

Chemia Analityczna - Ćwiczenia (CHC0143C)

Temat 5: MIARECZKOWANIE KOMPLEKSOMETRYCZNE

1. W roztworze o $\text{pH}=4,00$ ($\log\alpha_4=-8,44$) oblicz:
 - a) $[\text{Ni}^{2+}]$, jeżeli analityczne stężenie niklu c_{Ni} wynosi $1,00 \times 10^{-3}$ a całkowite (analityczne) stężenie nieskompleksowanego EDTA $1,00 \times 10^{-6}$ mol/dm³ ($\log K_{\text{NiY}}=18,62$),
 - b) $[\text{Ca}^{2+}]$ w roztworze o $c_{\text{Ca}}=1,00 \times 10^{-3}$ i stężeniu nieskompleksowanego EDTA $1,00 \times 10^{-6}$ mol/dm³ ($\log K_{\text{CaY}}=10,70$).
($6,6 \times 10^{-8}$ i $1,0 \times 10^{-3}$ mol/dm³)

2. Do roztworu zawierającego 0,010 mola Co^{2+} i 0,010 mola jonów Ba^{2+} dodano nadmiar EDTA, rozcieńczono do 200 cm³ i ustalono $\text{pH}=3,00$. Następnie stwierdzono, że Co^{2+} został skompleksowany w 99,99 %. Oblicz, w jakim stopniu został skompleksowany Ba^{2+} w tych warunkach. Jakie było stężenie wolnych jonów Ba^{2+} w roztworze?
 $\log K_{\text{MY}}(\text{Ba}^{2+})=7,76$ $\log K_{\text{MY}}(\text{Co}^{2+})=16,31$ $\alpha_4=2,51 \times 10^{-11}$
 (0,050 mol/dm³)

3. Jaką masę wersenianu sodu ($\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) należy dodać do 1,00 dm³ 0,0500 M roztworu $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$, aby co najmniej 99,0% jonów Mn^{2+} zostało związanych w jon kompleksowy MnY^{2-} , przy $\text{pH}=3,00$? Obliczyć jakie będzie stężenie jonu Y^{4-} w takim roztworze.
 $\log K(\text{MnY})=13,79$ $\log\alpha_4=10,60$
 $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}-372,10$ (42,22g; $1,60 \times 10^{-12}$)

4. Jaką masę stałego wersenianu sodu należy dodać do 480 cm³ roztworu CuCl_2 o stężeniu 0,09565 mol/dm³, aby stężenie wolnych jonów Cu^{2+} wynosiło $3,56 \times 10^{-6}$ mol/dm³? pH roztworu wynosi 2,00.
 $\log K_{\text{CuY}}=18,80$ $\log\alpha_4=-13,43$ $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}-372,10$ (38 g)

5. W 250 cm³ 0,0500 M EDTA o $\text{pH}=10,00$ rozpuszczono 1,0487 g węglanu wapnia(II). Oblicz zmianę pCa w tym roztworze spowodowaną przez obniżenie pH do 7,50 (zakładamy, że objętość roztworu nie uległa zmianie).
 $\log K_{\text{CaY}}=10,70$ $\alpha_4(\text{pH}=10)=0,355$ $\alpha_4(\text{pH}=7,5)=1,66 \times 10^{-3}$
 $\text{CaCO}_3-100,09$ (9,54 \rightarrow 7,21)

6. Jak zmieni się stężenie równowagowe $[\text{Ca}^{2+}]$, jeżeli do 100,0 cm³ roztworu, w którym stężenie analityczne jonów Ca^{2+} i EDTA wynoszą odpowiednio 0,0200 mol/dm³ i 0,100 mol/dm³, dodano 2,00 mmol soli $\text{Mn}(\text{II})$. pH roztworu jest stałe i wynosi 7,00.
 $\log K_{\text{CaY}}=10,70$ $\log K_{\text{MnY}}=13,79$ $\alpha_4=4,81 \times 10^{-4}$
 (1,0 $\times 10^{-8}$ \rightarrow 1,4 $\times 10^{-8}$)

7. Do 100,00 cm³ 0,100 M roztworu soli wapnia dodano 380 cm³ 0,120 M roztworu EDTA i, po ustaleniu wartości $\text{pH}=10,00$, rozcieńczono roztwór do 500,0 cm³. Oblicz zmianę pCa po dodaniu do otrzymanego roztworu 0,0487 g węglanu wapnia(II). Zmianę objętości roztworu można pominąć.
 $\log K_{\text{CaY}}=10,70$
 $\log\alpha_4=-0,45$ $\text{CaCO}_3-100,09$ (10,80 \rightarrow 10,77)

8. Do 50,00 cm³ roztworu zawierającego po 2,35 mmol jonów Fe^{2+} i Fe^{3+} dodano nadmiar stałego wersenianu sodu. W otrzymanym roztworze stężenie wolnego (nieskompleksowanego) EDTA wynosi 0,0200 mol/dm³ a pH utrzymywane jest na stałym poziomie (4,00). Oblicz potencjał półogniwa $\text{Pt}|\text{Fe}^{3+}, \text{Fe}^{2+}$ przed i po dodaniu wersenianu.
 $\log K_{\text{MY}}(\text{Fe}^{3+})=25,10$ $\log K_{\text{MY}}(\text{Fe}^{2+})=14,33$
 $\log\alpha_4=-8,44$ $E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+})=+0,711$ V $\text{RT/F} \times \ln 10=0,0592$ V
 (+0,711 i +0,073 V)

9. Zmieszano 50,0 cm³ 0,0100 M roztworu NiCl_2 i 50,00 cm³ 0,100 M roztworu EDTA. Oblicz stężenia jonów Ni^{2+} , Y^{4-} i NiY^{2-} w otrzymanym roztworze.
 $\log K_{\text{NiY}}=18,62$ $\log\alpha_4=-10,60$ ($\text{pH}=3,00$)
 (1,1 $\times 10^{-9}$; 1,1 $\times 10^{-12}$; 5,00 $\times 10^{-3}$)

10. Do 100 cm³ 0,0300 M roztworu $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dodano 100 cm³ roztworu EDTA o stężeniu 0,0300. Oblicz stężenia jonów Pb^{2+} , Y^{4-} i PbY^{2-} w otrzymanym roztworze o $\text{pH}=4,00$.
 $\log\alpha_4=-8,44$ $\log K_{\text{PbY}}=18,04$
 (1,9 $\times 10^{-6}$; 7,0 $\times 10^{-15}$; 0,015)

11. Miareczkowano 50,00 cm³ roztworu soli Ni^{2+} o stężeniu analitycznym 0,0250 mol/dm³ roztworem EDTA o stężeniu 0,0625 mol/dm³, przy $\text{pH}=4,00$. Wartość pNi w punkcie równoważnikowym wynosiła $\text{pNi}=5,96$. Oblicz:
 a) wartość warunkowej stałej trwałości K_{NiY}
 b) wartość pNi przy 5 % nadmiarze titranta.
 (log $K_{\text{NiY}}=10,17$; $\text{pNi}=8,88$)

12. pH roztworu, zawierającego 0,0200 mol Ba^{2+} i 0,0100 mol Pb^{2+} w 1,00 dm³, jest utrzymywane na poziomie 7,00. Wykaż, że jeżeli do roztworu dodamy 0,050 mol EDTA, to możliwe będzie rozdzielanie obu kationów przez wytrącenie baru w postaci BaSO_4 .
 $\text{pIr}(\text{BaSO}_4)=9,77$ $\text{pIr}(\text{PbSO}_4)=7,78$ $\log K_{\text{MY}}(\text{Ba}^{2+})=7,76$
 $\log K_{\text{MY}}(\text{Pb}^{2+})=18,04$ $\log\alpha_4=-3,32$

13. Jaką minimalną licznosc stałego wersenianu sodu należy dodać do 200,0 cm³ roztworu o $\text{pH} 10,50$, zawierającego 0,100 mol jonów Ca^{2+} , aby po dodaniu do tego roztworu 0,200 mol KF nie wytrącił się osad CaF_2 ?
 $\log K_{\text{CaY}}=10,70$ $\log\alpha_4=-0,20$ $\text{pIr}(\text{CaF}_2)=10,40$
 (0,18 mol)

14. Do roztworu zawierającego 3,55 mmol jonów Cu^{2+} dodano 5,30 mmol wersenianu sodu i całość rozcieńczono do objętości 250,0 cm^3 , ustalając pH roztworu na 6,00. Czy wytrąci się osad $\text{Cu}(\text{OH})_2$? Odpowiedź uzasadnij obliczeniami.
 $\log K_{\text{MY}}(\text{Cu}^{2+})=18,80$ $\log \alpha_4=-4,65$ $\text{p}K_w=14,00$
 $\text{pIr}(\text{Cu}(\text{OH})_2)=19,32$ *(nie, $I_j = 1,4 \times 10^{-30}$)*
15. Stężenie żelaza w wodzie wynosi 15,6 ppm. Jaką minimalną masę EDTA należy dodać do 10,00 dm^3 tej wody, aby przy $\text{pH}=9,00$ nie wytrącił się osad $\text{Fe}(\text{OH})_3$? Gęstość wody 1,00 g/cm^3 .
 $\log K_{\text{MY}}(\text{Fe}^{3+})=25,10$ $\alpha_4=0,0521$ $\text{pIr}(\text{Fe}(\text{OH})_3)=38,60$
 $\text{p}K_w=14,00$ *(1,7 g)*
16. Roztwór EDTA został przygotowany przez rozpuszczenie 3,853 g $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ w 1,000 dm^3 wody ($d=1,00\text{g/cm}^3$). Wiedząc, że na skutek źle umytego szkła stężenie niklu w roztworze wynosiło 147 ppm, sprawdź, czy po doprowadzeniu pH roztworu do wartości 7,50 wytrąci się osad wodorotlenku niklu. Odpowiedź uzasadnij odpowiednimi obliczeniami.
 $\text{Ni} - 58,71$ $\text{Na}_2\text{H}_2\text{Y} \cdot 2\text{H}_2\text{O} - 372,10$ $\log K_{\text{NiY}} = 18,620$
 $\log \alpha_4 = -2,780$ $\text{p}K_w = 14,00$ $\text{pIr}(\text{Ni}(\text{OH})_2)=14,70$
(nie wytrąci się, $I_j = 4,63 \times 10^{-30}$)
17. Jakie powinno być minimalne stężenie analityczne roztworu wersenianu sodu, aby w 200,0 cm^3 tego roztworu całkowicie rozpuściło się 1,256 g stałego $\text{Cd}_3(\text{PO}_4)_2$? pH roztworu wynosi 4,60.
 $\text{Cd}_3(\text{PO}_4)_2 - 615,07$ $\text{pIr}(\text{Cd}_3(\text{PO}_4)_2)=32,66$
 $\log K_{\text{CdY}}=16,46$ $\log \alpha_4 = -7,27$
(0,144 mol/dm³)
18. Do 20,00 cm^3 roztworu zawierającego 1,50 mmol jonów Zn^{2+} dodano 50,00 cm^3 0,05015 M roztworu wersenianu sodu. Jaką masę szczawianu amonu można dodać do otrzymanego roztworu nie powodując wytrącenia szczawianu cynku(II), jeżeli pH roztworu wynosi 4,00?
 $\log K(\text{ZnY}^{2-}) = 16,50$ $\log \alpha_4 = -8,44$
 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 - 124,1$ $\text{pIr}(\text{ZnC}_2\text{O}_4) = 8,90$
(0,843g)
19. Miano roztworu EDTA określono, miareczkując roztwór, otrzymany przez rozтворzenie 0,2500 g najczystszeo CaCO_3 w kwasie solnym i uzupełnienie wodą do 500,0 cm^3 ; na 25,00 cm^3 tego roztworu zużyto 31,25 cm^3 roztworu wersenianu. Następnie roztwór EDTA wykorzystano do oznaczania twardości wody. Przy pH 10,00 na 25,00 cm^3 wody zużyto 30,00 cm^3 EDTA. Oblicz całkowitą twardość wody w stopniach niemieckich.
(26,89°N)
20. Przygotowano mianowany roztwór EDTA w ten sposób, że 1,000 cm^3 tego roztworu odpowiadał 10,00 cm^3 0,00315 M MgCl_2 . Na zmiareczkowanie 100,00 cm^3 wody
(0,01105 mol/dm³; 45,4%)
21. Wykonując oznaczenie całkowitej twardości wody (Ca + Mg), na zmiareczkowanie 100,00 cm^3 analizowanej wody zużyto 12,90 cm^3 0,03151 M roztworu wersenianu sodu. Stężenie wapnia w tej samej wodzie wynosi 100 ppm. Określ stężenie jonów Mg^{2+} w wodzie w mg/dm^3 . Gęstość wody wynosi 1,000 g/cm^3 .
(38,2 mg/dm³)
22. Całkowita twardość wody (Ca + Mg) wynosi 18,4°N. 25,00 cm^3 tej wody zawiera 583 μg Mg^{2+} . Oblicz stężenie jonów Ca^{2+} w ppm. Gęstość wody wynosi 1,00 g/cm^3 .
(93,1 ppm)
23. Odważkę metalicznego cynku o masie 0,6644 g rozpuszczono w roztworze HCl i rozcieńczono do objętości 1,00 dm^3 . Na zmiareczkowanie 25,00 cm^3 tego roztworu, po dodaniu buforu amonowego oraz czerni eriochromowej T, zużyto 24,90 cm^3 roztworu EDTA. Ile cm^3 tego samego roztworu EDTA zużyje się na zmiareczkowanie wobec czerni eriochromowej 50,00 cm^3 wody o twardości ogólnej
a) 43,60 °F b) 25,15°N ?
 $\text{Zn} - 65,39$ $\text{CaCO}_3 - 100,09$ $\text{CaO} - 56,08$
(21,35 cm³, 21,98 cm³)
24. 50,00 cm^3 roztworu zawierającego jony Ca^{2+} i Zn^{2+} wymaga zużycia 46,78 cm^3 0,01046 M EDTA do zmiareczkowania obu jonów. Inną porcję tego samego roztworu (50,00 cm^3) zadano cyjankiem potasu dla zamaskowania jonów cynku i następnie zmiareczkowano zużywając 26,39 cm^3 tego samego roztworu wersenianu. Oblicz analityczne stężenia jonów Ca^{2+} i Zn^{2+} w roztworze.
(5,521 × 10⁻³ i 4,266 × 10⁻³ M)
25. Do roztworu zawierającego 0,0777 g ołowiu dodano 50,00 cm^3 0,01000 M EDTA. Nadmiar wersenianu odmiareczkowano 0,01210 M roztworem MgSO_4 . Oblicz objętość dodanego roztworu soli magnezu.
(10,33 cm³)
26. Próbkę siarczanów o masie 0,1455 g rozpuszczono w wodzie, wytrącono siarczany jako BaSO_4 , osad rozтворzono w 25,00 cm^3 0,02004 M EDTA i odmiareczkowano nadmiar EDTA, zużywając 3,25 cm^3 mianowanego roztworu MgSO_4 . Zmiareczkowanie 25,00 cm^3 roztworu EDTA wymaga dodania 45,34 cm^3 roztworu MgSO_4 . Oblicz stężenie molowe soli magnezu i zawartość procentową Na_2SO_4 w próbce.
(0,01105 mol/dm³; 45,4%)

27. Próbkę kamienia wapiennego o masie 0,2574 g rozтворzono w kwasie solnymi rozcieńczono wodą do objętości 100,0 cm³ (roztwór A). Na zmiareczkowanie 25,00 cm³ roztworu A przy pH=13,0 zużyto 30,04 cm³ roztworu EDTA, którego 1,00 cm³ odpowiada 1,600 mg CaCO₃. Drugą porcję roztworu A o objętości 25,00 cm³ zmiareczkowano w obecności czerni eriochromowej T, przy pH = 10,0 zużywając 32,75 cm³ tego samego roztworu EDTA. Oblicz zawartość procentową Ca i Mg w próbce.

(29,9; 1,64 %)

28. Próbkę o masie 0,81027 g zawierającą węglan wapnia, szczawian wapnia i zanieczyszczenia rozpuszczono a otrzymany roztwór przeniesiono do kolby o pojemności 200,00 cm³. Z kolby pobrano dwie próbki po 20,00 cm³. Pierwszą zmiareczkowano mianowanym roztworem EDTA zużywając 12,55 cm³ 0,05025 M roztworu. Drugą zmiareczkowano 0,02003 M roztworem KMnO₄ i zużyto 11,67 cm³. Obliczyć skład próbki w % wagowych.

CaCO₃–100,1

CaC₂O₄–128,1

(92,39; 5,711; 1,9 %)

Zadania do samodzielnego rozwiązania: 7, 8, 9, 16, 18, 19, 21, 22, 28