

Житомирський державний університет імені Івана Франка
Факультет природничий
Кафедра хімії

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ
САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**

Обов'язкової освітньої компоненти

Аналітична хімія

Галузь знань
Спеціальність
Предметна спеціальність
Спеціалізація
Освітня програма
Факультет

10 Природничі науки
102 Хімія
-
-
Хімія
Природничий

Укладач:
кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії
Ольга Кичкирук

Розглянуто та схвалено
на засіданні кафедри хімії
Протокол від «11» червня 2025 р. № 28
Завідувач кафедри _____ Олена АНІЧКІНА

Житомир 2025

УДК 543.2
ББК 24.4

*Рекомендовано до друку вченою радою Житомирського державного університету
імені Івана Франка
(протокол № 13 від 27.06. 2025 р.)*

Рецензенти:

Дорохов Віктор - кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри ґрунтознавства та землеробства Поліського національного університету.

Шляніна Алла – Голова ОМО викладачів біології та хімії ЗФПО Житомирської області, викладач вищої кваліфікаційної категорії, викладач-методист Житомирського базового фармацевтичного фахового коледжу ЖОР.

Анічкіна Олена – кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри хімії ЖДУ імені Івана Франка.

Кичкирук О.Ю.

Методичні рекомендації до організації самостійної роботи обов'язкової освітньої компоненти «Аналітична хімія». Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2025. – 30 с.

Методичні рекомендації розроблені згідно робочої програми освітньої компоненти «Аналітична хімія» рекомендовані здобувачам першого (бакалаврського) здобуття освіти освітньої програми Хімія. У виданні містяться індивідуальні завдання до тем з якісного і кількісного аналізу, контрольні питання й задачі, рекомендації до виконання лабораторних занять та рекомендована навчальна література.

© Кичкирук О.Ю. 2025
© Житомирський державний
університет імені Івана Франка, 2025

ЗМІСТ

Модуль 1. Закон діючих мас і рівноваги у гомогенних та гетерогенних системах

1	Завдання для самостійної роботи №1	Тема: Предмет, значення і методи якісного аналізу. Класифікація катіонів (4 год)	стор. 4
2	Завдання для самостійної роботи №2	Тема: Хімічні рівноваги в гомогенних системах (4 год)	стор. 4
3	Завдання для самостійної роботи №3	Тема: Рівноваги в гетерогенних системах (4 год)	стор. 7
4	Завдання для самостійної роботи №4	Тема: Закон діючих мас і процеси гідролізу і амфотерності (8 год)	стор. 10
	<i>Завдання до підсумкової модульної контрольної роботи № 1</i>		стор. 11

Модуль 2. Окисно-відновні процеси та процеси комплексоутворення

5	Завдання для самостійної роботи №5	Тема: Рівноваги в реакціях комплексоутворення (8 год)	стор. 12
6	Завдання для самостійної роботи №6	Тема: Окисно-відновні реакції в хімічному аналізі. Класифікація аніонів і аналіз сухої речовини (18 год)	стор. 13
	<i>Завдання до підсумкової модульної контрольної роботи № 2</i>		стор. 15

Модуль 3. Основи титриметричного аналізу. Методи кислотно-основного титрування

7	Завдання для самостійної роботи №7	Тема: Предмет, методи кількісного аналізу. Титриметричний аналіз (13 год)	стор. 16
8	Завдання для самостійної роботи №8	Тема: Методи кислотно-основної взаємодії (18 год)	стор. 17
	<i>Завдання до підсумкової модульної контрольної роботи № 3</i>		стор. 18

Модуль 4. Методи окисно-відновного, осадкового титрування та комплексометрії

9	Завдання для самостійної роботи №9	Тема: Загальна характеристика окисно-відновних методів. Перманганатометрія (12 год)	стор. 19
10	Завдання для самостійної роботи №10	Тема: Йодометрія (12 год)	стор. 20
11	Завдання для самостійної роботи №11	Тема: Методи осаджувального титрування. Аргентометрія (11 год)	стор. 21
12	Завдання для самостійної роботи №12	Тема: Методи комплексометрії (11 год)	стор. 22
	<i>Завдання до підсумкової модульної контрольної роботи № 4</i>		стор. 24

Модуль 5. Загальні положення гравіметричного аналізу

13	Завдання для самостійної роботи №13	Методика та методи проведення гравіметричного аналізу (6 год)	стор. 24
14	Завдання для самостійної роботи №14	Фотометричний аналіз (4 год)	стор. 27
	<i>Завдання до підсумкової модульної контрольної роботи № 5</i>		стор. 29
	<i>Індивідуальні завдання</i>		стор. 30

Модуль 1. Закон діючих мас і рівноваги у гомогенних та гетерогенних системах

Тема самостійної роботи: Предмет, значення і методи якісного аналізу.
Класифікація катіонів (4 год)

Завдання для самостійної роботи:

1. Заповнити таблицю №1 до лабораторного заняття №1 у робочому зошиті «Якісні реакції катіонів I аналітичної групи.
2. Заповнити таблицю №2 до лабораторного заняття №1 у робочому зошиті «Якісні реакції катіонів II аналітичної групи.
3. Підготуватися до виконання контрольного аналізу «Аналіз суміші катіонів I і II груп (див. Інструктивно-методичні матеріали до лабораторних занять....)

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

- Кожен студент має заповнити таблицю та підготувати письмову відповідь на тему реферату, яка відповідає номеру його списку в групі.
- Під час виконання завдань для самостійного опрацювання ви можете звернутися до викладача за консультацією. Час проведення консультацій визначається викладачем і повідомляється студентам.
- Теми, що передбачаються для повного самостійного опрацювання, а також індивідуальні завдання студент зобов'язаний подати викладачу під час консультації. Дату та час консультації оголошує викладач.

Тема самостійної роботи: Хімічні рівноваги в гомогенних системах (4 год)

1. Дати відповідь на **теоретичне питання** під номером відповідно до списку групи в журналі.
2. Виконати **письмово завдання** у зошиті під номером відповідно до списку групи в журналі.
3. Розв'язати **задачу** під номером відповідно до списку групи в журналі.
4. Дати відповідь на питання **про хімічні властивості катіонів I і II аналітичних груп**. Номер завдання відповідно до списку групи в журналі.

Теоретичні питання

1. Закон діючих мас і його використання до оборотних хімічних реакцій
2. Поняття про активність іонів, одиниці вимірювання. Як впливає на активність розведення розчину
3. Поняття про константу рівноваги. Її фізичний зміст
4. Іонний добуток води, водневий показник
5. Зв'язок між величиною константи дисоціації та сили електроліту. Закон розведення Оствальда
6. Фізичний зміст коефіцієнта активності, його зв'язок з іонною силою розчину та зарядом іона. Рівняння Дебая -Хюккеля
7. Ступінь електролітичної дисоціації і зв'язок з константою дисоціації. Закон розведення Оствальда.
8. Чому виникає іонна сила розчину. Як її розраховують
9. Кислотні буферні розчини. Хімічні процеси, що виникають під час додавання до кислотних буферів розчину лугу
10. Основні буферні розчини, хімічні процеси, що проходять під час додавання до основних буферів розчинів сильних кислот.
11. Класифікація буферних сумішей, їхні властивості, поняття про буферну ємність. Фактори, що впливають на буферну ємність
12. Класифікація хімічних методів аналізу. Макро, напівмікро, мікроаналіз. Систематичний і дробний аналіз.
13. Слабкі та сильні електроліти. Ступінь електролітичної дисоціації її хімічний зміст
14. Поняття про розчини. Способи вираження концентрації розчинів

15. Слабкі та сильні електроліти. Способи їх дисоціації. Написати дисоціацію і вираз константи дисоціації оцтової кислоти та сульфідної кислоти
16. Поняття про розчини. Способи вираження концентрації розчинів
17. Слабкі та сильні електроліти. Ступінь електролітичної дисоціації її хімічний зміст
18. Класифікація буферних сумішей, їхні властивості, поняття про буферну ємність. Фактори, що впливають на буферну ємність
19. Ступінь електролітичної дисоціації і зв'язок з константою дисоціації. Закон розведення Оствальда.
20. Іонний добуток води, водневий показник

Перелік письмових завдань

1. Чому для осадження груповим реагентом катіонів II групи необхідно додавати аміачний буферний розчин?
2. В чому розчинні карбонати катіонів II аналітичної групи? Написати реакцію розчинення стронцій карбонату
3. Який зовнішній ефект реакції при дії натрій родизонату на розчин, що містить катіони кальцію та барію? Як розділити ці осади?
4. Дія калій хромату на катіони II аналітичної групи. Які катіони можна виявити?
5. Написати реакцію осадження катіонів барію груповим реагентом.
6. Написати реакцію осадження катіонів кальцію груповим реагентом.
7. Написати реакцію осадження катіонів стронцію груповим реагентом.
8. Чутливість реакцій. Якими способами виражають чутливість реакції.
9. В чому розчинні карбонати катіонів II аналітичної групи? Написати реакцію розчинення стронцій карбонату
10. Яким реагентом можна осадити катіони барію в присутності кальцій- та стронцій-катіонів?
11. Що таке груповий реактив. Навести рівняння взаємодії групового реактиву з катіонами II аналітичної групи?
12. Написати реакцію осадження барій та кальцій катіонів оксалат аніонами. Який зовнішній ефект цієї реакції?
13. Які органічні реагенти використовують для виявлення магній-катіонів? Які зовнішні ефекти цих реакцій?
14. Написати реакцію осадження барій-катіону груповим реагентом. Як розчинити утворений осад?
15. Чому не осаджуються кальцій- катіони при дії натрій сульфату або інших солей сульфатної кислоти? Написати реакцію одержання кальцій сульфату
16. Написати реакцію осадження стронцій та кальцій катіонів оксалат аніонами. Який зовнішній ефект цієї реакції?
17. Які органічні реагенти використовують для виявлення магній-катіонів? Які зовнішні ефекти цих реакцій?
18. Написати реакцію осадження катіонів барію груповим реагентом.
19. Написати реакцію осадження катіонів кальцію груповим реагентом.
20. Написати реакцію осадження катіонів стронцію груповим реагентом

Задача

1. Розрахувати активність іонів K^+ та Cl^- в 100 мл розчину, в якому знаходиться 0,02 М калій хлориду та 0,001 М ацетатної кислоти.
2. Розрахувати pH розчину CH_3COOH , якщо концентрація кислоти 5 г/л.
3. Розрахувати pH 0,2 М розчину ціанідної кислоти ($K_d = 7 \cdot 10^{-10}$).
4. Розрахуйте іонну силу розчину, що містить 0,005 моль/л $KAl(SO_4)_2$
5. Розрахувати активність гідроксид-іонів в 0,05 М розчині барій гідроксиду?
6. Розрахуйте молярну концентрацію іонів OH^- в розчині з pH=10
7. Чому дорівнює активність іонів Ca^{2+} та Cl^- в 0,02 М розчині кальцій хлориду?
8. Розрахувати pH аміачного буферного розчину, у 1000 мл якого є по 0,5 М амоній гідроксиду та амоній хлориду.

9. Розрахувати активність іонів магнію(II) та хлориду(I) в розчині, в 1 л якого знаходиться 0,2 моль магній хлориду
10. Розрахувати pH 2% розчину HCl
11. Чому дорівнює активність іонів NH_4^+ та SO_4^{2-} в 0,02 М розчині амоній сульфату?
12. Розрахувати pH буферного розчину, у 200 мл якого є 0,2 моль ціанідної кислоти та 0,2 моль амоній ціаніду. ($K_d = 4,8 \cdot 10^{-6}$).
13. Розрахувати іонну силу розчину, що містить 0,1 М K_2SO_4 і 0,4 М NaCl.
14. Чому дорівнює активність хлорид-іонів у розчині, що містить 0,01 М KCl і 0,02 М KBr?
15. Розрахуйте молярну концентрацію іонів H^+ в розчині з $\text{pOH}=12$
16. Розрахувати pH буферного розчину, у 200 мл якого є 0,2 моль ціанідної кислоти та 0,2 моль амоній ціаніду. ($K_d = 4,8 \cdot 10^{-6}$).
17. Розрахувати pH 2% розчину хлоридної кислоти
18. Розрахувати pH розчину KOH, якщо концентрація кислоти 5 г/л.
19. Розрахувати pH 2М розчину HCl
20. Розрахувати pH аміачного буферного розчину, у 500 мл якого є по 0,5 М амоній гідроксиду та амоній хлориду.

Завдання про хімічні властивості катіонів .

1. Як змінюється полум'я при наявності катіонів K^+ , Ba^{2+} , Sr^{2+} ?
2. Які катіони виявляють натрій родизонатом? Як проводиться така реакція? Який її зовнішній ефект?
3. Які катіони цих груп визначаються методом полум'яної фотометрії?
4. Якими якісними реакціями виявляють амоній-катіон? Які заважаючі іони? Написати хімічні реакції.
5. Які характерні реакції для виявлення натрій катіону ви знаєте. Який зовнішній ефект цих реакцій?
6. Які катіони можна виявити дією натрій родизонату. Які зовнішні ефекти. Як розрізнити катіони?
7. Що таке гіпс? Як він утворюється? Який катіон можна виявити утворенням гіпсу?
8. Яким реагентом можна осадити катіони барію в присутності кальцій- та стронцій-катіонів?
9. Які катіони можна виявити дією магнезону? Які умови проведення реакції?
10. Які катіони можна виявити при дії реактива Несслера? Навести рівняння реакції.
11. Поняття про вибіркові та селективні реакції.
12. Класифікація реактивів за чистотою. Поняття про груповий реактив.
13. Що об'єднує катіони II аналітичної групи? Навести приклад реакцій.
14. Що спільного у властивостях катіонів I аналітичної групи. Дати пояснення.
15. Мікрокристалоскопічна реакція. Як її проводять і які катіони II групи можна виявляти?
16. Який характер осадів спостерігається у реакціях з амоній карбонатом для катіонів II групи?
17. Яке середовище необхідне для осадження катіонів II групи? Чому? Як це реалізується?
18. Як можна розділити катіони I та II груп за допомогою реактивів? Навести приклади.
19. Яким чином можна розрізнити Ca^{2+} і Mg^{2+} за допомогою реактиву амоній оксалату?
20. Чим відрізняється розчинність сульфатів Sr^{2+} і Ba^{2+} ?

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

- Кожен студент має заповнити таблицю та підготувати письмову відповідь на тему реферату, яка відповідає номеру його списку в групі.

- Під час виконання завдань для самостійного опрацювання ви можете звернутися до викладача за консультацією. Час проведення консультацій визначається викладачем і повідомляється студентам.

- Теми, що передбачаються для повного самостійного опрацювання, а також індивідуальні завдання студент зобов'язаний подати викладачу під час консультації. Дату та час консультації оголошує викладач.

Алгоритм підготовки відповідей на теоретичні питання

- Ознайомтеся з переліком теоретичних питань. Зверніть увагу на формулювання — зрозумійте, які поняття, терміни та процеси необхідно пояснити.

- Підберіть навчальну літературу. Використовуйте підручники, методичні посібники, лекційні матеріали та наукові статті. За потреби скористайтесь електронними ресурсами та науковими базами.

- Виділіть ключові поняття та визначення. Чітко визначте основні терміни, які є базовими для розкриття питання.

○ Структуруйте відповідь. Відповідь має складатися з трьох частин: коротке вступне речення (розкриття суті питання); основна частина (теоретичні положення, визначення, класифікації, приклади); висновок (узагальнення та формулювання основної ідеї відповіді).

- Пояснюйте матеріал своїми словами. Уникайте бездумного переписування з підручника. Пояснюйте зміст зрозуміло, логічно, з урахуванням особистого розуміння. Наводьте приклади.

- Слідкуйте за обсягом відповіді. Відповідь має бути змістовною, але лаконічною.

- Використовуйте чітку та грамотну мову. Дотримуйтеся норм орфографії, пунктуації та наукового стилю викладу.

Тема самостійної роботи: Рівноваги в гетерогенних системах (4 год)

Завдання для самостійної роботи:

1. Заповнити таблицю №4 «Властивості катіонів III аналітичної групи.
2. Підготуватися до виконання контрольного аналізу «Аналіз суміші катіонів I-III аналітичних груп при їх сумісній присутності».
3. Дати відповіді на практичні завдання під номером варіанта, що відповідає номеру в списку групи

Практичні завдання

V1.

1. Розкрити суть теорії розчинення малорозчинних сполук на прикладі сполук MnS , $\text{Cr}(\text{OH})_3$
2. Розрахуйте молярну розчинність барій фториду в чистій воді.
3. До окремих порцій розчину, що містить катіони I-III аналітичних груп, додали:
а) $(\text{NH}_4)\text{CO}_3 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ - випав білий осад;
б) NaOH - розчин залишився прозорим. Присутність чи відсутність яких катіонів можна вважати доведеною? Написати рівняння якісних реакцій
4. Який реагент слід використати, щоб виявити іони цинку у присутності іонів алюмінію? Написати рівняння реакцій.

V2.

1. Правило добутку розчинності. Пояснити на прикладі малорозчинної сполуки PbCl_2 .
2. Чи випаде осад MnS із 0,01 М розчину MnSO_4 , якщо створити концентрацію сульфід-іонів в цьому розчині рівну 10^{-5} г/л?
3. Закінчити рівняння реакцій $\text{FeCl}_3 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] =$ Якого кольору утворені сполуки?
4. В чому причина утворення гідроксидів алюмінію та хрому під час взаємодії із груповим реактивом.

V3.

1. Повнота осадження і вплив ДР на цей чинник. Пояснити на прикладі осадження іонів Ca^{2+} .
2. При якій концентрації іонів Mg^{2+} почнеться випадання осаду $\text{Mg}(\text{OH})_2$ з розчину, що має $\text{pH}=8,0$?
3. До окремих порцій розчину, що містить катіони I, II та III аналітичних груп, додали:
а) Na_2CrO_4 - випав жовтий осад;
б) BaCl_2 - випав білий осад, який повністю не розчинився в HCl . Яких можна дійти висновків щодо його складу? Написати рівняння реакцій
4. Який реагент слід використати, щоб виявити іони Fe^{3+} у присутності іонів III аналітичної групи? Написати рівняння реакцій

V4.

1. Поняття про дробне осадження малорозчинних сполук. Пояснити з використанням добутку розчинності на прикладі осадження AgCl , $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3$, Ag_2CrO_4 .
2. Чи випаде осад плумбум хлориду при змішуванні рівних об'ємів розчинів плумбум нітрату і натрій хлориду, для яких $C(\text{Pb}(\text{NO}_3)_2)=0,1$ моль/л, $C(\text{NaCl})=0,01$ моль/л?

3. До окремих порцій розчину, що містить катіони I-III аналітичних груп, додали:

а) $K_2Cr_2O_7 + CH_3COOH$ - утворився жовтий осад;

б) $K_4[Fe(CN)_6] + NH_4Cl$ - розчин залишився прозорим. Присутність чи відсутність яких катіонів можна вважати доведеною? Написати всі можливі рівняння реакцій

4. Який реагент слід використати, щоб розчинити осад $Cr(OH)_3$? Написати рівняння реакцій

B5.

1. Дробне осадження. Пояснити на прикладі осадження іонів Cl^- , Br^- , I^- дією $AgNO_3$.

2. Розрахуйте добуток розчинності аргентум хлориду, якщо його розчинність у воді при $20^\circ C$ дорівнює $0,0016$ г/л.

3. Написати два молекулярних рівняння реакції утворення таких малорозчинних сполук ZnS

4. Який реагент слід використати, щоб розчинити осад $Ni(OH)_2$? Написати рівняння реакцій

B6.

1. Поняття про добуток розчинності на прикладі $Ba_3(PO_4)_2$.

2. Яка із солей буде осаджуватися в першу чергу, якщо в розчин, що містить по $0,1$ моль/л калій хлориду і калій іодиду, поступово добавляти розчин аргентум нітрату?

3. Закінчити якісну реакцію $FeCl_2 + 4NH_4SCN =$ і вказати зовнішній ефект.

4. Який реагент слід використати, щоб не розчинився осад ZnS , а осад NiS розчинився? Написати рівняння реакцій

B7.

1. Поняття про розчини ненасичені, насичені і перенасичені. Фактори, що впливають на розчинність малорозчинних сполук.

2. Чи випаде осад, якщо змішати 300 мл $0,03$ М розчину K_2CrO_4 і 200 мл $0,002$ М розчину $AgNO_3$ ($DP_{Ag_2CrO_4} = 8,8 \cdot 10^{-12}$)?

3. Закінчити якісну реакцію $CoCl_2 + (NH_4)_2S =$ і вказати зовнішній ефект

4. Якого кольору утворюються сполуки при взаємодії Fe^{3+} катіона із сульфосаліцилатною кислотою у співвідношеннях: $1 : 1$, $1 : 2$, $1 : 3$

B8.

1. Умови розчинення осадів малорозчинних сполук. Пояснити на прикладі $Al(OH)_3$.

2. Розрахуйте розчинність (г/л) BaC_2O_4 у воді

3. Який реагент слід використати, щоб розчинити осад $Zn(OH)_2$? Написати рівняння реакцій

4. Напишіть вірно формулу комплексної солі, що утворює блакитний осад при визначенні Co^{2+} катіону амоній тетратіоціанату меркуратором (II)

B9.

1. Теорія розчинення малорозчинних сполук на прикладі H_2SiO_3 та $Cu(OH)_2$

2. Чи випаде осад, якщо до 1 л $0,1$ М розчину сульфатної кислоти долити 1 л $0,01$ М розчину плюмбум нітрату?

3. Закінчити рівняння якісної реакції і вкажіть зовнішній ефект $ZnCl_2 + (NH_4)_2S =$

4. Які катіони III аналітичної групи можна осадити гідроген сульфідом? Чому. Написати рівняння реакцій

B10.

1. Поняття про молярну розчинність малорозчинних сполук S_m . Зв'язок розчинності S_m з добутком розчинності.

2. Добуток розчинності $CaC_2O_4 \cdot H_2O$ дорівнює $2,0 \cdot 10^{-9}$. Розрахуйте розчинність цієї солі у воді.

3. Закінчити рівняння якісної реакції $ZnCl_2 + H_2S =$

4. Які катіони III аналітичної групи можна виявити за допомогою реактива $K_3[Fe(CN)_6]$? Написати рівняння реакцій. Яке забарвлення утворених сполук?

B11.

1. Поняття про добуток активності. В яких випадках його використовують. Зв'язок добутку активності з добутком розчинності. Навести приклад з використанням $CaCO_3$.

2. Який осад випаде першим, якщо до $0,1$ М розчинів $NaCl$ і NaI по краплям добавляти розчин аргентум нітрату? $DP_{AgCl} = 1,0 \cdot 10^{-10}$; $DP_{AgI} = 1,0 \cdot 10^{-16}$. Довести розрахунками.

3. Завершити рівняння якісної реакції: $Co(NO_3)_2 + NH_4SCN =$ Якого забарвлення утворені сполуки?

4. Які катіони III аналітичної групи можна виявити за допомогою реактива $K_4[Fe(CN)_6]$? Написати молекулярні рівняння реакції. Яке забарвлення утворених сполук?

B12.

1. Поняття про розчинність малорозчинних сполук S_m . Зв'язок розчинності S_m з добутком розчинності.

2. Розрахуйте розчинність плумбум хромату (в грамах на 1 л) у воді.

3. Завершити рівняння якісної реакції: $Al(NO_3)_3 + Na_2S_2O_3 + H_2O =$

Якого забарвлення утворені сполуки?

4. Яку буферну суміш необхідно додати до досліджуваного розчину III аналітичної групи, щоб їх осадити груповим реактивом?

B13.

1. Фактори, які впливають на утворення осадів. Вплив температури, рН розчину і кількості осаджувача на розчинність осадів.

2. Обчисліть ДР барій арсенату, якщо концентрація його насиченого розчину дорівнює $2,04 \cdot 10^{-8}$ г/л.

3. Які умови використання групового реактиву на катіони III аналітичної групи. Написати рівняння реакції катіону алюмінію з груповим реактивом.

4. Назвати забарвлення гідроксидів катіонів III групи, що утворюються при дії розведених розчинів лугів на такі катіони: Fe^{2+} , Fe^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} . І написати рівняння реакцій утворення цих сполук

B14.

1. Вплив електролітів на розчинність малорозчинних сполук. Поняття про солевий ефект. Пояснити на прикладі сполуки $CaCO_3$.

2. Визначити розчинність (моль/л) плумбум йодиду у воді.

3. Написати рівняння реакції взаємодії цинк нітрату із гідроген сульфідом. Який зовнішній ефект цієї реакції.

4. Який реактив на Fe^{3+} утворює із ним комплекси різного складу, але червоного кольору? Написати рівня цієї реакції

B15.

1. Закон діючих мас і рівноваги в гетерогенних системах. Поняття про добуток розчинності. Пояснити на прикладі $Al(OH)_3$.

2. Розрахувати розчинність (у моль/л та у г/л) меркурій (I) хлориду у воді.

3. Чи випаде осад при змішуванні однакових об'ємів 0,05 М розчину натрій сульфату з 0,01 М розчином барій хлориду?

4. Який катіон III групи утворює з тіоціанатами комплекс червоного кольору і заважає таким чином визначенню Co^{2+} ? Написати відповідні рівняння реакцій.

B16.

1. Вплив добутку розчинності на процес дробного осадження. Пояснити на прикладі осадження іонів Ca^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+} при дії H_2SO_4

2. Розрахувати розчинність осаду Ag_2CrO_4 S_m (моль/л) та S_m (г/л).

3. Якими реактивами проводять відділення Ct^{3+} , Al^{3+} , Zn^{2+} в дробному аналізі катіонів III групи? Написати відповідні рівняння реакцій.

4. Написати рівняння реакції окиснення Mn^{2+} -катіону суриком в нітратокислому середовищі

B17.

1. Поняття про розчинність малорозчинних сполук S_M і S_m . Одиниці вимірювання. Зв'язок між S_m і S_M

2. Обчисліть ДР ферум(II) сульфиду, якщо в 100 мл його насиченого розчину знаходиться $1,97 \cdot 10^{-8}$ моль солі.

3. Написати рівняння реакції взаємодії калій гексаціаноферату (III) з Fe^{2+} -катіоном

4. Які з катіонів III аналітичної групи осаджуються груповим реактивом у вигляді гідроксидів. Написати відповідні рівняння реакцій

B18.

1. Вплив добутку розчинності на процес дробного осадження. Пояснити на прикладі осадження іонів Ca^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+} при дії Na_2CO_3
2. Розрахувати розчинність осаду AgCl S_M (моль/л) та S_m (г/л).
3. Якими реактивами проводять відділення Cr^{3+} , Al^{3+} , Zn^{2+} в дробному аналізі катіонів III групи? Написати відповідні рівняння реакцій.

B19.

1. Вплив електролітів на розчинність малорозчинних сполук. Поняття про солевий ефект. Пояснити на прикладі сполуки BaSO_4 .
2. Визначити розчинність (моль/л) плумбум хлориду у воді.
3. Написати рівняння реакції взаємодії цинк нітрату із гідроген сульфідом. Який зовнішній ефект цієї реакції?
4. Який реактив на Fe^{3+} утворює із ним комплекси різного складу, але червоного кольору? Написати рівня цієї реакції

B20.

1. Головні умови осадження малорозчинних сполук. Пояснити на прикладі $\text{Al}(\text{OH})_3$.
2. Розрахуйте розчинність (г/л) BaCO_3 у воді
3. Який реагент слід використати, щоб розчинити осад $\text{Al}(\text{OH})_3$? Написати рівняння реакцій
4. Напишіть вірно формулу комплексної солі, що утворює блакитний осад при визначенні Co^{2+} катіону амоній тетрагідроксидом меркуратором (II).

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

- Під час виконання завдань для самостійного опрацювання ви можете звернутися до викладача за консультацією. Час проведення консультацій визначається викладачем і повідомляється студентам.

- Теми, що передбачаються для повного самостійного опрацювання, а також індивідуальні завдання студент зобов'язаний подати викладачу під час консультації. Дату та час консультації оголошує викладач.

Алгоритм підготовки відповідей на теоретичні питання

- Ознайомтеся з переліком теоретичних питань. Зверніть увагу на формулювання — зрозумійте, які поняття, терміни та процеси необхідно пояснити.

- Підберіть навчальну літературу. Використовуйте підручники, методичні посібники, лекційні матеріали та наукові статті. За потреби скористайтесь електронними ресурсами та науковими базами.

- Виділіть ключові поняття та визначення. Чітко визначте основні терміни, які є базовими для розкриття питання.

- Структуруйте відповідь. Відповідь має складатися з трьох частин:

- коротке вступне речення (розкриття суті питання);
- основна частина (теоретичні положення, визначення, класифікації, приклади);
- висновок (узагальнення та формулювання основної ідеї відповіді).

- Пояснюйте матеріал своїми словами. Уникайте бездумного переписування з підручника. Пояснюйте зміст зрозуміло, логічно, з урахуванням особистого розуміння.

- Наводьте приклади.

- Слідкуйте за обсягом відповіді. Відповідь має бути змістовною, але лаконічною.

- Використовуйте чітку та грамотну мову. Дотримуйтеся норм орфографії, пунктуації та наукового стилю викладу.

Тема самостійної роботи: Закон діючих мас і процеси гідролізу і амфотерності
(8 год)

Завдання для самостійної роботи

1. Написати рівняння гідролізу солей та вказати їх середовище ($\text{pH} > 7$, $\text{pH} < 7$, $\text{pH} = 7$)
2. Виконати практичне завдання. Розрахувати $K_{\text{гідр.}}$, h , pH солей з молярною концентрацією 0,1 моль/л.

3. Виконати практичне завдання під номером, що відповідає номеру в списку групи

Варіант	Сполуки	Варіант	Сполуки
1	$(\text{HCOOO})_2\text{Ca}$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	11	$(\text{CH}_3\text{OOO})_2\text{Ca}$, K_2SO_3
2	NaH_2PO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	12	SnCl_2 , KClO_2
3	Na_2S , CuCl_2	13	NiHSO_4 , CaNO_2
4	NaHS , MnSO_4	14	NH_4CN , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
5	MnCl_2 , CuOHCl	15	CuCl_2 , CH_3COOK
6	ZnSO_4 , Na_2SO_3	16	NaClO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
7	CuSO_4 , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	17	$\text{Pb}(\text{CN})_2$, $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$
8	NaCN , AlCl_3	18	Na_2S , CH_3COOK
9	Na_2SiO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_3)_3$	19	Na_2SiO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$
10	FeSO_4 , $\text{Mn}(\text{HS})_2$	20	SnCl_2 , NH_4ClO_2

Рекомендована література

Основна.

1. Кичирук О.Ю. Аналітична хімія. Якісний та кількісний аналіз : курс лекцій. Житомир : Вид-во ЖДУ ім.І. Франка, 2018. 160 с.
2. Онищенко Ю.К., Онищенко Т.О., Кичирук О.Ю., Кусяк Н.В. Збірник задач і вправ з аналітичної хімії : навчальний посібник. Житомир : Вид-во ЖДУ ім.І. Франка. 2014. 221 с.
3. Кичирук О.Ю. Яісний аналіз. Методичні рекомендації до лабораторних занять з «Аналітичної хімії». Житомир : Вид-во ЖДУ ім.І. Франка, 2018. 84 с.
4. Жаровський Ф.Г., Пилипенко А.Т., П'ятницький І.В. Аналітична хімія : підручник. К : Вища школа. 1982. 360 с.

Додаткова.

1. Яцимирський В.К., Павленко В.О., Савченко І.О., Сиромятніков В. .Хімія. Для університетів : підручник. К., Ірпінь: Перун, 2010. 432 с.
2. Клячко Ю.А., Шапиро С.А. Курс химического качественного анализа : підручник М.: Госхимиздат, 1960. 340 с.

Завдання до підсумкової модульної контрольної роботи № 1.

див. (Інструктивно-методичні рекомендації до лабораторних занять)

Модульна контрольна робота включає три типи завдань, що відповідають різним рівням складності:

- Рівень I охоплює теоретичні питання.
- Рівень II включає задачі з короткою відповіддю. Завдання вважається виконаним, якщо у відповіді наведено хід розв'язання та правильно вказано результат.
- Рівень III передбачає використання вивченого матеріалу в нестандартних ситуаціях. Зокрема, потрібно не лише розв'язати задачу, а й пояснити кожен етап міркувань.

У кожному варіанті модульної роботи — 5 завдань: три розрахункові задачі, одне теоретичне запитання та одне завдання з написанням хімічних рівнянь під час аналізу катіонної суміші.

Максимальна кількість балів за роботу — 100:

- по 20 балів за кожен розрахункову задачу,
- 10 балів — за теоретичне питання,
- 30 балів — за практичне завдання.

Робота вважається зарахованою за умови виконання щонайменше 55% завдань.

Модуль 2. Окисно-відновні процеси та процеси комплексоутворення

Тема самостійної роботи: Рівноваги в реакціях комплексоутворення (8 год)

Завдання для самостійної роботи.

1. Підготувати доповідь на одну з тем:
2. Виконати практичне завдання. Довести амфотерність **одного** з двох гідроксидів відповідними хімічними реакціями.

Теми доповідей

1. Історія відкриття та розвитку теорії комплексних сполук
2. • Будова комплексних сполук: центральний іон, ліганди, координаційне число
3. • Класифікація комплексних сполук за типом лігандів та зарядом комплексу
4. • Теорії координаційних сполук: Вюрца, Сиджвіка, Вернера, Кристалічного поля
5. • Електронна будова та валентність у комплексоутворенні
6. • Ізомерія комплексних сполук: структурна, геометрична, оптична
7. • Стабільність комплексних сполук: константи стійкості
8. • Реакції утворення та розпаду комплексів
9. • Вплив рН та концентрації на рівновагу в системах з комплексами
10. • Комплексоутворення як аналітична реакція
11. • Колір і спектральні властивості комплексів
12. • Комплексонометричне титрування (застосування ЕДТА)
13. • Маскування іонів у якісному аналізі за допомогою лігандів
14. • Індикатори в комплексонометрії
15. • Методи фотометричного визначення металів через комплексоутворення з органічними реагентами
16. • Комплексні сполуки в біологічних системах: гемоглобін, хлорофіл, ферменти
17. • Металокомплекси як лікарські засоби (напр., цисплатин у хіміотерапії)
18. • Комплексні сполуки у фармацевтичній хімії
19. • Комплексні сполуки в харчовій промисловості (стабілізатори, барвники)
20. Комплексні сполуки в металургії та добуванні металів
21. Комплекси в гальванотехніці та електролітичному осадженні
22. Комплексні каталізатори в хімічній промисловості
23. Комплексні сполуки в технологіях очищення води (зв'язування важких металів)
24. • Супрамолекулярна хімія: новий рівень у вивченні комплексів
25. • Комплексні сполуки в нанотехнологіях
26. • Сенсори на основі комплексоутворення
27. • Застосування комплексів у зеленій хімії

Виконати практичне завдання. Довести амфотерність одного з двох гідроксидів відповідними хімічними реакціями. Виконати практичне завдання під номером, що відповідає номеру в списку групи

Варіант	Сполуки	Варіант	Сполуки
1	Al(OH) ₃ Mn(OH) ₂	11	Pb(OH) ₂ Fe(OH) ₃ ,
2	Zn(OH) ₂ Cu(OH) ₂	12	Sn(OH) ₂ KOH
3	Pb(OH) ₂ Cu(OH) ₂	13	Al(OH) ₃ Cu(OH) ₂
4	As(OH) ₃ Ni(OH) ₂	14	Zn(OH) ₂ Ba(OH) ₂
5	Cr(OH) ₃ Mg(OH) ₂	15	Pb(OH) ₂ Fe(OH) ₂
6	Zn(OH) ₂ Mg(OH) ₂	16	Fe(OH) ₃ Zn(OH) ₂
7	Mn(OH) ₂ Sn(OH) ₂	17	Sn(OH) ₂ KOH
8	Mn(OH) ₂ Pb(OH) ₂	18	Sr(OH) ₂ Sb(OH) ₃
9	As(OH) ₃ Ni(OH) ₂	19	Mn(OH) ₄ Pb(OH) ₂
10	Fe(OH) ₂ , Cr(OH) ₃	20	Sn(OH) ₂ , NH ₄ OH

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

- Ознайомтеся з переліком питань і завдань, передбачених до вивчення теми.
- Підберіть необхідні джерела інформації: підручники, методичні матеріали, довідкову літературу. Їх список ви можете знайти в інструктивно-методичних матеріалах до відповідного модуля або курсу.
- Реферат повинен містити: повноцінне розкриття обраної теми; використання не менше 3–5 джерел інформації (підручники, наукові статті, онлайн-ресурси); науковий стиль викладу матеріалу; приклади, схеми або реакції
- Критерії оцінювання: повнота та глибина розкриття теми; логічність структури; якість викладення матеріалу; грамотність; самостійність виконання (унікальність тексту); правильність оформлення згідно з вимогами.
- Перед початком написання реферату уточніть ключові слова (напр.: *комплексні сполуки, ліганди, координаційне число, стійкість комплексів*); визначте який саме аспект вас цікавить — теорія, приклади, застосування, аналітичні методи тощо.
- Корисні ресурси: [Google Scholar](https://scholar.google.com/) — для пошуку наукових статей; [ResearchGate](https://www.researchgate.net/) — для перегляду публікацій і авторів; [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com/) — якщо маєш доступ до університетських підписок; [Наукова періодика України](#) — українські наукові журнали.
- Приклад запиту: "*coordination compounds applications in medicine*" "*комплексні сполуки магнію аналітична хімія*"

Тема самостійної роботи: Окисно-відновні реакції в хімічному аналізі.

Класифікація аніонів і аналіз сухої речовини (18 год).

Завдання для самостійної роботи.

1. Оформити таблицю «Якісні реакції аніонів I, II та III аналітичних груп»
2. Підготуватися до контрольного аналізу «Аналіз суміші аніонів I–III аналітичних груп»
3. Виконати практичні завдання. Номер варіанта відповідає порядковому номеру в списку групи.

В 1.

1. Як виявити аніони в суміші Cl^- , I^- і NO_3^- ? Приведіть рівняння реакцій.
2. Скласти рівняння реакції між Na_2CrO_4 і PbO_2 в лужному середовищі
3. При додаванні до сульфід-іонів натрій нітропрусиду утворюється

В 2.

1. Як виявити аніони в суміші SO_3^{2-} , Cl^- , PO_4^{3-} ? Приведіть рівняння реакцій.
2. Скласти рівняння реакцій між: CrCl_3 і H_2O_2 в лужному середовищі
3. Яке pH розчинів силікатів лужних металів?

В 3.

1. Як виявити аніони в суміші PO_4^{3-} , NO_3^- , S^{2-} ?
2. Скласти рівняння реакцій між: Na_3AsO_3 і $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ в середовищі сульфатної кислоти
3. Які аніони можна визначити дією діфеніламіну?

В 4.

1. Як виявити аніони в суміші SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , Br^- ?
2. Скласти рівняння реакцій між NaNO_2 і KClO_3
3. Яку характерну сполуку утворюють сульфат-аніони при дії кальцій катіонів?

В 5.

1. Як виявити аніони в суміші SiO_3^{2-} , NO_2^- , Cl^- ?
2. Скласти рівняння реакцій між: Na_2SO_3 і KIO_3 .
3. Які аніони можна виявити при дії на розчин сульфатної кислоти?

В 6.

1. Як виявити аніони в суміші SO_3^{2-} , PO_4^{3-} , CH_3COO^- ? Приведіть рівняння реакцій.
2. Скласти рівняння реакцій між $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ і PbO_2 в середовищі нітратної кислоти
3. Що утворюється внаслідок дії етилового спирту в присутності конц. сульфатної кислоти на ацетат-аніони?

В 7.

1. Як виявити аніони в суміші Cl^- , CH_3COO^- , CO_3^{2-} ?
2. Скласти рівняння реакцій між $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_2$ і Br_2 в лужному середовищі
3. До розчину, що містить аніони, додали плюмбум нітрат. Які аніони при цьому можна виявити, як називається ця реакція?

В 8.

1. Як виявити аніони в суміші SO_4^{2-} , Br^- , NO_3^- ?
2. Чому калій перманганат знебарвлюється при дії на розчин, що містить сульфід-аніони? Написати рівняння реакції.
3. Який склад магнезійної суміші. Для виявлення якого аніону її використовують.

В 9.

1. Як виявити аніони в суміші SO_3^{2-} , Br^- , NO_3^- ?
2. Скласти рівняння реакції $\text{KI} + \text{KIO} + \text{H}_2\text{SO}_4 =$
3. Який осад аніонів I групи з барій катионом не розчиняється в ацетатній кислоті, проте розчиняється при додаванні хлоридної і нітратної кислот.

В 10.

1. Як виявити аніони в суміші SO_4^{2-} , I^- , CH_3COO^- ?
2. Скласти рівняння реакцій між: Na_2SO_3 і KIO_3 .
3. Що утворюється внаслідок дії амоній хлориду на розчин з аніонами.

В 11.

1. Як виявити аніони в суміші SO_3^{2-} , Cl^- , CH_3COO^- ?
2. Скласти рівняння реакції $\text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{KOH} \rightarrow$
3. Які аніони можна виявити внаслідок дії амоній хлориду на розчин з аніонами.

В 12.

1. Розташуйте іони в порядку збільшення їх відновлюючих властивостей: I^- ; Fe^{2+} ; NO_2^- ; S^{2-} . Відповідь обґрунтуйте
2. Скласти рівняння реакції $\text{KNO}_2 + \text{HClO}_3 \rightarrow$
3. Які аніони можна виявити внаслідок дії барій хлориду на розчин з аніонами.

В 13.

1. Розташувати по зменшенню окисних властивостей Br_2 , Cl_2 , I_2 . Відповідь обґрунтувати
2. Скласти рівняння реакції $\text{HClO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$
3. Які аніони можна виявити внаслідок дії аргентум нітрату на розчин з аніонами.

В 14.

1. Розрахуйте потенціал редокс—пари: $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ при $t=25^\circ\text{C}$, якщо $[\text{Fe}^{2+}]=0,1$ моль/л, а $[\text{Fe}^{3+}]=0,01$ моль/л $\varphi^0=0,56$ В
2. Що таке золотий дощик? Які аніони можна виявити такою реакцією
3. Що спільного у аніонів III аналітичної групи?

В 15.

1. Чи можливо оловом відновити Zn^{+2} до металічного цинку?
2. Скласти рівняння реакції $\text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{KOH} \rightarrow$
3. До розчину, що містить аніони, додали аргентум нітрат. Які аніони при цьому можна виявити, яке забарвлення утворених сполук?

В 16.

1. Розрахуйте потенціал редокс—пари: $\text{Sn}^{4+}/\text{Fe}^{2+}$ при $t=25^\circ\text{C}$, якщо $[\text{Sn}^{4+}] = 0,1$ моль/л, а $[\text{Sn}^{2+}]=0,01$ моль/л $\varphi^0=0,44$ В
2. Як отримати гіпс? Які аніони можна виявити такою реакцією
3. Що спільного у аніонів II аналітичної групи?

В 17.

1. Якими реакціями можна розділити аніони II аналітичної групи?
2. Скласти рівняння реакції між NaI і PbO_2 в кислому середовищі
3. Які аніони можна виявити при додаванні до розчину натрій нітропрусиду?

В 18.

1. Розташуйте іони в порядку зменшення їх відновлюючих властивостей: I^- ; Fe^{2+} ; NO_2^- ; S^{2-} .
Відповідь обґрунтуйте
2. Скласти рівняння реакції $HClO_3 + HCl \rightarrow$
3. Які аніони можна виявити внаслідок аргентум нітрату на розчин з аніонами

В 19.

1. Як виявити аніони в суміші SiO_3^{2-} , NO_2^- , Cl^- ?
2. Скласти рівняння реакцій між: Na_2SO_3 і KIO_3 .
3. Які аніони можна виявити при дії на розчин сульфатної кислоти?

В 20 .

1. Чи можливо хлором відновити I^- до вільного йоду? Відповідь аргументуйте.
2. Скласти рівняння реакції $CrCl_3 + H_2O_2 + KOH \rightarrow$
3. До розчину, що містить аніони, додали аргентум нітрат. Які аніони при цьому можна виявити, яке забарвлення утворених сполук?

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

- Ознайомтеся з переліком питань і завдань, передбачених до вивчення теми.
- Підберіть необхідні джерела інформації: підручники, методичні матеріали, довідкову літературу. Їх список ви можете знайти в інструктивно-методичних матеріалах до відповідного модуля або курсу.
- Перегляньте зміст кожного питання, опираючись на власні конспекти, підручники чи інші навчальні матеріали.
- Оцініть рівень власних знань з кожного питання.
- Визначте теми, які потребують додаткового опрацювання. Для цього скористайтесь алгоритмом підготовки до семінарських занять або виконання практичних завдань до лабораторних робіт. За потреби підготуйте короткі конспекти; складіть опорні схеми; виконайте типові задачі чи вправи.
- Для самоперевірки спробуйте усно переказати вивчені теоретичні питання або самостійно розв'язати практичне завдання.

Рекомендована література

1. Кичирук О.Ю. Аналітична хімія. Якісний та кількісний аналіз: курс лекцій. Житомир : Вид-во ЖДУ ім.І. Франка, 2018. 160 с.
2. Онищенко Ю.К., Онищенко Т.О., Кичирук О.Ю., Кусяк Н.В. Збірник задач і вправ з аналітичної хімії : навчальний посібник. Житомир : Вид-во ЖДУ ім.І. Франка, 2014. 221 с.

Завдання до підсумкової модульної контрольної роботи № 2.

Модульна контрольна робота включає три типи завдань, що відповідають різним рівням складності:

- Рівень I охоплює теоретичні питання.
- Рівень II включає задачі з короткою відповіддю. Завдання вважається виконаним, якщо у відповіді наведено хід розв'язання та правильно вказано результат.
- Рівень III передбачає використання вивченого матеріалу в нестандартних ситуаціях. Зокрема, потрібно не лише розв'язати задачу, а й пояснити кожен етап міркувань.

У кожному варіанті модульної роботи — 5 завдань: три розрахункові задачі, одне теоретичне запитання та одне завдання з написанням хімічних рівнянь під час аналізу катіонної суміші.

Максимальна кількість балів за роботу — 100:

- по 20 балів за кожну розрахункову задачу,
- 10 балів — за теоретичне питання,
- 30 балів — за практичне завдання.

Робота вважається зарахованою за умови виконання щонайменше 55% завдань.

Модуль 3. Основи титриметричного аналізу. Методи кислотно-основного титрування

Тема самостійної роботи: Предмет, методи кількісного аналізу. Титриметричний аналіз (13 год)

Завдання для самостійної роботи:

Розв'язати задачу.

1. Розрахувати масу натрій гідроксиду в 250 мл 0,5 М розчину
2. Яка маса сульфатної кислоти міститься в 150 мл 0,2 н розчину?
3. Розрахувати молярну концентрацію еквівалента і титр 0,1 М розчину H_2SO_4 .
4. Розрахувати титр 0,01 н розчину H_2SO_4 .
5. Яку наважку NaOH необхідно взяти, щоб на титрування її витрачалось 22,00 мл розчину HCl ($T_{\text{HCl/NaOH}} = 0,003514 \text{ г/мл}$)?
6. Який об'єм хлоридної кислоти витратиться на титрування 15 мл 0,045 н розчину барій гідроксиду?
7. 0,1 М розчин CH_3COOH відтитрований 0,1 М розчином NaOH на 90%. Розрахувати рН одержаної суміші.
8. На аналітичних терезах зважили 0,1844 г медичного препарату, що містить кристалогідрат оксалатної кислоти $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, розчинили у воді і провели титрування 0,1012 М робочим розчином натрій гідроксиду. На титрування було витрачено 21,02 мл робочого розчину. Визначити масову частку $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ у препараті.
9. Розрахуйте масову частку NaCl в розчині, якщо на титрування 20,88 мл цього розчину витрачено 20,76 мл 0,09830 н розчину $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$. Обґрунтуйте вибір індикатору.
10. Наважку 5,0000 г технічної кухонної солі розчинили в воді, розчин довели в мірній колбі до 1000 мл. На титрування 20,00 см³ одержаного розчину витратили 27,88 мл 0,05 н розчину AgNO_3 . Скільки NaCl (в %) міститься в зразку технічної солі? Який метод аналізу був застосований?
11. Скільки г KCl міститься в 250,00 мл розчину, якщо на титрування 25,00 мл його витрачено 34,00 мл 0,1050 н розчину AgNO_3 ? Який метод аналізу був застосований?
12. Для комплексонометричного аналізу препарату основного бісмут(III) нітрату приготували 200 мл розчину, в якому розчинили 0,1100 г препарату. На титрування цього розчину витратили 7,55 мл розчину ЕДТА з титром за Bi_2O_3 0,01165 г/мл. Розрахуйте масу і масову частку (%) основного бісмут нітрату в вихідному препараті.
13. При комплексонометричному визначенні цинку в присутності індикатора еріохрома чорного Т на титрування 20,00 мл досліджуваного розчину витратили 15,00 мл 0,0250 н розчину ЕДТА. Визначте масу цинку в досліджуваному розчині.
14. При якому рН розчину досягається точка еквівалентності при титруванні 0,2 М розчину NH_4OH 0,2 М розчином HCl ? 14. Як приготувати 600 см³ 0,1 М розчину HCl з концентрованої HCl (густина 1,35)?
15. Розрахуйте наважку натрію тетраборату десятиводного для приготування 200,0 мл 0,05000 н розчину.
16. Розрахувати скільки мл 60%-го розчину сульфатної кислоти з густиною 1,50 г/мл потрібно взяти для приготування 10 л 0,1 н розчину.
17. Густина 15% розчину нітратної кислоти дорівнює 1,05 г/мл. Обчисліть: а) молярну концентрацію б) молярну концентрацію еквівалента.
18. Який об'єм 20% розчину хлоридної кислоти з густиною 1,10 г/мл потрібно відміряти для приготування 2 л 0,1 н розчину.
19. Розрахувати титр та молярну концентрацію розчину, одержаного в результаті розчинення 1,083 г натрій карбонату в мірній колбі ємністю 200,0 мл.
20. Обчислити рН розчину в 1 л якого міститься: 0,056 г KOH

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

Уважно прочитайте умову задачі. Визначте, що дано, і що потрібно знайти. Запишіть всі вихідні дані в зручній формі (у вигляді таблиці або списку). Зверніть увагу на одиниці вимірювання.

Зробіть обчислення. Чітко виконайте математичні дії, не забуваючи про одиниці вимірювання. За потреби, перейдіть до кінцевих одиниць (наприклад, грами, літри, моль/л). Запишіть відповідь (з урахуванням правил округлення). Перевірте себе. Оцініть адекватність отриманого результату.

Тема самостійної роботи: Методи кислотно-основної взаємодії (11 год)

Завдання для самостійної роботи:

Виконати практичне завдання. Побудувати криву титрування

1. Побудувати криву титрування 100 мл досліджуваного розчину розчином титранта певної концентрації. 2. Розрахувати помилку титрування.

Варіант	завдання	Варіант	завдання
1	0,25 н розчин форміатної кислоти ($pK=3,77$) протитрували 0,25 н розчином КОН з індикатором лакмусом ($pT=7$).	11	0,25 н розчин мурашиної кислоти ($pK=3,8$) протитрували 0,25 н розчином КОН з індикатором фенолфталеїном ($pT=9$).
2	0,2 н розчин КОН протитрували 0,2 н розчином HCN ($pK=3,77$) з метиловим оранжевим ($pT=4$)	12	1,02 н розчин нітритної кислоти ($pK=2,8$) протитрували 1,02 н розчином NaOH з метиловим червоним ($pT=5,5$).
3	0,12 н розчин HCN ($pK=3,9$) протитрували 0,12 н розчином КОН з лакмусом ($pT=7$).	13	0,25 н розчин HClO ($pK=6,8$) протитрували 0,25 н розчином КОН з лакмусом ($pT=7$).
4	0,22 н розчин CH_3COOH ($pK=4,75$) протитрували 0,22 н розчином КОН з метиловим оранжевим ($pT=4$).	14	1,12 н розчин HCl протитрували 1,12 н розчином КОН з метиловим оранжевим ($pT=4$).
5	0,025 н розчин NH_4OH ($pK=4,76$) відтитрували 0,025 н розчином HNO_3 з метиловим червоним ($pT=5,5$).	15	0,2 М розчин CH_3COOH ($pK=4,75$) відтитрували 0,2 М розчином КОН з метиловим червоним ($pT=5,5$).
6	0,02 н розчин КОН відтитрували 0,02 н розчином HNO_2 ($pK=2,56$) з метиловим червоним ($pT=5$).	16	0,02 М розчин КОН відтитрували 0,02 М розчином $HClO_4$ з метиловим червоним ($pT=5$).
7	0,12 н розчин HCl відтитрували 0,12 н розчином амоній гідроксиду з фенолфталеїном ($pT=$).	17	0,1 М розчин $HClO_4$ відтитрували 0,1 М розчином натрій гідроксиду з фенолфталеїном ($pT=9$).
8	0,21 н розчин аміаку ($pK=4,75$) відтитрували 0,21 н розчином HCl з лакмусом ($pT=7$).	18	0,2 М розчин аміаку ($pK=4,75$) відтитрували 0,2 М розчином HNO_3 з метиловим червоним ($pT=5$).
9	0,012 н розчин $HClO_4$ відтитрували 0,012 н розчином аміаку ($pK=4,75$) з індикатором лакмусом ($pT=7$).	19	0,02 М розчин метиламіну ($pK=4,75$) відтитрували 0,02 М розчином HCl з індикатором лакмусом ($pT=7$).
10	1,02 н розчин CH_3COOH ($pK=4,76$) відтитрували 1,02 н розчином літій гідроксиду з індикатором тимолфталеїном ($pT=9,8$).	20	0,1 М розчин HCl відтитрували 0,1 М розчином амоній гідроксиду з фенолфталеїном ($pT=9$).

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

Уважно прочитайте умову завдання.

Замалюйте схематично установку для титрування. Визначте, який розчин знаходиться в конічній колбі (досліджуваний розчин), а який в бюретці (титрант)

Проведіть розрахунки і побудуйте криву титрування за алгоритмом

- а) вирахувати рН досліджуваного розчину
- б) розрахувати рН цього розчину до т.е. в момент, коли додали 10; 50; 90; 99; 99,9 мл титранта
- в) розрахувати рН розчину в т.е.
- г) розрахувати рН досліджуваного розчину після т.е. (додано 100,1; 101; 110 мл титранта)
- д) визначити межі рН початку і кінця стрибка титрування
- е) визначити який індикатор підходить для даного титрування
- ж) визначити індикаторну похибку титрування

Рекомендована література

1. Кичкирук О.Ю. Аналітична хімія. Якісний та кількісний аналіз : курс лекцій. Житомир: Вид-во ЖДУ ім.І. Франка, 2018. 160 с.
2. Кичкирук О.Ю., Шляніна А.В., Кусяк Н.В. Аналітична хімія : навчальний посібник. Житомир: Вид-во ЖДУ імені Івана Франка, 2022. 242 с.
3. Сегеда А.С. Аналітична хімія. Кількісний аналіз : навч.посіб. К.: ЦУЛ, 2002. 544 с.

Завдання до підсумкової модульної контрольної роботи № 3.

Виконати тестові завдання, розміщені на диску за посиланням
<https://forms.gle/bjH2R1Nea5uXyFm86>

Модуль 4. Методи окисно-відновного, осадового титрування та комплексометрії

Тема самостійної роботи: Загальна характеристика окисно-відновних методів.
Перманганатометрія (12 год)

Завдання для самостійної роботи

Опрацювати теоретичні питання

1. Що таке окисно-відновна реакція? Наведіть приклади.
2. У чому полягає різниця між окисником і відновником? Як їх розпізнати в реакції?
3. Як правильно складати окисно-відновні напівреакції?
4. Яким чином визначають молярну масу еквівалента окисника і відновника?
5. Яка роль електронного балансу в написанні ОВР?
6. Що таке перманганатометрія? У яких випадках застосовується цей метод?
7. Як готують і стандартизують робочий розчин калій перманганату?
8. Які вимоги висуваються до вихідних речовин у перманганатометрії?
9. Яка молярна маса еквівалента калій перманганату в кислому, нейтральному та лужному середовищах? Як вона змінюється?
10. Які хімічні реакції лежать в основі титрування калій перманганатом у кислому середовищі?
11. Яка функція сірчаної кислоти під час титрування перманганатом?
12. Який механізм реакції між калій перманганатом і калій йодидом у кислому середовищі?
13. Опишіть реакцію між калій перманганатом і ферум(II) сульфатом у кислому середовищі. Що відбувається на рівні електронного обміну?
14. Як відбувається окиснення нітрит-іонів калій перманганатом?
15. Які індикатори використовуються у перманганатометрії? Чому їх іноді не потрібно?
16. Як обчислити концентрацію речовини за результатами перманганатометричного титрування?
17. У чому полягає принцип кінцевої точки титрування калій перманганатом?
18. Як впливає на результати титрування недоокиснення MnO_4^- у нейтральному або лужному середовищі?
19. Чому важливо використовувати тільки свіжоприготовлені або стандартизовані розчини калій перманганату?
20. Які типові джерела похибок у титриметричних методах окиснення-відновлення і як їх уникнути?

Розв'язати задачу

1. Визначити масу заліза у зразку масою 0,350 г, якщо на титрування пішло 12,50 мл розчину калій перманганату з концентрацією 0,0200 моль/л.
2. Який об'єм 0,0200 М розчину калій перманганату потрібен для повного окиснення 50,0 мл 0,0300 М розчину FeSO_4 у кислому середовищі?
3. Скільки грамів натрій нітриту міститься в зразку, якщо на титрування витрачено 25,00 мл 0,0500 М розчину KMnO_4 ?
4. Складіть електронний баланс для реакції між KMnO_4 та Fe^{2+} у кислому середовищі.
5. Обчисліть титр розчину KMnO_4 , якщо 1 мл цього розчину еквівалентний 1,790 мг Fe^{2+} .
6. Для встановлення титру KMnO_4 використано 0,0100 г оксалатної кислоти $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. На титрування пішло 11,20 мл. Обчисліть титр KMnO_4 .
7. Визначити молярну масу еквівалента KMnO_4 у кислому середовищі.
8. Яка маса калій йодиду (KI) відповідає витраті 20,00 мл 0,0500 М KMnO_4 у кислому середовищі?
9. Обчисліть концентрацію KMnO_4 , якщо 10,00 мл його розчину окиснює 0,0250 г натрій нітриту NaNO_2 .
10. Який об'єм 0,0250 М KMnO_4 потрібен для повного окиснення 0,0500 г $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$?
11. Складіть молекулярне, повне й скорочене іонні рівняння реакції KMnO_4 з оксалатною кислотою в кислому середовищі.

12. У 25,00 мл розчину міститься FeSO_4 . Його титрували 0,0200 М KMnO_4 . Витрата — 15,00 мл. Визначте масову концентрацію Fe^{2+} у розчині.
13. Розрахуйте масу заліза, яка міститься у зразку, якщо для його титрування використано 10,00 мл 0,0400 М KMnO_4 .
14. Скільки мілілітрів 0,1000 М KMnO_4 потрібно для окиснення 0,2000 г $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$?
15. Визначити, яка кількість електронів передається в реакції між MnO_4^- і $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$. Записати напівреакції.
16. Обчисліть нормальність розчину KMnO_4 у кислому середовищі, якщо його молярність — 0,0500 моль/л.
17. У зразку заліза масою 0,5000 г визначено вміст Fe^{2+} методом титрування 0,0250 М KMnO_4 . Витрата — 19,80 мл. Визначити відсоток заліза у зразку.
18. Напишіть рівняння реакції між KMnO_4 і йодидом калію в кислому середовищі. Складіть електронний баланс.
19. Розрахуйте масу йоду (I_2), що утворюється при реакції 0,0100 моль KMnO_4 з KI у кислому середовищі.
20. Скільки грамів NaNO_2 потрібно для повного реагування з 15,00 мл 0,0500 М KMnO_4 у кислому середовищі?

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

- **Теоретичні завдання** сформульовані для перевірки глибини розуміння та здатності аналізувати хімічні процеси, пов'язані з **перманганатометрією** та **окисно-відновними реакціями**: Ознайомтеся з переліком питань і завдань, передбачених до вивчення теми.

- Підберіть необхідні джерела інформації: підручники, методичні матеріали, довідкову літературу. Їх список ви можете знайти в інструктивно-методичних матеріалах до відповідного модуля або курсу.

- Перегляньте зміст кожного питання, опираючись на власні конспекти, підручники чи інші навчальні матеріали.

- **Завдання охоплюють** розрахунки молярної маси еквівалента, підготовку розчинів, обчислення концентрації, маси, об'єму, а також хімічну суть процесів.

Тема самостійної роботи: Йодометрія (12 год)

Завдання для самостійної роботи

Виконайте творче завдання.

Запропонуйте методику кількісного визначення маси або масової частки речовини, використовуючи йодометричний метод аналізу.

1. Визначення масової частки купрум(II) сульфату ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) прямою йодометрією. Взаємодія Cu^{2+} з надлишком $\text{KI} \rightarrow$ утворення CuI і вивільнення I_2 , що титрується $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.
2. Визначення маси калій перманганату (KMnO_4) методом зворотного йодометричного титрування. KMnO_4 окиснює надлишок KI у кислому середовищі $\rightarrow$ утворення I_2 , який титрується тіосульфатом.
3. Визначення масової частки натрій гіпохлориту (NaClO) у відбілювачі методом прямої йодометрії. ClO^- окиснює I^- до I_2 , далі – титрування тіосульфатом.
4. Визначення маси хлорного вапна (Ca(OCl)_2). ClO^- окиснює I^- до I_2 , далі – титрування тіосульфатом.
5. Визначення маси калій дихромату ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$). Зворотне йодометричне титрування. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ окиснює KI у кислому середовищі до I_2 , який титрується $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.
6. Визначення вмісту гідроген пероксиду H_2O_2 . Пряма йодометрія. H_2O_2 відновлює йод у присутності каталітичної кількості MoO_4^{2-} або $\text{Fe}^{3+} \rightarrow$ утворення I_2 .
7. Визначення вмісту аскорбінової кислоти (вітамін С). Аскорбінова кислота відновлює йод до I^- ; зменшення кольору I_2 – основа розрахунку. Йод розчиняється в KI – титрування розчином йоду.
8. Визначення маси плюмбум(IV) оксиду (PbO_2) прямою йодометрією. PbO_2 окиснює KI до I_2 у кислому середовищі $\rightarrow$ титрування тіосульфатом.

9. Визначення вмісту іонів арсену (As^{3+}) після його окиснення до As^{5+} . Непряма йодометрія (зворотне титрування). As^{3+} відновлює I_2 до $\text{I}^- \rightarrow$ титрування залишку йоду.

10. Визначення масової частки сульфітної кислоти (H_2SO_3) або сульфітів для використання у виноробстві, харчовій промисловості. SO_3^{2-} відновлює $\text{I}_2 \rightarrow$ титрування надлишку йоду.

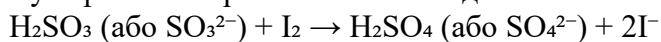
Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

- Вивчити теоретичні відомості з даної тематики. Описати у вигляді коротких тез із посиланнями на літературні джерела.
- Коротко опишіть суть методу.
- Опишіть реактиви, їх концентрації, методику приготування розчинів
- Опишіть хімічний посуд, необхідний для виконання аналізу
- Опишіть необхідне обладнання.
- Коротко опишіть алгоритм виконання дослідження

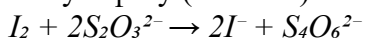
Приклад методики визначення масової частки сірчистої кислоти або сульфітів методом йодометрії

Суть методу:

Сульфіти або сірчиста кислота відновлюють молекулярний йод до йодид-іонів:



Надлишок йоду (I_2), що залишився після реакції з SO_2 (або сульфітом), титрується розчином натрій тіосульфату ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$):



Реактиви та обладнання: 0,1 н. розчин йоду (I_2 у надлишку KI); 0,1 н. розчин натрій тіосульфату ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$); Розчин крохмалю (1%) – як індикатор; Розчин кислоти (HCl або H_2SO_4 1:1); Бюретка, конічна колба, піпетка, мірний циліндр

Алгоритм виконання аналізу: Відібрати пробу піпеткою Мора аналізованого розчину (напр., винного продукту або розчину сульфіту) у конічну колбу. Додати реагенти надлишок 0,1 н. розчину I_2 (містить надлишок KI),

1 М HCl або H_2SO_4 для підкислення (якщо необхідно). Залишити на 5 хвилин. Титрувати надлишок I_2 0,1 н. розчином $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ до солом'яного забарвлення. Додати кілька крапель розчину крохмалю — розчин забарвиться в синє. Продовжити титрування до знебарвлення (зникнення синього кольору).

Розрахунки: Знайти кількість йоду, що залишилася. Знайти кількість I_2 , що прореагував з SO_2 .

Обчислити кількість SO_2 або сульфіту (еквівалент 1:1). Обчислити масу сірчистої кислоти або її еквівалента. Знайти масову частку у % (якщо відома маса або об'єм зразка.:

Тема самостійної роботи: *Методи осаджувального титрування. Аргентометрія (11 год)*

Завдання для самостійної роботи.

Підготувати відповідь на теоретичне питання

1. Що таке аргентометрія? Визначення та загальні принципи методу.
2. Які солі можна визначати методом аргентометрії?
3. Чому використовують AgNO_3 у якості титранту в аргентометрії?
4. Які існують методи аргентометричного титрування? (метод Мора, Фаянса, Фольгарда)
5. У чому полягає суть методу Мора?
6. Які індикатори використовують у методі Мора?
7. Як впливає рН середовища на перебіг реакцій у методі Мора?
8. Які умови необхідні для точного проведення методу Фаянса?
9. У чому полягає метод Фольгарда? У яких випадках його застосовують?
10. Як здійснюють зворотне титрування у методі Фольгарда?
11. Які типи індикаторів використовують у методі Фаянса?
12. Які сполуки утворюються в кінці титрування у кожному з методів?
13. Які реакції лежать в основі осадкового титрування?

14. Яка роль адсорбційних індикаторів у методі Фаянса?
15. Яка послідовність дій при визначенні хлорид-іонів методом Мора?
16. Як маскують іони, що заважають визначенню хлоридів?
17. Які труднощі виникають при визначенні бромідів або йодидів?
18. Порівняйте чутливість методів Мора, Фаянса та Фольгарда.
19. Чим відрізняється пряме та зворотне осадове титрування?
20. У яких галузях застосовуються методи аргентометрії?

Розв'язати задачу

1. Розрахуйте масову частку NaCl у зразку масою 0,2 г, якщо на титрування пішло 15,00 мл 0,1 н. AgNO₃.
2. Скільки мл 0,05 н. AgNO₃ потрібно для осадження 0,1 г KBr?
3. Скільки грамів NaCl міститься у 250 мл розчину, якщо на титрування 25 мл пішло 22,5 мл 0,1 н. AgNO₃?
4. Скільки моль хлорид-іонів міститься у 100 мл розчину, якщо він повністю прореагував з 20 мл 0,1 н. AgNO₃?
5. Який титр AgNO₃, якщо 1 мл еквівалентний 0,005845 г NaCl?
6. Обчисліть нормальність розчину AgNO₃, якщо 25 мл розчину повністю осаджують 0,05845 г NaCl.
7. Яка маса AgCl утвориться при титруванні 50 мл 0,1 н. розчину NaCl?
8. Скільки грамів KBr можна визначити 30 мл 0,1 н. AgNO₃?
9. Знайдіть об'єм 0,05 н. AgNO₃, необхідний для титрування 0,1 г NaI.
10. Скільки грамів AgNO₃ необхідно для приготування 1 л 0,1 н. розчину?
11. Скільки г NaCl міститься в пробі, якщо на титрування витратили 13,20 мл 0,1 н. AgNO₃?
12. Знайти масову частку хлоридів у зразку ґрунту масою 0,500 г, якщо витратили 18,00 мл 0,1 н. AgNO₃.
13. Скільки мл 0,1 н. AgNO₃ потрібно для визначення 0,2 г NH₄Cl?
14. Визначити концентрацію Cl⁻ у зразку, якщо для 25 мл розчину витрачено 20,0 мл 0,1 н. AgNO₃.
15. Яку масу KCl можна визначити 25 мл 0,05 н. AgNO₃?
16. Знайти титр AgNO₃ у мг/мл для Cl⁻.
17. Визначити, скільки мл 0,1 н. AgNO₃ потрібно для осадження 0,2 г NaBr.
18. Розрахуйте відсотковий вміст хлоридів у зразку, якщо 0,300 г зразка титрували 16,0 мл 0,1 н. AgNO₃.
19. Визначте об'єм AgNO₃, необхідний для осадження хлоридів у 50 мл розчину з концентрацією 0,1 моль/л.
20. Яка маса AgCl утвориться при реакції з 25 мл 0,1 н. AgNO₃?

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

- Вивчити теоретичні відомості з даної тематики. Описати у вигляді коротких тез із посиланнями на літературні джерела.
- Підготувати опис реагентів і матеріалів. Приготувати розчини, необхідні для виконання експерименту.
- Виконати експеримент фізичного модифікування поверхні неорганічних матеріалів (силікагель, вугілля, алюміній оксид, природна глина) будь яким модифікатором (органічний або неорганічний реагент) та описати методику,
- Виконати експеримент промивання неорганічного матеріалу від модифікатора.
- Зробити висновки.

Тема самостійної роботи: Методи комплексометрії (11 год)

Завдання для самостійної роботи

Підготувати проєкт на одну із наступних тем.

1. Теоретичні основи комплексометричного титрування: будова комплексів, стабільність, константи утворення
2. Порівняння індикаторів у комплексометрії: механізм дії, ефективність, чутливість
3. Роль рН у комплексометричному титруванні: створення буферних розчинів для титрування іонів металів
4. Комплексометрія з ЕДТА: механізм утворення комплексів і вибір умов титрування
5. Інтерференція іонів у комплексометричних визначеннях: способи усунення впливу сторонніх компонентів
6. Визначення загальної жорсткості води комплексометричним методом
7. Комплексометричне визначення вмісту кальцію та магнію у харчових продуктах (молоко, соки, вода)
8. Визначення вмісту іонів цинку у біологічних зразках методом комплексометрії
9. Комплексометричне визначення важких металів (Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+}) у ґрунтах
10. Визначення міді у сплавах методом титрування з ЕДТА
11. Розробка лабораторної методики для визначення Fe^{3+} методом зворотного комплексометричного титрування
12. Оптимізація умов титрування іонів Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} за допомогою маскувальних агентів
13. Використання цифрових індикаторів (датчиків рН/електродів) у комплексометрії
14. Комплексометричні методи контролю якості мінеральних добрив
15. Оцінка вмісту жорсткозумовлюючих іонів у воді річок/озер різних регіонів
16. Вплив кислотних дощів на зміну складу іонів у ґрунтах: застосування комплексометрії
17. Застосування комплексометрії для визначення токсичних металів у стічних водах промислових підприємств
18. Контроль концентрації мікроелементів у добривах та їх засвоюваності рослинами
19. Застосування мікротитрування для експрес-визначення металів у польових умовах
20. Синтез та застосування нових органічних індикаторів для комплексометричного аналізу

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

- Виберіть одну з тем, запропонованих викладачем. Враховуйте свої інтереси, попередні знання та доступність джерел інформації.
- Сформулюйте, яку проблему ви будете розкривати, що плануєте дослідити, проаналізувати або запропонувати.
- Складіть план проєкту. План має містити основні розділи роботи (наприклад: вступ, теоретична частина, практична частина, висновки, список джерел).
- Підберіть інформаційні джерела. Використовуйте рекомендовану літературу, наукові статті, підручники, статистичні дані, нормативні документи та інші достовірні матеріали.
- Опрацюйте зібраний матеріал. Відіберіть найважливіші дані, факти, ідеї, які допоможуть вам розкрити тему.
- Розробіть практичну частину проєкту (за потреби). Це може бути аналіз конкретного прикладу, розв'язання проблемної ситуації, підготовка графіків, таблиць, схем, пропозицій або проєктних рішень.
- Зробіть висновки. Узагальніть результати роботи, підкресліть значення проведеного дослідження, вкажіть можливі шляхи подальшого вивчення теми.
- Оформіть проєкт відповідно до вимог. Дотримуйтеся правил оформлення: структура, шрифт, інтервал, наявність титульної сторінки, списку використаних джерел.
- Підготуйте коротку презентацію проєкту (за потреби). Стисло викладіть основні результати своєї роботи, виділіть ключові ідеї.
- Здайте готовий проєкт у визначений термін. Додатково підготуйтеся до його захисту та відповіді на можливі запитання викладача або групи.

Критерії оцінювання проєкту

Критерій оцінювання	Кількість балів
Глибина розкриття теми	0-40
Оформлення презентації	0-40
Захист презентації	0-20
Всього	0-100

Рекомендована література

1. Мінаєва В.О., Нінова Т.С., Шафорост Ю.А. Аналітична хімія. Титриметричний аналіз. Черкаси : ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2010. 456 с.
2. Бойчук І.Д., Шляніна А.В., Гирина Н.П., Туманова І.В. Аналітична хімія : навчально-методичний посібник. К. : ВСВ «Медицина», 2017. 88 с.
3. Семенишин Д.І., Ларук М.М. Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2015. 148 с.
4. Пальчевська Т.А., Строкань А.П., Тарасенко Г.В. та ін. Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу. К. : КНУТД, 2013. 237 с.
5. Юрченко О.І., Бугаєвський О.А., Дрозд А.В. та ін. Аналітична хімія. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2012. 418 с.

Завдання для модульної контрольної роботи № 4.

1. Виконати тестові завдання в гугл-формі за посиланням <https://forms.gle/Ey6mZ6v63knZkF2E9>
2. Пройти курси на освітній платформі Coursera (на вибір):

Модуль 5. Загальні положення гравіметричного аналізу

Тема самостійної роботи: Методика та методи проведення гравіметричного аналізу (6 год)

Завдання для самостійної роботи

Виконати тестові завдання і розрахувати задачу по варіанту, що відповідає номеру в списку групи

Варіант	Номер завдання	Варіант	Номер завдання
1	1,21,40,10,41	11	11,31,30,21,51
2	2,22,39,9,42	12	12,32,29,21,52
3	3,23,38,8,43	13	13,33,28,22,53
4	4,24,37,7,44	14	14,34,27,23,54
5	5,25,36,6,45	15	15,35,26,24,55
6	6,26,35,5,46	16	16,36,25,25,56
7	7,27,34,4,47	17	17,37,24,26,57
8	8,28,33,3,48	18	18,38,23,27,58
9	9,29,32,2,49	19	19,39,22,28,59
10	10,30,31,1,50	20	20,40,21,29,60

Тестові завдання

1. Що таке гравіметричний аналіз?
 - А) Метод візуального спостереження
 - Б) Метод кількісного визначення речовин за масою
 - В) Метод визначення густини
 Правильна відповідь: Б
2. Як обчислити масову частку аналіту у зразку?
 - А) За об'ємом осаджувача
 - Б) За масою осаду і гравіметричним фактором
 - В) За температурою прожарювання
 Правильна відповідь: Б
3. Який з етапів не входить до гравіметричного аналізу?
 - А) Осадження
 - Б) Випарювання
 - В) Хроматографування
 Правильна відповідь: В
4. Маса осаду AgCl становить 0,287 г. Скільки г NaCl у зразку?
 - А) 0,100 г
 - Б) 0,168 г
 - В) 0,234 г
 Правильна відповідь: Б

5. Гравіметричний фактор — це:
 А) Константа при зважуванні
 Б) Коефіцієнт переведення маси осаду в масу аналіту
 В) Маса реактиву
 Правильна відповідь: Б
7. У гравіметричному аналізі масу визначають після:
 А) Кристалізації
 Б) Висушування або прожарювання
 В) Перегонки
 Правильна відповідь: Б
9. Надлишок осаджувача у гравіметрії потрібен для:
 А) Підвищення температури
 Б) Повного осадження аналіту
 В) Окиснення речовини
 Правильна відповідь: Б
11. Найчастіше у гравіметрії використовують осад, які:
 А) Добре розчиняються у воді
 Б) Не мають сталого складу
 В) Практично нерозчинні
 Правильна відповідь: В
13. Що таке копреципітація?
 А) Втрата осаду при фільтруванні
 Б) Осадження сторонніх йонів разом з основною речовиною
 В) Неповне осадження речовини
 Правильна відповідь: Б
15. Яку операцію проводять для очищення осаду?
 А) Розчинення
 Б) Прожарювання
 В) Промивання
 Правильна відповідь: В
17. Яка умова важлива для точного гравіметричного аналізу?
 А) Осад повинен мати сталу формулу
 Б) Реакція повинна бути оборотною
 В) Осад повинен бути кольоровим
 Правильна відповідь: А
19. Гравіметричне визначення зазвичай проводять у:
 А) Газовій фазі
 Б) Твердому стані
 В) Розчині з утворенням осаду
 Правильна відповідь: В
21. Яка речовина використовується для осадження Ba^{2+} ?
 А) HCl
 Б) H_2SO_4
 В) $NaOH$
 Правильна відповідь: Б
23. Який осад має формулу $AgCl$?
 А) Білий
 Б) Чорний
 В) Зелений
 Правильна відповідь: А
25. Який фактор НЕ впливає на повноту осадження?
 А) Температура
 Б) Іонна сила розчину
 В) Колір осаду
 Правильна відповідь: В
6. Приклад гравіметричного визначення фосфору:
 А) У вигляді $Mg_2P_2O_7$
 Б) У вигляді $Ca_3(PO_4)_2$
 В) У вигляді K_3PO_4
 Правильна відповідь: А
8. При прожарюванні $Fe(OH)_3$ утворюється:
 А) FeO
 Б) Fe_2O_3
 В) $FeCl_3$
 Правильна відповідь: Б
10. Гравіметричний фактор — це відношення:
 А) Мasi аналіту до маси осаду
 Б) Мasi осаду до маси аналіту
 В) Молярних мас
 Правильна відповідь: А
12. Як визначити сульфат-іони гравіметрично?
 А) Осадити $BaSO_4$
 Б) Осадити Ag_2SO_4
 В) Осадити Na_2SO_4
 Правильна відповідь: А
14. Гравіметричний аналіз має високу точність через:
 А) Використання кислот
 Б) Пряму залежність між масами
 В) Колір реакцій
 Правильна відповідь: Б
16. Маса осаду після прожарювання зменшилась — це свідчить про:
 А) Випарювання води
 Б) Розклад летких речовин
 В) Обидва варіанти
 Правильна відповідь: В
18. Маса осаду ZnO становить 0,404 г. Яка маса Zn^{2+} ?
 А) 0,320 г
 Б) 0,256 г
 В) 0,240 г
 Правильна відповідь: Б
20. Якщо осад містить сторонні речовини, то результат буде:
 А) Заниженим
 Б) Завищеним
 В) Незмінним.
 Правильна відповідь: Б
22. Яка маса $BaSO_4$ утвориться з 0,1 г SO_4^{2-} ?
 А) 0,233 г
 Б) 0,411 г
 В) 0,612 г
 Правильна відповідь: В
24. Гравіметрію застосовують для:
 А) Якісного аналізу
 Б) Кількісного аналізу
 В) Обидва
 Правильна відповідь: Б
26. Який аналіт можна визначити через осадження $MgNH_4PO_4$?
 А) Фосфат
 Б) Сульфат
 В) Нітрат
 Правильна відповідь: А

27. Який осад є летким при прожарюванні?

- А) CaCO_3
- Б) NH_4Cl
- В) BaSO_4

Правильна відповідь: Б

29. Який із цих осадів є кристалічним?

- А) ZnS
- Б) $\text{Fe}(\text{OH})_3$
- В) PbSO_4

Правильна відповідь: В

31. Який аналіт визначають у вигляді BaSO_4 ?

- А) Сульфат
- Б) Хлорид
- В) Нітрат

Правильна відповідь: А

33. Що відбувається при прожарюванні осаду $\text{Al}(\text{OH})_3$?

- А) Утворення Al_2O_3
 - Б) Утворення AlCl_3
 - В) Знебарвлення
- Правильна відповідь: А

35. Для зменшення копреципітації використовують:

- А) Гаряче осадження
- Б) Механічне перемішування
- В) Концентрований розчин

Правильна відповідь: А

37. Гравіметричний фактор залежить від:

- А) Об'єму осаджувача
- Б) Стехіометрії реакції
- В) Колірної реакції

Правильна відповідь: Б

39. Промивання осаду проводять з метою:

- А) Видалити надлишок осаджувача
- Б) Придати осаду блиск
- В) Змінити рН

Правильна від ☐

Задачі

40. При визначенні сульфат-іонів 0,5000 г зразка дало 0,8624 г осаду BaSO_4 . Водночас аналіз показав наявність 1,5% домішки хлоридів. Визначити масову частку SO_4^{2-} у зразку з урахуванням домішки.

41. З 0,2500 г зразка отримано 0,4356 г $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ після прожарювання. Обчислити масову частку фосфору у зразку.

42. При гравіметричному визначенні кальцію зразок Ca^{2+} осадили у вигляді $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, який після прожарювання перетворили в CaO . Масова частка CaO становила 35,42%. Обчисліть масу вихідного зразка.

43. Зразок містить вуглекислі солі натрію і калію. Його обробили розчинами, осадили у вигляді карбонатів і прожарили до утворення Na_2CO_3 і K_2CO_3 . Загальна маса прожареного залишку – 0,525 г. Визначити масову частку калію, якщо масове співвідношення $\text{K}:\text{Na} = 3:2$.

28. Як позначається гравіметричний фактор у формулах?

- А) f
 - Б) k
 - В) G
- Правильна відповідь: А

30. Прожарювання осаду проводять у:

- А) Ексикаторі
- Б) Muffle-печі
- В) Водяній бані

Правильна відповідь: Б

32. Приклад леткого осаду:

- А) NH_4Cl
- Б) AgBr
- В) Al_2O_3

Правильна відповідь: А

34. Найбільше поширення гравіметрія має в:

- А) Токсикології
- Б) Аналізі чистих речовин
- В) Хроматографії

Правильна відповідь: Б

36. Критерій завершеності осадження:

- А) Зникнення індикатора
- Б) Відсутність осаду при додаванні осаджувача
- В) Зміна кольору

Правильна відповідь: Б

38. Який метод не належить до гравіметричних?

- А) Осадження
- Б) Випарювання
- В) Титрування

Правильна відповідь: В

40. У якій формі зазвичай зважують алюміній?

- А) Al_2O_3
- Б) AlCl_3
- В) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$

Правильна відповідь: А

50. Суміш Ca^{2+} і Mg^{2+} осадили у вигляді карбонатів, потім прожарили: $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO}$, $\text{MgCO}_3 \rightarrow \text{MgO}$. Маса осаду після прожарювання – 0,642 г. Якщо маса CaO становить 0,448 г, обчисліть масову частку кальцію і магнію в зразку.

51. Зразок масою 0,4560 г осадили у вигляді PbSO_4 . Отримано 0,789 г осаду. Після промивання і повторного прожарювання маса зменшилась на 2%. Обчисліть справжню масову частку свинцю.

52. Під час фільтрації втрачено 3,0% осаду BaSO_4 . У зразку 0,4000 г – отримано 0,7000 г осаду. Обчисліть дійсну масову частку сульфатів, враховуючи втрати.

53. Алюміній осаджено у вигляді $\text{Al}(\text{OH})_3$, який потім прожарено до Al_2O_3 . Маса оксиду – 0,225 г. Обчисліть масу Al в зразку.

44. 0,3000 г суміші сульфатів алюмінію та заліза осадили у вигляді відповідних гідроксидів, потім прожарили до Al_2O_3 і Fe_2O_3 . Маса залишку – 0,2250 г. Якщо масова частка Fe_2O_3 становила 60%, обчислити вміст Fe і Al у суміші.
45. Після випарювання і висушування 10,00 мл розчину залишилось 0,8700 г залишку, який містив $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. Визначити масову концентрацію міді у розчині.
46. Після прожарювання хімічного осаду залишилось 0,480 г BaSO_4 . Обчисліть масу сульфату у зразку, якщо гравіметричний фактор дорівнює 0,343.
47. Визначення хлоридів методом осадження AgCl дало масу осаду 0,512 г. Відомо, що 5% маси складають домішки AgBr . Обчисліть справжній вміст хлоридів.
48. Після осадження Cr^{3+} і прожарювання до Cr_2O_3 отримано 0,315 г залишку. Обчисліть масову частку хрому у зразку, якщо його маса 0,2500 г.
49. При гравіметричному визначенні фосфору осад $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ прожарили до $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$. Маса залишку – 0,721 г. Обчисліть масу P_2O_5 у зразку.
54. У зразку 0,5000 г після осадження фосфатів у вигляді $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ отримано 0,840 г осаду. Визначити масову частку фосфору.
55. Зразок мінералу осаджено як кремнієву кислоту H_2SiO_3 , потім прожарено до SiO_2 . Маса осаду після прожарювання — 0,395 г. Обчисліть масову частку Si у зразку 0,500 г.
56. Обчисліть гравіметричний фактор для переведення маси осаду ZnO у масу Zn^{2+} .
57. Після визначення Sr^{2+} у зразку осаджено SrSO_4 . Маса осаду — 0,598 г. Обчисліть масу Sr у вихідному зразку.
58. Зразок містить Cr^{3+} і Al^{3+} . Осаджено гідроксиди, прожарено до суміші Al_2O_3 і Cr_2O_3 масою 0,540 г. Якщо Cr становить 40% у залишку, обчисліть масову частку обох металів.
59. Визначення азоту завершено осадженням $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_6$, після прожарювання отримано Pt. Маса осаду Pt — 0,128 г. Обчисліть масу азоту в зразку.
60. Після прожарювання хімічного осаду залишилось 0,480 г BaSO_4 . Обчисліть масу сульфату у зразку, якщо гравіметричний фактор дорівнює 0,343.

Тема самостійної роботи: Фотометричний аналіз. (4 год)

Завдання для самостійної роботи

Розв'язати задачу

1. Оптична густина досліджуваного розчину ферум(III) сульфату становить 0,420. За калібрувальним графіком це відповідає концентрації 6,0 мг/л. Знайдіть концентрацію невідомого зразка в моль/л.	2. Оптична густина при довжині хвилі 520 нм становить 0,600. Відомо, що молярний коефіцієнт екстинкції $\epsilon = 1,5 \cdot 10^4 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{см}^{-1}$, товщина шару — 1 см. Знайти концентрацію розчину.
3. Оптична густина розчину ферум (III) при 450 нм дорівнює 0,375 при концентрації $3,0 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Якою буде оптична густина при $5,0 \cdot 10^{-5}$ моль/л?	4. У пробі масою 100 мл визначено концентрацію Cu^{2+} фотометрично: 4,0 мг/л. Знайдіть масову частку у %.
5. За експериментальними даними: 2 мг/л → 0,140 4 мг/л → 0,280 6 мг/л → 0,420 Побудуйте графік та знайдіть коефіцієнт пропорційності між D і C.	6. Ферум (III) утворює з роданідом комплекс, який має максимум поглинання при 470 нм. Визначити концентрацію феруму, якщо $\epsilon = 1,1 \cdot 10^4$, $D = 0,660$, $l = 1 \text{ см}$.
7. Розчин з оптичною густиною 0,320 розбавили у 5 разів. Знайдіть початкову концентрацію, якщо після розведення $c = 2 \cdot 10^{-5}$ моль/л.	8. На якій ділянці спектра (400–700 нм) слід вимірювати поглинання, якщо забарвлений комплекс має максимум поглинання при 470 нм
9. Розчин з концентрацією 0,01 моль/л розведено у 10 разів. Знайдіть оптичну густина розведеного розчину, якщо для вихідного $D = 0,800$.	10. Якщо фотометр має абсолютну похибку $\pm 0,005$ од. оптичної густини, яка відносна похибка при $D = 0,050$

11. Оптична густина зразка А — 0,210, зразка В — 0,315. У якому зразку більша концентрація і на скільки %	12. Якщо визначено концентрацію 0,002 моль/л в об'ємі 25 мл, знайдіть масу речовини (наприклад, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$).
13. Який діапазон концентрацій оптимальний, якщо фотометр надійно вимірює D у межах 0,1–0,8, а $\epsilon = 2 \cdot 10^4$, $l = 1$ см	14. Знайти оптичну густина, якщо $\epsilon = 1,2 \cdot 10^4$, $c = 3 \cdot 10^{-5}$ моль/л, $l = 1$ см.
15. Наведено значення: $1 \cdot 10^{-5}$ моль/л — $D = 0,120$ $2 \cdot 10^{-5}$ моль/л — $D = 0,240$ $3 \cdot 10^{-5}$ моль/л — $D = 0,355$ Чи дотримується закон Бера	16. Для яких концентрацій з наведених даних D змінюється лінійно? $1 \text{ мг/л} \rightarrow 0,080$ $2 \text{ мг/л} \rightarrow 0,160$ $3 \text{ мг/л} \rightarrow 0,240$ $4 \text{ мг/л} \rightarrow 0,310$ $5 \text{ мг/л} \rightarrow 0,365$
17. Яку товщину шару слід вибрати (1 см чи 2 см), щоб отримати $D = 0,400$ при концентрації $2 \cdot 10^{-5}$ моль/л і $\epsilon = 1,0 \cdot 10^4$	18. З графіка $D = f(c)$ відомо, що при $C = 5 \cdot 10^{-5}$ моль/л $D = 0,500$. Обчисліть ϵ , якщо $l = 1$ см.
18. Під час титрування Fe^{3+} фотометрично спостерігається зменшення D. Об'єм титранту, мл Оптична густина D 0.0 0.650 1.0 0.520 2.0 0.390 3.0 0.270 4.0 0.150 5.0 0.060 6.0 0.055 7.0 0.050 Як визначити точку еквівалентності	20. Під час фотометричного аналізу іонів Cu^{2+} у розчині при довжині хвилі 600 нм була виміряна оптична густина зразка і стандартного розчину. Для стандартного розчину з концентрацією $C_{\text{ст}} = 2,0 \cdot 10^{-4}$ моль/л, оптична густина $D_{\text{ст}} = 0,620$. Для досліджуваного зразка — $D_{\text{др}} = 0,465$. Товщина кювети $l = 1,0$ см. Обчисліть концентрацію Cu^{2+} у зразку.

Методичні рекомендації до виконання завдань самостійної роботи

Задача. Під час титрування розчину Fe^{3+} спостерігається поступове зменшення оптичної густини D при довжині хвилі 400 нм. Залежність D від об'єму титранту (відновника) така:

Як визначити об'єм титранту, що відповідає точці еквівалентності?

Розв'язок. Зменшення D означає, що концентрація Fe^{3+} зменшується (Fe^{3+} має інтенсивне поглинання). Після повного відновлення Fe^{3+} (наприклад, до Fe^{2+}), D більше не змінюється — плато. Будують графік по осі абсцис відкладають об'єм титранту (мл), а на осі ординат — оптичну густина D. Графік має вигляд ламаної: спочатку D зменшується лінійно, далі стабілізується (плато). Точка еквівалентності — це точка перелому на графіку (перехід від лінійного зменшення до плато). З таблиці видно, що D зменшується лінійно до 5,0 мл, а після 5,0 мл — зміни майже непомітні. Отже, точка еквівалентності — 5,0 мл титранту.

Рекомендована література

1. Запорожець О.А., Зінько Л.С. Практикум зі спецкурсів «Методи молекулярної спектроскопії» та «Фотометричні й люмінесцентні методи аналізу».
2. Пальчевська Т.А., Строкань А.П., Тарасенко Г.В. та ін. Аналітична хімія та інструментальні методи аналізу. К.: КНУТД, 2013. 237 с.
3. Мельничук Д.О., Мельничук С.Д., Войціцький В.М. та ін. Аналітичні методи досліджень. Спектроскопічні методи аналізу. К.: ЦП «Компринт», 2016. 289 с.
3. Назаренко Л.А., Сорокін В.М. Основи радіометрії та фотометрії. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2019. 128 с.

Завдання до підсумкової модульної контрольної роботи № 5

Виконати письмові завдання по темі «гравіметричний аналіз», що включають теоретичне питання, 5 тестових завдань і 2 задачі.

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ З АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ

1	Виконати тести модульної роботи № 1.	
2	Виконати тести модульної роботи № 2.	
	Виконати тести модульної роботи № 3.	https://forms.gle/mdyynAzWyL5g6jgx7
	Виконати тести модульної роботи № 4.	https://forms.gle/WqCUohWvWnAoEgSz9
	ПРОЙТИ ОПИТУВАННЯ ПО ТЕМІ «Визначення жорсткості води»	https://forms.gle/Z49FW5bM2nJMHg4k7
	Виконати тести модульної роботи № 5.	
3	Підготувати проєкт на одну із наступних тем	.
4	Пройти курс на освітній платформі edX: HarvardX PS11.1cXElectrochemistr y	https://learning.edx.org/course/course-v1:HarvardX+PS11.1cX+1T2024/block-v1:HarvardX+PS11.1cX+1T2024+type@sequential+block@s_12_ss_3/block-v1:HarvardX+PS11.1cX+1T2024+type@vertical+block@s_12_ss_3_p_head
5	Пройти курс на освітній платформі Coursera:	
6	Пройти курс на освітній платформі Micromeritics learning Center:	
7	Пройти курс на освітній платформі OpenLearn:	