30$  stała trwałości  $\beta([\text{Zn(SCN)}_4]^{2-}) = 20,0$ .
- 8.69. Obliczyć stężenie molowe jonów  $\text{Co}^{2+}$  oraz stopień dysocjacji kompleksu powstałego po dodaniu do  $1 \text{ dm}^3$   $0,0100 \text{ M}$  roztworu  $\text{Co(NO}_3)_2$   $0,400$  mola  $\text{KSCN}$ . Założyć wartość  $\beta([\text{Co(SCN)}_4]^{2-}) = 100$  dla  $I=0,4$ .
- 8.70. Oblicz stopień dysocjacji kompleksu i stężenie amoniaku obecne w  $0,00100 \text{ M}$  roztworze  $\text{Cu(NH}_3)_4\text{SO}_4$ .