

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  
226 «Фармація, промислова фармація»  
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  
226 «Фармація, промислова фармація»  
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 226 «Фармація, промислова фармація» 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 <sub>3</sub>                            | 1.21. HNO <sub>2</sub>                 |
| 1.2. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                   | 1.12. Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> | 1.22. Mg(OH) <sub>2</sub>              |
| 1.3. HCl  | 1.13. H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>  | 1.23. NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> |
| 1.4. Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                  | 1.14. Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>              | 1.24. Cu(OH) <sub>2</sub>              |
| 1.5. K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                   | 1.15. Ca(OH) <sub>2</sub>                           | 1.25. Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>   |
| 1.6. H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>                   | 1.16. K <sub>2</sub> O                              | 1.26. AlCl <sub>3</sub>                |
| 1.7. Ba(OH) <sub>2</sub>                              | 1.17. KHCO <sub>3</sub>                             | 1.27. BaCl <sub>2</sub>                |
| 1.8. HNO <sub>3</sub>                                 | 1.18. CH <sub>3</sub> COOH                          | 1.28. Al(OH) <sub>3</sub>              |
| 1.9. NH <sub>3</sub>                                  | 1.19. NH <sub>4</sub> OH                            | 1.29. CaHPO <sub>4</sub>               |
| 1.10. Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> | 1.20. KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>               | 1.30. K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>  |

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

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

### 3. Способи вираження концентрації

3.1. Визначити: а) концентрацію в  $\text{г/дм}^3$  30 %-ного водного розчину  $\text{HNO}_3$  ( $\rho=1,180 \text{ г/см}^3$ ); б) його молярну концентрацію.

3.2. Титр розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$  дорівнює  $0,0049 \text{ г/см}^3$ . Розрахувати для цього розчину молярну та нормальну концентрації. Який об'єм такого розчину необхідно взяти для приготування  $2,00 \text{ дм}^3$   $0,01 \text{ М}$  розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

3.3. Титр розчину  $\text{HCl}$  дорівнює  $0,0075 \text{ г/см}^3$ . Розрахувати для цього розчину молярну концентрацію та  $T(\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3)$ .

3.4. Розрахувати молярну концентрацію 5,4%-го розчину  $\text{HCl}$  з густиною  $1,0250 \text{ г/см}^3$ .

3.5. Розрахувати молярну концентрацію 5,0%-го розчину  $\text{HNO}_3$  з густиною  $1,0250 \text{ г/см}^3$ .

3.6. Розрахувати титр  $\text{H}_2\text{SO}_4$  за  $\text{CaO}$ , якщо  $C(1/2\text{H}_2\text{SO}_4)=0,1000 \text{ моль/ дм}^3$ .

3.7. Розрахувати молярну концентрацію 9,26%-го розчину  $\text{HNO}_3$  з густиною  $1,050 \text{ г/см}^3$ .

3.8. Розрахувати молярну концентрацію та  $T(\text{HCl}/\text{NaOH})$  розчину  $\text{HCl}$  з масовою часткою 5,0% та густиною  $1,025 \text{ г/см}^3$

3.9. Вичислити молярну та нормальну концентрації розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$  з масовою часткою 10,0 % та густиною  $1,066 \text{ г/см}^3$ .

3.10. Розрахувати  $C(1/5\text{KMnO}_4)$  та  $T(\text{KMnO}_4/\text{FeCl}_2)$ , якщо  $C(\text{KMnO}_4) = 0,1000 \text{ моль/дм}^3$ .

3.11. Розрахувати молярну концентрацію  $1,0 \text{ дм}^3$  водного розчину, що містить  $15,00 \text{ г FeCl}_3 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$ .

3.12. Титр розчину  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  дорівнює  $0,003420 \text{ г/см}^3$ . Розрахувати нормальну концентрацію цього розчину.

3.13. В  $2,0 \text{ дм}^3$  розчину міститься  $0,5 \text{ моль}$  – еквівалента сірчаної кислоти. Розрахувати молярну та нормальну концентрацію цього розчину.

3.14. Чому дорівнює нормальна концентрація для 12,0% розчину сірчаної кислоти та густиною  $1,080 \text{ г/см}^3$

3.15. Титр розчину соляної кислоти дорівнює  $0,00365 \text{ г/см}^3$ . Розрахувати молярну концентрацію та титр цього розчину по  $\text{CaO}$ .

3.16. Розрахувати титр та титр по  $\text{NH}_3$  для розчину сірчаної кислот з молярною концентрацією еквівалентів  $0,1 \text{ моль/дм}^3$ .

3.17. Розчинено 10,0 ммоль – еквівалентів сірчаної кислоти в 1,0 дм<sup>3</sup>. Розрахувати масову частку та нормальну концентрацію розчину. Густина розчину дорівнює 1,01 г/см<sup>3</sup>.

3.18. Розрахувати титр та молярну концентрацію розчину КОН, в 1,0 дм<sup>3</sup> якого міститься 5,340 г КОН з масовою часткою домішок 2,0%.

3.19. Робочий розчин K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> приготували шляхом розчинення наважки масою 2,5000 г в мірній колбі місткістю 100,00 см<sup>3</sup>. Розрахувати а) T(K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>), б) T(K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>/I<sub>2</sub>), в) C(1/6K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>).

3.20. Із наважки 5,3 г Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> приготували 1,0 дм<sup>3</sup> 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 см<sup>3</sup>. 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 см<sup>3</sup>. Розрахувати молярну концентрацію Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> в одержаному розчині.

3.23. Титр розчину соляної кислоти дорівнює 0,003650 г/см<sup>3</sup>. Розрахувати молярну концентрацію та титр цього розчину по K<sub>2</sub>O.

3.24. Наважку 2,497 г CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O розчинили у воді і довели об'єм розчину до 250,00 см<sup>3</sup>. 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/см<sup>3</sup>.

#### 4. Приготування та корегування концентрації розчинів

4.1. Який об'єм розчину H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> з масовою часткою 61,12 % та густиною 1,5150 г/см<sup>3</sup> необхідно взяти для приготування 3,00 дм<sup>3</sup> розчину з титром за NaOH, що дорівнює 0,0060 г/см<sup>3</sup>?

4.2. Яку наважку реактиву слід узяти, щоб приготувати 0,5 дм<sup>3</sup> розчину концентрацією C(AgNO<sub>3</sub>) = 0,100 моль/дм<sup>3</sup>?

4.3. Розрахувати масу (г) технічного натрій карбонату, що містить 93,0 % Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> потрібно для приготування 800,0 см<sup>3</sup> 15 %-вого розчину?

- 4.4. Який об'єм води ( $\text{см}^3$ ) 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  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (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  $\text{KOH}$ , що містить  $90\%$  чистої речовини, необхідно взяти, щоб приготувати  $5 \text{ дм}^3$   $0,2 \text{ М}$  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  $200 \text{ см}^3$  розчин( $\text{см}^3$ ) з концентрацією  $0,1\text{М}$ ?
- 4.9. Розрахувати об'єм ( $\text{см}^3$ )  $\text{HNO}_3$  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 ( $\text{см}^3$ )  $\text{HCl}$  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  $\text{KCl}$  (г), що міститься у  $100,00 \text{ см}^3$   $0,1500 \text{ М}$  розчину.
- 4.12. В якому об'ємі ( $\text{см}^3$ )  $0,10 \text{ М}$  розчину  $\text{NaOH}$  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  $\text{HCl}$ , щоб одержати розчин з титром  $T(\text{HCl}) = 0,0073 \text{ г/см}^3$ ?
- 4.14. Який об'єм  $2 \text{ М}$  розчину  $\text{HCl}$  необхідно додати до  $1,0 \text{ дм}^3$   $0,15 \text{ М}$  розчину  $\text{HCl}$ , 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  $\text{HNO}_3$ , щоб одержати розчин з титром  $T(\text{HNO}_3) = 0,0063 \text{ г/см}^3$  ?
- 4.16.. Який об'єм  $2 \text{ М}$  розчину  $\text{CH}_3\text{COOH}$  необхідно додати до  $1,0 \text{ дм}^3$   $0,1 \text{ М}$  розчину  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 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  $\text{HNO}_3$ . 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  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ?

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 ( $\text{см}^3$ )  $0,1000 \text{ М}$  розчину  $\text{NaOH}$  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  $\text{HCl}$ .

5.2. Розрахувати рН  $0,01 \text{ М}$  розчину  $\text{HNO}_3$ .

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

5.4. Розрахувати рН  $1,0\%$ -ного розчину  $\text{HNO}_3$  з густиною  $\rho = 1,004 \text{ г/см}^3$

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

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

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

5.8. Розрахувати рН  $0,02 \text{ Н}$  розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$

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

5.10. Розрахувати рН розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$  з густиною  $\rho = 1,008 \text{ г/см}^3$ .

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

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

5.13. Розрахувати рН розчину  $\text{HNO}_3$  з густиною  $\rho = 1,04 \text{ г/см}^3$

5.14. Розрахувати рН розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$  з густиною  $\rho = 1,08 \text{ г/см}^3$ .

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

## 5.2. Розрахунок рН розчинів слабких електролітів

- 5.16. Розрахувати рН 0,0200 М розчину  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .  $K_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .
- 5.17. Розрахувати рН 0,1 М розчину  $\text{HNO}_2$ .  $K_{(\text{HNO}_2)} = 5 \cdot 10^{-4}$ .
- 5.18. Розрахувати рН 0,1 М розчину  $\text{HCN}$ .  $K_{(\text{HCN})} = 6 \cdot 10^{-10}$ .
- 5.19. Розрахувати рН 0,2 М розчину  $\text{HCOOH}$ .  $K_{(\text{HCOOH})} = 1,8 \cdot 10^{-4}$ .
- 5.20. Розрахувати рН 0,5 М розчину  $\text{NH}_4\text{OH}$ .  $K_{(\text{NH}_4\text{OH})} = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .
- 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  $\text{HIO}$ .  $K_{(\text{HIO})} = 2,3 \cdot 10^{-11}$ .
- 5.22. Розрахувати рН 0,5 М розчину  $\text{HIO}$ .  $K_{(\text{HIO})} = 2,3 \cdot 10^{-11}$ .
- 5.23. Розрахувати рН 0,5 М розчину  $\text{HClO}$ .  $K_{(\text{HClO})} = 2,9 \cdot 10^{-8}$ .
- 5.24. Розрахувати рН 0,3 М розчину  $\text{HOCN}$ .  $K_{(\text{HOCN})} = 2,3 \cdot 10^{-4}$ .
- 5.25. Розрахувати рН 0,2 М розчину  $\text{HAlO}_2$ .  $K_{(\text{HAlO}_2)} = 2,3 \cdot 10^{-13}$ .
- 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  $\text{HCNS}$ .  $K_{(\text{HCNS})} = 1,4 \cdot 10^{-1}$ .
- 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  $\text{H}_2\text{S}$ .  $K_{1(\text{H}_2\text{S})} = 9 \cdot 10^{-7}$ .  $K_{2(\text{HS})} = 1,2 \cdot 10^{-13}$ .

## 5.3. Розрахувати рН 0,1 М розчинів наступних речовин

- 5.30.  $\text{NaCNS}$ .  $K_{(\text{HCNS})} = 1,4 \cdot 10^{-1}$ .
- 5.31.  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $K_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = 1,75 \cdot 10^{-5}$ ;
- 5.32.  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $K_{(\text{NH}_4\text{OH})} = 1,75 \cdot 10^{-5}$ ;
- 5.34.  $\text{KCN}$ ,  $K_{(\text{HCN})} = 6,2 \cdot 10^{-10}$ ;
- 5.35.  $\text{NH}_4\text{CN}$ ,  $K_{(\text{HCN})} = 6,2 \cdot 10^{-10}$ ,  $K_{\text{NH}_4\text{OH}} = 1,75 \cdot 10^{-5}$ ;
- 5.36.  $\text{NaClO}$ ,  $K_{(\text{HClO})} = 5 \cdot 10^{-8}$ ;
- 5.37.  $\text{NaNO}_2$ ,  $K_{(\text{HNO}_2)} = 5 \cdot 10^{-4}$ ;
- 5.38.  $\text{HCOOK}$ ,  $K_{(\text{HCOOH})} = 4 \cdot 10^{-4}$ ;
- 5.39.  $\text{NaIO}$ ,  $K_{(\text{HIO})} = 2 \cdot 10^{-11}$ ;
- 5.40.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $K_{(\text{HCO}_3)} = 2 \cdot 10^{-11}$ ;
- 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.  $\text{Na}_2\text{S}$   $K_{(\text{HS})} = 1,2 \cdot 10^{-13}$

#### 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  $\text{CH}_3\text{COOH}$  додали  $0,10 \text{ дм}^3$   $0,2000 \text{ М}$  розчину  $\text{NaOH}$ . 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  $\text{HBrO}$  та  $\text{KBrO}$ . Розрахувати величину рН одержаного розчину, якщо  $K_{(\text{HBrO})} = 2,2 \cdot 10^{-9}$ .

5.51. До  $50 \text{ см}^3$   $0,10 \text{ М}$  розчину  $\text{CH}_3\text{COOH}$  додали  $25 \text{ см}^3$   $0,20 \text{ М}$  розчину  $\text{NaOH}$ . 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  $\text{KClO}$ .

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  $\text{HBrO}$  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  $\text{CH}_3\text{COOH}$  додали  $10,0 \text{ см}^3$   $0,20 \text{ М}$  розчину  $\text{NaOH}$ ,  $K_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = 1,75 \cdot 10^{-5}$ .

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  $\text{NaOH}$ ,  $K_{(\text{HNO}_2)} = 5 \cdot 10^{-4}$ .

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

## 6. Розрахунки за результатом титрування

### 6.1. Пряме титрування

6.1. Розрахувати титр розчину HCl, якщо на титрування 10,00 см<sup>3</sup> його витрачається 12,00 см<sup>3</sup> розчину NaOH з  $T(\text{NaOH}) = 0,00400 \text{ г/см}^3$ .

6.2. Наважку речовини масою 5,0 г розчинили в мірній колбі місткістю 250,00 см<sup>3</sup>. На титрування 25,00 см<sup>3</sup> цього розчину витрачено 10,00 см<sup>3</sup> 0,100 М розчину HCl. Розрахувати масову частку K<sub>2</sub>O в зразку.

6.3. При стандартизації розчину NaOH на титрування 20,00 см<sup>3</sup> цього розчину витратили 18,50 см<sup>3</sup> розчину HCl з концентрацією 0,1200 моль/дм<sup>3</sup>. Розрахувати молярну концентрацію розчину NaOH та  $T(\text{NaOH/HCl})$ .

6.4. 2,0 г вапна розчинили в 100,0 см<sup>3</sup>. На титрування 1/4 частини цього розчину витратили 24,20 см<sup>3</sup> 0,1 Н розчину H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Визначити масову частку CaO в зразку.

6.5. До 100,0 см<sup>3</sup> 0,2 М розчину HCl додали 99,9 см<sup>3</sup> 0,1 М розчину NaOH. Визначити скільки г недотитрованої кислоти залишилось в розчині.

6.6. Який об'єм 10,00 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ( $\rho = 1,0700 \text{ г/см}^3$ ) необхідно додати для нейтралізації розчину, що містить 16,00 г NaOH?

6.7. При титруванні наважки тетраборату натрію Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> · 10 H<sub>2</sub>O масою 0,3221 г витрачено 16,85 см<sup>3</sup> розчину HCl. Розрахувати концентрацію титранту.

6.8. У мірній колбі місткістю 250,00 см<sup>3</sup> розчинено 1,2922 г кристалогідрату щавлевої кислоти H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O. При титруванні аліквоти об'ємом 25,00 см<sup>3</sup> витрачено 20,50 см<sup>3</sup> розчину NaOH. Розрахувати нормальну концентрацію щавлевої кислоти та молярну концентрацію титранту.

6.9. Розрахувати титр розчину NaOH, якщо на титрування 12,0 см<sup>3</sup> 0,1 М розчину HCl витрачається 10,0 см<sup>3</sup> NaOH.

6.10. На титрування 20,0 см<sup>3</sup> 0,2 М розчину HCl витрачається 21,5 см<sup>3</sup> розчину Ba(OH)<sub>2</sub>. Розрахувати нормальну концентрацію розчину Ba(OH)<sub>2</sub> та титр розчину Ba(OH)<sub>2</sub>.

6.11. На титрування 10,0 см<sup>3</sup> 2 М розчину CH<sub>3</sub>COOH витрачається 21,25 см<sup>3</sup> розчину KOH. Розрахувати  $T(\text{KOH/CH}_3\text{COOH})$ .

6.12. Наважка речовини масою 1,0 г розчинена в мірній колбі місткістю 100,00 см<sup>3</sup>. На титрування 25,00 см<sup>3</sup> одержаного розчину витрачено 24,3 см<sup>3</sup> 0,05 М розчину KOH. Розрахувати масову частку SO<sub>3</sub> в зразку.

6.13. Розрахувати молярну масу монокарбонової кислоти, якщо відомо, що на титрування 0,15 г її витрачається 10,56 см<sup>3</sup> 0,05 М розчину КОН.

6.14. В технічному етанолі вміст кислоти в перерахунку на оцтову не повинно перевищувати 10 мг/дм<sup>3</sup>. Який об'єм етанолу необхідно взяти для визначення кислот, щоб на титрування витрачалось 2,0 см<sup>3</sup> 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 см<sup>3</sup> 0,01 М розчину КОН.

## 6.2. Зворотне титрування

6.16. Зразок оксиду магнію масою 0,1536 г розчинили в 40,00 см<sup>3</sup> розчину НСІ з  $T(\text{НСІ}) = 0,003646 \text{ г/см}^3$ . Надлишок кислоти відтитрували розчином NaOH об'ємом 5,50 см<sup>3</sup> 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 см<sup>3</sup> 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 см<sup>3</sup> 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 см<sup>3</sup> 0,5020 М розчину NaOH. Надлишок NaOH, що залишився після реакції відтитрували 10,50 см<sup>3</sup> 0,1010 М НСІ. Обчислити масову частку HNO<sub>3</sub> в розчині.

6.19. Наважку карбонату натрію масою 0,1054 г обробили 25,00 см<sup>3</sup> 0,2000 М розчином НСІ, надлишок кислоти відтитрували 25,40 см<sup>3</sup> 0,1200 М розчином NaOH. Обчислити масову частку Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> у зразку.

6.20. До наважки хімічно чистого Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 0,1000 г додали 50,00 см<sup>3</sup> 0,2000 Н розчину H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. На зворотне титрування надлишку кислоти з метиловим оранжевим витратили 15,00 см<sup>3</sup> 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 см<sup>3</sup> 1,0510 М розчину НСІ. Надлишок кислоти відтитрували 25,00 см<sup>3</sup> розчину NaOH;  $T(\text{NaOH}) = 0,042000 \text{ г/см}^3$ . Обчислити масову частку аміаку в пробі солі.

6.22. Розрахувати наважку хімічно чистого  $\text{CaCO}_3$ , якщо після обробки її  $50,00 \text{ cm}^3$   $0,2000 \text{ M}$  розчином  $\text{HCl}$  та на титрування залишку кислоти було витрачено  $10,00 \text{ cm}^3$  розчину  $\text{NaOH}$ . Встановлено, що на титрування  $25,00 \text{ cm}^3$   $\text{NaOH}$  витрачається  $24,00 \text{ cm}^3$   $\text{HCl}$ .

6.23. Наважку азотної кислоти  $0,5050 \text{ г}$  перевели в розчин, що містить  $25,00 \text{ cm}^3$   $0,2050 \text{ M}$  розчину  $\text{NaOH}$ . Надлишок лугу, що залишився після реакції відтитрували  $5,05 \text{ cm}^3$   $0,2080 \text{ M}$  розчину  $\text{HCl}$ . Розрахувати масову частку  $\text{N}_2\text{O}_5$  в наважці кислоти.

6.24. До розчину сульфату амонію додали  $20,00 \text{ cm}^3$  розчину  $\text{NaOH}$  з  $T(\text{NaOH}) = 0,008540 \text{ г/см}^3$ . За допомогою кип'ятіння видалили аміак, а надлишок  $\text{NaOH}$  відтитрували  $7,50 \text{ cm}^3$  розчину  $\text{HCl}$  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  $250 \text{ cm}^3$ ;  $25,00 \text{ cm}^3$  цього розчину прокип'ятили з концентрованим лугом. Аміак, що виділився, поглинули  $40,00 \text{ cm}^3$   $0,1040 \text{ N}$  розчином  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . На зворотне титрування залишку кислоти витратили  $25,00 \text{ cm}^3$   $0,0970 \text{ M}$  розчину  $\text{NaOH}$ . 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  $\text{NaOH}$  з  $T(\text{NaOH}) = 0,004500 \text{ г/см}^3$ . Потім за допомогою кип'ятіння видалили із розчину аміак, а надлишок  $\text{NaOH}$  відтитрували  $10,50 \text{ cm}^3$  розчину  $\text{HCl}$  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  $\text{H}_2\text{SO}_4$  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  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . На зворотне титрування залишку кислоти витрачено  $12,00 \text{ cm}^3$   $0,09980 \text{ M}$  розчину  $\text{NaOH}$ . Обчислити масову частку азоту в наважці.

6.28. Яку наважку  $\text{NaNO}_3$  взято для аналізу за методом відновлення  $\text{NO}_3$  до  $\text{NH}_3$ , якщо аміак, що виділився, поглинули  $40,00 \text{ cm}^3$   $0,1240 \text{ N}$  розчином  $\text{HCl}$ , а надлишок кислоти відтитрували  $22,4 \text{ cm}^3$   $0,102 \text{ M}$  розчином  $\text{NaOH}$ ?

6.29. В якому об'ємі соляної кислоти з  $T(\text{HCl}) = 0,003750 \text{ г/см}^3$  необхідно розчинити наважку  $0,1234 \text{ г}$   $\text{CaCO}_3$ , щоб на зворотне титрування залишку кислоти витратили  $195,0 \text{ cm}^3$  розчину  $\text{NaOH}$  з  $T(\text{NaOH}) = 0,002900 \text{ г/л}$ ?

6.30.  $10,0 \text{ dm}^3$  газу, що містить  $\text{SO}_3$  пропустили крізь  $50 \text{ cm}^3$   $0,5034 \text{ M}$   $\text{NaOH}$ . Надлишок  $\text{NaOH}$  відтитрували  $15,50 \text{ cm}^3$   $0,25,6 \text{ M}$  розчином  $\text{HCl}$ . Розрахувати вміст  $\text{SO}_3$  в газі в  $\text{mg/dm}^3$ .

# 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  $300 \text{ см}^3$  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  $500 \text{ см}^3$  води. Для цього розчину розрахувати:

а) молярну концентрацію;

б) титр по  $\text{Ca}^{2+}$ ;

в) титр по  $\text{MgCO}_3$ ,  $\text{мг/дм}^3$ .

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  $\text{моль/дм}^3$ , 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  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{г/см}^3$ ;

в) титр комплексу III по  $\text{CaO}$ ,  $\text{г/см}^3$ ;

1.9. Для встановлення концентрації робочого розчину комплексу III  $1,32 \text{ г}$   $\text{CaCl}_2$  розчинили в мірній колбі об'ємом  $250 \text{ см}^3$ . 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  $\text{CaO}$  для розчину комплексу III, якщо на титрування наважки  $1,045 \text{ г}$   $\text{CaCl}_2$  витратили  $21,6 \text{ см}^3$  його.

1.11. Розрахувати масу ЕДТА, що необхідна для приготування  $500 \text{ см}^3$   $0,02 \text{ М}$  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 см<sup>3</sup> відповідно.

1.13. На титрування 20 см<sup>3</sup> розчину, що приготували розчиненням 1,52 г MgSO<sub>4</sub> в мірній колбі об'ємом 500 см<sup>3</sup> витратили 19,5 см<sup>3</sup> розчину комплексону III. Розрахувати його молярну концентрацію та титр по Mg.

1.14. Розрахувати масу комплексону III, що необхідно взяти для приготування 500 см<sup>3</sup> робочого розчину для визначення вмісту кальцію, що містить 1,00 г Ca<sup>2+</sup> в 1,0 дм<sup>3</sup>.

1.15. Розрахувати масу комплексону III, що необхідно взяти для приготування 200 см<sup>3</sup> робочого розчину для визначення вмісту магнію в мінералі. Наважка мінералу 1,00 г, що містить 15% магнію розчинена в мірній колбі об'ємом 500 см<sup>3</sup>.

## 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 дм<sup>3</sup> на титрування аліквоти об'ємом 10,00 см<sup>3</sup> витрачено 15,30 см<sup>3</sup> розчину комплексону III з концентрацією 0,0350 моль/дм<sup>3</sup>.

2.2. Чому дорівнює молярна концентрація цинку в розчині, якщо на титрування 20,15 см<sup>3</sup> цього розчину в присутності хромогену чорного Т витрачено 9,35 см<sup>3</sup> 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 см<sup>3</sup> 0,1015 М розчину комплексону III.

2.4. Скільки г міді містить розчин, якщо на титрування 10 см<sup>3</sup> його витратили 18,5 см<sup>3</sup> 0,05 М розчину комплексону III в присутності індикатора мурексиду.

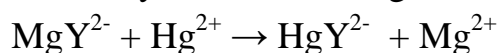
2.5. На титрування 50 см<sup>3</sup> води при визначенні загальної твердості води витрачено 15,08 см<sup>3</sup> 0,101 М розчину комплексону III. Розрахувати твердість води в ммоль – екв/дм<sup>3</sup> та в мг/дм<sup>3</sup> по карбонату кальцію.

2.6. Розрахувати концентрацію магнію в ммоль /дм<sup>3</sup>, якщо на титрування 100 см<sup>3</sup> води комплексом III при рН = 9,7 з індикатором хромоген чорним витратили 19,2 см<sup>3</sup> 0,022 М розчину комплексу III.

2.7. На титрування розчину хлористого кадмію при рН = 9,7 з індикатором хромоген чорним витратили 17,6 см<sup>3</sup> 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 см<sup>3</sup> 0,05 М розчину комплексу III. Розрахувати масу торію в розчині.

2.9. На титрування 20,0 см<sup>3</sup> розчину Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> після додавання комплексоутворювача Na<sub>2</sub>MgY та протікання реакції:



витратили 17,50 см<sup>3</sup> 0,05 М розчину комплексу III. Розрахувати концентрацію розчину (г/дм<sup>3</sup>) розчину Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

2.10. Розрахувати концентрацію кальцію в ммоль /дм<sup>3</sup>, якщо на титрування 100 см<sup>3</sup> води комплексом III при рН = 9,7 з індикатором хромоген чорним Т до синього забарвлення витратили 13,2 см<sup>3</sup> 0,024 М розчину комплексу III.

2.11. Розрахувати масу NiCl<sub>2</sub> в розчині, на титрування якого витратили 20,45 см<sup>3</sup> 0,0515 М розчину комплексу III.

2.12. Для аналізу відібрали 20,0 см<sup>3</sup> стічної води, що містить сполуку заліза, окислили їх до заліза (III) і осадили у формі гідроксиду. Осад розчинили в кислоті і відтитрували 4,05 см<sup>3</sup> 0,0505 М розчином комплексу III. Розрахувати масову концентрацію заліза в стічній воді в мг/дм<sup>3</sup>.

2.13. Наважку хлориду магнію, що дорівнює 0,2842 г розчинили в мірній колбі місткістю 250 см<sup>3</sup>. На титрування 10 см<sup>3</sup> цього розчину витрачено 5,0 см<sup>3</sup> 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 см<sup>3</sup> води. На титрування 25 см<sup>3</sup> цього розчину в присутності індикатора хромоген чорний Т витратили 10,2 см<sup>3</sup> 0,024 М розчину комплексу III.

Розрахувати масову частку Hg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> у зразку солі, що досліджували.

2.15. Розрахувати масу Mo<sub>4</sub><sup>2-</sup> в розчині. Молібдат – іони осадили у вигляді СаМоО<sub>4</sub>. В осаді відтитрували кальцій 0,0504 М розчином комплексу III, витратили цього розчину 11,15 см<sup>3</sup>.

## 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  $\text{ZnSO}_4$ . Розрахувати масу алюмінію в наважці.

2.17. Розчин  $\text{NiCl}_2$  розбавили до  $250 \text{ см}^3$ . До  $25 \text{ см}^3$  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  $\text{Ca}^{2+}$  в присутності магнію до  $20,0 \text{ см}^3$  води додали надлишок  $\text{NaOH}$  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  $\text{ZnSO}_4$ . Розрахувати вміст у воді іонів  $\text{Ca}^{2+}$  в ммоль/дм<sup>3</sup> та мг/дм<sup>3</sup>.

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  $100 \text{ см}^3$ . 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  $\text{Al}_2\text{O}_3$  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  $\text{ZnSO}_4$ .

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  $\text{ZnSO}_4$ . 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<sup>3</sup>) в стічній воді

2.23. Розрахувати масу  $\text{Al}^{3+}$  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  $\text{ZnSO}_4$

2.24. Розчин хлориду нікелю розбавили в колбі до  $250 \text{ см}^3$ . 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  $\text{мг/дм}^3$ , 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  $\text{ZnSO}_4$ .

2.27. Розчиненням наважки  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  масою  $1,703 \text{ г}$  приготували  $200 \text{ см}^3$  розчину і до  $20,0 \text{ см}^3$  додали надлишок розчину  $\text{Na}_2\text{MgY}$  (де Y – символ комплексону III). На титрування  $\text{Mg}^{2+}$ , 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  $20\%$   $\text{Al}_2\text{O}_3$  необхідно взяти для аналізу, щоб після сплавлення, відповідної обробки і додавання надлишку  $\text{Na}_2\text{MgY}$  алюміній був відтитрований  $10,0 \text{ см}^3$   $0,105 \text{ М}$  розчину комплексону III.

2.29. До  $10,0 \text{ см}^3$  розчину  $\text{NiCl}_2$  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  $\text{MgCl}_2$ . Розрахувати концентрацію  $\text{NiCl}_2$  в розчині в  $\text{г/дм}^3$ .

2.30. З наважки  $1,09 \text{ г}$   $\text{BaCl}_2$  приготували  $100,0 \text{ см}^3$  розчину. До  $20,0 \text{ см}^3$  розчину додали  $\text{Na}_2\text{MgY}$ . На титрування суміші витратили  $17,6 \text{ см}^3$   $0,0508 \text{ М}$  розчину комплексону III. Розрахувати масову частку  $\text{BaCl}_2$  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  $\text{Be}^{2+}$  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  $pCa$  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  $pMg$  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  $pNi$  при титруванні 0,01 М розчину комплексомом III цієї ж концентрації, якщо добавлено 90,0% комплексону III.

3.14. Розрахувати значення  $pNi$  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  $pH = 9$ ,  $K_{ZnY} = 10^{16}$ .

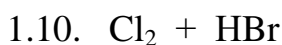
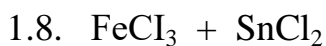
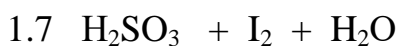
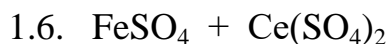
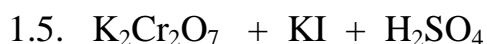
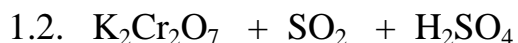
3.16. Розрахувати значення  $pSr$  в точці еквівалентності при титруванні  $10^{-2}$  М розчину  $SrCl_2$  розчином ЕДТА цієї ж концентрації. Титрування проводили в присутності буферного розчину при  $pH = 11$ ,  $K_{SrY} = 10^{8,6}$ .

3.17. Розрахувати стрибок на кривій титрування та знайти величину  $pCa$  в точці еквівалентності при титруванні  $50 \text{ см}^3$   $0,01$  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  $50 \text{ см}^3$   $0,01$  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 <sub>4</sub>	(Fe <sup>2+</sup> → Fe <sup>3+</sup> )
2.2	HNO <sub>3</sub>	(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> → NO)
2.3	HNO <sub>3</sub>	(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> → NO <sub>2</sub> )
2.4	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	(в реакції з KI)
2.5	KMnO <sub>4</sub>	(в кислому середовищі)
2.6	KMnO <sub>4</sub>	(в лужному середовищі)
2.7	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	(в кислому середовищі)
2.8	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(2S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> → 2S <sub>4</sub> O <sub>6</sub> <sup>2-</sup> )
2.9	CuCl <sub>2</sub>	(при йодометричному визначенні)
2.10	As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	(при йодометричному визначенні)
2.11	Na <sub>3</sub> AsO <sub>4</sub>	(при йодометричному визначенні)
2.12	I <sub>2</sub>	(I <sub>2</sub> → 2IO <sup>-</sup> )
2.13	I <sub>2</sub>	(I <sub>2</sub> → 2I <sup>-</sup> )
2.14	H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	(C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup> → 2CO <sub>2</sub> )
2.15	SO <sub>2</sub>	(SO <sub>2</sub> → SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )
2.16	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	(VO <sub>2</sub> <sup>+</sup> → V <sup>3+</sup> )

### 3. Розрахунки при приготуванні робочих розчинів

3.1. Розрахувати масу KMnO<sub>4</sub>, що містить 96,2% чистої речовини, щоб одержати 1,2 дм<sup>3</sup> розчину з концентрацією C(1/5 KMnO<sub>4</sub>) = 0,1 моль/ дм<sup>3</sup>.

3.2. Розрахувати масу KMnO<sub>4</sub>, що містить 98,3% чистої речовини, щоб одержати 1,0 дм<sup>3</sup> розчину з T<sub>(KMnO<sub>4</sub>/Fe)</sub> = 0,0100 г/см<sup>3</sup>.

3.3. Розрахувати масу KMnO<sub>4</sub>, що містить 96,5% чистої речовини, щоб одержати 1,6 дм<sup>3</sup> розчину з T<sub>(KMnO<sub>4</sub>/Ca)</sub> = 0,01500 г/см<sup>3</sup>.

3.4. Розрахувати масу KMnO<sub>4</sub>, що містить 95,8% чистої речовини, щоб одержати 1,6 дм<sup>3</sup> розчину з T<sub>(KMnO<sub>4</sub>/CaCO<sub>3</sub>)</sub> = 0,004500 г/см<sup>3</sup>.

3.5. Розрахувати масу KMnO<sub>4</sub>, що містить 89,9% чистої речовини, щоб одержати 8,0 дм<sup>3</sup> розчину з T<sub>(KMnO<sub>4</sub>/CaSO<sub>4</sub>)</sub> = 0,002835 г/см<sup>3</sup>.

3.6. Скільки необхідно взяти 4,4% - ного розчину KMnO<sub>4</sub>, щоб після розбавлення його до 4,0 дм<sup>3</sup> одержати розчин з C(1/5 KMnO<sub>4</sub>) = 0,01 моль/дм<sup>3</sup>?

3.7. Скільки необхідно додати води до 4,25 дм<sup>3</sup> розчину KMnO<sub>4</sub> з концентрацією C(1/5 KMnO<sub>4</sub>) = 0,132 моль/дм<sup>3</sup>, щоб одержати розчин точно з концентрацією C(1/5 KMnO<sub>4</sub>) = 0,01 моль/дм<sup>3</sup>?

3.8. Скільки необхідно додати води до 5750 см<sup>3</sup> розчину KMnO<sub>4</sub> з T<sub>(KMnO<sub>4</sub>)</sub> = 0,003328 г/см<sup>3</sup>, щоб одержати точно 0,10 Н розчин?

3.9. Скільки необхідно додати 4,4% - ного розчину  $\text{KMnO}_4$  до  $485 \text{ см}^3$  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  $500 \text{ см}^3$  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  $\text{KMnO}_4$  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  $\text{Fe}^{2+}$ , на  $50,0 \text{ см}^3$  цього розчину витратили  $20,50 \text{ см}^3$  розчину  $\text{KMnO}_4$  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  $\text{KMnO}_4$  з концентрацією  $C(1/5 \text{ KMnO}_4) = 0,1215 \text{ моль/ дм}^3$  необхідно на титрування іонів заліза, попередньо відновлених до  $\text{Fe}^{2+}$  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  $\text{KMnO}_4$  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 см<sup>3</sup>. На титрування Fe<sup>2+</sup> з 50,0 см<sup>3</sup> цього розчину витратили 22,50 см<sup>3</sup> розчину KMnO<sub>4</sub> з концентрацією C(1/5 KMnO<sub>4</sub>) = 0,1015 моль/дм<sup>3</sup>?

4.6. Наважка зразка H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 2,0 г розчинена в 300,0 см<sup>3</sup>. На титрування 25,0 см<sup>3</sup> цього розчину витратили 23,50 см<sup>3</sup> розчину KMnO<sub>4</sub> з концентрацією C(1/5 KMnO<sub>4</sub>) = 0,1045 моль/дм<sup>3</sup>. Розрахувати масову частку H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> в наважці.

4.7. На титрування 25,0 см<sup>3</sup> 0.1 Н розчину KMnO<sub>4</sub> витрачається 5,10 см<sup>3</sup> розчину нітриту натрію, що одержали розчиненням наважки 1,3074 г цієї речовини в 500,0 см<sup>3</sup> розчину. Розрахувати масову частку нітриту натрію в наважці.

4.8. Наважка пергідролю, що дорівнює 3,0 г розчинили і розчин розбавили в мірній колбі місткістю 500,0 см<sup>3</sup>. На титрування 25,0 см<sup>3</sup> цього розчину витратили 20,50 см<sup>3</sup> розчину KMnO<sub>4</sub> з концентрацією C(1/5 KMnO<sub>4</sub>) = 0,1005 моль/дм<sup>3</sup>. Розрахувати масову частку H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> в наважці.

4.9. Розрахувати об'єм розчину KMnO<sub>4</sub> з концентрацією C(1/5 KMnO<sub>4</sub>) = 0,1125 моль/дм<sup>3</sup>, що необхідний на титрування Fe<sup>2+</sup> з наважки 5,025 г сплаву, що містить 5,0% заліза

4.10. Скільки процентів FeC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> містить зразок, якщо наважка його дорівнює 0,5596 г, а на окислення його витрачається 14,7 см<sup>3</sup> розчину KMnO<sub>4</sub> з концентрацією C(1/5 KMnO<sub>4</sub>) = 0,1015 моль/дм<sup>3</sup>?

4.11. Скільки процентів сурьми містить зразок, якщо наважка його 1,00 г після розчинення була відтитрована 32,50 см<sup>3</sup> розчину KMnO<sub>4</sub> з  $T_{(KMnO_4/Sb)} = 0,006124$  г/см<sup>3</sup>?

4.12. Скільки процентів Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> містить зразок масою 3,7 г, якщо на титрування після розчинення та відновлення заліза до Fe<sup>2+</sup> витрачено 28,4 см<sup>3</sup> розчину KMnO<sub>4</sub> з  $T_{(KMnO_4/Fe)} = 0,001245$  г/см<sup>3</sup>?

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 см<sup>3</sup> розчину витрачалось 11,7 см<sup>3</sup> розчину KMnO<sub>4</sub> з концентрацією C(1/5 KMnO<sub>4</sub>) = 0,1010 моль/дм<sup>3</sup>?

4.14. Для визначення домішок етанолу в ефірі його видалили з наважки ефіру 3,5 г. Відгон обробили 10,0 см<sup>3</sup> 0,2 Н розчином K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> в сірчанокислому середовищі. Після розбавлення водою до цього розчину додали 5,0 см<sup>3</sup> 10% розчину KI, йод, що виділився від титрували 12,50 см<sup>3</sup> 0,10 М розчину Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

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 см<sup>3</sup> розчину  $Na_2S_2O_3$  з титром  $\Gamma_{(Na_2S_2O_3)} = 0,001254$  г/см<sup>3</sup>.

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 см<sup>3</sup> розчину солі Мора. На титрування надлишку її витратили 5,02 см<sup>3</sup> розчину  $KMnO_4$  з концентрацією  $C(1/5 KMnO_4) = 0,1394$  моль/дм<sup>3</sup>. 10,0 см<sup>3</sup> солі Мора еквівалентно 9,66 см<sup>3</sup> 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. 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.

3. Задачник по аналитической химии. Под ред. Н.Ф. Клещева – М. : Химия, 1993. – 234 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. Федущак Н.К. Аналітична хімія. Підручн. для студентів напряму «Фармація» та «Біотехнологія» / Н.К. Федущак, Ю.І. Будниченко, С.Ю. Крамаренко. – Вінниця : Нова Книга, 2012. – 640 с.

Навчальне видання

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

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

для студентів спеціальності  
226 «Фармація, промислова фармація»  
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