

# КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПІДГОТОВКИ СТУДЕНТІВ

## I. Теоретичні основи аналітичної хімії.

### Тема 1.

#### Рівноваги в розчинах

1. Що таке аналітичні реакції? Назвіть області їх використання.
2. Сформулюйте вимоги до аналітичних реакцій.
3. Якими параметрами (величинами) характеризується чутливість реакцій? Дайте їх стисло характеристику.
4. Назвіть способи підвищення чутливості аналітичних реакцій.
5. Наведіть приклади підвищення селективності реакцій.
6. На чому ґрунтується поділ катіонів на аналітичні групи.
7. Як поділяють хімічні реакції за ознакою оборотності? Наведіть 2-3 приклади. Чим зумовлена незворотність реакції?
8. Що таке хімічна рівновага? В чому полягає принцип рухомої (динамічної) рівноваги Ле Шательє?
9. Як формулюється закон дії мас? Яке його застосування в аналітичній хімії.
10. Сформулюйте основні положення теорії електролітичної дисоціації.
11. Назвіть кількісні характеристики процесу дисоціації.
12. Що таке ступінь електролітичної дисоціації? Які фактори впливають на її величину?
13. Як пов'язаний ступінь дисоціації з концентрацією електроліту?
14. Що таке константа рівноваги хімічної реакції? Напишіть вираз для константи рівноваги.
15. Запишіть вираз для константи рівноваги реакції взаємодії гідроксиду натрію і сульфату феруму (III).
16. Границі застосування закону дії мас.
17. Як пов'язані термодинамічна, концентраційна та умовна константи рівноваги?
18. Що таке активність сильного електроліту й коефіцієнт активності? Яке його значення з точки зору термодинаміки?
19. Як пов'язані активність йону та його рівноважна концентрація?
20. Що таке йонна сила розчину? Як змінюється коефіцієнт активності в розведених розчинах електролітів із зміною йонної сили розчину?
21. Наведіть формули Дебая-Хюккеля та Девіса для обрахунку коефіцієнта активності електроліту залежно від йонної сили.
22. Що таке сольватація й гідратація йонів? Які умови сприяють більш сильній гідратації йонів?
23. Що таке асоціація йонів? Які умови сприяють асоціації йонів? Як впливає асоціація йонів на коефіцієнт активності?
24. Напишіть вираз константи дисоціації для сульфідної кислоти, ацетатної кислоти, водного розчину амоніаку. Знайдіть у довіднику числові значення констант.

## Тема 2. Кисотно-основні реакції.

1. Дайте визначення кислоти та основи згідно теорії Ареніуса. Наведіть приклади таких речовин.
2. Дайте визначення кислоти та основи згідно теорії Льюїса. Наведіть приклади таких речовин.
3. Дайте визначення кислоти та основи згідно теорії Бренстеда-Лоурі. Наведіть приклади таких речовин.
4. Назвіть переваги теорії Бренстеда-Лоурі перед класичною теорією Ареніуса.
5. Що таке спряжена кислотно-основна пара? Наведіть приклади.
6. Як за допомогою величин  $pK_a$  і  $pK_b$  можна оцінити силу кислот і основ?
7. В чому полягає нівелюючий ефект розчинника?
8. В чому полягає диференціюючий ефект розчинника?
9. Що таке амфоліти? Наведіть приклади амфолітів.
10. Що таке йонний добуток води? Напишіть математичний вираз у звичайній формі й системі зворотних логарифмів ( $pH$  і  $pOH$ ).
11. Що таке реакція автопротолізу? Що таке йони ліату та ліонію?
12. Якими величинами користуються для оцінки кислотності середовища?
13. Які суміші називають буферними розчинами? Наведіть приклади.
14. Що таке буферна ємність? Які фактори впливають на величину буферної ємності?
15. Наведіть приклади буферних систем і поясніть механізм їх дії.
16. Наведіть приклади використання буферних розчинів в якісному аналізі.
17. Як визначити концентрацію йонів  $[H^+]$  та  $pH$  у розчинах сильних кислот.
18. Як визначити концентрацію йонів  $[H^+]$  та  $pH$  у розчинах сильних основ.
19. Як визначити концентрацію йонів  $[H^+]$  та  $pH$  у розчинах слабких основ.
20. Як визначити концентрацію йонів  $[H^+]$  та  $pH$  у розчинах слабких основ.
21. Яке середовище в розчині, якщо: а)  $[H^+] = 9,1 \cdot 10^{-8}$  моль/дм<sup>3</sup>; б)  $pH = 2$ ; в)  $[OH^-] = 2,5 \cdot 10^{-2}$  моль/дм<sup>3</sup>; г)  $pOH = 11$ .
22. Як розраховують концентрацію йонів гідрогену з врахуванням йонної сили розчину?
23. Яку реакцію мають водні розчини наступних солей:  $FeCl_2$ ,  $CH_3COOK$ ,  $Bi(NO_3)_3$ ,  $CH_3COONH_4$ ,  $NH_4NO_3$ ,  $(NH_4)_2S$ ,  $NaNO_3$  ?
24. Вирахуйте  $pH$  розчину гідроксиду калію, якщо в 200 см<sup>3</sup> розчину міститься 1,4 г КОН.
25. Розрахуйте  $pH$  0,01 М розчину  $HCl$  без врахування йонної сили та з врахуванням йонної сили.
26. Вирахуйте  $pH$  розчину, в 1 дм<sup>3</sup> якого міститься 2,3 г амоніаку.
27. 20 см<sup>3</sup> 0,1 М розчину КОН розвели водою до об'єму 100 см<sup>3</sup>. Визначити  $pH$  отриманого розведеного розчину.

28. 20 см<sup>3</sup> 4% розчину HCl (густина 1,173 г/см<sup>3</sup>) розвели водою до 1 дм<sup>3</sup>.  
Вирахуйте [H<sup>+</sup>] і рН отриманого розчину?
29. Поясніть властивості буферних розчинів на прикладі дії сильної кислоти на ацетатний буферний розчин.
30. Поясніть механізм дії амонійного буферного розчину при взаємодії його компонентів із HCl і NaOH.
31. Поясніть механізм дії ацетатного буферного розчину при взаємодії його компонентів із HCl і NaOH.
32. Чи зміниться рН буферного розчину від розведення його водою в 10 раз?

#### **Тема 4. Окисно-відновні реакції.**

1. Які реакції відносять до окисно-відновних. Наведіть приклади.
2. Що називають окисно-відновним потенціалом. Як його визначають.
3. Запишіть рівняння Нернста і поясніть значення величин, що входять до нього.
4. В чому різниця між реальним, формальним та стандартним потенціалами.
5. Як можна за величиною стандартних окисно-відновних потенціалів визначити перебіг окисно-відновних реакцій?
6. Як впливає кислотність середовища на величину окисно-відновного потенціалу.
7. Запишіть формулу залежності потенціалу від рН для напівреакцій, що відбуваються за участю йонів гідрогену.
8. Запишіть формулу залежності потенціалу від рН для напівреакцій, що відбуваються за участю йонів гідроксиду.
9. Як впливає йонна сила розчину на величину окисно-відновного потенціалу.
10. Як за допомогою конкуруючої реакції осадження можна змінити величину окисно-відновного потенціалу.
11. Як за допомогою конкуруючої реакції комплексоутворення можна змінити величину окисно-відновного потенціалу.
12. Виведіть формулу для розрахунку константи рівноваги окисно-відновної реакції.
13. Перерахуйте важливіші речовини-окисники, що використовуються в аналітичній хімії.
14. Перерахуйте важливіші речовини-відновники, що використовуються в аналітичній хімії.

15. Напишіть приклади окисно-відновних реакцій, що пояснюють роль каталізаторів.
16. Наведіть приклад спряжених окисно-відновних реакцій. Вкажіть речовини, що виконують функції актора, акцептора, індуктора.
17. Обрахуйте потенціал системи  $\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-$  при рН 1.
18. Обрахуйте потенціал системи  $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$  при рН 2.
19. Обрахуйте потенціал системи  $\text{H}_2\text{AsO}_4^-/\text{HAsO}_2^-$  при рН 4.
20. Обрахуйте константу рівноваги окисно-відновної реакції:  $\text{Sn}^{2+} + 2\text{Fe}^{3+} = \text{Sn}^{4+} + 2\text{Fe}^{2+}$ , використавши величини відповідних стандартних потенціалів пар.
21. Обрахуйте константу рівноваги окисно-відновної реакції:  $\text{Ce}^{4+} + \text{Fe}^{2+} = \text{Ce}^{3+} + 2\text{Fe}^{3+}$ , використавши величини відповідних стандартних потенціалів пар.

## Тема 5.

### Комплексні сполуки в хімічному аналізі

1. Що таке комплексна сполука? Наведіть приклади комплексів.
2. В чому полягає відмінність комплексних сполук від подвійних солей.
3. Як класифікують комплексні сполуки в аналітичній хімії.
4. Назвіть основні типи комплексних сполук.
5. Наведіть приклади однорідно- та різнолігандних комплексів.
6. Наведіть приклади моно- та поліядерних комплексів.
7. Що таке координаційне число? Наведіть приклади комплексів із різним координаційним числом центрального йону.
8. Що таке дентатність ліганду? Наведіть приклади комплексів із різною дентатністю лігандів.
9. Наведіть приклади координаційно-насичених та координаційно-ненасичених комплексів.
10. Що таке хелат? Наведіть приклади хелатів.
11. Що таке внутрішньоконкомплексні сполуки? Наведіть приклади внутрішньоконкомплексних сполук.
12. Що таке йонні асоціати? Наведіть приклади йонних асоціатів.
13. В чому полягають основні переваги органічних реагентів?

## II. КІЛЬКІСНИЙ ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ

### Тема 1. Основи кількісного аналізу.

1. Сформулюйте основні завдання кількісного аналізу.
2. Вкажіть основні стадії кількісного визначення речовини .
3. Які методи кількісного хімічного аналізу ви знаєте? Чим відрізняються хімічні методи від фізичних та фізико-хімічних методів аналізу?
4. Вкажіть класифікацію методів кількісного хімічного аналізу. Ї
5. Дайте порівняльну характеристику титриметричного та гравіметричного методів, вкажіть їх переваги та недоліки.
6. Чим відрізняються макро-, напівмікро-, мікро- та ультрамікрометоди аналізу? Вкажіть переваги та недоліки.
7. Які вимоги ставляться до реакцій, що застосовуються в кількісному аналізі?
8. Які типи хімічних реакцій використовуються в хімічному аналізі?
9. Які є види аналізу за складністю?
- 10.Що таке аналітичний сигнал? Яку інформацію він несе?
- 11.Яким чином за величиною аналітичного сигналу визначають концентрацію речовини.
- 12.В чому полягає різниця між прямими та непрямими методами аналізу. Наведіть приклади.
- 13.В чому полягає різниця між методом наважок та методом аліквот. Порівняйте можливості цих двох методів.
- 14.Що таке паралельні визначення? Для чого їх проводять.
- 15.Які джерела похибок кількісних визначень?
- 16.Як оцінюють правильність результатів аналізу?

### Тема 2. Титриметричний (об'ємний) аналіз

1. В чому сутність титриметричного аналізу.
2. За яким принципом класифікують методи титриметричного аналізу?
3. Які способи титриметричних визначень ви знаєте?
4. Який посуд використовується в титриметричному аналізі і які вимоги ставляться до нього?
5. Як проводять калібрування мірного посуду.
6. Що таке “холостий дослід” та розчин-свідок, як вони допомагають підвищенню точності визначень?
7. Які розчини відносять до стандартних?
8. Що називають титром стандартного розчину. Як вираховують титр за визначуваною речовиною?
9. Як розрахувати молярну концентрацію еквіваленту й титр розчину, якщо відомі маса речовини (m) у даному об'ємі розчину (V)?
- 10.Який титр розчину NaOH, якщо в 50 см<sup>3</sup> розчину міститься 2,000 г NaOH?

11. Що таке точка еквівалентності та точка кінця титрування? В чому полягає відмінність між ними?
12. На які етапи поділяється процес титрування?
13. Як підбираються індикатори для встановлення кінця титрування?
14. Яке практичне застосування мають криві титрування?
15. Які є види індикаторних похибок?
16. Перерахуйте способи визначення точки еквівалентності.
17. Що таке стрибок титрування? Від яких факторів залежить величина стрибка титрування?
18. Які вимоги ставляться до вихідних речовин в титриметрії?
19. Чому рівний фактор еквівалентності дихромату калію в реакціях взаємодії: а) з хлоридом барію; б) із йодидом калію в кислому середовищі? Напишіть відповідні рівняння реакцій.
20. Як встановлюють титр методом піпетування і методом окремих наважок? Який з методів швидший? Який точніший?
21. Як готують розчини стандартів з фіксаналів?
22. Як встановити титр  $\text{HCl}$  за  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  і  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ?
23. Розрахуйте наважку (в г), необхідну для приготування  $250 \text{ cm}^3$   $0,1 \text{ M}$  розчину гідрокарбонату натрію.
24. Скільки розчину хлоридної кислоти (густина  $1,179 \text{ g/cm}^3$ ) потрібно взяти для приготування  $1 \text{ dm}^3$  розчину  $\text{HCl}$ , що має титр  $0,003646 \text{ g/cm}^3$ ?
25. Скільки потрібно взяти  $\text{KBrO}_3$  для приготування  $3 \text{ dm}^3$  розчину,  $1 \text{ cm}^3$  якого відповідатиме  $0,02 \text{ g}$  арсену?
26. При взаємодії  $20 \text{ cm}^3$  розчину  $\text{HCl}$  з нітратом аргентуму отримано  $0,5735 \text{ g}$  осаду. Визначте концентрацію розчину кислоти.

### Тема 3. Метод кислотно-основного титрування (нейтралізації)

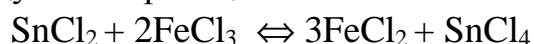
1. Сформулюйте сутність методу кислотно-основного титрування. Яка основна реакція методу?
2. Для визначення яких речовин застосовують метод кислотно-основного титрування?
3. Як підбирають індикатор при титруванні кислотами та основами?
4. Які теорія пояснюють зміну забарвлення індикаторів кислотно-основного титрування.
5. Що таке показник титрування індикатора? Які фактори впливають на показник титрування?
6. Напишіть рівняння для розрахунку інтервалу зміни забарвлення індикатора.
7. Напишіть рівняння таутомерних перетворень індикаторів метилового оранжевого та фенолфталеїну під впливом рН середовища.
8. Чи можна титрувати слабкими кислотами слабкі основи? Відповідь обґрунтуйте.

9. Розрахуйте та побудуйте криву титрування 0,1 М р-ну  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 М розчином  $\text{KOH}$ . Які індикатори можна застосувати у даному випадку?
10. Розрахуйте та побудуйте криву титрування 0,1 М р-ну  $\text{HCl}$  0,1 М розчином  $\text{KOH}$ . Які індикатори можна застосувати у даному випадку?
11. Розрахуйте та побудуйте криву титрування 0,1 М р-ну  $\text{HCl}$  0,1 М розчином  $\text{NH}_3$ . Які індикатори можна застосувати у даному випадку?
12. При якому рН розчину досягається точка еквівалентності при титруванні 0,2 М розчину  $\text{NH}_4\text{OH}$  0,2 М розчином  $\text{HCl}$ ?
13. Вирахувати індикаторну похибку при титруванні 0,1 М розчину  $\text{HCl}$  0,1 М розчином  $\text{NaOH}$  з індикатором фенолфталеїном?
14. В чому полягають особливості та переваги неводного титрування?
15. Як встановити титр розчину  $\text{HCl}$  ?
16. Як приготувати 600  $\text{cm}^3$  0,1 М розчину  $\text{HCl}$  з концентрованої  $\text{HCl}$  (густина 1,35)?
17. Як приготувати 0,1 М розчин  $\text{NaOH}$ , що не містить домішок карбонату?
18. Які індикатори слід застосувати при визначенні вмісту  $\text{H}_3\text{PO}_4$  титруванням до  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  і до  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ?
19. Як визначають вміст аміаку в амонійних солях за методом заміщення? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
20. Як визначають вміст аміаку в амонійних солях за методом залишків? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
21. На чому основані методи визначення карбонатів та гідрокарбонатів в суміші? Обґрунтуйте застосування індикаторів.
22. Обчислити титр і концентрацію розчину  $\text{HCl}$ , якщо на титрування 0,1907 г тетраборату натрію витрачається 10  $\text{cm}^3$  розчину  $\text{HCl}$ . (Відповідь:  $C = 0.1$  М,  $T = 0.003046$  г/ $\text{cm}^3$ .)
23. На нейтралізацію 0,5 г суміші, що складається з карбонату натрію та карбонату калію при титруванні з метилоранжем затрачено 40,3  $\text{cm}^3$  0,2 М розчину  $\text{HCl}$ . Розрахуйте, скільки карбонату натрію містить дана суміш ? (Відповідь: 37,52 %.)
24. Із 100  $\text{cm}^3$  розчину хлориду натрію відібрали 10  $\text{cm}^3$  і пропустили через колонку з катіонітом КУ-2 в Н-формі. На титрування фільтрату витратили 5,05  $\text{cm}^3$  розчину їдкового натру з  $T_{\text{NaOH/NaCl}} = 0.005844$  г/ $\text{cm}^3$ . Скільки хлориду натрію містилося у колбі? (Відповідь: 0,2951 г.)
25. Наважку сплаву 0,5412 г розчинили в кислоті, цинк з розчину осадилі гідрофосфатом натрію в присутності аміачного буферу. Осад відфільтрували, промили й розчинили в 50  $\text{cm}^3$  0,1 М розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , а надлишок кислоти відтитрували з фенолфталеїном 15,85  $\text{cm}^3$  0,12 М розчину  $\text{NaOH}$ . Визначте масову частку цинку у сплаві. (Відповідь: 25,34 %).

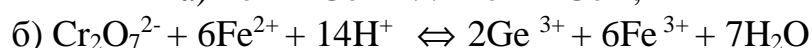
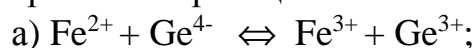
#### **Тема 4. Методи окислення-відновлення (редоксиметрія)**

1. Що таке редокс-потенціал? В чому полягає різниця між стандартним, реальним та формальним потенціалом?

2. Користуючись таблицею окисно-відновних потенціалів, визначити, в якому напрямку підуть такі реакції :



3. Як залежить величина редокс-потенціалу від співвідношення концентрацій окисленої та відновленої форм та від температури?  
4. В яких випадках і як залежить величина потенціалу від концентрацій іонів гідрогену?  
5. Як зміниться редокс-потенціал пари  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$  якщо в розчин ввести в надлишку  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ?  
6. Розрахуйте константи рівноваги реакцій:



7. В чому полягає сутність перманганометрії? Напишіть рівняння основних реакцій.  
8. Як стандартизують розчин перманганату?  
9. В чому полягає сутність йодометрії? Напишіть рівняння основних реакцій.  
10. Який робочий розчин використовують в йодометрії? Як його стандартизують?  
11. В чому полягає сутність хроматометрії? Напишіть рівняння основних реакцій.  
12. Порівняйте можливості перманганометричного та хроматометричного методів визначення феруму.  
13. Як підбирають індикатори в хроматометрії.  
14. В чому полягає сутність броматометрії? Напишіть рівняння основних реакцій.  
15. Яким типом індикаторів користуються в методі броматометрії.  
16. Як вирахувати інтервал зміни забарвлення та показник титрування окисно-відновних індикаторів.  
17. На прикладі дифеніламіну поясніть зміну забарвлення окисно-відновних індикаторів.  
18. Концентрація розчину перманганату дорівнює 0,02200 М. Чому рівний його титр: а) по безводній оксалатній кислоті; б) по феруму; в) по  $\text{H}_2\text{O}_2$ ?  
19. Розрахуйте редокс-потенціал в точці еквівалентності при перманганометричному титруванні 0,05 М розчину  $\text{FeSO}_4$  0,05 М розчином  $\text{KMnO}_4$  в присутності  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $[\text{H}^+] = 1$  моль/дм<sup>3</sup>).  
20. Що таке індуковані (спряжені) реакції? Яка спряжена реакція протікає при окисненні  $\text{KMnO}_4$  йону  $\text{Fe}^{2+}$  в середовищі  $\text{HCl}$ ?  
21. Які способи визначення точки еквівалентності в редокс-методах Вам відомі?  
22. Які групи індикаторів застосовуються в редокс-методах? Чому розчином  $\text{KMnO}_4$  можна титрувати без індикатора?

23. Визначте масу еквіваленту  $\text{KMnO}_4$  в кислому, нейтральному та сильно лужному середовищах. Чому перманганатометричне титрування краще проводити в кислому середовищі, ніж у лужному або нейтральному?
24. Поясніть, чому перші краплі перманганату при титруванні оксалатів знебарвлюються повільно, а далі це знебарвлення відбувається миттєво? Які фактори впливають на швидкість реакції в перманганатометрії?
25. Які стандартні та допоміжні розчини застосовуються в йодометрії? Які причини зумовлюють нестійкість розчинів йоду та тіосульфату?
26. Як готують та зберігають розчини тіосульфату та йоду?
27. Запишіть рівняння реакції взаємодії йоду з натрію тіосульфатом.
28. Чому при стандартизації розчину тіосульфату натрію по біхромату калію беруть у надлишку  $\text{KI}$ ? Визначте масу еквіваленту тіосульфату натрію в його реакції з йодом?
29. Обрахуйте концентрацію розчину йоду, якщо на титрування  $40 \text{ см}^3$  затрачено  $24,68 \text{ см}^3$  розчину  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , що має титр  $0,02475$ .
30. Як йодометрично визначають окисники, наприклад, бромати, хлор.
31. Як йодометрично визначають відновники – сульфід натрію, сірководень?
32. Як йодометрично визначити кислоти? Напишіть рівняння реакцій, складіть схему розрахунків результатів аналізу.
33. Розрахуйте масу еквіваленту  $\text{KIO}_3$  при йодометричному визначенні.
34. Як йодометрично визначають купрум?
35. Скільки арсену було в розчині арсеніту, якщо на титрування його пішло  $18,40 \text{ см}^3$   $0,1050 \text{ M}$  розчину йоду?
36. Які переваги та недоліки має хроматометричний метод? Як визначають точку еквівалентності при титруванні?
37. Як визначається концентрація бромату в броматометрії? Як встановлюють точку еквівалентності?
38. Яка повинна бути наважка руди, що містить біля 50% заліза, щоб після розчинення її на відновлення феруму (III) до феруму (II) витрачалося не більше  $25 \text{ см}^3$   $0,1 \text{ M}$  розчину перманганату?
39. Наважку  $0,5 \text{ г}$  гематиту, що містить 69,96% заліза, розчинили в кислотах, отриманий розчин, розчинили в мірній колбі на  $250 \text{ см}^3$ . Який об'єм  $0,1215 \text{ M}$   $\text{KMnO}_4$  потрібно на титрування феруму (III), відновлених до феруму (II), в  $100 \text{ см}^3$  цього розчину?
40. На наважку  $0,1065 \text{ г}$  йоду затрачено  $42,07 \text{ см}^3$  розчину тіосульфату натрію. Обрахуйте титр цього розчину.
41. Наважка  $0,6813 \text{ г}$  біхромату калію розчинена в  $300 \text{ см}^3$  води. Який об'єм цього розчину слід взяти, щоб після додавання до нього надлишку йодиду калію на титрування затратилося  $23,16 \text{ см}^3$   $0,1 \text{ M}$  розчину тіосульфату?