

**КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
«ВОЛИНСЬКИЙ МЕДИЧНИЙ ІНСТИТУТ»
ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ**

Зоряна Паращук

Катерина Люшук

**АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ
ТИТРИМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ
ЗБІРНИК ЗАДАЧ**

Навчально-методичний посібник

Луцьк 2022

УДК 543(076:075.8)

П 18

Рекомендовано до друку науково-методичною комісією Комунального закладу вищої освіти «Волинський медичний інститут» Волинської обласної ради (протокол № 6 від 04.01.2022)

Рецензент:

Кормош Ж. О. – к. х. н., проф. завідувач кафедри аналітичної та екології Волинського національного університету імені Лесі Українки

Парашук З. Я., Люшук К. Ю.

Аналітична хімія. Титриметричний аналіз. Збірник задач : навч.-метод. посіб. / КЗВО «Волинський медичний інститут». Луцьк, 2022. 36 с.

Збірник задач призначено для поглиблення знань і вдосконалення практичних навичок ведення розрахунків в титриметричному аналізі.

Посібник містить теоретичний матеріал до розділу кількісний хімічний аналіз, титриметрія, основні формули для розрахунків в титриметричному аналізі, приклади розв’язків типових задач, задачі для самостійного розв’язування до кожної теми титриметричного аналізу. Збірник складено у відповідності до Програми з аналітичної хімії для вищих медичних (фармацевтичних) навчальних закладів I-III рівнів акредитації за спеціальністю та 5.12020101 «Фармація» (Київ, 2011). Посібник призначено для студентів та викладачів.

УДК 543(076:075.8)

П 18

Паращук З. Я.,
Люшук К. Ю., 2022
Навчальне видання

**Зоряна Ярославівна Парашук,
Катерина Юріївна Люшук**

**АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ
ТИТРИМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ
ЗБІРНИК ЗАДАЧ**

Навчально-методичний посібник

**Редактор та коректор К. Ю. Люшук
Технічний редактор Т. В. Холодюк**

**Редакція, видавець і виготовлювач –
КЗВО «Волинський медичний інститут»
(м. Луцьк, вул. Лесі Українки, 2, тел. (0332) 72-36-
55).**

ЗМІСТ

Титриметричний аналіз.....	3
Вимоги до реакцій в титриметричному аналізі.....	4
Класифікація методів титриметричного аналізу.....	4
Розрахунки в титриметричному аналізі.....	6
Розв'язування типових задач.....	9

Задачі для самостійного розв'язування

Розрахункові задачі з теми: Кисотно-основна титриметрія.....	13
Розрахункові задачі з теми: Осадова титриметрія.....	18
Розрахункові задачі з теми: Окисно-відновна титриметрія. Перманганатометрія.....	22
Йодометрія.....	26
Броматометрія.....	29
Хроматометрія.....	30
Нітритометрія	31
Розрахункові задачі з теми: Комплексонометрія.....	32
Використані джерела	36

Титриметричний метод аналізу

Порівнюючи гравіметричний і титриметричний аналізи, слід зазначити, що вони за своєю суттю і методикою роботи значно відрізняються. Якщо у гравіметричному аналізі вимірюють масу продукту реакції, то в титриметричному аналізі вимірюють об'єм розчину реактиву відомої концентрації, який витрачено на взаємодію з розчином речовини, що визначається.

Гравіметричний аналіз відноситься до найбільш точних хімічних методів аналізу. Але він має і суттєвий недолік, який заключається в його тривалості. Титриметричний аналіз в цьому відношенні має великі переваги. Він більш швидкий.

Основна операція методу – титрування. Титрування – це процес поступового добавляння розчину відомої концентрації з бюретки до розчину речовини, що визначається. Розчин, концентрація якого відома з високою точністю, називається титрованим, стандартним, робочим або титрантом. Титрування ведуть до досягнення точки еквівалентності – це момент, коли речовини прореагують у відповідності до закону еквівалентів. Точку еквівалентності встановлюють за допомогою індикаторів. Індикатор – це речовина, яка за певних умов змінює свій колір. Вибір індикатору залежить від типу реакції.

Досягнувши точки еквівалентності, титрування припиняють. Момент, коли відбувається зміна забарвлення розчину і припиняється титрування, називається точкою кінця титрування.

Після припинення титрування вимірюють об'єм титранту, витраченого на реакцію з речовиною, яку визначають, і розраховують вміст речовини.

Вимоги до реакцій в титриметричному аналізі

Реакції в титриметричному аналізі повинні задовольняти наступним вимогам:

1. Реакції повинні проходити стехіометрично, тобто, проходити згідно з рівнянням реакції.

2. Реакції повинні проходити кількісно, тобто, повнота проходження повинна складати не менше 99,9%.

3. Стандартний (титрований) розчин реактиву повинен реагувати тільки з речовиною, що визначається, тобто, реакція повинна бути специфічною.

4. Реакція між титрованим розчином і розчином речовини, що визначається, повинна проходити з великою швидкістю.

5. Необхідно мати надійний спосіб фіксування точки еквівалентності.

6. В розчині повинні бути відсутніми речовини, що заважають проходженню основної реакції або не дають можливості фіксувати точку еквівалентності.

Класифікація методів титриметричного аналізу

В залежності від типу реакції, що лежить в основі титрування, розрізняють наступні методи аналізу.

1. Метод кислотно – основного титрування

В основі цього методу лежать кислотно – основні реакції, пов'язані із зміною кислотності розчину у процесі

титрування. Різка зміна рН спостерігається у точці еквівалентності. Для її фіксації використовують рН-індикатори, які змінюють своє забарвлення в залежності від рН розчину.

2. Метод окисно – відновного титрування

В основі цього методу лежать реакції окиснення – відновлення. В процесі титрування змінюється потенціал розчину. Для визначення точки еквівалентності використовують окисно – відновні (редокс) індикатори, які змінюють своє забарвлення в залежності від потенціалу розчину.

3. Метод осадження і комплексоутворювання

Титриметричні методи аналізу з використанням реакцій осадження і комплексоутворювання об'єднані в одну групу методів, оскільки багато реакцій осадження за певних умов є і реакціями комплексоутворювання, і навпаки, реакції комплексоутворювання закінчуються утворенням малорозчинних сполук.

Точку еквівалентності в цих методах визначають як індикаторними, так і без індикаторними методами.

За способом титрування розрізняють методи прямого і непрямого титрування.

В методах прямого титрування йон чи компонент, що визначається, титрують титрованим розчином або навпаки.

До методів непрямого титрування належать метод заміщення та метод зворотного титрування (метод залишків).

Метод заміщення полягає в тому, що йони, які визначаються, заміщують еквівалентною кількістю інших

йонів, які вже можна визначити прямим титруванням. Цей метод використовують, якщо є труднощі з фіксацією точки еквівалентності.

Метод зворотного титрування (метод залишків) полягає в тому, що до аналізованого розчину додають точно відомий надлишок титрованого розчину реактиву і титрують цей надлишок відповідним робочим розчином. Метод застосовують в тому випадку, коли немає відповідного індикатора для визначення точки еквівалентності, або, коли реакція проходить надто повільно.

Розрахунки в титриметричному аналізі

1. Розрахунок маси наважки, необхідної для приготування заданого об'єму стандартного розчину відомої концентрації

$$m_i = \frac{C_{H,i} \cdot V_i \cdot M_{e,i}}{1000}, \quad (1)$$

де $C_{H,i}$ - молярна концентрація еквівалента стандартного розчину, моль-екв/л; $M_{e,i}$ - молярна маса еквівалента речовини, г/моль-екв; V_i - об'єм розчину, мл.

2. Розрахунки вмісту речовини за методом окремих наважок при прямому титруванні

$$m_A = \frac{C_{титр.} \cdot V_{титр.} \cdot M_{e,A}}{1000}; \quad (2)$$

$$m_A = V_{титр.} \cdot T_{B/A}; \quad (3)$$

$$w_A, \% = \frac{C_{H,титр.} \cdot V_{титр.} \cdot M_{e,A} \cdot 100}{1000 \cdot m_{нав.}}, \quad (4)$$

де $V_{титр.}$ – об'єм титрованого розчину, мл;
 $C_{H,титр.}$ – молярна концентрація еквівалента титрованого розчину, моль-екв/л; $M_{e,A}$ – молярна маса еквівалента речовини, що визначається, г/моль-екв; $T_{B/A}$ – титр титрованого розчину В за речовиною А, г/мл; $m_{нав.}$ – маса наважки, г.

3. Розрахунок вмісту речовини при титруванні методом аліквотування

$$w_{A,\%} = \frac{C_{H,титр.} \cdot V_{титр.} \cdot M_{e,A} \cdot V_{м.к.} \cdot 100}{1000 \cdot m_{нав.} \cdot V_{ал.}}, \quad (5)$$

де $V_{титр.}$ – об'єм титрованого розчину, мл;
 $C_{H,титр.}$ – молярна концентрація еквівалента титрованого розчину, моль-екв/л; $M_{e,A}$ – молярна маса еквівалента речовини, що визначається, г/моль-екв; $m_{нав.}$ – маса наважки, г; $V_{ал.}$ – об'єм аліквоти, що брали для титрування, мл; $V_{м.к.}$ – об'єм мірної колби, мл.

4. Розрахунки вмісту речовини при зворотному титруванні

$$w_{A,\%} = \frac{(C_{H,надл.} \cdot V_{надл.} - C_{H,титр.} \cdot V_{титр.}) \cdot M_{e,A} \cdot 100}{1000 \cdot m_{нав.}}, \quad (6)$$

де $C_{H,надл.}$ – молярна концентрація еквівалента титрованого розчину, надлишок якого додається до аналізуемого розчину, моль-екв/л; $V_{надл.}$ – об'єм надлишкового титрованого розчину, мл; $C_{H,титр.}$ – молярна концентрація еквівалента

титрованого розчину, яким титрується надлишок, моль-екв/л;
 $V_{титр.}$ – об'єм цього титрованого розчину, мл;
 $M_{e,A}$ – молярна маса еквівалента речовини, що визначається, г/моль-екв; $m_{нав.}$ – маса наважки, г.

5. Розрахунки молярної маси еквівалента

- кислоти
$$M_{e,к.} = \frac{M_{к.}}{n_{H^+}}, \quad (7)$$

де $M_{к.}$ – молярна маса кислоти, г/моль; n_{H^+} – число йонів H^+ , що містить кислота;

- основи
$$M_{e,осн.} = \frac{M_{осн.}}{n_{OH^-}}, \quad (8)$$

де $M_{осн.}$ – молярна маса основи, г/моль; n_{OH^-} – число йонів OH^- , що містить основа;

- солі
$$M_{e,с.} = \frac{M_{с.}}{n_{Me} \cdot Z_{Me}}, \quad (9)$$

де $M_{с.}$ – молярна маса солі, г/моль; n_{Me} – кількість йонів металу; Z_{Me} – заряд йонів металу.

Для окисно-відновних реакцій молярна маса еквівалента речовини, що приймає в ній участь, розраховується за рівнянням

$$M_{e,i} = \frac{M_i}{n} \quad (10)$$

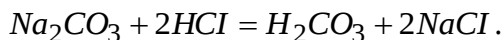
де M_i – молярна маса речовини, г/моль; n – кількість електронів, що приймає участь в окисно-відновному процесі цієї речовини.

Розв'язування типових задач

Задача 1. Для визначення концентрації розчину хлоридної кислоти узяли наважку 5,206г Натрій карбонату. Наважку розчинили у воді і довели об'єм розчину до 500мл. На титрування 25мл отриманого розчину потрібно 26,2мл розчину кислоти. Розрахуйте молярну концентрацію еквівалента, титр хлоридної кислоти і титр розчину хлоридної кислоти за NaOH.

Розв'язування.

При титруванні розчину, що аналізують, розчином хлоридної кислоти протікає реакція



Молярну концентрацію еквівалента хлоридної кислоти визначимо за рівнянням (5.10)

$$C_{H, HCl} = \frac{m_{Na_2CO_3} \cdot V_{ал.} \cdot 1000}{V_{М.К.} \cdot V_{HCl} \cdot M_{e, Na_2CO_3}}.$$

Молярна маса еквівалента Натрій карбонату у відповідності до реакції дорівнює

$$M_{e, Na_2CO_3} = \frac{M_{Na_2CO_3}}{2} = \frac{106}{2} = 53 \text{ г/моль-екв.}$$

$$\text{Тоді } C_{H, HCl} = \frac{5,206 \cdot 25 \cdot 1000}{500 \cdot 26,2 \cdot 53} = 0,1875 \text{ моль-екв/л.}$$

Титр хлоридної кислоти розрахуємо за формулою

$$T_{HCl} = \frac{C_{H, HCl} \cdot M_{e, HCl}}{1000}.$$

Молярна маса еквівалента хлоридної кислоти дорівнює

$$M_{e,HCl} = \frac{M_{HCl}}{n_{H^+}} = \frac{36,5}{1} = 36,5 \text{ г/моль-екв.}$$

$$T_{HCl} = \frac{0,1875 \cdot 36,5}{1000} = 0,006844 \text{ г/мл.}$$

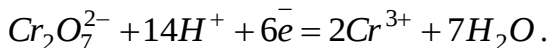
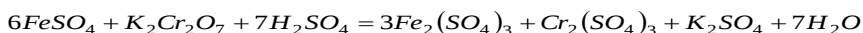
Титр розчину хлоридної кислоти за натрій гідроксидом розрахуємо за рівнянням

$$T_{HCl/NaOH} = \frac{C_{H,HCl} \cdot M_{e,NaOH}}{1000} = \frac{0,1875 \cdot 40}{1000} = 0,0075 \text{ г/мл,}$$

де $M_{e,NaOH} = \frac{M_{NaOH}}{n_{OH^-}} = \frac{40}{1} = 40 \text{ г/моль-екв.}$

Задача 2. Наважку руди масою 0,5124г розчинили у відповідному розчиннику. На титрування йонів Fe^{2+} було витрачено 21,3мл 0,1052н розчину $K_2Cr_2O_7$. Визначте масову частку Феруму в розчині.

Розв'язування. При титруванні визначуваного розчину $K_2Cr_2O_7$ протікає реакція



Масову частку Феруму у руді визначимо за рівнянням (5.9)

$$w_{Fe}, \% = \frac{C_{H,K_2Cr_2O_7} \cdot V_{K_2Cr_2O_7} \cdot M_{e,Fe} \cdot 100}{1000 \cdot m_{нав.}}.$$

Молярна маса еквівалента Феруму дорівнює

$$M_{e,Fe} = \frac{M_{Fe}}{n} = \frac{56}{1} = 56 \text{ г/моль-екв.}$$

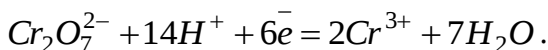
$$\text{Тоді } w_{Fe}, \% = \frac{0,1052 \cdot 21,3 \cdot 56 \cdot 100}{1000 \cdot 0,5124} = 24,5\%.$$

Задача 3. Розрахуйте масу наважки $K_2Cr_2O_7$, яку необхідно взяти для приготування 1,5л 0,1021н розчину $K_2Cr_2O_7$. Розчин призначений для окисно-відновного титрування.

Розв'язування. Масу наважки для приготування розчину заданої концентрації та об'єму розрахуємо за рівнянням (5.6)

$$m_i = \frac{C_{H,i} \cdot V_i \cdot M_{e,i}}{1000}.$$

Оскільки реактив призначений для окисно-відновного титрування, то молярну масу еквівалента $K_2Cr_2O_7$ обчислимо, виходячи з рівняння



$$M_{e,K_2Cr_2O_7} = \frac{M_{K_2Cr_2O_7}}{n} = \frac{294}{6} = 49 \text{ г/моль-екв.}$$

$$\text{Тоді } m_{K_2Cr_2O_7} = \frac{0,1021 \cdot 1500 \cdot 49}{1000} = 7,5 \text{ г.}$$

Задача 4. Наважку руди масою 1,5243г розчинили в мірній колбі об'ємом 500мл. На титрування 10мл розчину було витрачено 17,3мл 0,01н розчину $K_2Cr_2O_7$. Визначте масову частку Феруму в руді.

Розв'язування. Вміст Феруму в руді при титруванні розчину методом аліквотування розрахуємо за рівнянням (5.10)

$$w_A, \% = \frac{C_{H,K_2Cr_2O_7} \cdot V_{K_2Cr_2O_7} \cdot M_{e,Fe} \cdot V_{M.K.} \cdot 100}{1000 \cdot m_{нав.} \cdot V_{ал.}}.$$

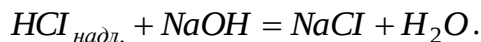
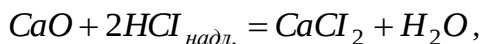
Молярна маса еквівалента Феруму дорівнює

$$M_{e,Fe} = \frac{M_{Fe}}{n} = \frac{56}{1} = 56 \text{ г/моль-екв.}$$

$$\text{Тоді } w_A, \% = \frac{0,01 \cdot 17,3 \cdot 56 \cdot 500 \cdot 100}{1000 \cdot 1,5243 \cdot 10} = 31,87\%.$$

Задача 5. Для визначення вмісту Кальцію наважку шлаку масою 0,5215г розчинили в 50мл 0,1018н розчину *HCl*. Після закінчення реакції надлишок *HCl* відтитрували 23,7мл 0,1037н розчину *NaOH*. Розрахуйте масову частку Кальцію в шлаці.

Розв'язування. Для визначення вмісту Кальцію був використаний метод зворотного титрування. В розчині протікають реакції



Вміст Кальцію визначимо за рівнянням (5.11)

$$w_{Ca}, \% = \frac{(C_{H,надл.} \cdot V_{надл.} - C_{H,титр.} \cdot V_{титр.}) \cdot M_{e,Ca} \cdot 100}{1000 \cdot m_{нав.}}.$$

Молярна маса еквівалента Кальцію дорівнює

$$M_{e,Ca} = \frac{M_{Ca}}{n} = \frac{40}{2} = 20 \text{ г/моль-екв.}$$

$$\text{Тоді } w_{Ca}, \% = \frac{(0,1018 \cdot 50 - 0,1037 \cdot 23,7) \cdot 20 \cdot 100}{1000 \cdot 0,5215} = 10,1\%.$$

Задачі для самостійного розв'язування

Розрахункові задачі з теми: Кислотно-основна титриметрія

1. Розрахувати масову частку хімічно чистої бури $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ в її забрудненому зразку, якщо на наважку цього зразка масою 0,8750 г при титруванні витрачається 20,40 мл 0,2120 Н розчину HCl .

2. 23,85 мл розчину гідроксиду калію з $T_{\text{кон}} = 0,02763$ г/мл відтитрували 25,00 мл розчину хлоридної кислоти. Знайти нормальну концентрацію розчину хлоридної кислоти.

3. Розрахувати істинну нормальну концентрацію і титр 0,1 М розчину H_2SO_4 ($K = 0,9808$).

4. Розрахувати титр розчину H_2SO_4 , якщо для 0,01 н розчину $K = 0,9123$.

5. Яку наважку натрій гідроксиду необхідно взяти, щоб на титрування її витрачалось 22,00 мл розчину хлоридної кислоти ($T_{\text{HCl}/\text{Na}_2\text{O}} = 0,003514$ г/мл)?

6. Розрахувати $T(\text{HCl}/\text{CaO})$, якщо при титруванні на 0,1040 г Na_2CO_3 витрачається 25,14 мл цього розчину хлоридної кислоти.

7. На титрування 1,025 г $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ витрачається 24,10 мл розчину NaOH . Розрахувати: а) титр розчину NaOH ; б) титр натрій гідроксиду за щавелевою кислотою; в) нормальність натрій гідроксиду.

8. На нейтралізацію 20,00 мл 0,2215 Н розчину HCl витрачається 21,40 мл розчину $\text{Ba}(\text{OH})_2$, а на 25,00 мл розчину оцтової кислоти витрачається 22,55 мл цього ж розчину. Визначити нормальну концентрацію оцтової кислоти.

9. Визначити масу MgCO_3 в зразку, якщо після розчинення його і обробки 25,00 мл 0,4785 н розчину HCl на титрування залишку HCl витрачено 15,00 мл 0,2114 М розчину NaOH .

10. Скільки грамів лугу, що містить 92,00% NaOH та 8,00% домішок, необхідно взяти для приготування 1 л розчину з титром 0,0050 г/мл? Розрахувати молярність цього розчину.

11. Розрахуйте об'єм сульфатної кислоти, яка містить 20,08% (ваг.) H_2SO_4 , необхідної для приготування 500 cm^3 0,1М розчину сульфатної кислоти.

12. Який об'єм 0,01020 М розчину NaOH буде використовуватися на титрування:

а) 20,00 cm^3 0,1015 н розчину HCl ; б) 20,50 cm^3 розчину H_2SO_4 з титром 0,007000 г/ cm^3 .

13. Розрахуйте об'єм нітратної кислоти, яка містить 35,16% (ваг.) HNO_3 , яка необхідна для приготування 500 cm^3 0,25М розчину нітратної кислоти.

14. Наважку щавлевої кислоти $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ($m = 0,6893$ г) розчинили в калібрувальній колбі, яка вміщує 99,94 cm^3 . На титрування 20,00 cm^3 одержаного розчину використали 21,03 cm^3 розчину гідроксиду натрію. Розрахуйте нормальну концентрацію розчину NaOH , виправочний коефіцієнт до молярності (K).

15. В мірній колбі ємністю 500,0 мл приготовано розчин з наважки 2,5000 г Na_2CO_3 . Розрахувати: а) нормальну концентрацію розчину; б) його молярну концентрацію; в) титр: г) титр за HCl .

16. Розрахувати масу наважки негашеного вапна, що містить 90,00 % (мас.) CaO та індиферентні домішки, на титрування розчину якого треба витратити 20,00 мл розчину

HCl з титром 0,01030 г/мл.

17. Розрахувати молярну концентрацію HCl, якщо на титрування 0,4668 г $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ витрачено 18,38 мл цього розчину?

18. Яку наважку NaOH, що містить 8% індиферентних домішок, слід взяти для приготування: а) 1 л розчину з $T(\text{NaOH}) = 0,0050$ г/мл; б) 500 мл 0,15 М розчину NaOH; в) 1,5 л розчину з $T(\text{NaOH}/\text{CaO}) = 0.0035$ г/мл.

19. Скільки мл сульфатної кислоти ($d = 1,07$ г/мл) з масовою часткою H_2SO_4 10% треба взяти для дослідження, якщо на її титрування пішло 20,00 мл 2,0 н розчину NaOH?

20. Яка нормальна і молярна концентрація розчину H_2SO_4 , якщо на титрування 0,2156 г хімічно чистого Na_2CO_3 йде 22,35 мл цього розчину?

21. Який об'єм 10%-ого розчину Na_2CO_3 ($\rho = 1,105$ г/мл) треба взяти для приготування: а) 1 л розчину з $T(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,0050$ г/мл; б) 1 л розчину з $T(\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{HCl}) = 0,0030$ г/мл?

22. Яку наважку речовини, що містить по масі 5% азоту, необхідно взяти для дослідження, щоб на титрування аміаку, одержаного з азоту, витратилось 15,00 мл 0,20 М розчину HCl?

23. Для визначення точної концентрації розчину KOH наважку 2,350 г $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ розчинили в колбі ємністю 200,00 мл. На титрування 20,00 мл цього розчину витратили 19,36 мл розчину KOH. Розрахувати: а) молярну концентрацію KOH; б) його титр; в) його титр за хлоридною кислотою.

24. Який об'єм хлоридної кислоти ($\rho = 1,19$ г/мл, $w = 38,82\%$) слід взяти для приготування 1500 мл 0,2 М розчину HCl?

25. На титрування 96,3 мг $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ витратили 23,84 мл розчину NaOH . Розрахувати $T(\text{NaOH}/\text{HCl})$, якщо розчин лугу буде використовуватися при кількісному визначенні хлороводневої кислоти.

26. Скільки мл сульфатної кислоти ($\rho = 1,84$ г/мл) необхідно для приготування 2,5 л 0,1 Н розчину?

27. Для встановлення точної концентрації піпеткою відібрали 25,00 мл розчину NaOH , на титрування якого витратили 23,61 мл розчину хлоридної кислоти з титром 0,004023 г/мл. Розрахувати: а) титр розчину лугу; б) його титр за соляною кислотою; в) його титр за сірчаною кислотою.

28. Скільки мл хлоридної кислоти з титром за оксидом кальцію 0,0080 г/мл витратиться на реакцію з 0,3000 г оксиду кальцію?

29. Який об'єм води треба долити до 1,2 л 0,24 М HCl , щоб приготувати 0,20 М розчин?

30. В прилад для визначення амонійних солей методом відгонки налили 25,00 мл розчину NH_4Cl і обробили концентрованим розчином NaOH . Аміак відігнали в 50,00 мл розчину HCl ($T(\text{HCl}) = 0,003646$ г/мл). Потім надлишок HCl відтитрували 23,05 мл лугу з $T(\text{NaOH}) = 0,004015$ г/мл. Скільки грамів хлориду амонію міститься в дослідженому зразку?

31. Який об'єм 0,15н розчину сульфатної кислоти піде на титрування 22,00 мл розчину NaOH з титром за сульфатною кислотою 0,0100 г/мл?

32. Який об'єм розчину HCl з молярною концентрацією 10,97 моль/л необхідно взяти для одержання 100 мл розчину HCl з молярною концентрацією 0,1 моль/л?

33. Для визначення аміаку в фармацевтичному препараті (сіль амонію) методом замісникового титрування з

досліджуваного розчину об'ємом 100 мл відібрали аліквоту 10,00 мл і долили до неї надлишок розчину формальдегіду. В результаті реакції утворилася кислота, кількість якої еквівалентна кількості катіонів амонію, що прореагувати з формальдегідом. На титрування даної кислоти витратили 9,00 мл 0,1000М стандартного розчину гідроксиду натрію. Розрахуйте концентрацію досліджуваного розчину, титр і масу аміаку в досліджуваному розчині.

34.3 мірної колби, що містить 100 мл розчину гідроксиду натрію, відібрали аліквоту – 15,00 мл розчину. На титрування аліквоти витрачено 18,50 мл стандартного розчину хлороводневої кислоти з концентрацією 0,0862 моль/л. Розрахуйте молярну концентрацію і титр розчину HCl.

35. Для стандартизації розчину гідроксиду натрію приготували 200 мл первинного стандартного розчину щавлевої кислоти з точної наважки $m = 1,2607$ г. Розрахуйте молярну та нормальну концентрацію, титр і титр за NaOH приготованого розчину щавлевої кислоти.

36. На нейтралізацію 0,1513 г органічної кислоти з індикатором фенолфталеїном витрачено 24,00 мл 0,1 М розчину їдкого лугу. Яка органічна кислота знаходиться в розчині?

37. Яка маса бури була в розчині, якщо на титрування з метиловим червоним було витрачено 15,00 мл 0,22 М розчину хлороводневої кислоти?

38. Скільки мілілітрів 0,1 М розчину хлороводневої кислоти треба витратити для повної нейтралізації 0,15г карбонату натрію?

39. На титрування розчину 0,4800 г технічного препарату щавлевої кислоти $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ було витрачено 23,00 мл 0,1 н розчину їдкого натру. Розрахуйте масову

частку чистої щавлевої кислоти в препараті.

40. Яку масу бури ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) треба взяти для приготування 100 мл розчину, щоб на титрування 20,00 мл його з індикатором метиловим червоним витрачалося 25,00 мл 0,05 М розчину хлороводневої кислоти?

Розрахункові задачі з теми: Осадова титриметрія

1. При стандартизації розчину нітрату срібла за стандартним розчином хлориду натрію на титрування 20,00 мл розчину нітрату срібла в присутності індикатора хромату калію – витрачено 19,85 мл розчину хлориду натрію з молярною концентрацією 0,0512 моль/л. Розрахуйте молярну концентрацію, титр і масу нітрату срібла в досліджуваному розчині.

2. Наважку 1,8810 г KCl розчинили в мірній колбі об'ємом 250 мл. Розрахувати T , концентрацію і $T(\text{KCl}/\text{AgNO}_3)$ виготовленого розчину.

3. Наважку 0,9524 г KCl розчинили в мірній колбі об'ємом 250 мл. На титрування 25,00 мл цього розчину витрачено 25,65 мл розчину нітрату срібла. Розрахувати титр, концентрацію і $T(\text{AgNO}_3/\text{KCl})$ розчину нітрату срібла.

4. До розчину, в якому знаходиться 0,1097 г AgCl , додали 30,00 мл розчину нітрату срібла. Надлишок нітрату срібла відтитрували 4,10 мл розчину тіоціанату амонію. На титрування 20,00 мл розчину нітрату срібла витрачається 19,60 мл тіоціанату амонію. Розрахувати нормальну концентрацію та титр розчину нітрату срібла; та $T(\text{AgNO}_3/\text{KBr})$; $T(\text{AgNO}_3/\text{KCl})$.

5. Наважку 1,4580 г хлориду натрію розчинили в мірній колбі об'ємом 500 мл. На титрування 23,00 мл цього розчину витрачається 23,40 мл 0,04996 н нітрату срібла. Розрахувати вміст хлориду натрію у препараті (%).

6. Наважку 1,8840 г хлориду калію розчинили у мірній колбі об'ємом 500 мл. На титрування 25,00 мл цього розчину витратили 23,45 мл розчину нітрату срібла, титр якого за хлоридом калію становить 0,003695 г/мл. Розрахувати вміст KCl у препараті (%).

7. Як приготувати 800 мл 0,05 н розчину нітрату срібла та стандартизувати його за NaCl?

8. Розрахуйте молярну концентрацію $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$, якщо на титрування 0,1350 г KCl використали 21,56 см³ розчину $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$.

9. Розрахуйте масу NaCl в розчині, якщо на титрування 20,88 см³ цього розчину витрачено 20,76 см³ 0,09830 М розчину $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$.

10. Наважку 5,0000 г технічної кухонної солі розчинили в воді, розчин довели в мірній колбі до 1000 см³. На титрування 20,00 см³ одержаного розчину витратили 27,88 см³ 0,5 н розчину AgNO_3 . Скільки NaCl (в %) міститься в зразку технічної солі? Який метод аналізу був застосований? Поясніть вибір індикатора.

11. Скільки г KCl міститься в 250,00 см³ розчину, якщо на титрування 25,00 см³ його витрачено 34 00 см³ 0,1050 н розчину AgNO_3 ? Який метод аналізу був застосований? Переваги і недоліки цього методу.

12. Скільки г хлору містить досліджуваний розчин NH_4Cl , якщо на титрування його витрачено 30,00 см³ розчину AgNO_3 , титр якого за хлоридом дорівнює 0,003512 г/см³? Який метод аналізу був застосований?

13. Наважку 1,6000 г броміду розчинили у воді, додали 52,00 мл 0,2021 н розчину AgNO_3 і надлишок останнього відтитрували 0,1000Н розчином NH_4SCN , якого було витрачено 4,00 мл. Розрахуйте масову частку бром у досліджуваному броміді. Який метод аналізу був застосований?

14. Для дослідження препарату, що містить хлорид натрію, взяли наважку 10,0000 г і розчинили у воді. Об'єм одержаного, розчину довели до 200,00 мл. До 20,00 мл цього розчину додали 40,00 мл 0,1015 Н розчину AgNO_3 . На титрування надлишку розчину AgNO_3 було витрачено 5,00 мл 0,1012 н розчину NH_4SCN . Розрахуйте масову частку хлору в досліджуваному препараті. Який метод аналізу був застосований?

15. Для визначення Cl^- у воді взяли 100,00 мл води і відтитрували 0,1012 н розчином AgNO_3 , якого пішло на титрування 18,20 мл. Скільки г Cl^- було у воді? Який метод аналізу був застосований?

16. Наважку препарату масою 5,0000 г розчинили у воді. Одержаний розчин довели в мірній колбі до 1000 cm^3 . На титрування 20,00 cm^3 цього розчину витратили 27,88 cm^3 0,0512 н розчину AgNO_3 . Розрахуйте масову частку хлориду натрію в досліджуваному препараті. Який метод аналізу був застосований?

17. Скільки г BaCl_2 міститься в 250 мл розчину, якщо після добавляння до 25,00 мл його 40,00 мл 0,1020 н розчину AgNO_3 на зворотне титрування надлишку AgNO_3 витрачено 15,00 мл 0,0980 Н розчину NH_4SCN ? Який метод аналізу був застосований?

18. Розрахуйте масу хлориду натрію в розчині, якщо на титрування 20,88 cm^3 цього розчину витрачено 20,76 cm^3 0,0983 н розчину $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$. Обґрунтуйте вибір індикатора. Який метод аналізу був застосований?

19. Визначте нормальну концентрацію розчину роданіду амонію та його титр за сріблом, якщо на титрування 25,00 мл його витрачається 20,00 мл 0,1014 н розчину AgNO_3 . Який метод аналізу був застосований?

20. Яка масова частка Ag^+ в лікарському препараті, якщо після розчинення наважки його масою 0,3000 г, на титрування одержаного розчину витратили 23,80 мл 0,1000н розчину роданіду амонію? Який метод аналізу був застосований?

21. Для визначення срібла в протарголі взяли 10,00 мл препарату і після переведення срібла в іонногенний стан відтитрували стандартним розчином тіоціонату амонію в присутності індикатора (якого?). На титрування витратили 5,40 мл розчину тіоціонату амонію ($K=0,0988$ до $0,1000$ Н). Розрахуйте масу срібла в зразку, що досліджувався. Який метод аналізу був застосований?

22. Наважку препарату масою 0,5950 г розчинили у воді і одержали 250 мл розчину. До 25,00 мл цього розчину додали 35,00 мл 0,0202 н розчину AgNO_3 і надлишок останнього відтитрували 0,0240 н розчином NH_4SCN , якого було витрачено 8,40 мл. Розрахуйте масову частку бром у досліджуваному препараті. Який метод аналізу був застосований?

23. Скільки г броміду калію міститься в 250 мл лікарського препарату, якщо після добавляння до 25,00 мл його 30,00 мл розчину AgNO_3 ($K = 0,0978$ до $0,1000$ н) на зворотне титрування надлишку AgNO_3 витрачено 15,00 мл 0,0980 н розчину NH_4SCN ? Який метод аналізу був застосований?

24. Скільки відсотків срібла містить сплав, якщо після розчинення наважки 0,3000 г цього сплаву на титрування одержаного розчину витрачено 23,80 мл 0,1000 н розчину NH_4SCN ?

25. Для визначення Cl^- у воді взяли 100 мл воли і відтитрували 0,1012 н розчином AgNO_3 , якого витратили на титрування 18,20 мл. Скільки грамів Cl^- було у воді?

26. Яка масова частка срібла в сплаві, якщо після розчинення 0,3000 г цього сплаву на титрування одержаного розчину витрачено 23,80 мл 0,1000 н розчину NH_4SCN ?

Розрахункові задачі з теми: Окисно-відновна титриметрія

Перманганатометрія

1. Розрахувати наважку перманганату калію для виготовлення 2 л 0,05 н розчину для проведення титрування в кислому та нейтральному середовищі.

2. Скільки мл 0,056 н розчину KMnO_4 необхідно для титрування 10,00 мл 0,096 н розчину FeSO_4 ?

3. Наважку 3,3800 г технічної мурашиної кислоти розчинили в 500 мл води. На титрування 15,00 мл цього розчину витрачено 13,50 мл 0,1141 н розчину перманганату калію в кислому середовищі. Розрахувати масову частку HCOOH в наважці, якщо окислення відбувається до CO_2 .

4. Розрахувати концентрацію розчину перманганату калію, якщо на титрування 10,00 мл 0,1012 н розчину $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ затрачається 12,15 мл розчину перманганату калію.

5. Скільки г перманганату калію необхідно взяти для приготування 1 л розчину з $T(\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,008348$ г/мл?

6. Яка маса оксалату натрію знаходиться у 200 мл розчину, якщо на титрування 15,00 мл цього розчину витрачається 18,75 мл 0,1102 н KMnO_4 ?

7. На титрування 20,00 мл розчину $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ витрачено 18,25 мл розчину KMnO_4 з $T(\text{KMnO}_4/\text{Fe}) = 0,005585$ г/мл. Розрахувати вміст (г) кристалогідрату оксалату амонію у титрованому розчині.

8. Яку наважку речовини, що містить 75% MnO_2 необхідно взяти для аналізу, щоб після реакції з 30,00 мл 0,1075 н розчину $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ надлишок $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ можна було б відтитрувати 5,00 мл розчину KMnO_4 (1 мл розчину KMnO_4 еквівалентний 1,025 мл розчину $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)?

9. До 25,00 мл розчину KClO_3 , було доливо 35,00 мл 0,1005 н розчину FeSO_4 , надлишок якого був відтитрований 8,00 мл 0,1213 н розчину перманганату калію. Розрахуйте масу KClO_3 в розчині.

10. В мірній колбі ємкістю 250 cm^3 приготовано розчин, що містить 0,7112 г оксалату амонію. Який об'єм 0,045 н перманганату калію витратиться на титрування 25,00 cm^3 одержаного розчину оксалату амонію?

11. На титрування 25,00 мл досліджуваного розчину оксалату натрію витрачається 26,80 мл розчину перманганату калію з титром 0,005751 г/мл. Розрахувати масу оксалату натрію, що міститься в 500,00 мл досліджуваного розчину.

12. Чому реакція між перманганатом калію і щавлевою кислотою відбувається спочатку дуже повільно, а потім прискорюється? Як можна вплинути на швидкість цієї реакції?

13. Розчин пероксиду водню виготовили в мірній склянці на 100,00 мл. Відібрали піпеткою 25,00 мл цього розчину, додали 10 мл сірчаної кислоти (1:4) і відтитрували 0,0512 н розчином перманганату калію. На титрування пішло 20,50 мл титранту. Визначити масу пероксиду водню в розчині.

14. До 30,00 мл 0,0517 н сірчаноокислого розчину перманганату калію додали досліджуваний розчин нітриту натрію. Надмір перманганату калію відтитрували 12,00 мл 0,0500 н розчину щавлевої кислоти. Визначте масу нітриту натрію в досліджуваному розчині.

15. Розрахуйте нормальність розчину перманганату калію, його титр, титр за сульфатом заліза (II), якщо на титрування 0,3038 г FeSO_4 витрачається 20,15 cm^3 титранту.

16. Для фармакопейного визначення пероксиду магнію MgO_2 приготували 10,00 мл досліджуваного розчину, в якому була розчинена наважка досліджуваного зразка масою 0,2045 г. На титрування одержаного розчину витрачено 19,75 мл стандартного розчину перманганату калію з титром за пероксидом магнію 0,002816 г/мл. Розрахуйте масову частку пероксиду магнію в препараті. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

17. В мірній колбі на 250,00 мл приготовано розчин, що містить 0,7112 г оксалату натрію. Який об'єм 0,0455 н перманганату калію витратиться на титрування 25,00 мл одержаного розчину оксалату натрію? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

18. З наважки препарату 0,3864 г виділили кальцій у вигляді оксалату кальцію. Оксалат кальцію потім розчинили в сірчаній кислоті і відтитрували 21,15 мл розчину перманганату калію з $T(\text{KMnO}_4/\text{CaC}_2\text{O}_4) = 0,0074$ г/мл. Яка масова частка кальцію в препараті? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

19. Наважку зразку щавлевої кислоти масою 2,0000 г розчинили в 300,00 мл води. На титрування 25,00 мл одержаного розчину витратили 24,50 мл 0,1064 н розчину перманганату калію. Розрахуйте масову частку щавлевої кислоти в досліджуваному зразку.

20. Розрахуйте нормальність розчину перманганату калію, якщо на титрування 20,00 мл розчину оксалату натрію, одержаного розчиненням наважки 0,3407 г в мірній колбі на 100,00 мл, витрачається 20,15 мл розчину перманганату калію.

21. Розрахуйте масову частку щавлевої кислоти в забрудненому препараті, якщо на титрування його наважки масою 0,1582 г, розчиненої в зручному для титрування об'ємі води, витрачено 21,37 мл 0,0505 н розчину перманганату калію.

22. Скільки г кальцію міститься в 250,00 мл розчину хлориду кальцію, якщо після введення до 25,00 мл його 40,00 мл 0,1000 н розчину оксалату амонію і після відділення утвореного осаду оксалату кальцію на титрування фільтрату витрачено 15,00 мл 0,0200 н розчину перманганату калію?

23. Яка масова частка заліза в досліджуваному препараті, якщо при аналізі 0,1400 г його після відповідної підготовки на титрування одержаного сірчаноокислого розчину витрачено 24,85 мл 0,0988 н розчину перманганату калію (написати рівняння реакції).

24. Обчисліть молярну концентрацію розчину перманганату калію, якщо титр цього розчину за шавлевою кислотою дорівнює 0,0018г/мл.

25. Наважку залізної руди масою 0,5125 г розчинили в хлороводневій кислоті, відновили залізо до двовалентного і відтитрували 0,1 н розчином перманганату калію, причому на титрування витратили 25,25 мл робочого розчину. Розрахуйте масову частку заліза в руді.

26. До 30,00 мл 0,1 н сірчаноокислого розчину перманганату калію додали досліджуваний розчин нітриту натрію. Надлишок перманганату калію відтитрували 0,05 н розчином шавлевої кислоти, на що пішло 12,00 мл цього розчину. Визначте масу нітриту натрію в розчині.

27. Розчин пероксиду водню виготовили в мірній склянці на 100 мл. Відібрали піпеткою 25,00 мл цього розчину, додали 10 мл сірчаної кислоти (1:4) і відтитрували 0,090 н розчином перманганату калію (на титрування пішло 20,50 мл). Визначити масу пероксиду водню в розчині.

28. Яку наважку сплаву, що містить 20% марганцю, необхідно взяти для виготовлення 100 мл розчину, на титрування кожних 20,00 мл якого пішло 25,00 мл 0,1 н розчину перманганату калію?

Йодометрія

1. Яку наважку йоду слід взяти для приготування 5 л 0,1 н розчину йоду? Розрахувати титр виготовленого розчину.

2. Розрахувати масу $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ в 25 мл 0,105 н розчину тіосульфату натрію.

3. На титрування витрачено 20,15 мл розчину тіосульфату натрію. Розрахувати концентрацію, титр та виправочний коефіцієнт титранту; титр тіосульфату натрію за йодом.

4. Розрахувати масову частку саліцилової кислоти в препараті, якщо до наважки саліцилової кислоти 0,2564 г в сірчанокиислому середовищі було додано 20,00 мл 0,1013 н розчину бромат-бромідної суміші, а також розчин йодиду калію. На титрування надлишку йоду витрачено 13,40 мл 0,0996 н розчину тіосульфату натрію.

5. До певного об'єму розчину аскорбінової кислоти додали 20,00 мл 0,1 н розчину йоду. На титрування надлишку йоду було витрачено 15,00 мл 0,05 н розчину тіосульфату натрію. Визначте масу аскорбінової кислоти, що знаходилась в розчині.

6. Визначте масу дихромату калію в розчині, якщо після додавання до цього розчину надлишку йодиду калію та сірчаної кислоти на титрування виділеного йоду було витрачено 25,00 мл 0,1 н розчину тіосульфату натрію.

7. До наважки 0,1020 г $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ додали надлишок розчину KI і H_2SO_4 . Йод, який утворюється відтитрували 20,05 см³ розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. Розрахуйте нормальність розчину тіосульфату натрію, його титр і титр за йодом.

8. В аналітичну лабораторію на дослідження поступив технічний йод, що має 25% домішок, що не окислюються. Розрахуйте наважку цього йоду, яку необхідно зважити для аналізу, якщо 0,1000 н розчин тіосульфату натрію був налитий в бюретку на 25,00 мл.

9. Наважку дихромату калію масою 0,1200 г розчинили у воді, добавили сірчаної кислоти і йодид калію, йод, що виділився, відтитрували робочим розчином тіосульфату натрію, якого витратилося 24,00 мл. Розрахуйте нормальну концентрацію і титр робочого розчину тіосульфату натрію.

10. Наважку дихромату калію масою 2,2500 г розчинили в мірній колбі на 250,00 мл. До 25,00 мл одержаного розчину додали сірчаної кислоти і йодид калію. Йод, що виділився, відтитрували робочим розчином тіосульфату натрію, якого витратилося 24,75 мл. Розрахуйте титр робочого розчину тіосульфату натрію, його нормальну концентрацію і виправочний коефіцієнт.

11. Скільки необхідно додати води до 1500 мл 0,1000 N розчину дихромату калію, щоб одержати розчин з $T(K_2Cr_2O_7/Fe)$ 0,005012 г/мл?

12. До 20,00 мл 0,1132 н розчину перманганату калію долили розчин сірчаної кислоти і йодиду калію. Йод, що виділився, відтитрували робочим розчином тіосульфату натрію, якого витратилося 22,05 мл. Розрахуйте титр робочого розчину тіосульфату натрію і його нормальну концентрацію. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

13. Скільки мл хлорної води, що містить 2% активного хлору, було взято для аналізу, якщо після доливання до неї розчину сірчаної кислоти і йодиду калію виділений йод відтитрували 24,85 мл розчину тіосульфату натрію з $T(Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O) = 0,02504$ г/мл?

14. Для аналізу зважили 3,6000 г хлорного вапна, перенесли в мірну колбу на 200,00 мл і перемішали. 20,00 мл одержаної суспензії обробили розчином йодиду калію в кислому середовищі. На титрування виділеного йоду витратили 18,05 мл 0,0980 н розчину тіосульфату натрію. Визначте масову частку (%) активного хлору в хлорному вапні.

15. Наважку сульфїту натрію масою 0,7340 г розчинили в довільному об'ємі води і додали 50,00 мл 0,1000 н розчину йоду. Надлишок йоду відтитрували розчином тіосульфату натрію. На титрування пішло 21,20 мл розчину, 1 мл якого еквівалентний кількості йоду, що виділяється з 0,01574 г йодиду калію. Визначте масову частку (%) сульфїту натрію.

16. Скільки мл розчину перекису водню, одержаного розведенням в 10 разів 3%-ого розчину, необхідно взяти, щоб на титрування його після додавання сірчаної кислоти і йодиду калію було витрачено 25,00 мл 0,1500 н розчину тіосульфату натрію?

17. Визначте масову частку (%) сульфїду натрію в препараті за результатами аналізу: наважку препарату масою 4,2000 г розчинили в мірній колбі на 500,00 мл, до 25,00 мл одержаного розчину долили 50,00 мл 0,2000 н розчину йоду і надлишок йоду відтитрували 46,06 мл розчину тіосульфату натрію ($K = 1,2340$ до 0,1 н).

18. До 20,00 мл підкисленого розчину сірководню добавили 50,00 мл 0,1200 н розчину йоду. Надлишок йоду відтитрували 30,00 мл розчину тіосульфату натрію ($K = 0,9522$ до 0,1 н). Розрахуйте масову частку (%) сірководню.

19. Скільки мл хлорної води, що містить 2% хлору, необхідно взяти, щоб на титрування її після додавання розчинів соляної кислоти і йодиду калію витратили 30,00 мл розчину тіосульфату з титром 0,02500 г/мл? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

20. Наважку препарату, що містить MnO_2 , масою 0,2060 г обробили концентрованою соляною кислотою. Хлор, який виділився при нагріванні під час реакції, поглинули розчином йодиду калію. Виділений йод відтитрували 0,0520 н розчином тіосульфату натрію, витративши 42,52 мл. Визначте масову частку (%) оксиду марганцю (IV) в цьому препараті.

21. Розрахувати масу наважки йоду, що необхідна для приготування 2 дм³ 0,01 н розчину йоду.

22. Розрахувати нормальність, титр і титр за йодом розчину натрію тіосульфату, якщо на титрування йоду, що виділився при додаванні до наважки 0,1020 г $K_2Cr_2O_7$ надлишку KI, витрачено 20,05 см³ розчину тіосульфату натрію.

23. Визначити кількість хлору у 1 дм³ води, якщо на титрування йоду, що виділився при додаванні до 50,00 см³ води надлишку KI, витрачено 20,10 см³ 0,1010 н розчину натрію тіосульфату.

24. Визначити масову частку аскорбінової кислоти, якщо на титрування маси наважки 0,3975 г витрачено 19,45 см³ 0,1008 н розчину йоду.

25. Розрахувати нормальність розчину йоду монохлориду, якщо на титрування 20,00 см³ цього розчину витрачено 20,45 см³ розчину натрію тіосульфату.

Броматометрія

1. Як приготувати 1 л 0,1 н розчину бромату калію і визначити для цього розчину K та титр (K – виправочний коефіцієнт).

2. Яку наважку препарату з масовою часткою стрептоциду 60% необхідно взяти, якщо на титрування стрептоциду ($m_e = 172,21$ г/моль) в кислому середовищі в присутності KBr було витрачено 21,05 см³ 0,09872 н розчину $KBrO_3$. Вкажіть індикатор даного визначення.

3. Розрахуйте молярну масу еквіваленту бромату калію $KBrO_3$ і арсену (III) в окисно-відновній реакції між бромат-іоном і арсеніт-іоном AsO_3^{3-} в кислому середовищі.

4. До якого об'єму необхідно довести 10 мл розчину бромату калію з молярною концентрацією 0,1000 моль/л, щоб одержати розчин з титром за арсеном (III), що дорівнює 0,000375г/мл.

5. Розрахуйте нормальну концентрацію бромату калію, одержаного при розчиненні 0,0278 г бромату калію в 100,00 мл води, який застосовується для дихроматометричного визначення AsO_3^{3-} .

6. Для броматометричного визначення As_2O_3 в препараті приготували 60 мл розчину, в якому розчинена наважка препарату масою 0,1014 г. На титрування 20,00 мл цього розчину витрачено 6,80 мл стандартного розчину бромату калію з титром за As_2O_3 0,004946 г/мл. Розрахуйте масову частку As_2O_3 у наважці препарату (%).

Хроматометрія

1. Приготувати 250 мл 0,1 н розчину дихромату калію. Розрахувати для цього розчину виправочний коефіцієнт та титр.

2. Яку наважку дихромату калію необхідно взяти для виготовлення 250 мл 0,1 н розчину?

3. Наважку 5,2215 г дихромату калію розчинили у 250 мл води. Розрахуйте титр, молярну та нормальну концентрацію одержаного розчину.

4. Розрахувати вміст $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (%), якщо з наважки цього кристалогідрату (1,3875 г) виготовлено 100 мл розчину і на титрування 25,00 мл цього розчину витрачено 17,25 мл 0,05 н розчину дихромату калію.

5. Яку наважку дихромату калію необхідно взяти для виготовлення 500 мл 0,1 н розчину?

6. Розрахуйте молярну масу еквіваленту дихромату калію в реакції з йодом в кислому середовищі.

7. Розрахуйте молярну масу еквіваленту бромату калію і арсену (III) в окисно-відновній реакції між бромат-іоном BrO_3^- і арсеніт-іоном AsO_3^{3-} в кислому середовищі.

8. Розрахуйте нормальну концентрацію і титр розчину дихромату калію, одержаного при розчиненні наважки дихромату калію 2,4515 г в 500 мл води.

9. Розрахуйте молярну концентрацію еквіваленту і титр за залізом (II) розчину дихромату калію, одержаного при розчиненні наважки дихромату калію 1,2258 г в 250 мл води.

10. Розрахуйте молярну концентрацію еквіваленту і титр за арсеном (III) бромату калію, одержаного при розчиненні 0,0556 г бромату калію в 200 мл води, який застосовується для дихроматометричного визначення AsO_3^{3-} .

11. Розрахуйте наважку дихромату калію для приготування 250 мл розчину з молярною концентрацією еквіваленту 0,05 моль/л (еквівалент = $1/6$ моль).

12. Приготувати 250 мл 0,05 н розчину нітриту натрію та стандартизувати його за сульфаніловою кислотою методом піпетування. Розрахувати титр виготовленого розчину.

Нітритометрія

1. Наважку препарату стрептоциду масою 1,3890 г розчинили у воді і одержали 100 мл розчину. На нітритометричне титрування 20,00 мл цього розчину витратили 10,00 мл стандартного розчину нітриту натрію з нормальною концентрацією 0,1010 н. Розрахуйте масову частку стрептоциду в препараті.

2. При прямому нітритометричному визначенні етазолу $C_{10}H_{12}N_4O_2S_3$ наважку препарату масою 0,3000 г розчинили в хлороводневій кислоті, додали бромід калію і відтитрували етазол стандартним розчином нітриту натрію з титром за етазолом 0,02844 г/мл. Розрахуйте масову частку етазолу в препараті.

Розрахункові задачі з теми: Комплексонометрія

1. Розрахувати концентрацію цирконію у розчині, якщо при титруванні 20,00 мл цього розчину в присутності хромогенового чорного витрачено 10,15 мл 0,1000 н розчину Na EDTA.

2. Розрахувати кількість MoO_4^{2-} у розчині, якщо молібдат-йони осадили у вигляді $CaMoO_4$ потім відтитрували кальцій 0,1002 н розчином Na EDTA, якого витрачено 11,17 мл.

3. Визначте масову частку алюмінію в досліджуваному зразку при умові, що до 25,00 cm^3 розчину, який містить 0,7200 г алюмінію в 100,00 cm^3 , додали 20,00 cm^3 0,1004 н розчину трилону Б. Надлишок титранту відтитрували 22,08 cm^3 0,05030 Н розчином сульфату цинку.

4. До 20,00 cm^3 розчину, який містить 5,3552 г сульфат-іонів в 500,00 cm^3 , додали 25,00 cm^3 0,1013 н розчину хлориду барію, осад відфільтрували. На титрування фільтрату використали 21,15 cm^3 0,05080 н розчину трилону Б. Визначте масову частку сульфат-іонів в досліджуваному зразку.

5. Розрахуйте концентрацію мекв/л магнію у воді, якщо при тигруванні 100,00 мл води трилоном Б з хромогеном чорним до синього забарвлення пішло 19,20 мл 0,1012 н розчину трилону Б.

6. Для визначення кальцію і магнію взято 2,0850 г препарату і розчинено в мірній колбі на 250,00 мл. На титрування 25,00 мл одержаного розчину витрачено 11,20 мл 0,05240 н робочого розчину трилону Б, а на титрування 100,00 мл (після відокремлення Ca^{2+}) пішло 21,65 мл. Розрахуйте масові частки (%) кальцію і магнію в препараті.

7. Для комплексонометричного аналізу препарату основного нітрату бісмуту (III) приготували 200 мл розчину, в якому розчинили 0,1100 г препарату. На титрування цього розчину витратили 7,55 мл розчину ЕДТА з титром за Bi_2O_3 0,01165 г/мл. Розрахуйте масу і масову частку (%) основного нітрату бісмуту в вихідному препараті.

8. При комплексонометричному визначенні цинку в присутності індикатора еріохрома чорного Т на титрування 20,00 мл досліджуваного розчину витратили 15,00 мл 0,0250 н розчину ЕДТА. Визначте масу цинку в досліджуваному розчині.

9. При комплексонометричному визначенні свинцю (II) прямим титруванням в присутності індикатора ксиленолового оранжевого на титрування витрачено 20,00 мл стандартного розчину ЕДТА з титром за свинцем (II) 0,00518 г/мл. Визначте масу свинцю (II) в досліджуваному розчині.

10. При комплексонометричному визначенні кальцію прямим титруванням в присутності індикатора хромового темно-синього на титрування 50,00 мл досліджуваного розчину витратили 22,45 мл розчину ЕДТА з титром за кальцієм 0,002004 г/мл. Визначте масу кальцію в досліджуваному розчині.

11. При комплексонометричному визначенні свинцю в 100 мл досліджуваного розчину способом непрямого титрування для проведення аналізу відібрали аліквоту 10,00 мл і долили 20,00 мл стандартного 0,0250 Н розчину ЕДТА. Надлишок ЕДТА відтитрували в середовищі аміачного буферу 12,00 мл 0,0259 н розчину сульфату магнію. Визначте масу свинцю в досліджуваному розчині.

12. При комплексонометричному визначенні алюмінію в лікарському препараті алюмаг (маалокс) способом непрямого титрування наважку препарату масою 1,0000 г перевели в солянокислий розчин об'ємом 200 мл. Для проведення аналізу відібрали аліквоту 25,00 мл, розвели водою, долили 25,00 мл стандартного 0,0500 Н розчину ЕДТА і ацетатний буфер.

Розчин нагріли, після охолодження додали ацетон, індикатор дитизон і відтитрували надлишок ЕДТА 0,0500 Н розчином сульфату цинку до переходу забарвлення розчину із зеленого в рожеве. На титрування витратили 16,85 мл розчину сульфату цинку. Визначте масу і масову частку алюмінію в препараті.

13. При комплексонометричному визначенні заліза (III) прямим титруванням приготували 100 мл вихідного досліджуваного розчину. Для аналізу відібрали аліквоту 20,00 мл, долили 4 мл 2 М розчину HCl і 20 мл води. Розчин нагріли до 70–80°C, долили індикатор – 25%-ий розчин сульфосаліцилової кислоти і відтитрували стандартним 0,0250 Н розчином ЕДТА. На титрування витратили 18,50 мл розчину ЕДТА. Визначте масу заліза (III) в досліджуваному розчині. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

14. Для встановлення титру робочого розчину трилону Б взяли 1,3250 г висушеного карбонату кальцію і розчинили в мірній колбі на 250 мл. На титрування 25,00 мл цього розчину витратили 26,45 мл розчину трилону Б. Визначте титр робочого розчину за кальцієм і нормальність розчину трилону Б.

15. Розрахуйте концентрацію (мекв/л) магнію у воді, якщо при титруванні 100,00 мл води трилоном Б з хромогеном чорним до синього забарвлення витратилося 19,20 мл 0,1012 н розчину трилону Б.

16. Розрахуйте концентрацію (мекв/л) кальцію у воді, якщо при титруванні 100,00 мл води трилоном Б у присутності індикатора (якого?) витратилося 11,20 мл 0,1102 н розчину трилону.

17. Розрахуйте нормальну, молярну концентрацію і титр за свинцем (II) розчину, що містить в 1 л 8,4055 г безводного ЕДТА.

18. Розрахуйте величину наважки трилону Б, необхідну для приготування 200 см³ 0,02 н розчину.

19. Розрахуйте масу трилону Б, необхідну для приготування 250 мл 0,05 н розчину.
20. Яку наважку трилону Б необхідно взяти для приготування 2,5 л 0,1 н розчину.
21. Розрахуйте нормальність і титр трилону Б, якщо на титрування 25,00 мл його витрачено 24,45 мл 0,1100 н ZnSO_4 .
22. На титрування 20,00 мл розчину NiCl_2 витрачено 21,22 мл 0,0265 н трилону Б. Визначити концентрацію розчину солі нікелю (г/л).
23. Розрахуйте масову частку кальцію (%) в наважці 0,1052 г, якщо на її титрування після розчинення витрачено 12,24 мл 0,1 н розчину комплексону.
24. В мірній колбі на 100 мл розчинили 0,5100 г технічного MnSO_4 , до 10 мл цього розчину додали 25,00 мл 0,01036 н трилону Б. На титрування надлишку його витратили 15,94 мл 0,01049 н ZnSO_4 . Розрахуйте масову частку сульфату магнію в зразку (%).
25. До 20,00 мл 0,1000 н NiSO_4 додали 20,00 мл досліджуваного розчину NaCN . Розрахуйте нормальну концентрацію розчину, якщо на титрування надлишку сульфату нікелю витратили 10,24 мл 0,0500 н трилону Б.
26. Запропонуйте методику стандартизації 0,05 н розчину трилону Б за цинком металевим.
27. Розрахуйте нормальність розчину $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$, якщо на титрування наважки NaCl 0,0585 г витратили 20,00 мл цього розчину.
28. Розрахуйте нормальність розчину NaCl , 20,00 мл якого відтитрували 18,62 мл 0,1000 н $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$.
29. На титрування зразку води об'ємом 25,00 мл витрачено 10,30 мл 0,05 н розчину трилону Б. Розрахуйте твердість води.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА:

1. Аналітична хімія (якісний аналіз): Навчальний посібник / Г. О. Сирова, В. М. Петюніна, Л. В. Лук'янова, Т. С. Тішакова, О. В. Савельєва. Харків, 2019. 131 с.
2. Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу: Підручник / А. І. Габ, Д. Б. Шахін, В. В. Малишев. Университет "Україна", 2018. 396 с.
3. Аналітична хімія. Якісний аналіз: Навч.-метод. посіб. (ВНЗ III — IV р. а.). Рекомендовано вч. радою НМУ О. О. Богомольця / Рева Т. Д., Чихало О. М., Зайцева Г. М. та ін. К., 2017. 280 с.
4. Аналітична хімія: Навчально-методичний посібник для мед. ВНЗ I—III р.а. Схвалено МОЗ / Бойчук І.Д., Шляніна А. В., Гиріна Н. П., Туманова І. В. К., 2017. 88 с.
5. Аналітична хімія. Якісний аналіз: Навч.-метод. посіб. (ВНЗ III — IV р. а.). Рекомендовано вч. радою НМУ О.О. Богомольця / Рева Т. Д., Чихало О. М., Зайцева Г. М. та ін. К., 2017. — 280 с.
6. Медична хімія: Підручник для мед. ЗВО. — 4-те вид., випр. Затверджено МОН та МОЗ / В. О. Калібабчук, І. С. Чекман, В. І. Галинська та ін.; За ред. В. О. Калібабчук. — К., 2019. — 336 с.

Інтернет видання:

1. Загальноосвітня підготовка. Хімія. Інтернет-ресурси для вивчення хімії: веб-сайт URL:
<https://vpubud.lutsk.ua/news/15-17-32-17-03-2020/>
2. Освітні ресурси інтернету: веб-сайт URL:
<https://sites.google.com/site/osvitnires/osvita/navcalni-pred/himia>