

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Харківський політехнічний інститут»

Навчально-науковий інститут хімічних технологій та інженерії

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання розрахункового завдання з курсу
«Аналітична хімія»**

для студентів спеціальності
101 «Екологія»,
183 «Технології захисту навколишнього середовища»
у т.ч. іноземних

Харків
НТУ «ХПІ»
2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Харківський політехнічний інститут»

Навчально-науковий інститут хімічних технологій та інженерії

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання розрахункового завдання з курсу
«Аналітична хімія»**

для студентів спеціальності
101 «Екологія»,
183 «Технології захисту навколишнього середовища»
у т.ч. іноземних

Затверджено
Вченою радою
навчально-наукового інституту
хімічних технологій та інженерії
НТУ «ХПІ»,
протокол № 5 від 25.01.2022

Харків
НТУ «ХПІ»
2022

Методичні вказівки до виконання розрахункового завдання з курсу «Аналітична хімія» для студентів спеціальності для студентів спеціальності 101 «Екологія», 183 «Технології захисту навколишнього середовища» у т.ч. іноземних / Укладач : С.І. Самойленко – Харків: НТУ «ХП», 2022. – 28 с.

Укладач: С.І. Самойленко

Рецензент Завідувач кафедри органічної хімії,
біохімії, лакофарбових матеріалів та
покриттів Національного технічного
університету «Харківський політехнічний
інститут», професор, доктор хімічних наук
Циганков О.В.

Кафедра біотехнології, біофізики та аналітичної хімії.

Номера задач по темі «Кислотно-основна взаємодія»

Варіант										
1	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1	5.16	5.30	5.46	6.1	6.16
2	1.2	2.2	3.2	4.2	5.2	5.17	5.31	5.47	6.2	6.17
3	1.3	3.3	3.3	4.3	5.3	5.18	5.32	5.48	6.3	6.18
4	1.4	2.4	3.4	4.4	5.4	5.19	5.33	5.49	6.4	6.19
5	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	5.20	5.34	5.50	6.5	6.20
6	1.6	2.6	3.6	4.6	5.6	5.21	5.35	5.51	6.6	6.21
7	1.7	2.7	3.7	4.7	5.7	5.22	5.36	5.52	6.7	6.22
8	1.8	2.8	3.8	4.8	5.8	5.23	5.37	5.53	6.8	6.23
9	1.9	2.9	3.9	4.9	5.9	5.24	5.38	5.54	6.9	6.24
10	1.10	2.10	3.10	4.10	5.10	5.25	5.39	5.55	6.10	6.25
11	1.11	2.11	3.11	4.11	5.11	5.26	5.40	5.56	6.11	6.26
12	1.12	2.12	3.12	4.12	5.12	5.27	5.41	5.57	6.12	6.27
13	1.13	2.13	3.13	4.13	5.13	5.28	5.42	5.58	6.13	6.28
14	1.14	2.14	3.14	4.14	5.14	5.29	5.43	5.59	6.14	6.29
15	1.15	2.15	3.15	4.15	5.15	5.16	5.44	5.60	6.15	6.30
16	1.16	2.16	3.16	4.16	5.1	5.17	5.45	5.46	6.1	6.16
17	1.17	2.17	3.17	4.17	5.2	5.18	5.30	5.47	6.2	6.17
18	1.18	2.18	3.18	4.18	5.3	5.19	5.31	5.48	6.3	6.18
19	1.19	2.19	3.19	4.19	5.4	5.20	5.32	5.49	6.4	6.19
20	1.20	2.20	3.20	4.20	5.5	5.21	5.33	5.50	6.5	6.20
21	1.21	2.21	3.21	4.21	5.6	5.22	5.34	5.51	6.6	6.21
22	1.22	2.22	3.22	4.22	5.7	5.23	5.35	5.52	6.7	6.22
23	1.23	2.23	3.23	4.23	5.8	5.24	5.36	5.53	6.8	6.23
24	1.24	2.24	3.24	4.24	5.9	5.25	5.37	5.54	6.9	6.24
25	1.25	2.25	3.25	4.25	5.10	5.26	5.38	5.55	6.10	6.25

Номера задач по темі «Комплексонометрія та окисно-відновлювальні реакції (ОВР)»

Варіант	Метод комплексонометрії				Метод ОВР					
	1	1.1	2.1	2.16	3.1	1.1	1.21	2.1	3.1	4.1
2	1.2	2.2	2.17	3.2	1.2	1.22	2.2	3.2	4.2	
3	1.3	2.3	2.18	3.3	1.3	1.23	2.3	3.3	4.3	
4	1.4	2.4	2.19	3.4	1.4	1.24	2.4	3.4	4.4	
5	1.5	2.5	2.20	3.5	1.5	1.25	2.5	3.5	4.5	
6	1.6	2.6	2.21	3.6	1.6	1.26	2.6	3.6	4.6	
7	1.7	2.7	2.22	3.7	1.7	1.27	2.7	3.7	4.7	
8	1.8	2.8	2.23	3.8	1.8	1.28	2.8	3.8	4.8	
9	1.9	2.9	2.24	3.9	1.9	1.29	2.9	3.9	4.9	
10	1.10	2.10	2.25	3.10	1.10	1.30	2.10	3.10	4.10	
11	1.11	2.11	2.26	3.11	1.11	1.31	2.11	3.11	4.11	
12	1.12	2.12	2.27	3.12	1.12	1.32	2.12	3.12	4.12	
13	1.13	2.13	2.28	3.13	1.13	1.33	2.13	3.13	4.13	
14	1.14	2.14	2.29	3.14	1.14	1.34	2.14	3.14	4.14	
15	1.15	2.15	2.30	3.15	1.15	1.35	2.15	3.15	4.15	
16	1.1	2.1	2.16	3.16	1.16	1.21	2.16	3.16	4.16	
17	1.2	2.2	2.17	3.17	1.17	1.22	2.1	3.1	4.1	
18	1.3	2.3	2.18	3.18	1.18	1.23	2.2	3.2	4.2	

МЕТОД КИСЛОТНО-ОСНОВНОЇ ВЗАЄМОДІЇ

1. Визначення факторів еквівалентності та молярних мас еквівалентів речовин

1. Обчислити фактори еквівалентності та молярні маси еквівалентів в реакціях повної нейтралізації наступних речовин:

1.1. NaOH	1.11. NaHCO ₃	1.21. HNO ₂
1.2. H ₂ SO ₄	1.12. Na ₂ B ₄ O ₇	1.22. Mg(OH) ₂
1.3. HCl	1.13. H ₂ C ₂ O ₄	1.23. NaH ₂ PO ₄
1.4. Na ₂ CO ₃	1.14. Na ₂ HPO ₄	1.24. Cu(OH) ₂
1.5. K ₂ CO ₃	1.15. Ca(OH) ₂	1.25. Al ₂ O ₃
1.6. H ₃ PO ₄	1.16. K ₂ O	1.26. AlCl ₃
1.7. Ba(OH) ₂	1.17. KHCO ₃	1.27. BaCl ₂
1.8. HNO ₃	1.18. CH ₃ COOH	1.28. Al(OH) ₃
1.9. NH ₃	1.19. NH ₄ OH	1.29. CaHPO ₄
1.10. Al ₂ (SO ₄) ₃	1.20. KH ₂ PO ₄	1.30. K ₂ HPO ₄

2. Обчислити фактори еквівалентності та молярні маси еквівалентів в реакціях окиснення-відновлення наступних речовин:

2.1. Окислення SO ₂ до SO ₃	2.15. Окислення CrCl ₃ до Na ₂ CrO ₄
2.2. Відновлення SO ₂ до S ⁰	2.16. Окислення MnCl ₂ до KMnO ₄
2.3. Відновлення H ₂ SO ₄ до SO ₂	2.17. Відновлення H ₂ PtCl ₆ до Pt
2.4. Відновлення H ₂ SO ₄ до H ₂ S	2.18. Окислення H ₂ SeO ₃ до H ₂ SeO ₄
2.5. Окислення NO до HNO ₃	2.19. Окислення FeSO ₄ до Fe ₂ (SO ₄) ₃
2.6. Окислення H ₂ S до H ₂ SO ₄	2.20. Відновлення AuCl ₃ до Au
2.7. Відновлення K ₂ Cr ₂ O ₇ до Cr ³⁺	2.21. Відновлення H ₃ AsO ₄ до HAsO ₂
2.8. Окислення SnCl ₂ до SnCl ₄	2.22. Відновлення HBrO ₃ до HBr
2.9. Відновлення KMnO ₄ до MnSO ₄	2.23. Відновлення HNO ₃ до NO
2.10. Відновлення H ₂ O ₂ до H ₂ O	2.24. Відновлення I ₂ до 2I ⁻
2.11. Відновлення KMnO ₄ до MnO ₂	2.25. Окислення Na ₂ S ₂ O ₃ до Na ₂ S ₄ O ₆
2.12. Відновлення HNO ₃ до NO ₂	2.26. Окислення H ₂ C ₂ O ₄ до CO ₂
2.13. Відновлення HNO ₃ до NH ₃	2.27. Відновлення MnO ₄ ⁻ до MnO ₄ ²⁻
2.14. Окислення Na ₂ C ₂ O ₄ до CO ₂	2.28. Відновлення VO ³⁺ + 4H ⁺ до VO ²⁺

3. Способи вираження концентрації

3.1. Визначити: а) концентрацію в г/дм³ 30 %-ного водного розчину HNO₃ (ρ=1,180 г/см³); б) його молярну концентрацію.

3.2. Титр розчину H₂SO₄ дорівнює 0,0049 г/см³. Розрахувати для цього розчину молярну та нормальну концентрації. Який об'єм такого розчину необхідно взяти для приготування 2,00 дм³ 0,01 М розчину H₂SO₄?

3.3. Титр розчину HCl дорівнює 0,0075 г/см³. Розрахувати для цього розчину молярну концентрацію та T(HCl/ Na₂CO₃).

3.4. Розрахувати молярну концентрацію 5,4%-го розчину HCl з густиною 1,0250 г/см³.

3.5. Розрахувати молярну концентрацію 5,0%-го розчину HNO₃ з густиною 1,0250 г/см³.

3.6. Розрахувати титр H₂SO₄ за CaO, якщо C (1/2H₂SO₄)=0,1000 моль/ дм³.

3.7. Розрахувати молярну концентрацію 9,26%-го розчину HNO₃ з густиною 1,050 г/см³.

3.8. Розрахувати молярну концентрацію та T(HCl/NaOH) розчину HCl з масовою часткою 5,0% та густиною 1,025 г/см³

3.9. Вичислити молярну та нормальну концентрації розчину H₂SO₄ з масовою часткою 10,0 % та густиною 1,066 г/см³.

3.10. Розрахувати C(1/5KMnO₄) та T(KMnO₄/FeCl₂), якщо C(KMnO₄) = 0,1000 моль/дм³.

3.11. Розрахувати молярну концентрацію 1,0 дм³ водного розчину, що містить 15,00 г FeCl₃·6 H₂O.

3.12. Титр розчину Ba(OH)₂ дорівнює 0,003420 г/см³. Розрахувати нормальну концентрацію цього розчину.

3.13. В 2,0 дм³ розчину міститься 0,5 моль – еквівалента сірчаної кислоти. Розрахувати молярну та нормальну концентрацію цього розчину.

3.14. Чому дорівнює нормальна концентрація для 12,0% розчину сірчаної кислоти та густиною 1,080 г/см³

3.15. Титр розчину соляної кислоти дорівнює 0,00365 г/см³. Розрахувати молярну концентрацію та титр цього розчину по CaO.

3.16. Розрахувати титр та титр по NH₃ для розчину сірчаної кислот з молярною концентрацією еквівалентів 0,1 моль/дм³.

3.17. Розчинено 10,0 ммоль – еквівалентів сірчаної кислоти в 1,0 дм³. Розрахувати масову частку та нормальну концентрацію розчину. Густина розчину дорівнює 1,01 г/см³.

3.18. Розрахувати титр та молярну концентрацію розчину КОН, в 1,0 дм³ якого міститься 5,340 г КОН з масовою часткою домішок 2,0%.

3.19. Робочий розчин K₂Cr₂O₇ приготували шляхом розчинення наважки масою 2,5000 г в мірній колбі місткістю 100,00 см³. Розрахувати а) T(K₂Cr₂O₇), б) T(K₂Cr₂O₇/I₂), в) C(1/6K₂Cr₂O₇).

3.20. Із наважки 5,3 г Na₂CO₃ приготували 1,0 дм³ розчину. Для цього розчину розрахувати:

а) молярну концентрацію; б) нормальну концентрацію; в) титр; г) титр по HCl.

3.21. Наважку 1,5611 г калій гідроксиду розчинили у воді і довели об'єм розчину до 200,00 см³. Розрахувати молярну концентрацію КОН в одержаному розчині.

3.22. Наважку 1,1420 г натрій сульфату розчинили у воді і довели об'єм розчину до 100,00 см³. Розрахувати молярну концентрацію Na₂SO₄ в одержаному розчині.

3.23. Титр розчину соляної кислоти дорівнює 0,003650 г/см³. Розрахувати молярну концентрацію та титр цього розчину по K₂O.

3.24. Наважку 2,497 г CuSO₄·5H₂O розчинили у воді і довели об'єм розчину до 250,00 см³. Розрахувати молярну концентрацію купрум сульфату в одержаному розчині.

3.25. Розрахувати молярну концентрацію соляної кислоти з масовою часткою 4,0% та густиною 1,018 г/см³.

4. Приготування та корегування концентрації розчинів

4.1. Який об'єм розчину H₂SO₄ з масовою часткою 61,12 % та густиною 1,5150 г/см³ необхідно взяти для приготування 3,00 дм³ розчину з титром за NaOH, що дорівнює 0,0060 г/см³?

4.2. Яку наважку реактиву слід узяти, щоб приготувати 0,5 дм³ розчину концентрацією C(AgNO₃) = 0,100 моль/дм³?

4.3. Розрахувати масу (г) технічного натрій карбонату, що містить 93,0 % Na₂CO₃ потрібно для приготування 800,0 см³ 15 %-вого розчину?

- 4.4. Який об'єм води (см^3) треба додати до $200,0 \text{ см}^3$ $0,1000 \text{ М}$ розчину натрій сульфату щоб зменшити його концентрацію до $0,0200 \text{ моль/дм}^3$?
- 4.5. Розрахувати масу Na_2CO_3 (г) для приготування $1,0 \text{ дм}^3$ розчину з титром $0,0053 \text{ г/см}^3$.
- 4.6. Провести розрахунок на приготування $5,0 \text{ дм}^3$ $2,0\%$ -го розчину сірчаної кислоти з розчину цієї кислоти густиною $1,20 \text{ г/см}^3$ (масова частка цього розчину $31,40\%$).
- 4.7. Яку наважку KOH , що містить 90% чистої речовини, необхідно взяти, щоб приготувати 5 дм^3 $0,2 \text{ М}$ розчину?
- 4.8. Яку масу (г) бури ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) необхідно взяти для приготування 200 см^3 розчин(см^3) з концентрацією $0,1 \text{ М}$?
- 4.9. Розрахувати об'єм (см^3) HNO_3 з густиною $1,10 \text{ г/см}^3$ ($17,58\% \text{ HNO}_3$) необхідно взяти, щоб приготувати $1,0 \text{ дм}^3$ $0,5 \text{ М}$ розчину?
- 4.10. Розрахувати об'єм (см^3) HCl з густиною $1,15 \text{ г/см}^3$ ($30,14\% \text{ HCl}$) необхідно взяти, щоб приготувати $1,0 \text{ дм}^3$ розчину з $T(\text{HCl}) = 0,0036,5 \text{ г/см}^3$?
- 4.11. Розрахувати масу KCl (г), що міститься у $100,00 \text{ см}^3$ $0,1500 \text{ М}$ розчину.
- 4.12. В якому об'ємі (см^3) $0,10 \text{ М}$ розчину NaOH міститься $2,00 \text{ г}$ натрій гідроксиду?
- 4.13. Який об'єм води слід додати до $0,5 \text{ дм}^3$ $0,2 \text{ М}$ розчину HCl , щоб одержати розчин з титром $T(\text{HCl}) = 0,0073 \text{ г/см}^3$?
- 4.14. Який об'єм 2 М розчину HCl необхідно додати до $1,0 \text{ дм}^3$ $0,15 \text{ М}$ розчину HCl , щоб одержати $0,2 \text{ М}$ розчин ?
- 4.15. До якого об'єму необхідно розбавити $1,0 \text{ дм}^3$ $0,2 \text{ М}$ розчину HNO_3 , щоб одержати розчин з титром $T(\text{HNO}_3) = 0,0063 \text{ г/см}^3$?
- 4.16.. Який об'єм 2 М розчину CH_3COOH необхідно додати до $1,0 \text{ дм}^3$ $0,1 \text{ М}$ розчину CH_3COOH , щоб одержати $0,2 \text{ М}$ розчин ?
- 4.17. Яку масу хлориду натрію і води необхідно взяти, для приготування $500,0 \text{ см}^3$ розчину з масовою часткою $2,00 \%$?
- 4.18. Яку масу ($100\% \text{ NaOH}$) лугу необхідно взяти для приготування $1,0 \text{ дм}^3$ розчину з титром $0,00400 \text{ г/см}^3$?
- 4.19. Який об'єм води необхідно додати до $500,0 \text{ см}^3$ $0,5 \text{ М}$ розчину нітратної кислоти щоб одержати розчин з титром $T(\text{HNO}_3) = 0,0063 \text{ г/см}^3$?
- 4.20. Розрахувати молярну концентрацію $5,0\%$ -го розчину HNO_3 . Густина розчину $1,026 \text{ г/см}^3$.

4.21. Яку наважку реактиву слід узяти, щоб приготувати $0,5 \text{ дм}^3$ розчину концентрацією $C(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 1,0 \text{ моль/дм}^3$?

4.22. Провести розрахунок на приготування розчину об'ємом $200,00 \text{ см}^3$ із нормальною концентрацією $C(1/2\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,050 \text{ моль/дм}^3$, якщо в лабораторії є сухий карбонат натрію Na_2CO_3 ?

4.23. Провести розрахунок на приготування розчину об'ємом $200,00 \text{ см}^3$ із молярною концентрацією $C(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,0500 \text{ моль/дм}^3$, якщо в лабораторії є кристалогідрат $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$?

4.24 Провести розрахунок на приготування розчину об'ємом $200,00 \text{ см}^3$ із молярною концентрацією $C(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,0500 \text{ моль/дм}^3$, якщо в лабораторії є розчин із $C(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1,0 \text{ моль/дм}^3$?

4.25.В якому об'ємі (см^3) $0,1000 \text{ М}$ розчину NaOH міститься $0,2000 \text{ г}$ натрій гідроксиду?

5. Розрахунок величини рН розчинів

5.1. Розрахунок рН розчинів сильних електролітів

5.1. Розрахувати рН $0,01 \text{ М}$ розчину HCl .

5.2. Розрахувати рН $0,01 \text{ М}$ розчину HNO_3 .

5.3. Розрахувати рН $0,2 \cdot \text{М}$ розчину NaOH .

5.4. Розрахувати рН $1,0\%$ -ного розчину HNO_3 з густиною $\rho = 1,004 \text{ г/см}^3$

5.5. Розрахувати рН $0,5\%$ -ного розчину KOH з густиною $\rho = 1,005 \text{ г/см}^3$

5.6. Розрахувати рН 1% -ного розчину NaOH з густиною $\rho = 1,01 \text{ г/см}^3$

5.7. Розрахувати рН $0,03 \text{ М}$ розчину KOH .

5.8. Розрахувати рН $0,02 \text{ Н}$ розчину H_2SO_4

5.9. Розрахувати рН розчину HCl з густиною $\rho = 1,05 \text{ г/см}^3$

5.10. Розрахувати рН розчину H_2SO_4 з густиною $\rho = 1,008 \text{ г/см}^3$.

5.11. Розрахувати рН розчину KOH з густиною $\rho = 1,04 \text{ г/см}^3$

5.12. Розрахувати рН розчину NaOH з густиною $\rho = 1,04 \text{ г/см}^3$

5.13. Розрахувати рН розчину HNO_3 з густиною $\rho = 1,04 \text{ г/см}^3$

5.14. Розрахувати рН розчину H_2SO_4 з густиною $\rho = 1,08 \text{ г/см}^3$.

5.15. Розрахувати рН розчину HCl з густиною $\rho = 1,002 \text{ г/см}^3$

5.2. Розрахунок рН розчинів слабких електролітів

- 5.16. Розрахувати рН 0,0200 М розчину CH_3COOH . $K_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = 1,8 \cdot 10^{-5}$.
- 5.17. Розрахувати рН 0,1 М розчину HNO_2 . $K_{(\text{HNO}_2)} = 5 \cdot 10^{-4}$.
- 5.18. Розрахувати рН 0,1 М розчину HCN . $K_{(\text{HCN})} = 6 \cdot 10^{-10}$.
- 5.19. Розрахувати рН 0,2 М розчину HCOOH . $K_{(\text{HCOOH})} = 1,8 \cdot 10^{-4}$.
- 5.20. Розрахувати рН 0,5 М розчину NH_4OH . $K_{(\text{NH}_4\text{OH})} = 1,8 \cdot 10^{-5}$.
- 5.21. Розрахувати рН 0,1 М розчину фенолу. $K_{(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH})} = 1,0 \cdot 10^{-10}$.
- 5.22. Розрахувати рН 0,5 М розчину HIO . $K_{(\text{HIO})} = 2,3 \cdot 10^{-11}$.
- 5.22. Розрахувати рН 0,5 М розчину HIO . $K_{(\text{HIO})} = 2,3 \cdot 10^{-11}$.
- 5.23. Розрахувати рН 0,5 М розчину HClO . $K_{(\text{HClO})} = 2,9 \cdot 10^{-8}$.
- 5.24. Розрахувати рН 0,3 М розчину HOCN . $K_{(\text{HOCN})} = 2,3 \cdot 10^{-4}$.
- 5.25. Розрахувати рН 0,2 М розчину HAlO_2 . $K_{(\text{HAlO}_2)} = 2,3 \cdot 10^{-13}$.
- 5.26. Розрахувати рН 0,1 М розчину $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$. $K_{1(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} = 6,5 \cdot 10^{-2}$.
 $K_{2(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)} = 6,1 \cdot 10^{-5}$.
- 5.27. Розрахувати рН 0,1 М розчину HCNS . $K_{(\text{HCNS})} = 1,4 \cdot 10^{-1}$.
- 5.28. Розрахувати рН 0,3 М розчину $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$. $K_{(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH})} = 6,4 \cdot 10^{-5}$.
- 5.29. Розрахувати рН 0,2 М розчину H_2S . $K_{1(\text{H}_2\text{S})} = 9 \cdot 10^{-7}$. $K_{2(\text{HS})} = 1,2 \cdot 10^{-13}$.

5.3. Розрахувати рН 0,1 М розчинів наступних речовин

- 5.30. NaCNS . $K_{(\text{HCNS})} = 1,4 \cdot 10^{-1}$.
- 5.31. CH_3COONa , $K_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = 1,75 \cdot 10^{-5}$;
- 5.32. NH_4Cl , $K_{(\text{NH}_4\text{OH})} = 1,75 \cdot 10^{-5}$;
- 5.34. KCN , $K_{(\text{HCN})} = 6,2 \cdot 10^{-10}$;
- 5.35. NH_4CN , $K_{(\text{HCN})} = 6,2 \cdot 10^{-10}$, $K_{\text{NH}_4\text{OH}} = 1,75 \cdot 10^{-5}$;
- 5.36. NaClO , $K_{(\text{HClO})} = 5 \cdot 10^{-8}$;
- 5.37. NaNO_2 , $K_{(\text{HNO}_2)} = 5 \cdot 10^{-4}$;
- 5.38. HCOOK , $K_{(\text{HCOOH})} = 4 \cdot 10^{-4}$;
- 5.39. NaIO , $K_{(\text{HIO})} = 2 \cdot 10^{-11}$;
- 5.40. Na_2CO_3 , $K_{(\text{HCO}_3)} = 2 \cdot 10^{-11}$;
- 5.41. $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$, $K_{(\text{HCO}_4)} = 6 \cdot 10^{-5}$;
- 5.42. $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ $K_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = 1,75 \cdot 10^{-5}$, $K_{(\text{NH}_4\text{OH})} = 1,75 \cdot 10^{-5}$
- 5.43. $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ $K_{(\text{NH}_4\text{OH})} = 1,75 \cdot 10^{-5}$; $K_{(\text{HCO}_4)} = 6 \cdot 10^{-5}$
- 5.44. $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ $K_{(\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7)} = 10^{-9}$
- 5.45. Na_2S $K_{(\text{HS})} = 1,2 \cdot 10^{-13}$

5.4. Розрахунок рН буферних розчинів

5.46. Розрахувати рН буферної суміші, що містить рівні об'єми 1 %-них розчинів азотистої кислоти та її калієвої солі, $K_{(\text{HNO}_2)} = 5 \cdot 10^{-4}$.

5.47. Розрахувати рН буферної суміші, що містить рівні об'єми 5 %-х розчинів гідроксиду амонію та хлориду амонію, $K_{(\text{NH}_4\text{OH})} = 1,79 \cdot 10^{-5}$.

5.48. До $0,40 \text{ дм}^3$ $0,2000 \text{ М}$ розчину CH_3COOH додали $0,10 \text{ дм}^3$ $0,2000 \text{ М}$ розчину NaOH . Обчислити рН утвореного ацетатного буферного розчину, $K_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = 1,74 \cdot 10^{-5}$.

5.49. Розрахувати рН буферної суміші, що містить рівні об'єми 10 %-них розчинів мурашиної кислоти та її натрієвої солі, $K_{(\text{HCOOH})} = 2 \cdot 10^{-4}$.

5.50. Змішали рівні об'єми 1,0 %-них розчинів HBrO та KBrO . Розрахувати величину рН одержаного розчину, якщо $K_{(\text{HBrO})} = 2,2 \cdot 10^{-9}$.

5.51. До 50 см^3 $0,10 \text{ М}$ розчину CH_3COOH додали 25 см^3 $0,20 \text{ М}$ розчину NaOH . Розрахувати величину рН одержаного розчину, якщо $K_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = 1,74 \cdot 10^{-5}$.

5.52. Розрахувати рН $0,02 \text{ М}$ розчину хлорноватистої кислоти $K_{(\text{HClO})} = 3 \cdot 10^{-9}$, до якого добавили $0,2 \text{ М}$ розчин KClO .

5.53. Розрахувати рН буферної суміші, що містить рівні об'єми 5 %-них розчинів йодноватистої кислоти та її калієвої солі, $K_{(\text{HIO})} = 2 \cdot 10^{-11}$.

5.54. Розрахувати рН $0,01 \text{ М}$ розчину синильної кислоти $K_{(\text{HCN})} = 6,2 \cdot 10^{-10}$, в присутності $1,0 \text{ М}$ розчину її калієвої солі.

5.55. Розрахувати рН буферної суміші, що містить $0,02 \text{ М}$ розчин гідроксиду амонію та $0,2 \text{ М}$ розчин хлориду амонію. $K_{(\text{NH}_4\text{OH})} = 1,75 \cdot 10^{-5}$.

5.56. Розрахувати рН буферної суміші, що містить рівні об'єми 5 %-них розчинів бензойної кислоти $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ та її калієвої солі, $K_{(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH})} = 6,4 \cdot 10^{-5}$.

5.57. Розрахувати рН буферної суміші, що містить рівні об'єми 1 %-них розчинів бромноватистої кислоти HBrO та її калієвої солі, $K_{(\text{HBrO})} = 2,2 \cdot 10^{-9}$.

5.58. Розрахувати рН суміші, якщо до $50,0 \text{ см}^3$ $0,1 \text{ М}$ розчину CH_3COOH додали $10,0 \text{ см}^3$ $0,20 \text{ М}$ розчину NaOH , $K_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = 1,75 \cdot 10^{-5}$.

5.59. Розрахувати рН суміші, якщо до $25,0 \text{ см}^3$ $0,1 \text{ М}$ розчину додали $15,0 \text{ см}^3$ $0,10 \text{ М}$ розчину NaOH , $K_{(\text{HNO}_2)} = 5 \cdot 10^{-4}$.

5.60. Розрахувати рН суміші, якщо до $30,0 \text{ см}^3$ $0,1 \text{ М}$ розчину HCOOH . $K_{(\text{HCOOH})} = 1,8 \cdot 10^{-4}$ додали $15,0 \text{ см}^3$ $0,10 \text{ М}$ розчину NaOH .

6. Розрахунки за результатом титрування

6.1. Пряме титрування

6.1. Розрахувати титр розчину HCl, якщо на титрування 10,00 см³ його витрачається 12,00 см³ розчину NaOH з $T(\text{NaOH}) = 0,00400$ г/см³.

6.2. Наважку речовини масою 5,0 г розчинили в мірній колбі місткістю 250,00 см³. На титрування 25,00 см³ цього розчину витрачено 10,00 см³ 0,100 М розчину HCl. Розрахувати масову частку K₂O в зразку.

6.3. При стандартизації розчину NaOH на титрування 20,00 см³ цього розчину витратили 18,50 см³ розчину HCl з концентрацією 0,1200 моль/дм³. Розрахувати молярну концентрацію розчину NaOH та $T(\text{NaOH}/\text{HCl})$.

6.4. 2,0 г вапна розчинили в 100,0 см³. На титрування 1/4 частини цього розчину витратили 24,20 см³ 0,1 Н розчину H₂SO₄. Визначити масову частку CaO в зразку.

6.5. До 100,0 см³ 0,2 М розчину HCl додали 99,9 см³ 0,1 М розчину NaOH. Визначити скільки г недотитрованої кислоти залишилось в розчині.

6.6. Який об'єм 10,00 % H₂SO₄ ($\rho = 1,0700$ г/см³) необхідно додати для нейтралізації розчину, що містить 16,00 г NaOH?

6.7. При титруванні наважки тетраборату натрію Na₂B₄O₇·10 H₂O масою 0,3221 г витрачено 16,85 см³ розчину HCl. Розрахувати концентрацію титранту.

6.8. У мірній колбі місткістю 250,00 см³ розчинено 1,2922 г кристалогідрату щавлевої кислоти H₂C₂O₄·2H₂O. При титруванні аліквоти об'ємом 25,00 см³ витрачено 20,50 см³ розчину NaOH. Розрахувати нормальну концентрацію щавлевої кислоти та молярну концентрацію титранту.

6.9. Розрахувати титр розчину NaOH, якщо на титрування 12,0 см³ 0,1 М розчину HCl витрачається 10,0 см³ NaOH.

6.10. На титрування 20,0 см³ 0,2 М розчину HCl витрачається 21,5 см³ розчину Ba(OH)₂. Розрахувати нормальну концентрацію розчину Ba(OH)₂ та титр розчину Ba(OH)₂.

6.11. На титрування 10,0 см³ 2 М розчину CH₃COOH витрачається 21,25 см³ розчину KOH. Розрахувати $T(\text{KOH}/\text{CH}_3\text{COOH})$.

6.12. Наважка речовини масою 1,0 г розчинена в мірній колбі місткістю 100,00 см³. На титрування 25,00 см³ одержаного розчину витрачено 24,3 см³ 0,05 М розчину KOH. Розрахувати масову частку SO₃ в зразку.

6.13. Розрахувати молярну масу монокарбонової кислоти, якщо відомо, що на титрування 0,15 г її витрачається 10,56 см³ 0,05 М розчину КОН.

6.14. В технічному етанолі вміст кислоти в перерахунку на оцтову не повинно перевищувати 10 мг/дм³. Який об'єм етанолу необхідно взяти для визначення кислот, щоб на титрування витрачалось 2,0 см³ 0,01 М розчину КОН.

6.15. Вміст мурашиної кислоти у формальдегіді складає 0,025%. Яку наважку продукту необхідно взяти для аналізу, щоб на титрування витрачалось не менше 1,0 см³ 0,01 М розчину КОН.

6.2. Зворотне титрування

6.16. Зразок оксиду магнію масою 0,1536 г розчинили в 40,00 см³ розчину НСІ з $T(\text{НСІ}) = 0,003646 \text{ г/см}^3$. Надлишок кислоти відтитрували розчином NaOH об'ємом 5,50 см³ з $T(\text{NaOH}) = 0,004000 \text{ г/см}^3$. Визначити масову частку MgO в зразку.

6.17. До розчину хлориду амонію, що аналізують додали 25,00 см³ розчину NaOH з $T(\text{NaOH}) = 0,004500 \text{ г/см}^3$. Потім за допомогою кип'ятіння видалили із розчину аміак, а надлишок NaOH відтитрували 10,50 см³ розчину НСІ з $T(\text{НСІ}) = 0,003750 \text{ г/см}^3$. Розрахувати масу аміаку в аналізованому розчині.

6.18. Наважку азотної кислоти 1,0100 г перевели в розчин, що містить 25,00 см³ 0,5020 М розчину NaOH. Надлишок NaOH, що залишився після реакції відтитрували 10,50 см³ 0,1010 М НСІ. Обчислити масову частку HNO₃ в розчині.

6.19. Наважку карбонату натрію масою 0,1054 г обробили 25,00 см³ 0,2000 М розчином НСІ, надлишок кислоти відтитрували 25,40 см³ 0,1200 М розчином NaOH. Обчислити масову частку Na₂CO₃ у зразку.

6.20. До наважки хімічно чистого Na₃PO₄ 0,1000 г додали 50,00 см³ 0,2000 Н розчину H₂SO₄. На зворотне титрування надлишку кислоти з метиловим оранжевим витратили 15,00 см³ розчину NaOH. Визначити молярну концентрацію розчину NaOH.

6.21. Пробу солі амонію 1,0 г обробили надлишком концентрованого розчину NaOH. Аміак, що виділився, поглинули 50,00 см³ 1,0510 М розчину НСІ. Надлишок кислоти відтитрували 25,00 см³ розчину NaOH; $T(\text{NaOH}) = 0,042000 \text{ г/см}^3$. Обчислити масову частку аміаку в пробі солі.

6.22. Розрахувати наважку хімічно чистого CaCO_3 , якщо після обробки її $50,00 \text{ cm}^3$ $0,2000 \text{ M}$ розчином HCl та на титрування залишку кислоти було витрачено $10,00 \text{ cm}^3$ розчину NaOH . Встановлено, що на титрування $25,00 \text{ cm}^3$ NaOH витрачається $24,00 \text{ cm}^3$ HCl .

6.23. Наважку азотної кислоти $0,5050 \text{ г}$ перевели в розчин, що містить $25,00 \text{ cm}^3$ $0,2050 \text{ M}$ розчину NaOH . Надлишок лугу, що залишився після реакції відтитрували $5,05 \text{ cm}^3$ $0,2080 \text{ M}$ розчину HCl . Розрахувати масову частку N_2O_5 в наважці кислоти.

6.24. До розчину сульфату амонію додали $20,00 \text{ cm}^3$ розчину NaOH з $T(\text{NaOH}) = 0,008540 \text{ г/см}^3$. За допомогою кип'ятіння видалили аміак, а надлишок NaOH відтитрували $7,50 \text{ cm}^3$ розчину HCl з $T(\text{HCl}) = 0,005720 \text{ г/см}^3$. Розрахувати масу $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ в аналізованому розчині.

6.25. Наважку $1,5000 \text{ г}$ технічного $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ розчинили в мірній колбі місткістю 250 cm^3 ; $25,00 \text{ cm}^3$ цього розчину прокип'ятили з концентрованим лугом. Аміак, що виділився, поглинули $40,00 \text{ cm}^3$ $0,1040 \text{ N}$ розчином H_2SO_4 . На зворотне титрування залишку кислоти витратили $25,00 \text{ cm}^3$ $0,0970 \text{ M}$ розчину NaOH . Визначте масову частку аміаку в наважці $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

6.26. До розчину хлориду амонію, що аналізується додали $25,00 \text{ cm}^3$ розчину NaOH з $T(\text{NaOH}) = 0,004500 \text{ г/см}^3$. Потім за допомогою кип'ятіння видалили із розчину аміак, а надлишок NaOH відтитрували $10,50 \text{ cm}^3$ розчину HCl з $T(\text{HCl}) = 0,003750 \text{ г/см}^3$. Обчислити масу аміаку в аналізованому розчині.

6.27. Азот із наважки органічної речовини масою $1,0000 \text{ г}$ за допомогою концентрованої H_2SO_4 переведений в $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Під час кип'ятіння солі з концентрованим лугом виділився аміак, який поглинули $50,00 \text{ cm}^3$ $0,1500 \text{ N}$ розчином H_2SO_4 . На зворотне титрування залишку кислоти витрачено $12,00 \text{ cm}^3$ $0,09980 \text{ M}$ розчину NaOH . Обчислити масову частку азоту в наважці.

6.28. Яку наважку NaNO_3 взято для аналізу за методом відновлення NO_3 до NH_3 , якщо аміак, що виділився, поглинули $40,00 \text{ cm}^3$ $0,1240 \text{ N}$ розчином HCl , а надлишок кислоти відтитрували $22,4 \text{ cm}^3$ $0,102 \text{ M}$ розчином NaOH ?

6.29. В якому об'ємі соляної кислоти з $T(\text{HCl}) = 0,003750 \text{ г/см}^3$ необхідно розчинити наважку $0,1234 \text{ г}$ CaCO_3 , щоб на зворотне титрування залишку кислоти витратили $195,0 \text{ cm}^3$ розчину NaOH з $T(\text{NaOH}) = 0,002900 \text{ г/}$?

6.30. $10,0 \text{ dm}^3$ газу, що містить SO_3 пропустили крізь 50 cm^3 $0,5034 \text{ M}$ NaOH . Надлишок NaOH відтитрували $15,50 \text{ cm}^3$ $0,25,6 \text{ M}$ розчином HCl . Розрахувати вміст SO_3 в газі в mg/dm^3 .

МЕТОД КОМПЛЕКСОМЕТРІЇ

1. Приготування робочих розчинів комплексу III

1.1. Титр розчину комплексу III по оксиду кальцію дорівнює $0,00560 \text{ г/см}^3$. Розрахувати молярну концентрацію цього розчину.

1.2. Розрахувати наважку комплексу III для приготування 300 см^3 розчину з титром по стронцію, що дорівнює $0,008800 \text{ г/см}^3$.

1.3. Якій масі магнію відповідає $1,0 \text{ см}^3$ $0,05 \text{ М}$ розчину комплексу III?

1.4. Якій масі кобальту відповідає $2,0 \text{ см}^3$ $0,05 \text{ М}$ розчину ЕДТА?

1.5. Якій масі свинцю відповідає $3,0 \text{ см}^3$ $0,05 \text{ М}$ розчину ЕДТА?

1.6. Розчин комплексу III приготували розчиненням $8,64 \text{ г}$ чистого ЕДТА в 500 см^3 води. Для цього розчину розрахувати:

а) молярну концентрацію;

б) титр по Ca^{2+} ;

в) титр по MgCO_3 , мг/дм^3 .

1.7. Розчин комплексу III приготували розчиненням $3,85 \text{ г}$ очищеного реактиву в певному об'ємі води та розбавили точно до $1,0 \text{ дм}^3$. Розрахувати концентрацію одержанного розчину в моль/дм^3 , враховуючи, що вихідний реактив містить $0,3\%$ вологи.

1.8. Концентрація робочого розчину комплексу III була встановлена по розчину, що містить $24,0 \text{ г}$ $\text{Fe}(\text{NH}_4)(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{ H}_2\text{O}$ в $1,0 \text{ дм}^3$. На $10,0 \text{ см}^3$ цього розчину витрачено $10,3 \text{ см}^3$ розчину комплексу III. Розрахувати:

а) молярну концентрацію комплексу III;

б) титр комплексу III по Fe_2O_3 , г/см^3 ;

в) титр комплексу III по CaO , г/см^3 ;

1.9. Для встановлення концентрації робочого розчину комплексу III $1,32 \text{ г}$ CaCl_2 розчинили в мірній колбі об'ємом 250 см^3 . На титрування $25,0 \text{ см}^3$ цього розчину витратили $26,47 \text{ см}^3$ комплексу III. Розрахувати молярну концентрацію комплексу III.

1.10. Розрахувати молярну концентрацію та титр по CaO для розчину комплексу III, якщо на титрування наважки $1,045 \text{ г}$ CaCl_2 витратили $21,6 \text{ см}^3$ його.

1.11. Розрахувати масу ЕДТА, що необхідна для приготування 500 см^3 $0,02 \text{ М}$ розчину.

1.12. Розрахувати масу металічного цинку яку необхідно розчинити в кислоті, якщо для визначення точної концентрації 0,01 М розчину комплексону III використовували піпетку та мірну колбу об'ємом 20 та 200 см³ відповідно.

1.13. На титрування 20 см³ розчину, що приготували розчиненням 1,52 г MgSO₄ в мірній колбі об'ємом 500 см³ витратили 19,5 см³ розчину комплексону III. Розрахувати його молярну концентрацію та титр по Mg.

1.14. Розрахувати масу комплексону III, що необхідно взяти для приготування 500 см³ робочого розчину для визначення вмісту кальцію, що містить 1,00 г Ca²⁺ в 1,0 дм³.

1.15. Розрахувати масу комплексону III, що необхідно взяти для приготування 200 см³ робочого розчину для визначення вмісту магнію в мінералі. Наважка мінералу 1,00 г, що містить 15% магнію розчинена в мірній колбі об'ємом 500 см³.

2. Розрахунки за результатом титрування

2.1. Пряме титрування

2.1. Визначити масову частку кобальту у зразку масою 3,5 г, якщо після розчинення зразка в мірній колбі об'ємом 0,25 дм³ на титрування аліквоти об'ємом 10,00 см³ витрачено 15,30 см³ розчину комплексону III з концентрацією 0,0350 моль/дм³.

2.2. Чому дорівнює молярна концентрація цинку в розчині, якщо на титрування 20,15 см³ цього розчину в присутності хромогену чорного Т витрачено 9,35 см³ 0,05000 М розчину комплексону III?

2.3. Розрахувати масову частку цинку в руді, якщо на титрування розчину, що приготовлений з наважки 0,9003 г, витрачено 19,50 см³ 0,1015 М розчину комплексону III.

2.4. Скільки г міді містить розчин, якщо на титрування 10 см³ його витратили 18,5 см³ 0,05 М розчину комплексону III в присутності індикатора мурексиду.

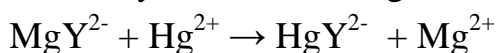
2.5. На титрування 50 см³ води при визначенні загальної твердості води витрачено 15,08 см³ 0,101 М розчину комплексону III. Розрахувати твердість води в ммоль – екв/дм³ та в мг/дм³ по карбонату кальцію.

2.6. Розрахувати концентрацію магнію в ммоль /дм³, якщо на титрування 100 см³ води комплексом III при рН = 9,7 з індикатором хромоген чорним витратили 19,2 см³ 0,022 М розчину комплексу III.

2.7. На титрування розчину хлористого кадмію при рН = 9,7 з індикатором хромоген чорним витратили 17,6 см³ 0,1012 М розчину комплексу III. Розрахувати масу кадмію в розчині.

2.8. На титрування підкисленого до рН = 2 розчину нітрату торію в присутності пірокатехінового фіолетового витратили 13,2 см³ 0,05 М розчину комплексу III. Розрахувати масу торію в розчині.

2.9. На титрування 20,0 см³ розчину Hg(NO₃)₂ після додавання комплексоутворювача Na₂MgY та протікання реакції:



витратили 17,50 см³ 0,05 М розчину комплексу III. Розрахувати концентрацію розчину (г/дм³) розчину Hg(NO₃)₂.

2.10. Розрахувати концентрацію кальцію в ммоль /дм³, якщо на титрування 100 см³ води комплексом III при рН = 9,7 з індикатором хромоген чорним Т до синього забарвлення витратили 13,2 см³ 0,024 М розчину комплексу III.

2.11. Розрахувати масу NiCl₂ в розчині, на титрування якого витратили 20,45 см³ 0,0515 М розчину комплексу III.

2.12. Для аналізу відібрали 20,0 см³ стічної води, що містить сполуку заліза, окислили їх до заліза (III) і осадили у формі гідроксиду. Осад розчинили в кислоті і відтитрували 4,05 см³ 0,0505 М розчином комплексу III. Розрахувати масову концентрацію заліза в стічній воді в мг/дм³.

2.13. Наважку хлориду магнію, що дорівнює 0,2842 г розчинили в мірній колбі місткістю 250 см³. На титрування 10 см³ цього розчину витрачено 5,0 см³ 0,020 М розчину комплексу III. Розрахувати масову частку хлориду магнію у зразку, що досліджували.

2.14. Наважку азотнокислої ртуті, що дорівнює 0,3027 г розчинили у 100 см³ води. На титрування 25 см³ цього розчину в присутності індикатора хромоген чорний Т витратили 10,2 см³ 0,024 М розчину комплексу III.

Розрахувати масову частку Hg(NO₃)₂ у зразку солі, що досліджували.

2.15. Розрахувати масу Mo₄²⁻ в розчині. Молібдат – іони осадили у вигляді СаМоО₄. В осаді відтитрували кальцій 0,0504 М розчином комплексу III, витратили цього розчину 11,15 см³.

2.2. Зворотне титрування

2.16. При визначенні вмісту алюмінію до розчину наважки речовини додали $20,00 \text{ см}^3$ $0,04520 \text{ М}$ розчину комплексону III, а на титрування надлишку останнього витрачено $6,05 \text{ см}^3$ $0,0500 \text{ М}$ розчину ZnSO_4 . Розрахувати масу алюмінію в наважці.

2.17. Розчин NiCl_2 розбавили до 250 см^3 . До 25 см^3 цього розчину додали $15,0 \text{ см}^3$ $0,015 \text{ М}$ розчину ЕДТА, надлишок якого відтитрували $5,60 \text{ см}^3$ $0,015 \text{ М}$ розчином сульфату магнію. Розрахувати масу нікелю в розчині.

2.18. Для визначення вмісту іонів Ca^{2+} в присутності магнію до $20,0 \text{ см}^3$ води додали надлишок NaOH для осадження іонів магнію у вигляді гідроксиду та $20,00 \text{ см}^3$ $0,050 \text{ М}$ розчину комплексону III. На титрування надлишку останнього витрачено $12,15 \text{ см}^3$ $0,0485 \text{ М}$ розчину ZnSO_4 . Розрахувати вміст у воді іонів Ca^{2+} в ммоль/ дм^3 та мг/ дм^3 .

2.19. Наважку $1,82 \text{ г}$ кристалогідрату нітрату алюмінію ($\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 12 \text{ H}_2\text{O}$) розчинили та розбавили водою в мірній колбі об'ємом 100 см^3 . До аліквотної частини $10,00 \text{ см}^3$ цього розчину додали надлишок комплексонату магнію. Середнє значення об'єму $0,025020 \text{ М}$ розчину комплексону III, що пішло на титрування іонів магнію, що виділися, складало $18,55 \text{ см}^3$. Розрахувати масову частку нітрату алюмінію в кристалогідраті.

2.20. Розрахувати масову частку Al_2O_3 в силікаті, якщо наважку $1,022 \text{ г}$ його перевели в розчин, додали $25,00 \text{ см}^3$ $0,02150 \text{ М}$ розчину комплексону III. На титрування надлишку останнього витрачено $9,85 \text{ см}^3$ $0,1015 \text{ М}$ розчину ZnSO_4 .

2.21. Після додавання до $20,00 \text{ см}^3$ розчину нітрату свинцю $20,00 \text{ см}^3$ $0,1021 \text{ М}$ розчину комплексону III. На титрування надлишку останнього витрачено $15,05 \text{ см}^3$ $0,1100 \text{ М}$ розчину ZnSO_4 . Розрахувати

а) молярну концентрацію розчину $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$;

б) титр. розчину $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

2.22. $1,00 \text{ дм}^3$ стічної води, що містить нікель, випарили досуха і після відділення домішок одержали осад диметилгліоксимата нікелю. Промитий осад розчинили, додали $10,00 \text{ см}^3$ $0,010 \text{ М}$ розчину комплексону III, на титрування надлишку останнього витрачено $3,05 \text{ см}^3$ $0,010 \text{ М}$ розчину солі магнію. Розрахувати масову концентрацію нікелю (мг/ дм^3) в стічній воді

2.23. Розрахувати масу Al^{3+} в розчині за наступними даними: в розчин додали $15,00 \text{ см}^3$ $0,055 \text{ М}$ розчину комплексону III, надлишок останнього було відтитровано $3,0 \text{ см}^3$ $0,0505 \text{ М}$ розчину ZnSO_4

2.24. Розчин хлориду нікелю розбавили в колбі до 250 см^3 . До $10,00 \text{ см}^3$ цього розчину додали $15,00 \text{ см}^3$ $0,010 \text{ М}$ розчину комплексону III, на титрування надлишку останнього витрачено $4,5 \text{ см}^3$ $0,010 \text{ М}$ розчину сульфату магнію. Розрахувати масу нікелю в розчині.

2.25. Розрахувати масову частку барію в мінералі, якщо наважку, що дорівнює $1,525 \text{ г}$ перевели в розчин, додали $25,0 \text{ см}^3$ $0,2133 \text{ М}$ розчину ЕДТА, надлишок якого відтитрували $10,60 \text{ см}^3$ $0,1025 \text{ М}$ розчином сульфату магнію.

2.26. Розрахувати концентрацію кобальту в розчині в мг/дм^3 , якщо до $25,00 \text{ см}^3$ цього розчину додали $15,00 \text{ см}^3$ $0,0253 \text{ М}$ розчину комплексону III, і надлишок його відтитрували $10,15 \text{ см}^3$ $0,01930 \text{ М}$ розчину ZnSO_4 .

2.27. Розчиненням наважки $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ масою $1,703 \text{ г}$ приготували 200 см^3 розчину і до $20,0 \text{ см}^3$ додали надлишок розчину Na_2MgY (де Y – символ комплексону III). На титрування Mg^{2+} , що виділися витратили $17,4 \text{ см}^3$ $0,025 \text{ М}$ розчину комплексону III. Розрахувати масову частку $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ в наважці.

2.28. Розрахувати масу силікату, що містить 20% Al_2O_3 необхідно взяти для аналізу, щоб після сплавлення, відповідної обробки і додавання надлишку Na_2MgY алюміній був відтитрований $10,0 \text{ см}^3$ $0,105 \text{ М}$ розчину комплексону III.

2.29. До $10,0 \text{ см}^3$ розчину NiCl_2 добавили воду, аміачний буферний розчин та $20,0 \text{ см}^3$ $0,0108 \text{ М}$ розчину комплексону III. Надлишок комплексону III відтитрували $5,45 \text{ см}^3$ $0,01930 \text{ М}$ розчину MgCl_2 . Розрахувати концентрацію NiCl_2 в розчині в г/дм^3 .

2.30. З наважки $1,09 \text{ г}$ BaCl_2 приготували $100,0 \text{ см}^3$ розчину. До $20,0 \text{ см}^3$ розчину додали Na_2MgY . На титрування суміші витратили $17,6 \text{ см}^3$ $0,0508 \text{ М}$ розчину комплексону III. Розрахувати масову частку BaCl_2 в наважці.

Прийняти до уваги, що при титруванні барію а присутності магнію
 $n(\text{Ba}) = n(\text{КIII}) = n(\text{Mg})$.

3. Умовні константи стійкості комплексонатів металів.

Криві титрування

3.1. Розрахувати умовні константи стійкості комплексу Be^{2+} з комплексомом III при рН а) $5,0$; б) $9,0$. При якому значенні рН можливо титрування?

3.2. Розрахувати умовні константи стійкості комплексу Ba^{2+} з комплексомом III при рН а) 4,0; б) 8,0. При якому значенні рН можливо титрування?

3.3. Розрахувати умовні константи стійкості комплексу Ca^{2+} з комплексомом III при рН а) 5,0; б) 10,0. При якому значенні рН можливо титрування?

3.4. Розрахувати умовні константи стійкості комплексу Sr^{2+} з комплексомом III при рН а) 7,0; б) 9,0; в) 11,0. При якому значенні рН можливо титрування?

3.5. Розрахувати умовні константи стійкості комплексу Fe^{3+} з комплексомом III при рН а) 1,0; б) 10,0. При якому значенні рН можливо титрування?

3.6. Розрахувати умовні константи стійкості комплексу Ni^{2+} з комплексомом III при рН а) 2,0; б) 8,0. При якому значенні рН можливо титрування?

3.7. Розрахувати умовні константи стійкості комплексу Mn^{2+} з ЕДТА при рН а) 5,0; б) 7,0; в) 11,0. При якому значенні рН можливо титрування?

3.8. Розрахувати умовні константи стійкості комплексу Al^{3+} з ЕДТА при рН а) 2,0; б) 8,0. При якому значенні рН можливо титрування?

3.9. Розрахувати умовні константи стійкості комплексу Mg^{2+} з ЕДТА при рН а) 5,0; б) 9,0. При якому значенні рН можливо титрування?

3.10. Розрахувати умовні константи стійкості комплексу Zn^{2+} з ЕДТА при рН а) 3,0; б) 6,0. При якому значенні рН можливо титрування?

3.11. Розрахувати значення $p\text{Ca}$ при титруванні 0,01 М розчину CaCl_2 комплексомом III цієї ж концентрації, якщо добавлено 99,0 та 99,9% комплексону III.

3.12. Розрахувати значення $p\text{Mg}$ при титруванні 0,01 М розчину MgCl_2 комплексомом III цієї ж концентрації, якщо добавлено 75,0 та 95,0% комплексону III.

3.13. Розрахувати значення $p\text{Ni}$ при титруванні 0,01 М розчину комплексомом III цієї ж концентрації, якщо добавлено 90,0% комплексону III.

3.14. Розрахувати значення $p\text{Ni}$ при титруванні 10^{-3} М розчину NiCl_2 комплексомом III цієї ж концентрації, якщо добавлено 101,0% та 110% комплексону III. Титрування проводили в присутності аміачного буферного розчину при рН = 9.

3.15. Розрахувати значення pZn при титруванні 10^{-3} М розчину $ZnCl_2$, якщо добавлено 100,10% розчину ЕДТА цієї ж концентрації. Титрування проводили в присутності аміачного буферного розчину при $pH = 9$, $K_{ZnY} = 10^{16}$.

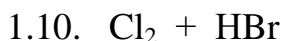
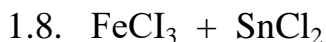
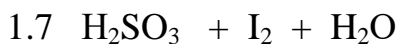
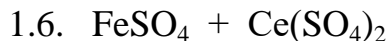
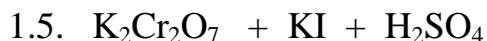
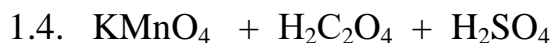
3.16. Розрахувати значення pSr в точці еквівалентності при титруванні 10^{-2} М розчину $SrCl_2$ розчином ЕДТА цієї ж концентрації. Титрування проводили в присутності буферного розчину при $pH = 11$, $K_{SrY} = 10^{8,6}$.

3.17. Розрахувати стрибок на кривій титрування та знайти величину pCa в точці еквівалентності при титруванні 50 см^3 $0,01$ М розчину $CaCl_2$ комплексом III цієї ж концентрації в буферному розчині при $pH = 10$
 $K_{CaY} = 10^{10,6}$.

3.18. Побудувати криву титрування 50 см^3 $0,01$ М розчину $SrCl_2$ $0,02$ М розчином ЕДТА в буферному розчині при $pH = 11$. Розрахувати pSr після додавання $0,0$; $10,0$; $24,0$; $24,9$; $25,0$; $25,1$; $26,0 \text{ см}^3$ титранту.

МЕТОД РЕДОКСИМЕТРІЇ

1. Розрахунок констант рівноваги реакцій, що протікають між наступними реагентами



- 1.14. $I_2 + Na_2S_2O_3$
 1.15. $Na_3AsO_3 + KI + HCl$
 1.16. $NH_4NO_3 + FeSO_4$
 1.17. $Na_2Cr_2O_7 + KI$
 1.18. $K_2Cr_2O_7 + FeSO_4 + H_2SO_4$
 1.19. $FeCl_3 + KI$

1.1. Розрахувати умовні константи рівноваги для реакцій

- 1.21. $KMnO_4 + FeSO_4$ при $pH = 6$
 1.22. $K_2Cr_2O_7 + FeSO_4$ при $pH = 3$
 1.23. $KMnO_4 + Na_3AsO_3$ при $pH = 7$
 1.24. $KMnO_4 + Na_3AsO_3$ при $pH = 5$
 1.25. $KMnO_4 + Na_2SO_3$ при $C(H^+) = 2 \text{ моль/дм}^3$
 1.26. $Cr(NO_3)_3 + KMnO_4$ при $C(H^+) = 0,1 \text{ моль/дм}^3$
 1.27. $I_2 + H_2SO_3$ при $pH = 2$
 1.28. $I_2 + H_2SO_3$ при $pH = 5$
 1.29. $Na_2Cr_2O_7 + KI$ при $pH = 1$
 1.30. $KMnO_4 + SnCl_2$ при $C(H^+) = 0,2 \text{ моль/дм}^3$
 1.31. $K_2Cr_2O_7 + FeSO_4$ при $pH = 1$
 1.32. $KMnO_4 + NaNO_2$ при $pH = 2$
 1.33. $KMnO_4 + FeSO_4$ при $pH = 4$
 1.34. $KMnO_4 + H_2C_2O_4$ при $pH = 2$
 1.35. $K_2Cr_2O_7 + SnCl_2$ при $pH = 2$

2. Розрахунок молярної маси еквівалента

Розрахувати молярну масу еквівалента речовин, що приймають участь в окислювально – відновній реакції та визначить скільки ммолей речовини міститься в 100 мг речовини

2.1	FeSO ₄	(Fe ²⁺ → Fe ³⁺)
2.2	HNO ₃	(NO ₃ ⁻ → NO)
2.3	HNO ₃	(NO ₃ ⁻ → NO ₂)
2.4	H ₂ O ₂	(в реакції з KI)
2.5	KMnO ₄	(в кислому середовищі)
2.6	KMnO ₄	(в лужному середовищі)
2.7	K ₂ Cr ₂ O ₇	(в кислому середовищі)
2.8	Na ₂ S ₂ O ₃	(2S ₂ O ₃ ²⁻ → 2S ₄ O ₆ ²⁻)
2.9	CuCl ₂	(при йодометричному визначенні)
2.10	As ₂ O ₃	(при йодометричному визначенні)
2.11	Na ₃ AsO ₄	(при йодометричному визначенні)
2.12	I ₂	(I ₂ → 2IO ⁻)
2.13	I ₂	(I ₂ → 2I ⁻)
2.14	H ₂ C ₂ O ₄	(C ₂ O ₄ ²⁻ → 2CO ₂)
2.15	SO ₂	(SO ₂ → SO ₄ ²⁻)
2.16	V ₂ O ₅	(VO ₂ ⁺ → V ³⁺)

3. Розрахунки при приготуванні робочих розчинів

3.1. Розрахувати масу KMnO₄, що містить 96,2% чистої речовини, щоб одержати 1,2 дм³ розчину з концентрацією C(1/5 KMnO₄) = 0,1 моль/ дм³.

3.2. Розрахувати масу KMnO₄, що містить 98,3% чистої речовини, щоб одержати 1,0 дм³ розчину з T_(KMnO₄/Fe) = 0,0100 г/см³.

3.3. Розрахувати масу KMnO₄, що містить 96,5% чистої речовини, щоб одержати 1,6 дм³ розчину з T_(KMnO₄/Ca) = 0,01500 г/см³.

3.4. Розрахувати масу KMnO₄, що містить 95,8% чистої речовини, щоб одержати 1,6 дм³ розчину з T_(KMnO₄/CaCO₃) = 0,004500 г/см³.

3.5. Розрахувати масу KMnO₄, що містить 89,9% чистої речовини, щоб одержати 8,0 дм³ розчину з T_(KMnO₄/CaSO₄) = 0,002835 г/см³.

3.6. Скільки необхідно взяти 4,4% - ного розчину KMnO₄, щоб після розбавлення його до 4,0 дм³ одержати розчин з C(1/5 KMnO₄) = 0,01 моль/дм³?

3.7. Скільки необхідно додати води до 4,25 дм³ розчину KMnO₄ з концентрацією C(1/5 KMnO₄) = 0,132 моль/дм³, щоб одержати розчин точно з концентрацією C(1/5 KMnO₄) = 0,01 моль/дм³?

3.8. Скільки необхідно додати води до 5750 см³ розчину KMnO₄ з T_(KMnO₄) = 0,003328 г/см³, щоб одержати точно 0,10 Н розчин?

3.9. Скільки необхідно додати 4,4% - ного розчину KMnO_4 до 485 cm^3 з концентрацією $C(1/5 \text{ KMnO}_4) = 0,09723 \text{ моль/дм}^3$, щоб одержати розчин точно з концентрацією $C(1/5 \text{ KMnO}_4) = 0,1 \text{ моль/дм}^3$?

3.10. Скільки необхідно взяти розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ з $T_{(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)} = 0,0028 \text{ г/см}^3$, щоб одержати $1,5 \text{ дм}^3$ розчину з концентрацією $C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,01 \text{ моль/дм}^3$?

3.11. Розрахувати масу (г) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, щоб одержати $4,0 \text{ дм}^3$ розчину з $T_{(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)} = 0,002841 \text{ г/см}^3$.

3.12. Скільки грам $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ необхідно для приготування $5,0 \text{ дм}^3$ розчину з $T_{(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)} = 0,01041 \text{ г/см}^3$?

3.13. Розрахувати масу $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, щоб одержати $10,0 \text{ дм}^3$ розчину з концентрацією $C(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,02 \text{ моль/дм}^3$.

3.14. Розрахувати масу йоду для приготування $2,0 \text{ дм}^3$ розчину з концентрацією $C(1/2) = 0,02 \text{ моль/дм}^3$.

3.15. Скільки грам йоду необхідно для приготування $0,50 \text{ дм}^3$ розчину з $T_{(\text{I}_2)} = 0,01041 \text{ г/см}^3$?

3.16. Розрахувати масу $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, що містить 97,5% чистої речовини, щоб одержати 500 см^3 розчину з концентрацією $C(1/6 \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,05 \text{ моль/дм}^3$.

4. Розрахунки за результатом титрування

4.1. Наважка магнетиту $1,0 \text{ г}$, що містить 72,4% заліза, розчинена в кислоті. До якого об'єму необхідно розбавити одержаний розчин, щоб на титрування іонів заліза, що містяться в $50,0 \text{ см}^3$ цього розчину витратили $17,0 \text{ см}^3$ розчину KMnO_4 з концентрацією $C(1/5 \text{ KMnO}_4) = 0,152 \text{ моль/дм}^3$?

4.2. Наважка мінералу сидериту $0,9938 \text{ г}$ розчинена та доведена в мірній колбі до об'єму $200,0 \text{ см}^3$. На титрування іонів заліза, попередньо відновлених до Fe^{2+} , на $50,0 \text{ см}^3$ цього розчину витратили $20,50 \text{ см}^3$ розчину KMnO_4 з $T_{(\text{KMnO}_4/\text{Fe})} = 0,005861 \text{ г/см}^3$. Розрахувати масову частку заліза в наважці.

4.3. Наважка гематиту $0,50 \text{ г}$, що містить 69,84% заліза, розчинена в кислоті та розбавлена в мірній колбі місткістю $250,0 \text{ см}^3$. Який об'єм розчину KMnO_4 з концентрацією $C(1/5 \text{ KMnO}_4) = 0,1215 \text{ моль/дм}^3$ необхідно на титрування іонів заліза, попередньо відновлених до Fe^{2+} в $100,0 \text{ см}^3$ розчину?

4.4. Скільки процентів заліза міститься в гематиті, якщо на титрування $50,0 \text{ см}^3$, розчину, що одержаний з наважки $1,0 \text{ г}$ та розбавлений в мірній колбі місткістю $250,0 \text{ см}^3$ витратили $20,50 \text{ см}^3$ розчину KMnO_4 з концентрацією $C(1/5 \text{ KMnO}_4) = 0,1217 \text{ моль/дм}^3$?

4.5. Скільки процентів заліза міститься в 2,0 г мінералу, якщо після розчинення в кислоті розчин розбавили в мірній колбі місткістю 200,0 см³. На титрування Fe²⁺ з 50,0 см³ цього розчину витратили 22,50 см³ розчину KMnO₄ з концентрацією C(1/5 KMnO₄) = 0,1015 моль/дм³?

4.6. Наважка зразка H₂C₂O₄ 2,0 г розчинена в 300,0 см³. На титрування 25,0 см³ цього розчину витратили 23,50 см³ розчину KMnO₄ з концентрацією C(1/5 KMnO₄) = 0,1045 моль/дм³. Розрахувати масову частку H₂C₂O₄ в наважці.

4.7. На титрування 25,0 см³ 0.1 Н розчину KMnO₄ витрачається 5,10 см³ розчину нітриту натрію, що одержали розчиненням наважки 1,3074 г цієї речовини в 500,0 см³ розчину. Розрахувати масову частку нітриту натрію в наважці.

4.8. Наважка пергідролу, що дорівнює 3,0 г розчинили і розчин розбавили в мірній колбі місткістю 500,0 см³. На титрування 25,0 см³ цього розчину витратили 20,50 см³ розчину KMnO₄ з концентрацією C(1/5 KMnO₄) = 0,1005 моль/дм³. Розрахувати масову частку H₂O₂ в наважці.

4.9. Розрахувати об'єм розчину KMnO₄ з концентрацією C(1/5 KMnO₄) = 0,1125 моль/дм³, що необхідний на титрування Fe²⁺ з наважки 5,025 г сплаву, що містить 5,0% заліза

4.10. Скільки процентів FeC₂O₄ містить зразок, якщо наважка його дорівнює 0,5596 г, а на окислення його витрачається 14,7 см³ розчину KMnO₄ з концентрацією C(1/5 KMnO₄) = 0,1015 моль/дм³?

4.11. Скільки процентів сурьми містить зразок, якщо наважка його 1,00 г після розчинення була відтитрована 32,50 см³ розчину KMnO₄ з $T_{(KMnO_4/Sb)} = 0,006124$ г/см³?

4.12. Скільки процентів Fe₂O₃ містить зразок масою 3,7 г, якщо на титрування після розчинення та відновлення заліза до Fe²⁺ витрачено 28,4 см³ розчину KMnO₄ з $T_{(KMnO_4/Fe)} = 0,001245$ г/см³?

4.13. До якого об'єму необхідно довести розчин 2,5 г технічного зразка сульфата натрію, що містить 43,3% сульфата натрію, щоб на титрування 32,5 см³ розчину витрачалось 11,7 см³ розчину KMnO₄ з концентрацією C(1/5 KMnO₄) = 0,1010 моль/дм³?

4.14. Для визначення домішок етанолу в ефірі його видалили з наважки ефіру 3,5 г. Відгон обробили 10,0 см³ 0,2 Н розчином K₂Cr₂O₇ в сірчанокислому середовищі. Після розбавлення водою до цього розчину додали 5,0 см³ 10% розчину KI, йод, що виділився від титрували 12,50 см³ 0,10 М розчину Na₂S₂O₃.

При взаємодії етанолу з $K_2Cr_2O_7$ він окислюється до оцтової кислоти.
Розрахувати масову частку етанолу.

4.15. Наважку 1,92 г хромового ангідриду розчинили, обробили розчином KI. Йод, що виділився відтитрували 11,60 см³ розчину $Na_2S_2O_3$ з титром $T_{(Na_2S_2O_3)} = 0,001254$ г/см³.

Розрахувати масову частку CrO_3 в зразку.

4.16. Для аналізу на вміст хрому 1,01 г сталі розчинили та окислили. На відновлення хромової кислоти, що одержали, взяли 40,0 см³ розчину солі Мора. На титрування надлишку її витратили 5,02 см³ розчину $KMnO_4$ з концентрацією $C(1/5 KMnO_4) = 0,1394$ моль/дм³. 10,0 см³ солі Мора еквівалентно 9,66 см³ розчину $KMnO_4$. Розрахувати масову частку хрому в зразку сталі.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Габ А.І. Аналітична хімія. Кількісний аналіз / А.І. Габ, Д.Б. Шахнін, В.В. Малишев. – К. : Університет «Україна», 2017. – 87 с.
2. Задачник по аналитической химии. Под ред. Н.Ф. Клещева – М. : Химия, 1993. – 234 с.
3. Клещев М.Ф. Аналітична хімія. Титриметричний аналіз: Навчальний посібник / М.Ф. Клещев, Т.Д. Костиркіна, М.П. Левшин, С.І. Самойленко. – Харків : НТУ «ХП», 2005. – 130 с.
4. Малишев В.В. Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу. Навчальний посібник / В.В. Малишев, А.І. Габ, Д.Б. Шахнін. – К. : Університет «Україна», 2018. – 396 с.
5. Павлюченко О.С. Методи контролю якості харчових виробництв: Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студ. напряму 6.051701 «Харчові технології та інженерія» / О.С. Павлюченко, Л.О. Шаран, В.С. Зарубіна – К. : НУХТ, 2011. – 72 с.
6. Слободнюк Р.Є. Курс аналітичної хімії. Навч. Посібник / Р.Є. Слободнюк – Видавництво : ОЛДІ ПЛЮС, 2020. – 256 с.
7. Циганок Л.П. Аналітична хімія. Хімічні методи аналізу: навчальний посібник / Л.П. Циганок, Т.О. Бубель, А.Б. Вишнікін, О.Ю. Вашкевич; За ред. проф. Л.П. Циганок – Дніпропетровськ: ДНУ ім. О.Гончара, 2014. – 252 с.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахункового завдання з курсу «Аналітична хімія.

для студентів спеціальності
101 «Екологія»,
183 «Технології захисту навколишнього середовища»
у т.ч. іноземних

Українською мовою

Укладач:

САМОЙЛЕНКО Сергій Іванович

Відповідальний за випуск О. М. Близнюк
Роботу до видання рекомендував О. М. Близнюк

В авторській редакції

Самостійне електронне видання