

Міністерство охорони здоров'я України
Одеський національний медичний університет
Фармацевтичний факультет
Кафедра фармацевтичної хімії

Христина ГОЛУБЧИК
Ірина ЛИТВИНЧУК

Зошит для практичних та лабораторних занять студентів фармацевтичного факультету денної форми навчання з аналітичної хімії



Одеса 2022

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ

ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ. АНАЛІЗ ГРУП КАТІОНІВ ЗА КИСЛОТНО-ОСНОВНОЮ КЛАСИФІКАЦІЄЮ ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Лабораторна робота № 1. Тема: «Аналіз катіонів I аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

Лабораторна робота № 2. Тема: «Аналіз катіонів II аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

Лабораторна робота № 3. Тема: «Аналіз катіонів III аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

Лабораторна робота № 4. Тема: «Аналіз катіонів IV аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

Лабораторна робота № 5. Тема: «Аналіз катіонів V аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

Лабораторна робота № 6. Тема: «Аналіз катіонів VI аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

Лабораторна робота № 7. Тема: «Аналіз аніонів II та III аналітичної групи»

Лабораторна робота № 8. Тема: «Приготування розчину натрію тетраборату. Стандартизація хлоридної кислоти за натрієм тетраборатом»

Лабораторна робота № 9. Тема: «Визначення масової частки (%) натрію карбонату і натрію гідрогенкарбонату в суміші»

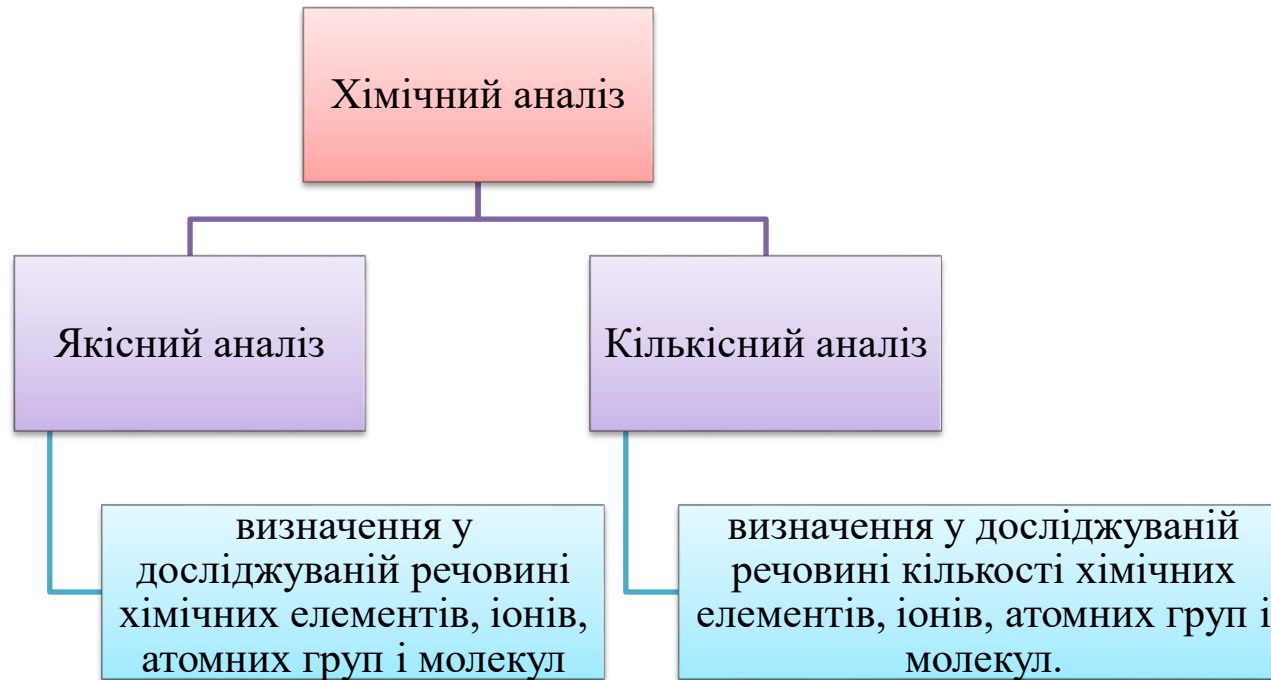
Лабораторна робота № 10. Тема: «Стандартизація тіосульфату натрію за калію дихроматом»

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ

Аналітична хімія — наука про методи та засоби хімічного аналізу.

Хімічний аналіз — сукупність дій, у результаті яких отримують інформацію про хімічний склад об'єкта. Засоби хімічного аналізу — реактиви, стандарти, прилади, зразки тощо.



Метод аналізу — універсальний і теоретично обґрунтований спосіб визначення складу, в основу якого покладений зв'язок між складом і властивістю, яка визначається.

Класифікація методів аналітичної хімії:

- Хімічний – метод аналізу, що базується на використанні хімічних реакцій досліджуваних речовин.
- Фізичний – метод аналізу, що базується на вимірюванні фізичних характеристик, зумовлених хімічною індивідуальністю речовин.
- Фізико-хімічний – метод аналізу, заснований на вимірюванні фізичних величин, зміна яких зумовлена хімічними реакціями.

Методика аналізу – застосування методу аналізу до конкретного визначуваного об'єкта з докладним описом усіх аналітичних операцій.

Методика аналізу може включати наступні етапи:



Аналітичні реакції – реакції, що застосовуються в якісному аналізі і базуються на перетворенні досліджуваної речовини внаслідок взаємодії з аналітичним реагентом з утворенням продуктів із характерними аналітичними ознаками (ефектами) (утворення осадів, забарвлених сполук, розчинення осадів, виділення газів, утворення кристалів характерної форми, поява або гасіння люмінесценції, забарвлення полум'я газового пальника тощо).

Реакція, яка використовується в якісному аналізі, повинна задовольняти наступним вимогам:

- перебігати швидко, практично миттєво;
- супроводжуватись зовнішнім ефектом: утворення характерного осаду, газу або появою забарвлення;
- бути практично необоротною, тобто перебігати переважно в одному напрямку;
- бути якомога більш специфічною і відрізнятись високою чутливістю.

Кількісно чутливість реакції визначається відкриваним мінімумом (межею визначення), мінімальною (граничною) концентрацією ($C_{\text{мін}}$) і граничним розведенням.

Межа виявлення (m_{\min} або C_{\min}) – найменша маса або концентрація речовини, яку із заданою довірчою ймовірністю можна відрізнити від сигналу контрольного дослідження.

Мінімальна (гранична) концентрація (C_{\min}) – найменша концентрація іонів або речовини, при якій дана реакція ще дозволяє виявляти їх у малому об'ємі розчину (0,01-0,03 см³).

$$C_{\min} = \frac{1}{V}, \text{ г/см}^3$$

де V – об'єм розчинника, см³, який приходить на 1 г речовини або іонів, що визначаються.

Граничне розведення (W) – показник, що є зворотним до мінімальної концентрації

$$W = \frac{1}{C_{\min}}, \text{ см}^3 / \text{г}$$

Взаємозв'язок між цими показниками визначається наступним чином:

$$m = C_{\min} \cdot V_{\min} \cdot 10^6,$$

$$W = \frac{1}{C_{\min}},$$

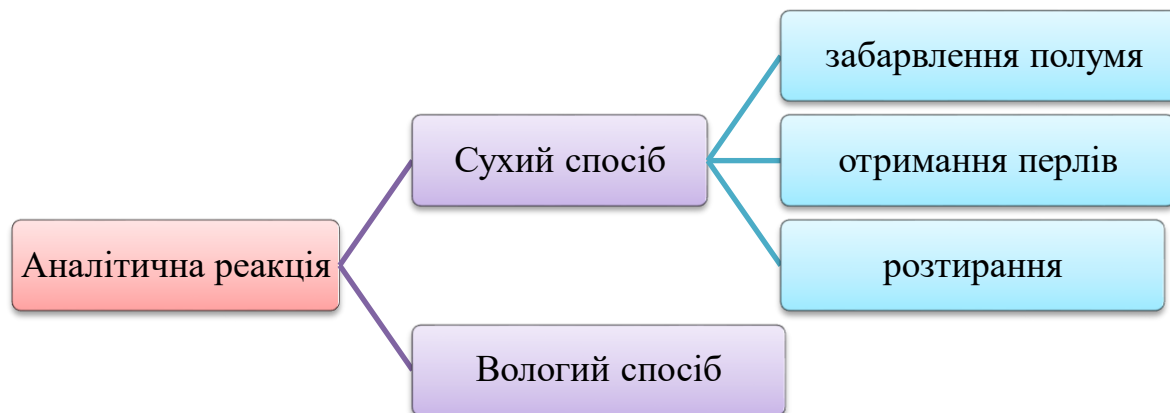
$$m = \frac{1}{W} \cdot V_{\min} \cdot 10^6,$$

де: m — відкриваємий мінімум, мкг;

C_{\min} — гранична концентрація, г/см³;

W — граничне розведення;

V_{\min} — мінімальний об'єм розчину, необхідний для визначення досліджуваних іонів, см³.



Розрізняють специфічні (характерні) аналітичні реакції та реагенти, а також селективні (вибіркові) і групові.

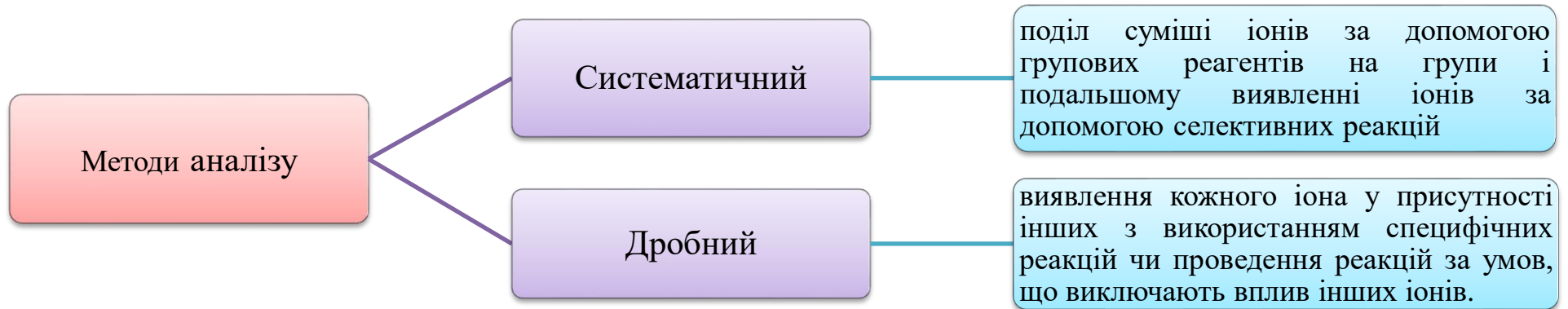
Специфічні реакції – реакції, що дозволяють виявити ту чи іншу речовину (іон) у присутності інших речовин (іонів).

Селективні (вибіркові) реакції – це аналітичні реакції реактиву з обмеженим числом іонів. Чим менше число іонів, які вступають в реакцію з даним реактивом, тим більш селективною або вибірковою є дана реакція і реактив.

Групові реакції – це аналітичні реакції реактиву з певною групою іонів, що дозволяють відокремити цю групу від інших іонів.

Групові реагенти повинні відповідати певним вимогам:

- кількісно розділяти іони за їх аналітичними групами (залишкова концентрація в розчині не повинна перевищувати 10^{-6} моль/л);
- надлишок групового реагенту не повинен заважати виявленню іонів, що залишаються в досліджуваній пробі;
- отриманий осад повинен легко розчинятися у певних реагентах щодо подальшого аналізу.



Зазвичай виявлення іонів дробовим методом проводять за наступною схемою - спочатку усувають вплив іонів, що заважають, потім виявляють шуканий іон за допомогою селективної реакції.

Ситуаційні задачі **Приклади розв'язання задач**

Приклад1. Граничне розведення мікрокристалоскопічної реакції іону калію з гексанітритокупратом (II) натрію свинцю складає 1:66000. Для виконання реакції було взято об'єм розчину $0,03 \text{ см}^3$. Розрахуйте відкриваємий мінімум даної реакції.

Розв'язання. Між відкриваємим мінімумом, граничним розведенням, і об'ємом розчину, який було взято для реакції, існує співвідношення:

$$m = C_{\min} \cdot V_{\min} \cdot 10^6,$$

$$W = \frac{1}{C_{\min}},$$

$$m = \frac{1}{W} \cdot V_{\min} \cdot 10^6,$$

де: m — відкриваємий мінімум, мкг ;

C_{\min} — гранична концентрація, г/см^3 ;

W — граничне розведення;

V_{\min} — мінімальний об'єм розчину, необхідний для визначення досліджуваних іонів, см^3 .

$$m = \frac{1}{66000} \cdot 0,03 \cdot 10^6 = 4,54 \text{ мкг}$$

Відповідь: $m = 4,54 \text{ мкг}$.

Приклад 2. В 500 см^3 розчину міститься 1 г заліза. Встановлено, що при розведенні цього розчину в 20 раз можна визначити іони Fe^{3+} амонієм тіоціанатом в одній його краплі об'ємом $0,02 \text{ см}^3$. Визначити чутливість реакції іонів Fe(III) з амонієм тіоціанатом.

Розв'язання. $\text{Fe}^{3+} + 3\text{SCN}^- \rightarrow [\text{Fe(SCN)}_3]$

Мінімальна концентрація буде:

$$C_{\min} = \frac{1}{500 \cdot 20} = 1 : 10000 (\text{г} / \text{см}^3)$$

Звідси, граничне розведення:

$$W = \frac{1}{C_{\min}} = 10000 (\text{см}^3 / \text{г})$$

Визначаємо відкриваємий мінімум:

$$m = C_{\min} \cdot V_{\min} \cdot 10^6 = 10000 \text{ г/см}^3 \cdot 0,02 \text{ см}^3 \cdot 10^6 \text{ мкг/г} = 0,02 \text{ мкг}$$

Відповідь: $m = 0,02 \text{ мкг}$.

Приклад 3. Відкриваємий мінімум іонів кальцію (II) дією сульфат-іонів дорівнює $0,04 \text{ мкг}$. Граничне розведення розчину дорівнює $1250000 \text{ см}^3/\text{г}$. Розрахувати мінімальний об'єм досліджуваного розчину.

Розв'язок: Взаємозв'язок між параметрами чутливості:

$$m = C_{\min} \cdot V_{\min} \cdot 10^6 = \frac{V_{\min} \cdot 10^6}{W}$$

де m — відкриваємий мінімум, $мкг$;

C_{\min} - гранична (мінімальна концентрація), $г/см^3$;

W -граничне розведення;

V_{\min} - мінімальний об'єм розчину, необхідний для визначення досліджуваних йонів, $см^3$.

Знаходимо:

$$V_{\min} = \frac{m \cdot W}{10^6} = \frac{0,04 \cdot 1250000}{10^6} = 0,05(см^3)$$

Відповідь: $V_{\min} = 0,05см^3$.

Завдання для самостійного розв'язування

1. Чутливість хімічних реакцій. Як позначається i в яких одиницях виражається відкриваємий мінімум хімічної реакції? Гранична концентрація відкриття йону Al^{3+} при мікрочастинковому відкритті рівно 1500000 $см^3/г$. Мінімальний об'єм розчину, необхідний для відкриття йонів Al^{3+} , дорівнює $0,06$ $см^3$. Розрахуйте відкриваємий мінімум.
2. Чутливість та специфічність реакцій. Розрахунки величин, які характеризують чутливість реакцій. Навести приклади.
3. Аналітичні реакції та вимоги до них. Способи проведення хімічних реакцій в аналізі. Специфічні та групові реакції. Навести приклади.

4. Умови виконання та чутливість аналітичних реакцій. Як позначається і в яких одиницях виражається гранична концентрація? Гранична концентрація при осадженні Hg^{2+} -іона у вигляді $\text{Hg}[\text{Co}(\text{SCN})_4]$ становить $1:50000 \text{ г/см}^3$. Мінімальний об'єм розчину $0,002 \text{ см}^3$. Обчислити відкриваємий мінімум.
5. Чутливість хімічних реакцій. Кількісні характеристики чутливості реакцій. Що характеризує величина, обернена граничній концентрації? Гранична концентрація ClO_3^- -іона за реакцією з нітроном ($\text{C}_{20}\text{H}_{16}\text{N}_4$) становить $1:1000 \text{ г/см}^3$. Розрахуйте нормальну концентрацію розчину KClO_3 при данній граничній концентрації.
6. Чутливість хімічних реакцій. Кількісні характеристики чутливості реакцій. Як позначається і в яких одиницях виражається граничне розведення розчину?
7. Гранична концентрація йонів свинцю в реакції відкриття його з йодидом калію дорівнює $1,4 \cdot 10^{-6} \text{ г/см}^3$. Реакція зберігає специфічність в присутності йонів міді (II) в допустимій концентрації, що не перевищує $3,5 \cdot 10^{-5} \text{ г/см}^3$. Розрахуйте граничне відношення концентрацій йонів в реакції, що протікає при біохімічному аналізі.
8. При якому вмісті (г/см^3) йонів кобальту можливе відкриття йонів нікелю дією диметилглюксима, якщо граничне розведення йонів нікелю в розчині дорівнює 400000 мг/дм^3 , а граничне відношення йонів нікелю і кобальту в водній витяжці золи рослин дорівнює $1:5000$?
9. Поняття про дробний та систематичний аналіз. Групові реактиви, вимоги до групового реагенту.
10. Чутливість хімічних реакцій. Кількісні характеристики чутливості реакцій. Зв'язок між ними. Розрахувати мінімальний об'єм розчину, якщо відкриваємий мінімум $0,3 \text{ мкг}$, а граничне розведення 1000 см^3 .
11. Способи підвищення чутливості та специфічності якісних реакцій. Навести приклади. Розрахувати граничне розведення, якщо відкриваємий мінімум $0,4 \text{ мкг}$ в $0,05 \text{ см}^3$ розчину.
12. Як позначається і в яких одиницях виражається відкриваємий мінімум хімічної реакції? Мікрокристалоскопічна реакція відкриття йонів барію з розчином сірчаної кислоти можлива з розчином об'ємом $0,001 \text{ см}^3$. Граничне розведення дорівнює $20000 \text{ см}^3/\text{г}$. Розрахуйте відкриваємий мінімум.
13. Що характеризує величина, обернена граничній концентрації? Граничне розведення йонів кальцію в розчині дорівнює $50000 \text{ см}^3/\text{г}$. Мінімальний об'єм розчину, необхідний для відкриття йонів кальцію дією оксалату амонію, дорівнює $0,03 \text{ см}^3$. Розрахуйте відкриваємий мінімум.

14. Як позначається і в яких одиницях виражається гранична концентрація? Мікрокристалоскопічна реакція Cu^{+2} з утворенням $\text{K}_2\text{Pb}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]$ характеризується відкриваємим мінімумом 0,03 мкг Cu^{+2} в краплі об'ємом 0,001 cm^3 . Розрахуйте граничну концентрацію.
15. Як позначається і в яких одиницях виражається граничне розведення розчину? Відкриваємий мінімум йонів Cu^{+2} в розчині об'ємом 0,05 cm^3 складає 0,2 мкг. Розрахуйте граничне розведення розчину.
16. Якою формулою виражається взаємозв'язок між показниками чутливості аналітичної реакції? Відкриваємий мінімум реакції Ni^{+2} з диметилглюксимом дорівнює 0,16 мкг, граничне розведення складає 300000 $\text{cm}^3/\text{г}$. Розрахуйте мінімальний об'єм.
17. Відкриваємий мінімум йонів срібла соляною кислотою дорівнює 0,1 мкг. Граничне розведення розчину дорівнює 10000 $\text{cm}^3/\text{г}$. Розрахуйте мінімальний об'єм досліджуваного розчину.
18. В мірній колбі ємністю 1 dm^3 розчинили наважку нітрату срібла масою 1,57 г. Знайдено, що при розведенні цього розчину в 25 разів, можна виявити йон Ag^+ з хроматом калію. При більш сильному розведенні реакція стає ненадійною. Визначте відкриваємий мінімум і граничне розведення для цієї реакції, якщо вона проходить з краплиною розчину об'ємом 0,02 cm^3 .
19. Гранична концентрація йону Ni^{+2} з диметилглюксимом складає 1:500000 $\text{г}/\text{cm}^3$. Розрахуйте відкриваємий мінімум, якщо відомо, що реакція може відбуватися з краплиною розчину об'ємом 0,001 cm^3 .
20. В 1 dm^3 води розчинили 1,7 г хлориду кадмію. Чи буде спостерігатися реакція на катіон Cd^{+2} з уротропіном в присутності роданіду амонію, якщо гранична концентрація складає 1:1000 $\text{г}/\text{cm}^3$?
21. Гранична концентрація йону калію в розчині для реакції з гідротартратом натрію $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ дорівнює 1:1000 $\text{г}/\text{cm}^3$. Яку наважку нітрату калію треба взяти для приготування 1 dm^3 цього розчину?
22. Відкриваємий мінімум реакції йону калію з кобальтнітридом натрію $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ складає 0,12 мкг. Гранична концентрація розчину дорівнює 1:8000 $\text{г}/\text{cm}^3$. Розрахуйте мінімальний об'єм.
23. Для визначення чутливості реакції на йон Pb^{2+} з йодидом калію приготовлено розчин нітрату свинцю, що містить 1 г Pb^{2+} на 1 dm^3 . Було встановлено, що при розведенні цього розчину в 14 разів, реакція відбувається. Визначте

відкриваємий мінімум і граничне розведення для цієї реакції при умові, що вона проходить з краплиною річиною об'ємом $9,8 \cdot 10^{-4}$ см³.

24. Гранична концентрація йонів кальцію в реакції з оксалатом амонію дорівнює $1:20000$ г/см³. Мінімальний об'єм досліджуваного розчину дорівнює $1 \cdot 10^{-3}$ см³. Розрахуйте відкриваємий мінімум йонів кальцію в даній реакції.
25. Визначити граничне розведення мікророскопічної реакції на іон Mg^{2+} , яка оснований на одержанні кристалів $MgNH_4PO_4$, якщо відкриваємий мінімум $1,2 \cdot 10^{-5}$ г, а об'єм розчину взятий для реакції $0,05$ см³.
26. Вимоги до аналітичних реакцій. Специфічність, чутливість, відтворюваність реакцій. Способи підвищення чутливості реакцій. Маскування та демаскування йонів. Відкриваємий мінімум йонів Ca^{2+} (при взаємодії з сульфатною кислотою) в розчині об'ємом $0,01$ см³ складає $4 \cdot 10^{-3}$ г. Розрахуйте граничне розведення розчину.
27. Відкриваємий мінімум йонів вісмуту з β -нафтіламіном складає 1 мкг. Мінімальний об'єм розчину солі вісмуту дорівнює $0,001$ см³. Розрахувати граничну концентрацію і граничне розведення досліджуваного розчину.
28. Реакція на катіон кадмію з тетрародано-(II)-меркуратором амонію $(NH_4)_2[Hg(CNS)_4]$ проходить з розчином в $1 \cdot 10^{-3}$ см³. Граничне розведення дорівнює 1000 см³/г. Розрахувати відкриваємий мінімум.
29. Гранична концентрація відкриття йону Co^{2+} з пікриновою кислотою складає $1:6500$ г/см³, відкриваємий мінімум $0,3$ мкг. Визначити мінімальний об'єм.
30. Обчислити відкриваємий мінімум NH_4^+ -іона з реактивом Несслера, якщо для визначення необхідно 5 см³ розчину, а граничне розведення розчину амоній-іона дорівнює $2 \cdot 10^7$ см³/г.

ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ
АНАЛІЗ ГРУП КАТІОНІВ ЗА КИСЛОТНО-ОСНОВНОЮ КЛАСИФІКАЦІЄЮ

№ групи	Катіони	Груповий реагент	Аналітичний ефект
I	Na ⁺ , K ⁺ , NH ₄ ⁺	відсутній	-
II	Ag ⁺ , Pb ²⁺ , Hg ₂ ²⁺	2М розчин HCl	білі осад
III	Ca ²⁺ , Sr ²⁺ , Ba ²⁺	1М розчин H ₂ SO ₄ + C ₂ H ₅ OH	білі осад, не розчинні в кислотах та лугах
IV	Al ³⁺ , Zn ²⁺ , Cr ³⁺ As(III), As(V), Sn(II), Sn(IV)	6М розчин NaOH + 3% розчин H ₂ O ₂	осад, розчинні в надлишку групового реагенту
V	Mg ²⁺ , Mn ²⁺ , Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Bi ³⁺ , Sb ³⁺ , Sb(V)	25 % розчин NH ₄ OH (NH ₃ ·H ₂ O)	осад, не розчинні в надлишку групового реагенту
VI	Cu ²⁺ , Hg ²⁺ , Co ²⁺ , Cd ²⁺ , Ni ²⁺	25 % розчин NH ₄ OH (NH ₃ ·H ₂ O)	осад, розчинні в надлишку групового реагенту

Техніка безпеки при виконанні лабораторної роботи

1. Досліди потрібно проводити лише в чистому посуді. Після закінчення експериментів посуд потрібно відразу вимити.
2. Під час роботи слід бути дуже обережним та акуратним, слідкувати, щоб речовини не потрапили на одяг, шкіру, а також в очі.
3. Недопустимо перевіряти речовини чи розчини на смак. Нюхати речовини можна, обережно направляючи на себе пар або газ легким рухом руки.
4. На посуді, в якому зберігаються речовини або розчини, повинні обов'язково бути етикетки з назвою речовини або з складом розчину. Якщо етикетка відсутня або пошкоджена речовину не використовують.
5. Під час нагрівання рідких і твердих речовин в пробірках і колбах не можна направляти їх отвір на себе чи сусіда. Заглядати при цьому зверху в отвір пробірки заборонено.
6. Усі реакції, що супроводжуються виділенням газу (випарювання, кип'ятіння), а також робот из летючими речовинами або речовинами, що мають сильний запах, працювати тільки у витяжній шафі.
7. При опіках кислотами необхідно відразу ж промити уражене місце проточною водою, потім 5% розчином гідрокарбонату натрію
8. При опіках лугами необхідно відразу ж промити уражене місце проточною водою, потім 3% розчином борної або оцтової кислоти.
9. При попаданні кислоти або лугу в очі потрібно швидко промити невеликим струменем води з-під крану протягом 3-5 хвилин. Після цього треба звернутися до лікаря.
10. Забороняється працювати в лабораторії у відсутність викладача чи лаборанта.
11. Забороняється проводити реакції окрім тих, методики яких вказано у лабораторному зошиті.
12. Після закінчення роботи впорядкувати своє робоче місце і вимити руки з милом.

З правилами техніки безпеки ознайомлений(а) і зобов'язуюсь їх виконувати _____ /підпис студента/

Лабораторна робота № 1**Тема:** «Аналіз катіонів I аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

2. Контрольні питання:

1. Чому катіони I аналітичної групи не мають групового реагенту?
2. Яка з реакцій відкриття NH_4^+ - катіонів більш специфічна? Відповідь обґрунтуйте.
3. Чому NH_4^+ - катіони необхідно вилучати при аналізі суміші катіонів I групи?
4. Умови виявлення іонів K^+ реакцією з гідротартратом натрію. Відповідь обґрунтуйте.
5. Умови виявлення іонів K^+ реакцією з $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$. Відповідь обґрунтуйте.
6. Умови виявлення іонів Na^+ реакцією з $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$. Відповідь обґрунтуйте.
7. Чому визначенню NH_4^+ - катіонів не заважають іони K^+ та Na^+ ?

3. Хід роботи

№ з/п	Методика виконання реакцій ідентифікації на йони	Спостереження	Йоннерівняння
Реакції K^+-йонів			
1	До розчину винної кислоти або гідротартрату натрію додати 3 краплі розчину ацетату натрію і 2 краплі солікалію . Пробірку охолодити під цівкою холодної води, потираючи внутрішні стінки пробірки скляною паличкою.		

2	До 2 крапель розчину солі калію додати розчин гексанітрокобальтату(III) натрію . Перевірити розчинність утвореного осаду у розчинах HCl і NaOH.		
3	У безбарвне полум'я вносять солі катіону K ⁺		
Реакції Na⁺-йонів			
4	До 2 крапель солі натрію додати 3 краплі розчину гексагідроксастибіату калію . Пробірку охолодити, одночасно протираючи внутрішні її стінки скляною паличкою.		
5	У безбарвне полум'я вносять солі катіону Na ⁺		
Реакції NH₄⁺-йонів			
6	До 1 краплі розчину солі амонію додати 3 краплі реактиву Несслера (тетрайодомеркурата(II) калію) . До утвореного осаду додати надлишок солі амонію і спостерігати його розчинення.		
7	До 2 крапель розчину солі амонію додати 4 краплі розчину гідроксиду натрію так,		

<p>щоб він не торкався стінок пробірки. Над отвором пробірки тримати вологий червоний лакмусовий папірець, а пробірку нагрівати на водяній бані.</p>		
---	--	--

Робота виконана/не виконана _____ /підпис викладача/

Тестові завдання за темою: «Аналіз катіонів I аналітичної групикисотно-основної класифікації»

1. Який катіон перебувають у розчині, якщо при нагріванні з лугом виділяється газ із різким запахом?
 - A. *Амонію
 - B. Срібла(I)
 - C. Ртуті(II)
 - D. Ртуті(I)
 - E. Свинцю(II)
2. Аналізований розчин містить катіони натрію та амонію. Вкажіть реагент, що дозволяє виявити в розчині катіони натрію:
 - A. Цинкуранілацетат
 - B. Калія оксалат
 - C. Калію тетраїодомеркурат (II)
 - D. Калія гідротартрат
 - E. Калія бензоат
3. Досліджуваний розчин містить катіони калію та амонію. Вкажіть реагент, що дозволяє виявити в цьому розчині катіони амонію.
 - A. Калію тетраїодомеркурат (II)
 - B. Натрію хлорид
 - C. Натрію ацетат
 - D. Калію гексацианоферат (II)
 - E. Цинкуранілацетат

4. В лабораторії необхідно ідентифікувати катіон амонію. Можна використати розчин:
- A. Калію хромату
 - B. Реактива Несслера
 - C. Цинкауранілацетата
 - D. Реактива Чугаєва
 - E. Натрію сульфату
5. Яка з наведених реакцій визначення катіонів амонію є специфічною?
- A. Реакція з калію гексагідроксостибатом
 - B. Реакція з натрію гексанітрокобальтом (III)
 - C. Реакція з гідроксидами лужних металів при нагріванні
 - D. Реакція з калію тетраодогідраргіратом (II) в лужному середовищі
 - E. Реакція з натрію гексанітрокобальтом (III) в кислому середовищі
6. При дії на аналізуємий розчин лугу при нагріванні виділяється газ, що змінює забарвлення червоного вологого лакмусового папірця на синій. Це свідчить про присутність в розчині:
- A. йонів свинцю
 - B. йонів бісмуту
 - C. хлорид - іонів
 - D. йонів амонію
 - E. карбонат - іонів
7. Сухий залишок, отриманий після упарювання розчину, що аналізується, забарвлює безбарвне полум'я пальника в жовтий колір, а при розгляданні через синє скло - в фіолетовий. Які катіони знаходилися в сухому залишку?
- A. Ca^{2+} , K^+
 - B. Na^+ , Sr^{2+}
 - C. Li^+ , Ba^{2+}
 - D. Na^+ , Ca^{2+}
 - E. Na^+ , K^+
8. Який аналітичний ефект спостерігається при визначенні катіона калію розчином натрій гексанітрокобальтату (III)?
- A. Жовтий кристалічний осад
 - B. Білий кристалічний осад
 - C. Жовте забарвлення розчину
 - D. Чорний кристалічний осад
 - E. Червоний кристалічний осад
9. До I аналітичної групи катіонів кислотного-основної класифікації відносяться катіони:
- A. кальцію, стронцію, барію
 - B. срібла, свинцю, нікелю
 - C. алюмінію, магнію, цинку
 - D. калію, барію, бісмуту

- Е. натрію, калію, амонію
10. Чому катіони I аналітичної групи (кислотна - основна класифікація) не мають групового реагенту?
- А. мають близькі іонні радіуси
 - В. мають великі іонні радіуси
 - С. мають здатність утворювати розчинні основи
 - Д. більшість їх солей розчинні у воді
 - Е. відносяться до біологічно важливих елементів
11. У фармакопейному аналізі для ідентифікації іонів натрію використовують реакцію з:
- А. дифеніламіном
 - В. 8-оксихіноліном
 - С. 2-метокси-2-фенілоцтовою кислотою
 - Д. діацетилдіоксимом
 - Е. тетрафенілборатом
12. Летючі солі натрію забарвлюють полум'я в:
- А. жовто-зелений колір
 - В. цегляно-червоний колір
 - С. жовтий колір
 - Д. фіолетовий колір
13. Колір осаду, що утворюється внаслідок реакції
- $$2\text{KCl} + \text{Na}_2\text{Pb}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6] \rightarrow \text{K}_2\text{Pb}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]\downarrow + 2\text{NaCl}$$
- А. білий
 - В. світло-жовтий
 - С. чорний
 - Д. жовто-зелений
14. При відкритті катіонів калію за допомогою гексанітрокобальтату (III) натрію в розчині повинні бути дотримані наступні умови:
- А. середовище нейтральне, слабокисле, відсутність іонів амонію
 - В. середовище кисле, відсутність іонів амонію
 - С. середовище лужне, відсутність іонів амонію
 - Д. середовище слабокисле, присутність амонію
15. Червоно-бурий осад із реактивом Несслера утворює катіон.
- А. NH_4^+ ;
 - В. K^+ ;
 - С. Na^+ ;
 - Д. Li^+ ;
 - Е. немає правильної відповіді
16. Білий кристалічний осад з $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ утворює катіон
- А. NH_4^+ ;
 - В. K^+ ;
 - С. Na^+ ;
 - Д. Li^+ ;
 - Е. немає правильної відповіді
17. Реактив Несслера це

- A. $K_2[HgI_4] + KOH$;
- B. $Na_2Pb[Cu(NO_2)_6]$;
- C. $K[Sb(OH)_6]$;
- D. $K_2[FeIO_6]$;
- E. $Na_3[Co(NO_2)_6]$

18. Аналізований розчин містить катіони калію та натрію. Вкажіть реагент, що дозволяє виявити в цій суміші катіони калію:

- A. Кислота щавлева
- B. Кислота винна
- C. Оцтова кислота
- D. Кислота бензойна
- E. Кислота саліцилова

19. При додаванні реагенту $K_2[HgI_4]$ до розчину суміші катіонів I аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) утворюється осад червоно-бурого кольору. Це свідчить про присутність у розчині:

- A. Іонів літію.
- B. Іонів калію.

- C. Іонів натрію.
- D. Іонів амонію
- E. Усіх іонів.

20. Хімік-аналітик проводить якісний систематичний аналіз суміші катіонів першої аналітичної групи. Який катіон виявляють на початку дослідження специфічною реакцією?

- A. амонію
- B. натрію
- C. літію
- D. калію
- E. срібла

21. Для зв'язування іонів водню при ідентифікації іонів калію з винною кислотою використовують розчин:

- A. ацетату натрію
- B. гідроксиду натрію
- C. аміаку
- D. сірчаної кислоти
- E. соляної кислоти

Ситуаційні задачі за темою: «Аналіз катіонів I аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

1. Досліджуваний розчин містить катіони калію і натрію. Вкажіть реагент, який дозволяє виявити в цьому розчині катіони калію: кислота винна, цинкуранілацетат, кислота бензойна, кислота щавлева, кислота саліцилова. Напишіть рівняння відповідної реакції і вкажіть аналітичний ефект.

2. Досліджуваний розчин містить катіони калію і амонію. Вкажіть реагент, який дозволяє виявити в цьому розчині катіони амонію: реактив Несслера, натрію гідротартрат, натрію гексанітрокобальтат, свинцю гексанітрокупрат(II), цинкуранілацетат. Напишіть рівняння відповідної реакції і вкажіть аналітичний ефект.
3. Досліджуваний розчин містить катіони амонію і натрію. Вкажіть реагент, який дозволяє виявити в цьому розчині катіони натрію: цинкуранілацетат, реактив Несслера, натрію гідротартрат, натрію гексанітрокобальтат, свинцю гексанітрокупрат (II). Напишіть рівняння відповідної реакції і вкажіть аналітичний ефект.
4. У розчині присутні йони Na^+ і NH_4^+ . Який аналітичний ефект буде спостерігатися при добавлянні до цього розчину гексагідросостібату калію? Напишіть рівняння відповідних реакцій
5. Запропонуйте систематичний хід аналізу за кислотно-основним методом розчину, який містить іони: K^+ , H^+ , NH_4^+ . Напишіть рівняння реакцій.
6. У розчині ($\text{pH} > 7$) присутні йони K^+ . Який аналітичний ефект буде спостерігатися при добавлянні до цього розчину гексанітрокобальтату натрію? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
7. Запропонуйте систематичний хід аналізу за кислотно-основним методом розчину, який містить іони : Na^+ , NH_4^+ , OH^- . Напишіть рівняння реакцій.
8. У розчині ($\text{pH} = 7$) присутні йони K^+ і NH_4^+ . Який аналітичний ефект буде спостерігатися при добавлянні до цього розчину гексанітрокобальтату натрію? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
9. Запропонуйте систематичний хід аналізу за кислотно-основним методом розчину, який містить іони: Na^+ , K^+ , OH^- . Напишіть рівняння реакцій.
10. Розчин, що містить йони K^+ , підкислили азотною кислотою і добавили розчин гексанітрокобальтату натрію. Який аналітичний ефект буде спостерігатися? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
11. У розчині присутні йони K^+ і NH_4^+ . Який аналітичний ефект буде спостерігатися при добавлянні до цього розчину гексанітрокупрату натрію-свинцю? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
12. У розчині присутні йони K^+ і NH_4^+ . Який аналітичний ефект буде спостерігатися при добавлянні до цього розчину гідротартрату натрію? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

Лабораторна робота № 2

Тема: «Аналіз катіонів II аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

1. Контрольні питання:

1. Перерахуйте катіони II аналітичної групи. Що є груповим реагентом цієї групи.
2. Як можна розділити катіони II аналітичної групи після дії групового реагента?
3. Яка реакція є специфічною для катіонів срібла?
4. Якісні реакції катіонів свинцю (плюмбуму). Якими реакціями можна довести амфотерність свинцю (плюмбуму)?
5. Якісні реакції катіонів срібла (аргентуму). У якому реагенті розчиняється більшість осадів срібла? Який осад срібла не розчинний у цьому реагенті?
6. Якісні реакції катіонів ртуті (меркурію).

2. Хід роботи

№	Методика виконання реакцій	Спостереження	Хімізм іонних реакцій
Реакції Ag^+- іонів			
1	До 2 крапель розчину гідроксиду натрію (NaOH), додати 2 краплі солі Ag^+ .		
2	До 2 крапель розчину солі Ag^+ додати 2 краплі хлоридної кислоти (HCl). Перевірити розчинність у розчині NH_4OH .		
3	До 2 крапель розчину солі Ag^+ додати 2 краплі йодиду калію		

	(KI).		
4	До 2 крапель розчину солі Ag^+ додати 2 краплі хромату калію (K_2CrO_4). Перевірити розчинність у розчині гідроксиду амонію та нітратної кислоти HNO_3 .		
5*	Реакція срібного дзеркала. До розчину аргентуму нітрату (AgNO_3) по краплям додають розчин амоніаку до розчинення осаду, що утворився спочатку. Додати 2 краплі розчину альдегіду та нагрівати.		
6*	До 2 крапель розчину солі Ag^+ додати 2 краплі тіосульфату ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)		
Реакції Pb^{2+}-іон			
1	До 2 крапель гідроксиду натрію (NaOH) додати 2 краплі солі Pb^{2+} . Перевірити розчинність у надлишку реагенту.		
2	До 2 крапель розчину солі Pb^{2+} , додати 2 краплі гідроксиду амонію (NH_4OH). Перевірити розчинність у надлишку реагенту.		
3	До 2 крапель розчину солі Pb^{2+} , додати 2 краплі хлоридної кислоти (HCl).		

4	До 2 крапель розчину солі Pb^{2+} , додати 2 краплі йодиду калію (KI). Додати декілька крапель оцтової кислоти чи ацетату натрію, нагріти, а потім охолодити під цівкою холодної води		
5	До 2 крапель розчину солі Pb^{2+} , додати 2 краплі хромату калію (K_2CrO_4). Перевірити розчинність у розчині у луга.		

Робота виконана/не виконана _____ /підпис викладача/

Тестові завдання за темою: «Аналіз катіонів II аналітичної групи кисло-основної класифікації»

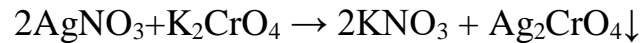
- Для визначення якісного складу препарату на досліджуваний розчин подіяли 2М розчином HCl. Випав білий осад, розчинний у водному розчині аміаку. На наявність яких катіонів вказує цей аналітичний ефект?
 - срібла (I)
 - плюмбуму(II)
 - гідраргіуму(I)
 - гідраргіуму(II)
 - стануму(II)
- До розчину, що досліджується, додали 2М розчин HCl. При цьому утворився білий осад, який при обробці аміаком почорнів. Який катіон присутній в розчині:
 - Ag^+
 - Pb^{2+}
 - Hg_2^{2+}
 - Ba^{2+}

- Е. Mg^{2+}
3. До II аналітичної групи катіонів кислотно-основної класифікації відносяться катіони:
- А. алюмінію, магнію, цинку
 - В. цинку, алюмінію, хрому
 - С. калію, барію, бісмуту
 - Д. срібла, свинцю, ртуті (I)
 - Е. кальцію, стронцію, барію
4. На розчин, отриманий після обробки осаду хлоридів катіонів II групи гарячою водою, подіяли розчином калію дихромата. Утворився жовтий осад, НЕ розчинний в оцтовій кислоті, але розчинний в лузі. Які катіони містив досліджуваний розчин?
- А. ртуті (II)
 - В. свинцю (II)
 - С. барію
 - Д. срібла (I)
 - Е. кальцію
5. До досліджуваного розчину додали розчин калію йодиду. Випав золотисто - жовтий осад, який розчиняється в гарячій воді, надлишку реагенту і в оцтовій кислоті. Це свідчить про присутність в розчині:
- 1. катіонів срібла
 - 2. катіонів бісмуту
 - 3. катіонів ртуті (II)
 - 4. катіонів ртуті (I)
 - 5. катіонів свинцю
6. До розчину, що досліджується, додали 2М розчин HCl . При цьому утворився білий осад, який при обробці аміаком почорнів. Який катіон присутній в розчині:
- А. Ag^+
 - В. Pb^{2+}
 - С. Hg_2^{2+}
 - Д. Ba^{2+}
 - Е. Mg^{2+}
7. Для визначення якісного складу препарату на досліджуваний розчин подіяли 2М розчином HCl . Випав білий осад, розчинний у водному розчині аміаку. На наявність яких катіонів вказує цей аналітичний ефект?
- А. срібла (I)
 - В. плюмбуму(II)
 - С. гідраргіуму(I)
 - Д. гідраргіуму(II)
 - Е. стануму(II)
8. У лабораторії для ідентифікації йодид-іонів в розчині провели реакцію з катіонами плюмбуму. Утворений осад розчинили при нагріванні у воді, потім пробірку

охолодили. Який аналітичний ефект спостерігався при цьому?

- A. Утворення золотистих лусочок
- B. Утворення бурого осаду
- C. Утворення синього осаду
- D. Утворення білого осаду
- E. Виділення бульбашок газу

9. Аналітичним ефектом реакції



є осад:

- A. цегляно-червоного кольору
- B. брудно-зеленого кольору
- C. жовтого кольору
- D. помаранчевого кольору

10. Груповим реагентом на катіони другої аналітичної групи є:

- A. розведена сірчана кислота
- B. розведена соляна кислота
- C. концентрована сірчана кислота
- D. розведена азотна кислота

11. При дії групового реактиву на катіони II аналітичної групи утворюється осад кольору:

- A. жовтого
- B. сіро-зеленого

- C. білого
- D. бурого

12. У гарячій воді розчинний осад:

- A. PbI_2
- B. Hg_2Cl_2
- C. AgCl
- D. AgI

13. Суміш AgCl та AgI можна розділити за допомогою водного розчину:

- A. NH_3 ;
- B. H_2SO_4 ;
- C. KOH ;
- D. HNO_3 .

14. При додаванні до досліджуваного розчину луку випадає чорний осад, а при нагріванні утворюється газ із різким запахом. Вкажіть, яка з пар катіонів знаходиться в розчині:

- A. Калію та амонію
- B. Натрію та амонію
- C. Ртуті(I) та ртуті(II)
- D. Ртуті(I) та амонію
- E. Свинцю та амонію

15. Реакція утворення золотисто-жовтого осаду (реакція “золотого дощу”) – це реакція утворення осаду:

- A. HgI_2

В. PbCl_2

С. AgI

Д. PbI_2

Е. Hg_2I_2

16. До досліджуваного розчину додали розчин йодиду калію. Випав золотисто-жовтий осад, розчинний у гарячій воді. Це свідчить про присутність у розчині:

А. Катіонів свинцю

В. Катіон срібла

С. Катіонів вісмуту

Д. Катіонів ртуті (II).

Е. Катіонів ртуті (I).

17. У якісному аналізі характерною реакцією на катіони срібла є:

А. Утворення сирнистого осаду AgCl , який розчиняється в розчині амоніаку і знову утворюється при додаванні HNO_3 .

В. Утворення сирнистого осаду AgCl , який розчиняється в кислотах

С. Утворення комплексу $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, що руйнується при дії розчину HNO_3

Д. Утворення осаду AgI , який розчиняється у розчині амоніаку.

Е. Утворення осаду AgBr , який частково розчиняється у розчині амоніаку.

18. Як відокремити осад PbSO_4 від осаду сульфатів катіонів III аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) у систематичному ході аналізу суміші катіонів?

А. Обробкою осаду 30% розчином амонію ацетату

В. Перекристалізація осаду.

С. Обробкою концентрованою сірчаною кислотою

Д. Обробкою осаду розчином оцтової кислоти

Е. Обробкою осаду розчином аміаку.

19. До досліджуваного розчину додали надлишок розчину сірчаної кислоти. Випав осад білого кольору, який розчиняється у лугах. Це свідчить про присутність у розчині:

А. Катіонів срібла

В. Катіонів кальцію

С. Катіонів барію

Д. Катіонів свинцю

Е. Катіонів ртуті (I).

20. При проведенні ідентифікації катіонів срібла на розчин подіяли розчином HCl , потім розчином аміаку. Яка сполука утворюється при цьому?

А. $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$

В. $[\text{Ag}_2(\text{NH}_3)_3]\text{Cl}$

С. AgOH

Д. AgCl

Е. $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_3]\text{Cl}$

21. Хімік-аналітик проводить якісний аналіз катіонів другої аналітичної групи. Для розділення хлоридів срібла та ртуті (I) використовують розчин:

- А. аміаку
- В. натрію гідроксиду
- С. калію хлориду
- Д. натрію нітрату

Е. хлористоводневої кислоти

22. Антисептичні властивості має катіон:

- А. Pb^{2+} ;
- В. Cd^{2+} ;
- С. Ag^+ ;
- Д. Cu^{2+}
- Е. Hg_2^{2+}

Ситуаційні задачі за темою: «Аналіз катіонів II аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

1. Хіміко-аналітична характеристика катіонів II аналітичної групи (кисотно-основна класифікація). Зв'язок їх властивостей з положенням відповідних елементів у періодичній системі Д.І.Менделєєва. Груповий реагент і умови його використання. Яким реагентом можна розділити хлорид срібла і монохлорид ртуті і виявити катіони ртуті (I)? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
2. На досліджуваний розчин подіяли розчином луку. Випав чорний осад, не розчинний в надлишку луку. На наявність якого катіону 2 аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) вказує цей аналітичний ефект? і Напишіть рівняння відповідних реакцій
3. У розчині присутні йони Ag^+ і Hg_2^{2+} . Запропонуйте, як відокремити ці йони, виконуючи систематичний хід аналізу. Напишіть рівняння і відповідних реакцій
4. На досліджуваний розчин подіяли 2 н. розчином HCl . Випав білий осад, та розчинний в водному розчині аміаку. На наявність якого катіону 2 аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) вказує цей аналітичний ефект? Напишіть рівняння відповідних реакцій
5. У розчині присутні йони Ag^+ і Pb^{2+} . Запропонуйте, як відокремити ці і йони, виконуючи систематичний хід аналізу. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

6. На досліджуваний розчин подіяли розчином сульфиду натрію. Випав чорний осад, розчинний в розведеній азотній кислоті. На наявність якого катіону 2 аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) вказує цей аналітичний ефект? Напишіть рівняння відповідних реакцій
7. У розчині присутні йони Hg_2^{2+} і Pb^{2+} . Запропонуйте, як відокремити ці йони, виконуючи систематичний хід аналізу за кислотно-основним методом. Напишіть рівняння відповідних реакцій
8. Розчин містить катіони Ag^+ і Hg_2^{2+} . На розчин подіяли 2 н. розчином HCl . Випав осад, який перенесли на фільтр і обробили надлишком розчину аміаку. Що спостерігається? Напишіть рівняння відповідних реакцій
9. На досліджуваний розчин подіяли 2 н. розчином HCl . Випав білий осад, розчинний в розчині тіосульфату натрію. На наявність якого катіону 2 аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) вказує цей аналітичний ефект? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
10. На розчин, що містить катіони Ag^+ і Pb^{2+} , подіяли розчином лугу. Випав осад (вказіть колір), який розділили на 2 пробірки. Осад в 1-ій пробірці обробили надлишком лугу, а осад в 2-ій пробірці — розчином аміаку. Що спостерігається в пробірках? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
11. На досліджуваний розчин подіяли розчином йодиду калію. Випав жовтий осад, розчинний у гарячій воді і не розчинний в надлишку реагенту (KI). На наявність якого катіону 2 аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) вказує цей аналітичний ефект? Напишіть рівняння відповідних реакцій
12. До досліджуваного розчину додали розчин калію йодиду. Випав жовтий осад, який розчиняється в гарячій воді, надлишку реагенту і в оцтовій кислоті. На присутність якого катіону 2 аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) вказує цей аналітичний ефект? Напишіть рівняння відповідних реакцій
13. На розчин, що містить катіони Ag^+ і Pb^{2+} , подіяли розчином карбонату натрію. Випав осад (вказіть колір), який обробили надлишком розчину аміаку. Що спостерігається? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

Лабораторна робота № 3

Тема: «Аналіз катіонів III аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

1. Контрольні питання:

1. Перерахуйте катіони III аналітичної групи. Що є груповим реагентом цієї групи?
2. Який катіон з груповим реагентом буде випадати в осад останнім? Чому?
3. Навіщо при дії групового реагента додавати етиловий спирт?
4. Що таке переосадження? Для чого його використовують?
5. Яку реакцію використовують для відділення катіонів кальцію від інших катіонів III аналітичної групи?
6. Які загальні осаджувальні реакції дають катіони III аналітичної групи.
7. Як відрізнити осад карбонатів катіонів III аналітичної групи від осадів оксалатів цих катіонів.
8. За допомогою якої реакції можна відділити катіони стронцію від катіонів барію?
9. У які кольори забарвлюється полум'я катіонами III аналітичної групи?

2. Хід роботи

№	Катіон	Методика виконання реакцій	Спостереження	Хімізм іонних реакцій
Реакція з сульфат-іонами (сульфатною кислотою)				
1.	Ca ²⁺	У пробірки поміщають 3-4 краплі солі катіону, додають 2-3 краплі 1М розчину сірчаної кислоти та 2-3 краплі етилового спирту		
	Sr ²⁺			
	Ba ²⁺			
Реакція з карбонат-іонами				

2.	Ca ²⁺	У пробірки поміщають 3-4 краплі солі катіону, додають 2-3 краплі розчину карбонату натрію. Перевірте отримані осад на розчинність у HCl та CH ₃ COOH		
	Sr ²⁺			
	Ba ²⁺			
Реакція з хромат-іонами				
3.	Sr ²⁺	У пробірки поміщають 3-4 краплі солі катіону, додають 2-3 краплі розчину калію хромату. Перевірте отримані осад на розчинність у HCl та CH ₃ COOH		
	Ba ²⁺			
Реакція з оксалат-іонами				
	Ca ²⁺	У пробірки поміщають 3-4 краплі солі катіону, додають 2-3 краплі розчину оксалату амонію. Перевірте отримані осад на розчинність у HCl та CH ₃ COOH		
	Sr ²⁺			
	Ba ²⁺			
Забарвлення полум'я				
	Ca ²⁺	У безбарвне полум'я вносять солі відповідних катіонів		
	Sr ²⁺			
	Ba ²⁺			
Реакція з гексаціаноферратом (II) калію				

	Ca ²⁺	У пробірку поміщають 3-4 краплі солі катіону кальцію, додають 2-3 краплі розчину K ₄ [Fe(CN) ₆] и 2 краплі NH ₄ Cl.		
--	------------------	---	--	--

Робота виконана/не виконана _____ /підпис викладача/

Тестові завдання за темою: «Аналіз катіонів III аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

- До розчину, що досліджується, додали розчин калію хромату. Жовтий осад, що утворився, не розчиняється в оцтовій кислоті. Це свідчить про присутність в розчині катіонів:
 - Барію
 - Кальцію
 - Натрію
 - Кобальту
 - Магнію
- Катіони третьої аналітичної групи (кислотно - основна класифікація) відокремлюють у систематичному ході аналізу за допомогою групового реагенту:
 - 1 М розчину сірчаної кислоти в присутності етанолу
 - Розчину калію хромату
 - Розчину натрію карбонату
 - Розчину амонію оксалату
 - Розчину амонію карбонату
- У систематичному ході аналізу для переведення сульфатів BaSO₄, SrSO₄, CaSO₄ в карбонати використовують:
 - насичений розчин Na₂CO₃, t
 - насичений розчин CaCO₃, t
 - насичений розчин (NH₄)₂CO₃, t
 - насичений розчин MgCO₃, t
 - насичений розчин CO₂, t
- Який катіон III аналітичної групи (кислотно - основна класифікація) знаходиться в розчині, якщо при нагріванні з гіпсової водою через деякий час розчин стає каламутним?
 - стронцію
 - кальцію
 - магнію
 - свинцю (II)
 - ртуті (II)
- Катіони кальцію входять до складу деяких фармацевтичних препаратів. Фармакопейною

- реакцією для виявлення катіона кальцію є реакція з розчином:
- Амонію оксалату
 - Кислоти соляної
 - Калію йодиду
 - Амонію гідроксиду
 - Натрію гідроксиду
6. Який аналітичний ефект потрібно очікувати від дії калію гексаціаноферрату (II) на катіони Ca^{2+} :
- Утворення білого дрібнокристалічного осаду
 - Утворення жовто - зелених кристалів
 - Коричневе забарвлення розчину
 - Утворення комплексної сполуки синього кольору
 - Утворення білого драглистого осаду
7. Вкажіть причину проведення переосадження сульфатів катіонів III аналітичної групи (кислотно-основна класифікація) в карбонати при систематичному аналізі:
- Нерозчинність сульфатів в кислотах і лугах
 - Нерозчинність сульфатів у воді
 - Розчинність сульфатів у воді
 - Розчинність сульфатів в кислотах
 - Розчинність сульфатів в лугах
8. До III аналітичної групи катіонів кислотно-основної класифікації відносяться катіони:
- кальцію, стронцію, барію
 - алюмінію, магнію, цинку
 - калію, барію, вісмуту
 - срібла, свинцю, нікелю
 - цинку, алюмінію, хрому
9. Яким із зазначених реактивів слід скористатися, щоб визначити наявність у розчині катіону Ca^{2+} ?
- $(NH_4)_2C_2O_4$
 - HCl
 - $HN O_3$
 - KCl
 - $NaBr$
10. Розчин містить барію хлорид та кальцію хлорид. Вкажіть, яким реагентом можна розділити катіони барію та кальцію:
- насиченим розчином натрію карбонату
 - розчином калію дихромату у присутності ацетат-іонів
 - розчином натрію гідрофосфату
 - розчином амонію оксалату
 - розчином сірчаної кислоти
11. Летючі солі кальцію фарбують безбарвне полум'я газового пальника:
- карміново-червоний колір
 - жовто-зелений колір
 - цегляно-червоний колір
 - фіолетовий колір
 - жовтий колір
12. Якою реакцією можна відкрити катіон Ba^{2+} у присутності катіонів Ca^{2+} та Sr^{2+} :
- з розчином калію гексаціаноферрату(II) у присутності солей амонію
 - із розчином натрію гідрофосфату

С. з розчином калію дихромату у присутності ацетат-іонів

Д. із сірчаною кислотою

Е. з розчином карбонату натрію

13. Летючі солі стронцію фарбують полум'я газового пальника:

А. цегляно-червоний колір

В. жовтий колір

С. карміново - червоний колір

Д. фіолетовий колір

Е. зеленувато-жовтий колір

14. Жовтий осад з дихроматом калію утворює катіон:

А. Fe^{3+}

В. Ca^{2+}

С. Ba^{2+} ;

Д. Al^{3+} .

Е. Na^+

15. Гіпсова вода є реагентом на катіон:

А. Ca^{2+} ;

В. Sr^{2+} ;

С. NH_4^+

Д. K^+

Е. Na^+

16. У карміново-червоний колір фарбують полум'я пальника катіони:

А. Ca^{2+} ;

В. Sr^{2+} ;

С. K^+ ;

Д. Na^+ .

17. З яким із перерахованих реагентів катіон Ba^{2+} утворює жовтий осад:

А. H_2SO_4 ;

В. $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$;

С. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$;

Д. Na_2CO_3 .

18. Груповим реагентом на III групу катіонів є:

А. $(\text{NH}_4)_2\text{S}$;

В. H_2SO_4 ;

С. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$;

Д. HCl .

19. Вкажіть, який із перерахованих катіонів забарвлює полум'я пальника у жовто-зелений колір:

А. кальцій;

В. натрій;

С. барій;

Д. стронцій;

Е. калій.

20. Вміст цього катіону в кістках та зубах становить до 99%, у крові – близько 1%. Він впливає на проникність клітинних мембран і згортання крові. Це катіон:

А. калій;

В. кальцій;

С. залізо (II);

Д. натрій.

21. Які твердження вірні?

А) Оксалат амонію якісний реактив на катіони Ca^{2+} та Ba^{2+} .

Б) Розчинність оксалату кальцію у воді менша, ніж оксалату барію.

- 1) Правильно лише А
- 2) Правильно лише Б
- 3) Вірні обидва твердження
- 4) Обидва твердження неправильні.

22. Який катіон бере участь у згортання крові, нормалізує збудливість нервової системи і міститься в кістках?

- 1) Fe²⁺;
- 2) Fe³⁺;
- 3) Ca²⁺;
- 4) Li⁺.

Ситуаційні задачі за темою: «Аналіз катіонів III аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

1. Груповий реагент на катіони третьої аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) і умови його застосування. Напишіть рівняння хімічних реакцій, які дозволяють розділити і виявити катіони Ba²⁺ і Sr²⁺ при їх сумісній наявності.
2. До розчину, що містить катіон 3 аналітичної групи (кисотно-основна класифікація), добавили 2 н. розчин сірчаної кислоти. Випав осад, розчинний в надлишку сульфату амонію. Що це за катіон? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
3. На досліджуваний розчин подіяли розчином хромату калію. Випав жовтий осад, розчинний в азотній кислоті, але не розчинний в оцтовій кислоті. На наявність якого катіону 3 аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) вказує цей аналітичний ефект? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
4. До розчину, що містить катіони Ag⁺ і Ba²⁺, добавили розчин карбонату натрію. Випав осад, який розділили на дві частини. Першу частину осаду обробили водним розчином аміаку, другу — розчином оцтової кислоти. Що спостерігається? Напишіть рівняння відповідних реакцій
5. До розчину, що містить катіони Ca²⁺ і Sr²⁺, добавили гіпсової води. Що спостерігається? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
6. Якою аналітичною реакцією та при яких умовах виявляють і видаляють катіон Ba²⁺ у присутності Ca²⁺ і Sr²⁺. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

7. Яка аналітична реакція дозволяє виявити катіони Ca^{2+} в присутності Ba^{2+} і Sr^{2+} . Напишіть рівняння відповідних реакцій.
8. Чи можна за допомогою оксалату амонію виявити катіони Ca^{2+} в присутності катіонів Ba^{2+} ? Якщо можна, то при яких умовах? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
9. Запропонуйте хід аналізу за кислотно-основним методом розчину, який містить катіони: Ba^{2+} і Sr^{2+} . Напишіть рівняння відповідних реакцій.
10. Запропонуйте хід аналізу за кислотно-основним методом розчину, який містить катіони: Ba^{2+} і Ca^{2+} . Напишіть рівняння відповідних реакцій.
11. Запропонуйте хід аналізу за кислотно-основним методом розчину, який містить катіони: Sr^{2+} , Ba^{2+} і Ca^{2+} . Напишіть рівняння відповідних реакцій.
12. До розчину, що містить катіони Ca^{2+} і Sr^{2+} , добавили розчин ферроціаніду калію. Що спостерігається? Напишіть рівняння відповідних реакцій. Чи можна даною реакцією виявляти катіони Ca^{2+} в присутності катіонів Sr^{2+} ? В який колір забарвлюють полум'я солі стронцію?
13. На розчин, що містить Ca^{2+} і Sr^{2+} подіяли розчином хромату калію. Який аналітичний ефект спостерігається? Опишіть властивості продуктів реакції. Напишіть рівняння відповідних реакцій. В який колір забарвлюють полум'я солі кальцію?

Лабораторна робота № 4

Тема: «Аналіз катіонів IV аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

1. Контрольні питання:

1. Перерахуйте катіони IV аналітичної групи. Що є груповим реагентом цієї групи. Навіщо додаємо розчин перекису водню для виявлення катіонів IV аналітичної групи?
2. Чому арсен(III) та арсен(V) не реагують з груповим реагентом? У якому вигляді проводять аналіз даних йонів? Які реакції використовують для їх виявлення?
3. Як можна виявити хром при дії групового реагенту на суміш катіонів IV аналітичної групи?
4. Реакції для виявлення катіонів стануму.
5. Реакції виявлення цинку.
6. Реакції виявлення алюмінію та хрому. Які «сухі» реакції для цього використовують?

№	Катіон/реагент	Методика виконання реакцій	Спостереження	Хімізм іонних реакцій
Реакція з гідроксидом				
1.	Al^{3+}	У пробірки помістити по 3-4 краплі катіонну солі, додати 2-3 краплі розчину натрій гідроксиду. Перевірте отримані осади на розчинність у HCl та NaOH.		
	Cr^{3+}			
	Zn^{2+}			

Реакція з амоніаком				
2.	Al^{3+}	У пробірки помістити по 3-4 краплі катіонну солі, додати 2-3 краплі розчину натрій гідроксиду. Перевірте отримані осад на розчинність у HCl та $NaOH$, NH_4OH .		
	Cr^{3+}			
	Zn^{2+}			
Реакція іонів Al^{3+}				
3.	$Co(NO_3)_2$	На смужку фільтрувального паперу наносять послідовно по 1-2 краплі розчину солі Al^{3+} та $Co(NO_3)_2$. Папір спалюють та фіксують забарвлення попелу.		
Реакція іонів Cr^{3+}				
	$NaOH + 3\% H_2O_2$	У пробірку поміщають 2-3 краплі розчину солі хрому, додають 3-5 крапель розчину $NaOH$ та 2-3 краплі 3% розчину H_2O_2 . Отриману суміш нагрівають.		
	$KMnO_4$	У пробірку поміщають 3-4 краплі розчину солі хрому, додають 1 краплю розчину $KMnO_4$ та нагрівають до зміни кольору		

Реакція іонів Zn^{2+}				
	$K_4[Fe(CN)_6]$	У пробірку поміщають 3-4 краплі розчину солі цинку, додають 3-4 краплі розчину $K_4[Fe(CN)_6]$		
	дитизон	У пробірку поміщають 3-4 краплі розчину солі цинку, додають NaOH до розчинення осаду та декілька крапель розчину дитизону		

Тестові завдання за темою: «Аналіз катіонів IV аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

- Яка загальна властивість сполук катіонів Al^{3+} , Zn^{2+} , Cr^{3+} , Sn^{2+} об'єднує їх в IV аналітичну групу (кислотно - основна класифікація)?
 - Амфотерність гідроксидів.
 - Нерозчинність солей у воді.
 - Добра розчинність деяких солей.
 - Розчинність гідроксидів в кислотах.
 - Розчинність гідроксидів в надлишку розчину аміаку
- У розчині присутні катіони кальцію, барію, алюмінію, калію, натрію. До розчину додали невелику кількість гідроксиду амонію і розчин алізарину. Утворився червоний осад. Який іон виявили цією реакцією?
 - алюмінію
 - кальцію
 - барію
 - калію
 - натрію
- Фільтрувальний папір, просочений розчином кобальту (II) нітрату і після спалювання утворює попіл синього кольору. Це доводить наявність іонів:
 - Al^{3+}
 - Cr^{3+}
 - Ni^{2+}
 - Sb^{3+}
 - Zn^{2+}
- До досліджуваного розчину додали надлишок 6M розчину натрію гідроксиду і 3% розчину пероксиду

- водню. Розчин при нагріванні забарвився в жовтий колір. Це свідчить про присутність в розчині:
- A. катіонів хрому (III)
 - B. катіонів станума (II)
 - C. катіонів алюмінію
 - D. катіонів цинку
 - E. катіонів свинцю
5. У якісному аналізі при дії надлишку групового реагенту NaOH на іони алюмінію утворюється:
- A. натрію гексагідроксоалюмінат
 - B. гідроксид алюмінію
 - C. натрію метаалюмінат
 - D. основні солі алюмінію
 - E. оксид алюмінію
6. При аналізі суміші катіонів IV аналітичної групи, катіони Zn^{2+} при певних умовах можна визначити дробовим методом з реагентом:
- A. дитизоном
 - B. розчином аміаку
 - C. лугами
 - D. карбонатами лужних металів
 - E. диметилгліоксимом
7. Які катіони IV аналітичної групи (кислотна - основна класифікація) при нагріванні з надлишком розчину лугу і пероксидом водню осаду НЕ утворюють, але розчин набуває жовтого забарвлення?
- A. хрому (III)
 - B. олова (II)
 - C. олова (IV)
 - D. цинку
 - E. алюмінію
8. У якісному аналізі при дії надлишку групового реагенту (розчин натрію гідроксиду) на катіони IV аналітичної групи іони хрому (III) утворюють:
- A. натрію гексагідроксохромат (III)
 - B. хром (III) гідроксид
 - C. хром (III) оксид
 - D. хром (II) гідроксид
 - E. хром (II) оксид
9. При додаванні до невідомої суміші розчину натрію гідроксиду і розчину пероксиду водню, з'явився осад, який зник після додавання надлишку цих речовин. Про наявність катіонів який аналітичної групи це говорить?
- A. IV
 - B. V
 - C. VI
 - D. II
 - E. III
10. В ході аналізу катіонів IV аналітичної групи (кислотна - основна класифікація) при дії групового реагенту можна не тільки відокремити, а й ідентифікувати іони:
- A. Cr (III)
 - B. As (III)
 - C. Zn (II)
 - D. Sn (IV)

Е. Al (III)

11. До IV аналітичної групи катіонів кислотно - основної класифікації належать катіони:

- А. алюмінію, цинку, хрому (III), олова (II), олова (IV), миш'яку (III), миш'яку (V)
- В. кальцію, стронцію, барію, калію, вісмуту
- С. магнію, кальцію, стронцію, барію
- Д. срібла, свинцю, нікелю, калію, барію, вісмуту
- Е. натрію, калію, амонію, срібла, свинцю

12.3 якою метою в систематичному ході аналізу катіонів IV групи поряд з груповим реагентом додають пероксид водню:

- А. Для утворення гідроксо - і оксоаніонів цих елементів у вищих ступенях окиснення
- В. Для утворення гідроксо - і оксоаніонів цих елементів в низьких ступенях окиснення
- С. Для більш повного осадження цих катіонів
- Д. Для утворення пероксидних сполук цих катіонів
- Е. Для руйнування гідратних комплексів

Ситуаційні задачі за темою: «Аналіз катіонів IV аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

1. Для виявлення якого катіону IV аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) використовується реакція «утворення забарвлених перлів»? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
2. До розчину, що містить катіон IV аналітичної групи (кисотно-основна класифікація), добавили концентрований розчин хлориду амонію. Осадне утворюється. На присутність якого катіону вказує цей аналітичний ефект? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
3. Розчин, що містить катіон Cr^{3+} , підкислили сірчаною кислотою, добавили розчин перманганату калію і нагріли на водяній бані. Який аналітичний ефект спостерігається? Напишіть рівняння відповідної реакції.
4. Чи можна виявити йон Al^{3+} з допомогою алізарину в присутності катіонів IV аналітичної групи (кисотно-основна класифікація)? Який аналітичний ефект спостерігається при дії алізарину на розчин, що містить йон Al^{3+} ?
5. У розчині присутні йони Zn^{2+} і Cr^{3+} . Як з допомогою групового реагенту відокремити ці катіони (кисотно-основна класифікація)? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

6. До розчину, що містить катіон IV аналітичної групи (кисотно-основна класифікація), добавили груповий реагент. Розчин забарвився в жовтий колір. На присутність якого катіону вказує цей аналітичний ефект? Напишіть рівняння відповідних реакцій. Якого кольору розчин, що містить катіон Cr^{3+} ?
7. До розчину, що містить катіон IV аналітичної групи (кисотно-основна класифікація), добавили груповий реагент. Розчин став жовтий, після підкислення з'явилося інтенсивне синє забарвлення. Дайте пояснення. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

Дата _____

Лабораторна робота № 5

Тема: «Аналіз катіонів V аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

№	Катіон	Методика виконання реакцій	Спостереження	Хімізм іонних реакцій
Реакція з гідроксидом				
1.	Mg^{2+}	У пробірки помістити по 3-4 краплі катіонну солі, додати 2-3 краплі розчину натрій гідроксиду. Перевірте отримані осад на розчинність у HCl.		
	Mn^{2+}			
	Fe^{2+}			
	Fe^{3+}			
Реакція іонів Mg^{2+}				
2.	HPO_4^{2-}	У 3 пробірки помістити по 3-4 краплі катіонної солі, додати 2-3 краплі розчину NH_4OH+NH_4Cl і 5 крапель натрій гідрофосфату. Перевірте отримані осад на розчинність у HCl і NaOH		
	8-оксихіолін	У пробірки помістити 2-3 краплі катіонної солі, додати 2-3 краплі розчину NH_4OH+NH_4Cl до розчинення осаду та 2-3 краплі 8-		

		оксихіноліну.		
Реакція іонів Fe^{2+}				
3.	$K_3[Fe(CN)_6]$	У 2 пробірки помістити по 3-4 краплі катіонної солі, додати 1-2 краплі розчину HCl і 1-2 краплі $K_3[Fe(CN)_6]$. Перевірте отримані осади на розчинність у HCl і $NaOH$		
Реакція іонів Fe^{3+}				
	$K_4[Fe(CN)_6]$	У 2 пробірки помістити по 3-4 краплі катіонної солі, додати 1-2 краплі розчину HCl і 1-2 краплі $K_4[Fe(CN)_6]$. Перевірте отримані осади на розчинність у HCl і $NaOH$		
	NH_4SCN	У пробірки помістити 3-4 краплі катіонної солі, додати 1-2 краплі NH_4SCN . Додати сіль F^-		
	Сульфосаліцилова кислота	У 2 пробірки помістити по 3-4 краплі катіонної солі, додати 1-2 краплі розчину HCl і 3-4 краплі сульфосаліцилової кислоти. До першої пробірки додати ще 3-4 краплі HCl , до другої – 3-4 краплі $NaOH$.		

Реакція іонів Mn^{2+}				
	PbO_2	У пробірку додають трохи PbO_2 , додають 1-2 мл розчину HNO_3 і 3 краплі Mn^{2+} . Розігріти на водяній бані		
	$KBiO_3$	У пробірку додають трохи $KBiO_3$, додають 1-2 мл розчину HNO_3 і 2 краплі Mn^{2+} . Розігріти на водяній бані		

Тестові завдання за темою: «Аналіз катіонів IV аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

1. На аналіз взято розчин, в якому знаходяться катіони V аналітичної групи (кислотна - основна класифікація). До суміші додали лужний розчин натрію гідроксиду - утворився чорний осад, свідчить про наявність катіона:

- A. Bi^{3+}
- B. Fe^{2+}
- C. Sb^{3+}
- D. Fe^{3+}
- E. Mg^{2+}

2. У водному розчині знаходиться катіон V аналітичної групи (кислотна - основна

класифікація). При розведенні розчину утворився білий аморфний осад. Які катіони легко утворюють продукти гідролізу?

- A. Катіони бісмуту і сурми
- B. Катіони заліза (III)
- C. Катіони магнію
- D. Катіони марганцю
- E. Катіони заліза (II)

3. До досліджуваного розчину додали концентровану азотну кислоту і кристалічний діоксид свинцю. Розчин придбав малинового кольору. На

присутність якого катіону вказує цей аналітичний ефект:

- A. марганцю (II)
- B. бісмуту (III)
- C. заліза (III)
- D. хрому (III)
- E. олова (II)

4. До досліджуваного розчину додали розчин амонію тіоціанату. Розчин став червоного кольору. На присутність якого катіону вказує цей аналітичний ефект:

- A. заліза (III)
- B. ртуті (II)
- C. аргентуму
- D. ртуті (I)
- E. свинцю (II)

5. Вкажіть, які іони знаходяться в розчині, якщо при нагріванні його з $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ в присутності AgNO_3 розчин набуває малинового забарвлення?

- A. Mn^{2+}
- B. Fe^{3+}
- C. Fe^{2+}
- D. Co^{2+}
- E. Cu^{2+}

6. У якісному аналізі при певних умовах специфічним реагентом на катіони Fe^{3+} є $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Якого кольору утворюється осад?

- A. синього
- B. білого

C. бурого

D. червоного

E. чорного

7. Для виявлення іонів Co^{2+} у присутності Fe^{3+} для маскування іонів Fe^{3+} до розчину додають:

- A. фторид - іони
- B. хлорид - іони
- C. бромід - іони
- D. нітрит-іони
- E. сульфат - іони

8. Який катіон V аналітичної групи (кислотна - основна класифікація) знаходиться в розчині, якщо при дії розчину хлориду олова (II) в лужному середовищі випадає чорний осад?

- A. Бісмут (III)
- B. Залізо (II)
- C. Марганець (II)
- D. Сурма (III)
- E. Залізо (III)

9. У якісному аналізі специфічним реагентом на катіони Fe^{2+} є:

- A. $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
- B. $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$
- C. NaOH
- D. $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
- E. NH_4OH

10. Досліджуваний розчин лікарського препарату містить катіони магнію (II) і алюмінію (III). За

допомогою якого реагенту можна розділити
зазначені катіони при аналізі цього препарату?

- A. розчину лугу
 - B. пероксиду водню в кислому середовищі
 - C. розчину нітрату срібла
 - D. розчину аміаку
 - E. розчину соляної кислоти
11. При додаванні аміачного буферного розчину і
розчину натрію гідрофосфату до аналізованого

розчину утворився білий осад. Це свідчить про
присутність іонів:

- A. магнію
- B. алюмінію
- C. мьш'яку (III)
- D. хрому (III)
- E. калію

Ситуаційні задачі за темою: «Аналіз катіонів V аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

1. Властивості катіонів V аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) і умови їх осадження груповим реагентом. Напишіть рівняння реакцій взаємодії іонів Bi^{3+} , Fe^{2+} , Mg^{2+} з груповим реагентом і реакції їх виявлення. Реакції перетворення і виявлення іонів марганцю в аналізі суміші катіонів V групи.

Дата _____

Лабораторна робота № 6

Тема: «Аналіз катіонів VI аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

№	Іон	Методика виконання реакції	Аналітичний ефект	Іонне рівняння реакції
Реакція із лугами				
1.	Cu^{2+}	У пробірки поміщають по 3-4 краплі солі катіону, додають 2-3 краплі розчину гідроксиду натрію. Перевіряють отримані осад на розчинність у HCl		
	Ni^{2+}			
	Co^{2+}			
Реакція з розчином аміаку				
2.	Cu^{2+}	У пробірки поміщають 3-4 краплі солі катіону, додають 1-2 краплі розчину аміаку. Фіксують колір опадів. До отриманих осадів додаю тещі 3-4 краплі аміаку до розчинення опадів. Перевірте дію HCl на отримані комплекси		
	Ni^{2+}			
	Co^{2+}			

Реакція з гідрофосфатом				
3.	Cu^{2+}	У пробірки поміщають 3-4 краплі солі катіону, додають 1-2 краплі розчину гідрофосфату натрію.		
	Ni^{2+}			
	Co^{2+}			
Реакції Co^{2+}				
4.	SCN^-	На годинникове скло переносять кілька кристаликів амонію тіоціанату і додають пару крапель солі кобальту.		
5.	$[\text{Hg}(\text{SCN})_4]^{2-}$	У пробірку поміщають 3-4 краплі солі кобальту, додають 1-2 краплі розчину ZnSO_4 і 2-3 краплі тетрароданомеркурата (II) амонію.		
Реакції Ni^{2+}				
6.	реактив Чугаєва	У пробірку поміщають 3-4 краплі розчину нікелю катіону, 3-4 краплі концентрованого розчину аміаку і 1		

		краплю розчину диметилгліоксиму.		
Реакція Cu^{2+}				
7.	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	У пробірку поміщають 3-4 краплі розчину катіону міді, 1-2 краплі сульфатної кислоти та кілька кристаликів тіосульфату натрію. Нагрівають на водяній бані.		
8.	Fe	У пробірку поміщають трохи розчину солі міді, 1-2 краплі сульфатної кислоти і занурюють залізний цвях.		
9.	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	У пробірку поміщають 3-4 краплі розчину солі міді і додають 2-4 краплі розчину гексаціаноферату(II) калію		

Ситуаційні задачі за темою: «Аналіз катіонів VI аналітичної групи кислотно-основної класифікації»

1. Обґрунтуйте вибір групового реагенту на катіони VI аналітичної групи (кисотно-основна класифікація). Напишіть рівняння реакцій виявлення катіонів міді, нікелю і кобальту в ході аналізу суміші катіонів даної групи.
2. Поясніть різне відношення катіонів VI аналітичних груп (кисотно-основна класифікація) до водного розчину аміаку. Напишіть рівняння розділення і виявлення катіонів магнію, ртуті (II), міді і нікелю при їх сумісній присутності.
3. Груповий реагент на катіони VI аналітичної групи (кисотно-основна класифікація). Умови їх застосування. Напишіть рівняння реакцій взаємодії іонів Cu^{2+} і Hg^{2+} з груповим реагентом. Реакції відділення цих іонів у систематичному ході аналізу суміші катіонів VI групи і реакції їх виявлення.

4. Яке забарвлення мають розчини солей ртуті (II)? До розчину, що містить катіон VI групи (кисотно-основна класифікація), добавили розчин гідроксиду натрію. Випав зеленуватий осад, розчинний в розчинах аміаку, хлориду амонію, кислотах, але не розчинний в надлишку лугу. Який катіон присутній в розчині? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
5. Яке забарвлення мають концентровані розчини солей нікелю (II)? До розчину, що містить катіони заліза (III) і нікелю (II), добавили розчин фториду натрію, розчин аміаку і спиртовий розчин диметилгліоксиму. Що спостерігається? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
6. До розчину, що містить катіон VI групи (кисотно-основна класифікація), добавили свіжо приготовлений розчин хлориду олова. Випав білий осад, який з часом чорніє. Який катіон присутній в розчині? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
7. До розчину, що містить катіон VI групи (кисотно-основна класифікація), добавили розчин сульфід натрію. Випав чорний осад, не розчинний в азотній кислоті. Який катіон присутній в розчині? В чому розчиняється сульфід, утворений цим катіоном? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
8. До розчину, що містить катіон VI групи (кисотно-основна класифікація), добавили розведеної соляної кислоти і сірководневої води. Випав жовтий осад, розчинний в мінеральних кислотах. Який катіон присутній в розчині? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
9. Як відокремити катіон міді (II) від катіону ртуті (II), маючи сульфід натрію і мінеральні кислоти? Відповідь обґрунтуйте. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

Дата _____

Лабораторна робота № 7**Тема:** «Аналіз аніонів II та III аналітичної групи»

№ п/п	Йон/реагент	Методика виконання реакцій ідентифікації на іони.	Аналітичний ефект.	Рівняння реакцій.
Реакції на хлорид аніон Cl⁻				
1	AgNO ₃	У пробірку додати 3-4 краплі розчину солі NaCl, додати 2 краплі розчину солі AgNO ₃ .		
2	KMnO ₄	У пробірку додати 3-4 кристали NaCl, потім 2-3 кристали KMnO ₄ , і 3-4 краплі розчину концентрованої HCl. Розчин підігривають. Краплю отриманої суміші переносять на йодкрохмальний папір.		
Реакції на бромід аніон Br⁻				
1	AgNO ₃	У пробірку додати 3-4 краплі розчину солі KBr, потім 2 краплі розчину солі AgNO ₃ .		
Реакції на йодид аніон I⁻				

1	AgNO ₃	У пробірку додати 3-4 краплі розчину солі KI та 2 краплі розчину солі AgNO ₃		
3	KMnO ₄	У пробірку додати 3-4 краплі розчину солі KI, 2-3 краплі розчину H ₂ SO ₄ і KMnO ₄ та кілька крапель хлороформу.		
Реакції на нітрат аніон NO₃⁻				
1	дифеніламін	У порцелянову чашку додати 3-4 краплі розчину дифеніламіну, потім 1 краплю розчину солі NaNO ₃ перемішати.		
2	Реакція «бурого кільця»	У пробірку додати 3-4 краплі розчину NaNO ₃ , потім 1-2 краплі насиченого розчину FeSO ₄ , перемішати. По стінці пробірки додати обережно розчин концентрованої H ₂ SO ₄		
Реакції на нітрит аніон NO₂⁻				
2	антипірин	У пробірку додати 3-4 краплі розчину солі NaNO ₂ і 3-4 краплі розчину антипірину і 1 краплю концентрованої H ₂ SO ₄ .		
3	дифеніламін	У порцелянову чашку додати 3-4 краплі розчину дифеніламіну,		

		потім 1 краплю розчину солі NaNO_3 перемішати.		
Реакції на ацетат аніон CH_3COO^-				
1	FeCl_3	У пробірку додати 5-6 крапель розчину FeCl_3 , потім 5-6 крапель CH_3COONa , розбавити 1-2 мл води та прокип'ятити.		
2	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	У пробірку додати кілька кристалів CH_3COONa , потім додати 3-4 краплі концентрованої H_2SO_4 та 5-6 крапель $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Суміш розігріти на водяній бані.		

Ситуаційні задачі за темою: «Аналіз аніонів II та III групи»

1. Визначення бромід- і йодид-іонів хлорною водою. Чому при надлишку хлорної води проходить знебарвлення розчину? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
2. Поясніть необхідність проведення систематичного ходу аналізу хлорид-, бромід-, йодид-іонів при їх сумісній наявності. Напишіть рівняння реакцій розділення і виявлення цих іонів в суміші.
3. Виявлення нітрит- і нітрат- іонів при їх сумісній наявності. Які іони заважають виявленню цих іонів і чому? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
4. В якій послідовності осаджуються з розчину Br^- , Cl^- , I^- йони при дії групового реактиву (класифікація основана на розчинності солей барію і срібла), та в якій послідовності будуть розчинятись в розчині гідроксиду амонію галогеніди срібла? Відповідь обґрунтуйте.

5. До розчину, що містить аніони 2-ої і 3-ої груп (класифікація основана на розчинності солей барію і срібла), долили розчин нітрату срібла. Випавчорний осад. Осад обробили розчином карбонату амонію. Осад частково розчинився. Осад, що залишився, відцентрифугували. Центрифугат розділили на дві частини. До одної долили декілька крапель азотної кислоти. Спостерігається помутніння. Другу частину обробили хлоридом барію, а потім після відділення утвореного осаду до фільтрату долили розчин хлориду заліза (III). Спостерігається утворення червоно-бурого осаду. Які аніони були присутні в розчині? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
6. До розчину, що містить аніон 3-ої групи (класифікація основана на розчинності солей барію і срібла), долили розчин хлориду заліза (III). Спостерігається утворення червоно-бурого осаду. Який аніон присутній в розчині? Напишіть рівняння відповідної реакції.
7. В розчині присутні йони Γ та Br^- . Розчин підкислили сірчаною кислотою, долили декілька крапель бензолу і по краплям доливають хлорну воду, кожен раз добре збовтуючи вміст пробірки. Що спостерігається в пробірці? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
8. До підкисленого сірчаною кислотою розчину, що містить аніон 3-ої групи (класифікація основана на розчинності солей барію і срібла), долили розчин йодиду калію. Спостерігається виділення вільного йоду. Який аніон присутній в розчині? Напишіть рівняння відповідної реакції.
9. Чи можна виявити ацетат—аніони з допомогою розчину хлориду заліза (III) в присутності карбонат-йонів? Якщо можна, то яким чином? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
10. До розчину, що містить аніони 2-ої і 3-ої груп (класифікація основана на розчинності солей барію і срібла), долили 3-4 краплі 2 н. розчину азотної кислоти і 2-3 краплі розчину нітрату срібла. Випав осад. На наявність аніонів якої групи вказує цей аналітичний ефект? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

Лабораторна робота № 8

Тема: «Приготування розчину натрію тетраборату. Стандартизація хлоридної кислоти за натрієм тетраборатом»

1. Контрольні питання:

1. Що таке «титриметричний аналіз», «титрування», «титрант», «точка еквівалентності», «кінцева точка титрування»?

2. Способи вираження концентрації розчинів, що використовуються в титриметричному аналізі? Формули для розрахунку, одиниці виміру.

3. Перерахуйте посуд, що використовується в процесі титрування.

4. Класифікація методів титрування за типом хімічної реакції, що перебігає

5. Кислотно-основне титрування. Яка реакція лежить в основі. Які методи кислотно-основного титрування (КОТ) виділяють в залежності від титранта.

6. Первинні та вторинні стандартні розчини. Умови віднесення розчинів до первинних стандартів.

7. Титранти та первинні стандарти для алкалі- та ацидиметрії.

8. Індикатори, що використовуються в КОТ.

2. Хід роботи

1. Приготування 0,1N розчину натрію тетраборату		
1. Обчислити масу бури ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), необхідну для приготування 0,1N розчину об'ємом 200 мл	$C_H = \frac{n_{\text{екв}}}{V} = \frac{m}{E \cdot V(\text{л})}$ $m = \frac{C_H \cdot E \cdot V_{\text{м.к}}}{1000}$	Отриманий розчин є первинним/вторинним стандартом
2. На аналітичних вагах зважити годинникове скло,	$f_{\text{екв}} =$ $E(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = f_{\text{екв}} \cdot M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ г/моль}$	

обнулити результат, зважити наважку бури, розраховану у пункті 1.	$m = \frac{\quad}{1000}, \text{ г}$	
3. Наважку бури обережно перенести в чисту мірну колбу через воронку. Додати води очищеної, не доводячи її об'єм до мітки.		
4. Натрію тетраборат погано розчиняється у холодній воді, тому колбу ставимо на водяну баню на 10-15 хв. Після того, як уся бура розчиниться, охолоджуємо колбу і доводимо об'єм розчину до мітки.		
1. Стандартизація хлоридної кислоти за натрію тетраборатом		
1. Бюретку промивають очищеною водою і розчином хлоридної кислоти.	Рівняння реакції: <hr/> $V_1 = \text{_____} \text{ мл};$ $V_2 = \text{_____} \text{ мл};$ $V_3 = \text{_____} \text{ мл};$ $V_{\text{сер}} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3} = \frac{\quad}{3}, \text{ мл}$	Метод: _____ Титрант: _____ Індикатор: _____ Зміна забарвлення індикатора з _____ на _____
2. Заповнюють бюретку за допомогою воронки розчином HCl, заповнюючи носик так, щоб у ньому не було повітря. Встановлюють рівень HCl на позначці 0.		

<p>3. В конічну колбу (колбу Ерленмейера) за допомогою піпетки Мора відмірюють 10 мл розчину тетраборату натрію і додають 2-3 краплі індикатора метилоранжу.</p>	$C_{HCl} = \frac{C_N(\text{бури}) \cdot V(\text{бури})}{V_{\text{сер}}(HCl)} = \dots = \dots \text{ моль/мл}$ $T_{HCl} = \frac{C_N(HCl) \cdot E_{HCl}}{1000} = \frac{\dots}{1000} = \dots \text{ г/мл}$	
<p>4. Невеликими порціями додаємо HCl до вмісту колби. Титрувати до зміни забарвлення індикатора. Внести результати до робочого зошита.</p>		
<p>5. Пункти 2-4 повторити двічі.</p>		
<p>6. Виконати розрахунки: середній об'єм та нормальна концентрація HCl. Оформити результати.</p>		

Висновок: _____

Робота виконана/не виконана _____ /підпис викладача/

Тестові завдання за темою: «Кислотно-основне титрування. Метод нейтралізації»

1. Який з наведених розчинів використовують як робочий (титрант) в методі алкаліметрії:
 - A. калію гідроксид
 - B. соляної кислоти
 - C. оксалатної кислоти
 - D. натрію тетраборат
 - E. амонію гідроксид
2. В контрольно - аналітичній лабораторії хіміку необхідно провести стандартизацію розчину натрію гідроксиду. Який первинний стандартний розчин він може для цього використовувати:
 - A. оксалатної кислоти
 - B. ацетатної кислоти
 - C. соляної кислоти
 - D. натрію тетраборату
 - E. натрію хлориду
3. Для кількісного визначення натрію карбонату в препараті методом кислотно - основного титрування застосовують індикатор:
 - A. метиловий оранжевий
 - B. мурексид
 - C. метиленовий синій
 - D. дифеніламін
 - E. фероїн
4. Для кількісного визначення лікарських речовин використовують метод ацидіметрії, титрантом якого є вторинний стандартний розчин соляної кислоти. Точну концентрацію соляної кислоти встановлюють по:
 - A. натрію тетраборату
 - B. оксалатній кислоті
 - C. калію дихромату
 - D. натрію тіосульфату
 - E. магнію сульфату
5. При зворотному титруванні водного розчину ацетатної кислоти в якості індикатора використовують:
 - A. фенолфталеїн
 - B. дифеніламін
 - C. дифенілкарбазон
 - D. еріохром чорний Т
 - E. мурексид
6. У пробі міститься натрію гідрокарбонат і натрію хлорид. Запропонуйте титриметричний метод кількісного визначення натрію гідрокарбонату:
 - A. кислотно - основний
 - B. дихроматометрія
 - C. цериметрія

D. трилонометрія

E. йодометрія

7. Борну кислоту ($K_d = 5,8 \times 10^{-10}$) у водному розчині в присутності гліцерину можна визначати методом:

A. алкаліметрії

B. ацидиметрії

C. іодометрії

D. перманганатометрії

E. цериметрія

8. Вкажіть стандартні речовини, які використовують для стандартизації розчинів - титрантів (NaOH, KOH) методу алкаліметрії:

A. щавлева і бурштинова кислоти

B. оцтова і бурштинова кислоти

C. мурашина і оцтова кислоти

D. сульфанілова і щавлева кислоти

E. сульфанілова і саліцилова кислоти

9. Необхідно провести кількісне визначення натрію гідрокарбонату в препараті. Яким з титриметричних методів аналізу його можна визначити?

A. кислотно - основне титрування

B. комплексиметричне титрування

C. осаджувальне титрування

D. неводне титрування

E. окислювально - відновне титрування

10. Методом кислотно-основного титрування визначають:

A. кислоти, основи і солі, які гідролізуються

B. тільки сильні кислоти

C. тільки сильні основи

D. тільки сильні кислоти і слабкі основи

E. тільки солі, які гідролізуються

11. Для вибору індикатора в методі кислотно-основного титрування будують криву титрування, яка представляє собою залежність:

A. рН розчину від об'єму доданого титранту

B. рН розчину від концентрації розчину доданого титранту

C. рН розчину від об'єму аналізованого розчину

D. концентрації аналізованого розчину від рН розчину

E. рН розчину від температури

12. Яким методом титриметричного аналізу можна провести кількісне визначення сірчаної кислоти розчином калію гідроксиду?

A. алкаліметрії

B. ацидиметрії

C. окислення-відновлення

D. осадження

E. комплексоутворення

13. Вкажіть значення фактора еквівалентності Na_2CO_3 при кількісному визначенні відповідно до реакції:
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$

- A. $f=1$
- B. $f=1/2$
- C. $f=2$
- D. $f=1/4$
- E. $f=4$

14. Вкажіть, яку пару речовин слід визначати методом зворотного кислотно-основного титрування:

- A. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, CH_3COOH
- B. NaOH , KOH
- C. KOH , K_2CO_3
- D. NaHCO_3 , NaOH
- E. Na_2CO_3 , NaCl

15. Виберіть пару титрантів для кількісного визначення аміаку в розчині методом зворотного титрування

- A. HCl , NaOH
- B. HCl , H_2SO_4
- C. KOH , NaOH
- D. NaOH , KCl
- E. H_2SO_4 , K_2SO_4

16. Стандартизацію розчину соляної кислоти і проводять з використанням первинного стандартного розчину:

- A. Na_2CO_3
- B. KMnO_4
- C. NaOH
- D. I_2
- E. KI

17. Визначення борної кислоти в медичному препараті здійснюють методом:

- A. кислотного - основного титрування
- B. окислювального - відновного титрування
- C. осаджувального титрування
- D. комплексонометрія
- E. фотометрії

18. Для кількісного визначення лікарських речовин використовують метод алкаліметрії, в якому титрантом є 0,1 М розчин гідроксиду натрію. Точну концентрацію гідроксиду натрію встановлюють по:

- A. оксалатній кислоті
- B. натрію тетраборату
- C. калію дихромату
- D. натрію тіосульфату
- E. амонію гідроксиду

19. Для визначення масово - об'ємної частки аміаку в розчині використовують розчин:

- A. соляної кислоти

- В. сірчаної кислоти
- С. перманганату калію
- Д. йоду
- Е. гідроксиду натрію

20. Виберіть індикатор і метод титриметричного аналізу для визначення гідрогенкарбонат - іонів в фармпрепаратах:

- А. метилоранж, ацидіметрія
- В. фенолфталеїн, ацидіметрія
- С. метилоранж, алкаліметрія
- Д. фенолфталеїн, алкаліметрія

Е. мурексид, ацидіметрія

21. Для виготовлення і аналізу лікарських препаратів широко застосовуються буферні розчини. Буферні розчини використовують для:

- А. Підтримки певного значення величини рН розчину
- В. Зміни величини рН розчину
- С. Зміни константи іонізації речовини
- Д. Зміни іонної сили розчину
- Е. Зміни добутки розчинності речовини

Ситуаційні задачі за темою: «Кисотно-основне титрування. Метод нейтралізації»

1. Кисотно-основне титрування (протолітометрія). Загальні відомості. Оцінка методу.
2. При титруванні 0,9536 г х.ч. бури, розчиненій в воді, витрачено 25,00 см³ розчину НСІ невідомої концентрації. Визначити нормальність кислоти.
3. Обчислення в об'ємному аналізі. Нормальність розчину. До якого об'єма слід розбавити 150 см³ 1,24 н. розчину НСІ для отримання 0,100 н. розчину цієї кислоти?
4. Яку наважку NaOH, що містить 8% індифферентних домішок, слід взяти для приготування: а) 1 дм³ розчину $T(\text{NaOH}) = 0,0050 \text{ г см}^{-3}$; б) 500 см³ 0,15 М розчину NaOH; в) 1,5 дм³ розчину з $T(\text{NaOH}/\text{CaO}) = 0,0035 \text{ г/см}^{-3}$.
5. Точність титрування (показник титрування індикатора і точка еквівалентності; зміна концентрацій реагуючих речовин поблизу точки еквівалентності).
6. Розрахуйте титр 0,1 н. розчину НСІ по кожній із речовин: а) НСІ; б) NaOH; в) Na₂CO₃.
7. Методи непрямого титрування. Розрахувати масову частку соди Na₂CO₃ в технічній солі, коли 0,2110 г соди розчинили в 25 см³ 0,2022 н. НСІ, надлишок якої від титрували 5,50 см³ розчину NaOH, титр якого 0,004018 г/см³.

8. Наважка 0,3580 г суміші Na_2CO_3 та NaOH розчинена в мірній колбі ємкістю 100,0 cm^3 . На титрування аліквотної частини розчину (25,00 cm^3) в присутності фенолфталеїну використали 19,85 cm^3 , а з індикатором метиловим оранжевим 20,95 cm^3 0,1030 н. розчину HCl . Розрахуйте масову частку Na_2CO_3 в досліджуваному зразку.
9. Скільки г сірчаної кислоти знаходиться у розчині, якщо на титрування його 25,00 cm^3 пішло 24,17 cm^3 розчину NaOH з титром 0,004085 g/cm^3 ?
10. Скільки cm^3 води треба додати до 1000 cm^3 0,2 н. розчину сірчаної кислоти, щоб титр отриманого розчину кислоти по Na_2CO_3 дорівнював 0,007534 g/cm^3 ?
11. Приготування робочих розчинів. Стандарт-титри, або фіксанали. Титр розчину соляної кислоти за NaOH дорівнює 0,004 g/cm^3 . Знайти нормальність розчину HCl .
12. Способи приготування стандартних розчинів (титрантів). Вимоги до стандартних речовин. Для встановлення точної концентрації піпеткою відібрали 25,00 cm^3 розчину NaOH , на титрування якого витратили 23,61 cm^3 розчину соляної кислоти з титром 0,004023 g/cm^3 . Розрахувати: а) титр розчину лугу; б) його титр за соляною кислотою; в) його титр за сірчаною кислотою.

Лабораторна робота № 9**Тема:** «Визначення масової частки (%) натрію карбонату і натрію гідрогенкарбонату в суміші»

1. Контрольні питання:

1. Що таке «титриметричний аналіз», «титрування», «титрант», «точка еквівалентності», «кінцева точка титрування»?
2. Способи вираження концентрації розчинів, що використовуються в титриметричному аналізі? Формули для розрахунку, одиниці виміру.
3. Перерахуйте посуд, що використовується в процесі титрування.
4. Класифікація методів титрування за типом хімічної реакції, що перебігає
5. Кисотно-основне титрування. Яка реакція лежить в основі. Які методи кисотно-основного титрування (КОТ) виділяють в залежності від титранта.
6. Первинні та вторинні стандартні розчини. Умови віднесення розчинів до первинних стандартів.
7. Титранти та первинні стандарти для алкалі- та ацидиметрії.
8. Індикатори, що використовуються в КОТ.
9. Чому при визначенні вмісту суміші карбонату і гідрокарбонату натрію використовують два індикатори – фенолфталеїн та метилоранж? Чому саме ці індикатори, та чому в саме такому порядку.

2. Хід роботи

1. Визначення масової частки натрію карбонату і натрію гідрогенкарбонату в суміші		
1. В мірну колбу на 100 мл вносять наважку суміші натрію карбонату і натрію гідрогенкарбонату масою 2	Рівняння реакції: 1. В першій точці еквівалентності (взаємодія натрію карбонату з хлоридною кислотою)	Метод: _____ Титрант: _____ Індикатор в першій т.е.: _____

г, додають води очищеної, доводять об'єм до риски.		Зміна забарвлення
2. Бюретку промивають очищеною водою і розчином хлоридної кислоти.	2. В другій точці еквівалентності (взаємодія натрію гідрогенкарбонату з хлоридною кислотою)	індикатора з _____ на _____
2. Заповнюють бюретку за допомогою воронки розчином HCl, заповнюючи носик так, щоб у ньому не було повітря. Встановлюють рівень HCl на позначці 0.	Об'єми, що витратили на титрування: 1) $V_1 = \text{_____ мл}; V_2 = \text{_____ мл};$ 2) $V_1 = \text{_____ мл}; V_2 = \text{_____ мл};$ 3) $V_1 = \text{_____ мл}; V_2 = \text{_____ мл};$ $V_{1 \text{ сеп}} = \frac{V_1(1)+V_1(2)+V_1(3)}{3} = \frac{\text{_____}}{3} = \text{_____}, \text{ мл}$ $V_{2 \text{ сеп}} = \frac{V_2(1)+V_2(2)+V_2(3)}{3} = \frac{\text{_____}}{3} = \text{_____}, \text{ мл}$	Індикатор в другій т.е.: _____ Зміна забарвлення індикатора з _____ на _____
3. В конічну колбу (колбу Ерленмейера) за допомогою піпетки Мора відмірюють 10 мл розчину суміші і додають 2-3 краплі індикатора фенолфталеїну.	<i>Об'єм, що витратили на титрування карбонату натрію</i> $V(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot V_{1 \text{ сеп}} = \text{_____} = \text{_____} \text{ мл};$ $V(\text{NaHCO}_3) = V_{2 \text{ сеп}} - (2 \cdot V_{1 \text{ сеп}}) = \text{_____} = \text{_____} \text{ мл};$	
4. Невеликими порціями додаємо HCl до вмісту колби. Титрувати до зміни забарвлення індикатора. Результати вносять до робочого зошита.	<i>Визначення масової частки солей у суміші:</i> $\omega = \frac{C_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} \cdot \mathcal{E}_{\text{соли}} \cdot V_{\text{м.к}} \cdot 100}{m_n \cdot V_{\text{тин}} \cdot 1000}$	
5. До вмісту колби додають декілька крапель індикатора		

метилоранжу і продовжують титрування до зміни кольору індикатора. Результати вносять до робочого зошита.	$\omega(Na_2CO_3) = \text{---} = \text{---}$	
5. Пункти 2-5 повторити двічі.	$\omega(NaHCO_3) = \text{---} = \text{---}$	
6. Виконати розрахунки. Оформити результати.		

Висновок: _____

Робота виконана/не виконана _____ /підпис викладача/

Тестові завдання за темою: «Кислотно-основне титрування. Метод нейтралізації»

1. Який з наведених розчинів використовують як робочий (титрант) в методі алкаліметрії:

<ul style="list-style-type: none"> A. калію гідроксид B. соляної кислоти C. оксалатної кислоти D. натрію тетраборат E. амонію гідроксид 	<ul style="list-style-type: none"> натрію гідроксиду. Який первинний стандартний розчин він може для цього використовувати: A. оксалатної кислоти B. ацетатної кислоти C. соляної кислоти D. натрію тетраборату E. натрію хлориду
--	---

2. В контрольній - аналітичній лабораторії хіміку необхідно провести стандартизацію розчину

3. Для кількісного визначення натрію карбонату в препараті методом кислотно - основного титрування застосовують індикатор:
- A. метиловий оранжевий
 - B. мурексид
 - C. метиленовий синій
 - D. дифеніламін
 - E. фероїн
4. Для кількісного визначення лікарських речовин використовують метод ацидіметрії, титрантом якого є вторинний стандартний розчин соляної кислоти. Точну концентрацію соляної кислоти встановлюють по:
- A. натрію тетраборату
 - B. оксалатній кислоті
 - C. калію дихромату
 - D. натрію тіосульфату
 - E. магнію сульфату
5. При зворотному титруванні водного розчину ацетатної кислоти в якості індикатора використовують:
- A. фенолфталеїн
 - B. дифеніламін
 - C. дифенілкарбазон
 - D. еріохром чорний Т
 - E. мурексид
6. У пробі міститься натрію гідрокарбонат і натрію хлорид. Запропонуйте титриметричний метод кількісного визначення натрію гідрокарбонату:
- A. кислотно - основний
 - B. дихроматометрія
 - C. цериметрія
 - D. трилонометрія
 - E. йодометрія
7. Борну кислоту ($K_d = 5,8 \times 10^{-10}$) у водному розчині в присутності гліцерину можна визначати методом:
- A. алкаліметрії
 - B. ацидиметрії
 - C. іодометрії
 - D. перманганатометрії
 - E. цериметрія
8. Вкажіть стандартні речовини, які використовують для стандартизації розчинів - титрантів (NaOH, KOH) методу алкаліметрії:
- A. щавлева і бурштинова кислоти
 - B. оцтова і бурштинова кислоти
 - C. мурашина і оцтова кислоти
 - D. сульфанілова і щавлева кислоти
 - E. сульфанілова і саліцилова кислоти
9. Необхідно провести кількісне визначення натрію гідрокарбонату в препараті. Яким з

титриметричних методів аналізу його можна визначити?

- A. кислотно - основне титрування
- B. комплексіметричне титрування
- C. осаджувальне титрування
- D. неводне титрування
- E. окислювально - відновне титрування

10. Методом кислотно-основного титрування визначають:

- A. кислоти, основи і солі, які гідролізуються
- B. тільки сильні кислоти
- C. тільки сильні основи
- D. тільки сильні кислоти і слабкі основи
- E. тільки солі, які гідролізуються

11. Для вибору індикатора в методі кислотно-основного титрування будують криву титрування, яка представляє собою залежність:

- A. рН розчину від об'єму доданого титранту
- B. рН розчину від концентрації розчину доданого титранту
- C. рН розчину від об'єму аналізованого розчину
- D. концентрації аналізованого розчину від рН розчину
- E. рН розчину від температури

12. Яким методом титриметричного аналізу можна провести кількісне визначення сірчаної кислоти розчином калію гідроксиду?

- A. алкаліметрії
- B. ацидиметрії
- C. окислення-відновлення
- D. осадження
- E. комплексоутворення

13. Вкажіть значення фактора еквівалентності Na_2CO_3 при кількісному визначенні відповідно до реакції:
$$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$$

- A. $f=1$
- B. $f=1/2$
- C. $f=2$
- D. $f=1/4$
- E. $f=4$

14. Вкажіть, яку пару речовин слід визначати методом зворотного кислотно-основного титрування:

- A. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, CH_3COOH
- B. NaOH , KOH
- C. KOH , K_2CO_3
- D. NaHCO_3 , NaOH
- E. Na_2CO_3 , NaCl

15. Виберіть пару титрантів для кількісного визначення аміаку в розчині методом зворотного титрування

- A. HCl , NaOH
- B. HCl , H_2SO_4
- C. KOH , NaOH

- D. NaOH , KCl
- E. H₂SO₄, K₂SO₄

16. Стандартизацію розчину соляної кислоти і проводять з використанням первинного стандартного розчину:

- A. Na₂CO₃
- B. KMnO₄
- C. NaOH
- D. I₂
- E. KI

17. Визначення борної кислоти в медичному препараті здійснюють методом:

- A. кислотного - основного титрування
- B. окислювально - відновного титрування
- C. осаджувального титрування
- D. комплексонометрія
- E. фотометрії

18. Для кількісного визначення лікарських речовин використовують метод алкаліметрії, в якому титрантом є 0,1 М розчин гідроксиду натрію. Точну концентрацію гідроксиду натрію встановлюють по:

- A. оксалатній кислоті
- B. натрію тетраборату
- C. калію дихромату

- D. натрію тіосульфату
- E. амонію гідроксиду

19. Для визначення масово - об'ємної частки аміаку в розчині використовують розчин:

- A. соляної кислоти
- B. сірчаної кислоти
- C. перманганату калію
- D. йоду
- E. гідроксиду натрію

20. Виберіть індикатор і метод титриметричного аналізу для визначення гідрогенкарбонат - іонів в фармпрепаратах:

- A. метилоранж, ацидіметрія
- B. фенолфталеїн, ацидіметрія
- C. метилоранж, алкаліметрія
- D. фенолфталеїн, алкаліметрія
- E. мурексид, ацидіметрія

21. Для виготовлення і аналізу лікарських препаратів широко застосовуються буферні розчини. Буферні розчини використовують для:

- A. Підтримки певного значення величини рН розчину
- B. Зміни величини рН розчину
- C. Зміни константи іонізації речовини
- D. Зміни іонної сили розчину
- E. Зміни добутки розчинності речовини

Ситуаційні задачі за темою: «Кислотно-основне титрування. Метод нейтралізації»

1. В мірній колбі ємкістю $500,0 \text{ см}^3$ приготовлено розчин з наважки $2,5000 \text{ г Na}_2\text{CO}_3$. Розрахувати для його розчину: а) молярну концентрацію, б) нормальну концентрацію, в) титр, г) титр за HCl .
2. Розрахувати масу наважки Na_2CO_3 в $250,0 \text{ см}^3$ розчину, якщо на титрування $25,00 \text{ см}^3$ його розчину з індикатором метиловим оранжевим використали $20,20 \text{ см}^3 0,1010 \text{ M}$ розчину HCl .
3. Розрахувати процентний вміст KOH та K_2CO_3 у розчині технічного їдкого калію, якщо цей розчин оттитровано розчином HCl ($T(\text{HCl}/\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,005300 \text{ г/см}^3$) з використанням двох індикаторів. Показання бюретки при титруванні з фенолфталеїном - $21,36 \text{ см}^3$, показання бюретки при продовженні титрування в присутності метилового оранжевого $25,76 \text{ см}^3$.
4. Суть кислотно-основного титрування. Розрахувати значення рН розчину, якщо до $100 \text{ см}^3 0,1 \text{ M}$ розчину CH_3COOH додати $50 \text{ см}^3 0,1 \text{ M}$ розчину NaOH .
5. Індикатори методу нейтралізації. Обчислити індикаторну помилку титрування $0,1 \text{ н.}$ розчину CH_3COOH $0,1 \text{ н.}$ розчином NaOH з індикатором лакмусом ($\text{pT} = 7$).
6. Вибір індикаторів при титруванні кислотами і основами. Вибрати індикатор для титрування розчину Na_2CO_3 до NaHCO_3 .
7. Теорії індикаторів кислотно-основного титрування: йонна, хромофорна, йонно-хромофорна. їх переваги, недоліки.
8. Основні характеристики рН індикаторів: константа йонізації, інтервал переходу, зв'язок між ними, показник титрування. Обчислити індикаторну помилку титрування $0,01 \text{ н}$ розчином NaOH $0,01 \text{ н.}$ розчину форматної кислоти з індикатором метиловим оранжевим лакмусом.
9. Криві кислотно-основного титрування. Титрування сильної кислоти сильною основою. Розрахувати та побудувати криву титрування $0,1 \text{ н.}$ розчину соляної кислоти $0,1 \text{ н.}$ розчином гідроксиду натрію.
10. Розрахувати та побудувати криву титрування $50,00 \text{ см}^3 0,05 \text{ M}$ розчину соляної кислоти $0,1 \text{ M}$ розчином гідроксиду натрію.
11. Криві кислотно-основного титрування. Розрахувати та побудувати криву титрування $0,1 \text{ н.}$ розчину бензойної кислоти $0,1 \text{ н.}$ розчином гідроксиду натрію. $\text{pK}(\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}) = 4,20$.

Дата _____

Лабораторна робота № 10

Тема: «Стандартизація тіосульфату натрію за калію дихроматом»

1. Хід роботи

1. Стандартизація натрію тіосульфату за калієм дихроматом замісниковим титруванням	
1. Бюретку промивають очищеною водою і розчином тіосульфату натрію.	Метод: _____ Титрант: _____
2. Заповнюють бюретку за допомогою воронки розчином $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, заповнюючи носик так, щоб у ньому не було повітря. Встановлюють рівень $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ на позначці 0.	Індикатор: _____ Зміна забарвлення індикатора з _____ на _____ Рівняння реакції: 1. _____
3. В конічну колбу (колбу Ерленмейера) за допомогою піпетки Мора відмірюють 10 мл розчину калію дихромату, додають 20 мл розчину KI і 15 мл 2М сульфатної кислоти. Закриваємо колбу годинниковим склом і ставимо в темне місце на 15 хв.	Електроно-йоний баланс: _____ _____ _____ Рівняння реакції: 2. _____
4. Невеликими порціями додаємо натрію	

<p>тіосульфат до вмісту колби. Титруємо до солом'яного кольору, після чого додаємо до вмісту колби 2 мл розчину крохмалю. Титруємо зміни забарвлення індикатора. Вносимо результати до робочого зошита.</p>	<p>Електронно-йонний баланс:</p> <hr/> <hr/> <hr/>
<p>5. Пункти 2-4 повторити двічі.</p>	<p>$V_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{мл};$</p>
<p>6. Виконати розрахунки: середній об'єм та нормальна концентрація тіосульфату натрію. Оформити результати.</p>	<p>$V_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{мл};$</p> <p>$V_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{мл};$</p> <p>$V_{\text{сер}} = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3} = \frac{\hspace{2cm}}{3}, \text{мл}$</p> <p>$C_{\text{тіосульфату натрію}} = \frac{\frac{1}{6} C_N (\text{дихромату}) \cdot V (\text{дихромату})}{V_{\text{сер}} (\text{тіосульфату})} = \text{--} = \underline{\hspace{2cm}} \text{моль/мл}$</p>

Висновок: _____

Робота виконана/не виконана _____ /підпис викладача/

Тестові завдання за темою: «Окисно-відновне титрування»

- В якому з титриметричних методів аналізу використовують зовнішні і внутрішні індикатори:
 - Нітриметрія
 - Алкаліметрія
 - Комплексонометрія
 - Перманганатометрія
 - Аргентометрія
- У методах редоксиметрії при визначенні окислювачів і відновників фіксування точки кінця титрування здійснюють:
 - Всіма перерахованими способами
 - Безіндикаторним методом
 - З використанням специфічних індикаторів
 - При використанні редокс - індикаторів
 - При використанні інструментальної індикації
- При титриметричному аналізі методом окислення-відновлення в реакційну систему додають індикатори, які реагують на зміну:
 - редокс - потенціалу системи
 - концентрації іонів гідроксилу
 - іонної сили розчину.
 - ступеня іонізації досліджуваної речовини
 - концентрації іонів водню
- Для стандартизації розчину натрію тіосульфату використовують розчин калію біхромату. При цьому проводять:
 - титрування за замісником
 - пряме титрування в сильноокислому середовищі
 - зворотне титрування в кислому середовищі
 - зворотне титрування в лужному середовищі
 - пряме титрування в лужному середовищі
- Кількісний вміст пероксиду водню можна визначити безіндикаторним методом:
 - перманганатометрія
 - броматометрія
 - йодиметрії
 - нітриметрії
 - аргентометрія
- Титрантом методу нітриметрії є 0,1 М розчин натрію нітриту, який готують як вторинний стандартний розчин. Точну концентрацію натрію нітриту встановлюють по:
 - сульфанилової кислоти
 - соляній кислоті
 - ацетатній кислоті
 - оксалатній кислоті
 - сірчаній кислоті

7. В контрольно - аналітичій лабораторії для визначення вмісту хлору у воді використовують метод:
- A. йодометрії
 - B. перманганатометрії
 - C. хроматометрії
 - D. нітритометрії
 - E. цериметрії
8. Вкажіть тип реакції, що протікає при визначенні аскорбінової кислоти в препараті йодометричним методом:
- A. окиснення - відновлення
 - B. ацилування
 - C. нейтралізації
 - D. осадження
 - E. комплексоутворення
9. Сульфаніламідні препарати в своїй структурі мають первинну ароматичну аміногрупу. Вкажіть метод кількісного визначення цих сполук:
- A. нітритометрія
 - B. йодометрія
 - C. дихроматометрія
 - D. перманганатометрія
 - E. цериметрія
10. Для кількісного визначення заліза (II) в фармацевтичному препараті використовують безіндикаторний метод:
- A. перманганатометрія
 - B. комплексонометрія
 - C. аргентометрія
 - D. йодометрія
 - E. нітритометрія
11. В якому середовищі найчастіше здійснюють перманганатометричне титрування заліза (II)?
- A. в сульфатнокислому
 - B. в спиртовому
 - C. в нітратнокислому
 - D. в лужному
 - E. в солянокислому
12. При броматометричному визначенні стрептоциду (первинний ароматичний амін) застосовують пряме титрування стандартним розчином калію бромату. Як індикатор цього титрування застосовують:
- A. метиловий оранжевий
 - B. фенолфталеїн
 - C. еріохром чорний Т
 - D. заліза (III) тіоціанат
 - E. мурексид
13. При йодиметричному визначенні формальдегіду у формаліні застосовують зворотне титрування.

Надлишок йоду відтитрують стандартним розчином:

- A. натрію тіосульфату
- B. натрію нітрату
- C. натрію сульфату
- D. натрію карбонату
- E. натрію фосфату

14. Одним з методів редоксиметрії є йодометрія. Як титрант методу йодометрії використовують розчин:

- A. натрію тіосульфату
- B. церію сульфату
- C. натрію нітриту
- D. натрію гідроксиду
- E. калію перманганату

15. Сульфаніламід містить у своїй структурі первинну ароматичну аміногрупу. Вкажіть метод кількісного визначення цих сполук:

- A. нітритометрія
- B. йодометрія
- C. дихроматометрія
- D. перманганатометрія
- E. цериметрія

16. Визначення оксиду миш'яку (III) в лікарських препаратах проводять йодометричним методом. Виберіть індикатор.

- A. розчин крохмалю
- B. мурексид
- C. тропеолін 00
- D. еозин
- E. фенолфталеїн

17. У методі йодометрії кінцеву точку титрування визначають за допомогою індикатора крохмалю, який слід додавати:

- A. в кінці титрування
- B. на початку титрування
- C. коли відтитровано 50% визначаємої речовини
- D. в точці еквівалентності
- E. в процесі титрування

18. При визначенні масової частки перекису водню методом перманганатометрії необхідне значення рН середовища створюють за допомогою:

- A. сірчаної кислоти
- B. азотної кислоти
- C. оцтової кислоти
- D. соляної кислоти
- E. щавелевої кислоти

19. Визначення масової частки аскорбінової кислоти методом цериметрії проводять в присутності фероїна, який відноситься до:

- A. редокс - індикаторів
- B. метал - індикаторів

- C. флуорисцентних індикаторів
- D. кислотно - основних індикаторів
- E. адсорбційних індикаторів

20. Титрантом методу перманганатометрії є 0,1 М розчин калію перманганату, який готують як вторинний стандартний розчин. Його стандартизують по:

- A. оксиду миш'яку (III)
- B. калію дихромату
- C. натрію хлориду
- D. натрію карбонату
- E. оксиду кальцію

21. Вкажіть стандартні розчини, які в йодометрії використовують для прямого і зворотного титрування відновників:

- A. I_2 , $Na_2S_2O_3$
- B. $K_2Cr_2O_7$, $Na_2S_2O_3$
- C. I_2 , KI
- D. $KMnO_4$, KI
- E. $K_2Cr_2O_7$, I_2

22. Вкажіть пару речовин, які можна застосовувати для стандартизації 0,1 М розчину $KMnO_4$:

- A. $Na_2C_2O_4$, $H_2C_2O_4$
- B. K_2CO_3 , CH_3COOH
- C. CH_3COOK , $H_2C_2O_4$
- D. KHC_2O_4 , $HCOOH$

E. $Na_2C_2O_4$, CH_3COOH

23. Необхідно визначити кількість салицилату натрію в розчині. Який метод титриметричного аналізу можна використовувати для кількісного визначення ароматичних сполук?

- A. бромометрія
- B. меркурометрія
- C. цериметрія
- D. аргентометрія
- E. комплексонометрія

24. Підберіть відповідні індикатори для фіксування кінцевої точки титрування в методі нітрітометрії:

- A. тропеолін 00 + метиленовий синій
- B. метиленовий синій
- C. метиловий оранжевий
- D. розчин крохмалю
- E. дифеніламін

25. Запропонуйте редокс-метод кількісного визначення солей заліза (II) в розчині, що містить хлороводневу кислоту:

- A. дихроматометрія
- B. йодометрія
- C. перманганатометрія
- D. нітрітометрія
- E. аскорбінометрія

26. Якою речовиною проводять стандартизацію розчину KMnO_4 ?
- A. кислота щавелева
 - B. натрію тетраборат
 - C. калію дихромат
 - D. натрію нітрит
 - E. калію йодид
27. Для визначення масової частки заліза (II) в солі Мора класичними методами аналізу можна використовувати:
- A. всі зазначені методи
 - B. перманганатометрію
 - C. дихроматометрію
 - D. броматометрію
 - E. цериметрію
28. Визначення кінцевої точки титрування в редокс-метод здійснюють: безіндикаторним методом, за допомогою специфічних індикаторів і редокс - індикаторів. Як визначають кінцеву точку титрування в перманганатометрії?
- A. безіндикаторним методом
 - B. за допомогою специфічного індикатора роданіду заліза
 - C. за допомогою специфічного індикатора крохмалю
 - D. за допомогою метилового червоного
 - E. за допомогою редокс - індикатора дифеніламіна
29. Який стандартний розчин можна використовувати для стандартизації розчину I_2 ?
- A. розчин натрію тіосульфату
 - B. розчин калію йодиду
 - C. розчин калію дихромату
 - D. розчин калію перманганату
 - E. розчин натрію нітриту
30. Визначення кінцевої точки титрування в редокс-методах здійснюють: безіндикаторним методом, за допомогою специфічних індикаторів і редокс - індикаторів. Як визначають кінцеву точку титрування в йодометрії?
- A. за допомогою специфічного індикатора крохмалю
 - B. безіндикаторним методом
 - C. за допомогою специфічного індикатора роданіду заліза
 - D. за допомогою редокс - індикатора дифеніламіна
 - E. за допомогою метилового червоного
31. У перманганатометрії як титрант використовують KMnO_4 . Який фактор еквівалентності цієї сполуки, якщо титрування проводять в кислому середовищі:
- A. 1/5
 - B. 1/4
 - C. 1/2
 - D. 1/3
 - E. 1

32. Який титрант використовують
броматометричному титруванні?

A. KBrO_3

B. KBr

В

C. Br_2

D. $\text{KBrO}_4 + \text{KCl}$

E. KBrO_4

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфєєва, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є. Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.
2. Аналітична хімія : підручник для студентів напряму «Фармація» і «Біотехнологія» ВНЗ / Н. К. Федущак, Ю. І. Бідніченко, С. Ю. Крамаренко, В. О. Калібабчук [та ін.]. – Вінниця : Нова Книга, 2012. – 640 с.
3. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
4. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
5. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
6. Аналітична хімія : Якісний та кількісний аналіз; навчальний конспект лекцій / В. В. Болотов, О. М. Свєчнікова, М. Ю. Голік, К. В. Динник, Т. В. Жукова, М. А. Зареченський, О. Г. Кизим, С. В. Колісник, Т. А. Костіна, О. Є. Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова, Ю. В. Сич, Л. Ю. Клименко; за загальною редакцією проф. Болотова В. В. – Вінниця : Нова книга, 2011. – 424 с.

Додаткова

1. Аналітична хімія: навч. посіб. для фармац. вузів та ф-тів III-IV рівня акредитації / В. В. Болотов, О. М. Свєчнікова, С. В. Колісник, Т. В. Жукова та ін. – Х.: Вид-во НФаУ; Оригінал, 2004. – 480 с.
2. Кількісний аналіз. Титриметричні методи аналізу / Петренко В.В., Стрілець Л.М., Васюк С.О. та ін. – Запоріжжя, 2006. – 215 с.
3. Коваленко С.І., Васюк С.О., Портна О.О. Комплексиметрія у фармацевтичному аналізі. – Вінниця, НОВА КНИГА, 2008. – 184 с.