

**Міністерство освіти і науки України
Сумський державний педагогічний університет
ім. А.С.Макаренка**

Кафедра хімії

М.М. Більченко, М.А. Юхоменко

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ
З АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ**

Якісний аналіз

спеціальність „хімія та основи інформатики”

Суми - 2008

УДК 543(075.8)
ББК 24.4я73
М54

Друкується за рішенням видавничо-редакційної ради Сумського
державного педагогічного університету
ім. А.С. Макаренка

Укладачі: **М.М. Більченко**
М.А. Юхоменко

Рецензенти:

канд. хім. наук, доцент кафедри хімії СНАУ **М.Й. Кравченко**
канд. хім. наук, доцент кафедри хімії СумДПУ
ім. А.С. Макаренка **Г.Я. Касьяненко**

Більченко М.М., Юхоменко М.А.

М54 Методичні рекомендації до лабораторних робіт з аналітичної хімії. Якісний аналіз. Навчальне видання. – Суми: СумДПУ ім. А.С. Макаренка, 2008. – 32 с.

Методичні рекомендації з аналітичної хімії укладені відповідно до тематичного плану лабораторних робіт з якісного аналізу. Методичні рекомендації містять перелік тем, основні питання лабораторних занять, а також практичні вказівки для їх підготовки та успішного виконання. Видання рекомендовано студентам, що навчаються за спеціальністю „хімія” на природничих факультетах вищих навчальних закладів.

УДК 543(075.8)
ББК 24.4я73

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	4
ЗАНЯТТЯ 1. Предмет, завдання та методи аналітичної хімії. Якісний аналіз.....	5
ЗАНЯТТЯ 2. Теоретичні основи аналітичної хімії: хімічна рівновага в розчинах слабких електролітів. Перша група катіонів: якісні реакції.....	6
ЗАНЯТТЯ 3. Основні положення теорії сильних електролітів. Перша аналітична група: контрольний аналіз.....	8
ЗАНЯТТЯ 4. Буферні розчини	10
ЗАНЯТТЯ 5. Рівновага в гетерогенних системах. Осадження малорозчинних сполук. Друга аналітична група катіонів: якісні реакції	11
ЗАНЯТТЯ 6. Рівновага в гетерогенних системах. Розчинність малорозчинних сполук. Друга аналітична група: контрольний аналіз.....	12
ЗАНЯТТЯ 7. Третя аналітична група катіонів. Контрольний аналіз суміші катіонів II та III груп.....	13
ЗАНЯТТЯ 8. Кислотно-основна амфотерність. Четверта аналітична група катіонів.....	15
ЗАНЯТТЯ 9. Гідроліз солей. Четверта група катіонів: контрольний аналіз.....	16
ЗАНЯТТЯ 10. Окисно-відновні реакції.....	18
ЗАНЯТТЯ 11. Кількісна характеристика окисно-відновних реакцій. П'ята група катіонів: кількісний аналіз.....	19
ЗАНЯТТЯ 12. Реакції комплексоутворення. Шоста аналітична група катіонів.....	21
ЗАНЯТТЯ 13. Контрольний аналіз суміші катіонів другої – шостої аналітичних груп	22
ЗАНЯТТЯ 14. Аналітична класифікація аніонів. Якісні реакції аніонів, контрольний аналіз.....	24
ЗАНЯТТЯ 15. Аналіз твердої речовини	26
НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЕКТ	28
ДОДАТКИ	30
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	31

ПЕРЕДМОВА

Курс аналітичної хімії передбачає більш глибоке вивчення теоретичних основ неорганічної хімії у відповідності до завдань якісного та кількісного аналізу. Зокрема, більш ґрунтовно розглядається теорія розчинів слабких та сильних електролітів, закон діючих мас стосовно гомогенних і гетерогенних систем, кількісні закономірності перебігу хімічних реакцій, які мають застосування у методах якісного аналізу.

Теоретичний та практичний курс аналітичної хімії відіграє важливу роль у системі природничої підготовки кваліфікованого вчителя хімії. Заняття з аналітичної хімії розвивають вміння у виконанні хімічного експерименту, створюють передумови оволодіння технікою та методикою науково-дослідницьких робіт. Опанування методами визначення якісного і кількісного складу речовини обумовлює необхідність більш глибокого вивчення теоретичних основ хімії.

Методичні рекомендації укладено відповідно до навчальної програми з аналітичної хімії для студентів спеціальності «хімія». У методичних рекомендаціях наводиться тематика лабораторних занять, основні питання занять, рекомендації до їх виконання. Наведені схеми якісного аналізу аналітичних груп катіонів супроводжуються рекомендаціями до його виконання. Самостійна робота студентів коригується тематичними контрольними запитаннями.

В цілому, методичні рекомендації є навчальним посібником, спрямованим на покращення комплексної підготовки студентів до лабораторних занять з якісного аналізу.

ЗАНЯТТЯ 1.

Предмет, завдання та методи аналітичної хімії.

Якісний аналіз.

Основні питання заняття

1. Предмет, завдання та методи аналітичної хімії.
2. Класифікація якісних аналітичних реакцій.
Кількісна характеристика аналітичних реакцій.
3. Кисотно-лужна система аналізу катіонів.
4. Правила техніки безпеки у хімічній лабораторії.

Рекомендації та вимоги

1. Вивчить теоретичний матеріал за основними питаннями заняття. Опануйте основні поняття та визначення:

- предмет і основні завдання аналітичної хімії;
- методи хімічного аналізу;
- систематичний і дробний хід аналізу;
- типи якісних аналітичних реакцій;
- кількісна оцінка чутливості аналітичних реакцій, розрахунки з використанням кількісних характеристик чутливості реакцій;
- класифікація катіонів у якісному аналізі.

2. Складіть таблицю кислотно-лужної класифікації катіонів за наступною схемою:

№ групи	Склад групи	Характеристика групи	Груповий реагент	Характеристика сполук

3. Ознайомтесь з правилами техніки безпеки, зверніть увагу на особливості роботи у лабораторії аналітичної хімії.

4. Виконайте розрахункові завдання наведені у щорічному плані лабораторних занять.

5. Дайте письмову відповідь на контрольні запитання.

Контрольні запитання

1. Наведіть основні завдання якісного аналізу.
2. За якими критеріями укладена кислотно-лужна класифікація катіонів?
3. Наведіть визначення понять: аналітичний реагент; аналітична реакція (групова, характерна, специфічна, селективна).
4. Що характеризує чутливість аналітичної реакції?

ЗАНЯТТЯ 2.

Теоретичні основи аналітичної хімії: хімічна рівновага в розчинах слабких електролітів.

Перша група катіонів: якісні реакції.

Основні питання заняття

1. Хімічна рівновага. Закон діючих мас. Константа хімічної рівноваги.
2. Рівновага в розчинах слабких електролітів. Константа і ступінь дисоціації слабких електролітів.
3. Розрахунки з використанням константи та ступеня дисоціації.
4. Перша група катіонів: якісні реакції.

Рекомендації та вимоги

1. Вивчаючи теоретичний матеріал теми „Хімічна рівновага”, слід звернути особливу увагу на основні положення та кількісні характеристики:

- закон діючих мас, константа швидкості реакції, рівноважна концентрація;
- константа хімічної рівноваги – критерій напряму зміщення рівноважних процесів;
- електролітична дисоціація слабких електролітів – окремий випадок хімічної рівноваги;

2. Зверніть увагу на змістовий і математичний взаємозв'язок між ступенем і константою йонізації (дисоціації) слабких електролітів. Опануйте методику розрахунків з використанням ступеня і константи дисоціації. Обчислення рН у розчинах слабких кислот і основ.

3. Вивчаючи аналітичні реакції катіонів першої групи зверніть увагу на:

- фізичні та хімічні властивості продуктів реакції;
- умови виконання якісних реакцій;
- обґрунтування вибору умов проведення реакції.

Аналітичні властивості кожного катіона занесіть до таблиці:

Якісні реакції катіона...

Аналітичний Реагент: Назва, формула	Рівняння реакції	Властивості продуктів реакції	Висновки про умови реакції

4. Складіть порівняльну таблицю аналітичних властивостей катіонів першої групи за схемою:

Катіони	Аналітичні реагенти

Контрольні запитання

1. Покажіть на прикладі залежність ступеня дисоціації слабого електроліту від його концентрації.
2. Запишіть рівняння дисоціації і вираз константи для кількох слабких кислот та основ.
3. Чому катіони першої групи не мають групового реагенту?
4. Чому реакцію виявлення йонів K^+ за допомогою $NaHC_4H_4O_6$ слід проводити у слабо кислому середовищі?

ЗАНЯТТЯ 3.

Основні положення теорії сильних електролітів.

Перша аналітична група: контрольний аналіз.

Основні питання заняття

1. Основні положення та поняття теорії сильних електролітів. Йонна сила розчину, активність йонів.
2. Розрахунки з використанням кількісних характеристик сильних електролітів.
3. Перша аналітична група катіонів: контрольний аналіз.

Рекомендації та вимоги

1. Повторіть матеріал теми „Теорія електролітичної дисоціації”.
2. Порівняйте властивості слабких і сильних електролітів у водних розчинах. Зверніть увагу на кількісні характеристики: активність, коефіцієнт активності, йонна сила розчину.
3. Слід засвоїти методику розрахунків з використанням кількісних характеристик слабких та сильних електролітів.
4. Запишіть у лабораторний журнал коротку схему аналізу суміші катіонів першої групи:

Задача R₀: K⁺, Na⁺, NH₄⁺

1. pR₀ + реактив Несслера (незначний надлишок);
2. Якщо NH₄⁺ виявлено, провести його видалення, випаровуючи розчин R₀ з подальшим прожарюванням сухого залишку;
3. P₂ (сухий залишок солей калію та натрію) + H₂O, 3-5 мл;
4. pR₃(Na⁺, K⁺) + натрій гексанітрокобальтат(III), рН = 7;
5. pR₃(Na⁺, K⁺) + калій дигідрогенстибат (V), рН = 7.

4. Під час проведення аналізу зверніть увагу на ретельне виконання реакцій:

- видалення із розчину йонів амонію;
- розчиняючи сухий залишок, зверніть увагу на те, що об'єм одержаного розчину повинен дорівнювати об'єму, взятого до випарювання;
- наявність катіонів у розчині (якісне визначення) слід підтверджувати не менш ніж двома аналітичними реакціями.

5. Хід контрольного аналізу оформляють у вигляді протоколу за схемою:

Протокол аналізу суміші катіонів I групи

№ операції	Об'єкт аналізу	Реактив, Операція	Результат	Висновки	Передбачуваний склад	
					осаду	розчину

Висновки: _____

Дата аналізу: _____

Підпис викладача: _____

* *Протокол аналізу заповнюється в ході його проведення. Всі операції, які виконуються в ході аналізу, заносяться до протоколу і позначаються номерами. Об'єкт аналізу позначається буквами: R - розчин, P - осад, F - фільтрат. Цим буквам надаються цифрові індекси, які відповідають номеру операції, після якої одержано даний об'єкт аналізу. Якщо у реакції використовується частина об'єкту, то попереду його позначення ставиться буква „р”. Наприклад запис rP_2 означає - частина осаду, одержаного в операції 2. У графі „Реактив, операція” записують хімічні формули та назви аналітичних реагентів. У графі „Результат” записують формулу продукту аналітичної реакції, а також вказують її аналітичні властивості (агрегатний стан та забарвлення). У графі „Висновки” у випадку, якщо внаслідок проведеної операції її результат має сумнівний характер, ставиться знак питання ($\in K^+$?). Якщо ж висновки не викликають*

сумніву щодо визначення йону, запис беруть у прямі дужки [ϵ K^+]. У графі „Передбачуваний склад” записують формули сполук, які можуть входити до складу аналізованого об’єкту, що не обов’язково підтверджується наступними аналітичними реакціями.

Приклад оформлення протоколу аналізу наведений у Додатку.

Контрольні запитання

1. Поясніть відмінність між поняттями „активність” і „концентрація” йонів.
2. Як залежить величина коефіцієнта активності йону від йонної сили розчину?
3. Поясніть, чому відрізняється значення рН у розчинах HCl та CH_3COOH , які мають однакову молярну концентрацію?

ЗАНЯТТЯ 4.

Буферні розчини

Основні питання заняття

1. Зміщення йонної рівноваги в розчинах слабких електролітів під дією сильних електролітів.
2. Буферні розчини та їх властивості.
3. Розрахунки за кількісними характеристиками буферних розчинів.

Рекомендації та вимоги

1. Зверніть увагу на особливі властивості буферних розчинів, механізм буферної дії.
2. Познайомтесь та опануйте методику розрахунків рН буферних розчинів, кількості і співвідношення його складових частин.

3. Підготуйтеся до контрольної роботи за темами: рівновага у розчинах слабких електролітів, теорія сильних електролітів, буферні розчини.

Контрольні запитання

1. Чи зміниться ступінь і константа дисоціації слабого електроліту, якщо до його розчину додати сильний електроліт з однойменним йоном ?
2. Які явища зумовлюють буферні властивості розчинів електролітів?
3. Поясніть буферну дію розчину натрій дигідрогенфосфату?
4. Що таке буферна ємність? Запропонуйте спосіб її визначення.

ЗАНЯТТЯ 5.

Рівновага в гетерогенних системах.

Осадження малорозчинних сполук.

Друга аналітична група катіонів: якісні реакції

Основні питання заняття

1. Йонна рівновага у гетерогенній системі „розчин – осад”.
2. Кількісна характеристика рівноваги у гетерогенній системі за допомогою закону діючих мас. Константа розчинності (Добуток розчинності).
3. Зміщення гетерогенної рівноваги. Фактори, що впливають на повноту осадження: природа реагентів, рН розчину, вміст однойменного йону, йонна сила розчину.
4. Послідовне та сумісне осадження.
5. Друга аналітична група катіонів: якісні реакції.

Рекомендації та вимоги

1. Вивчить матеріал за питаннями теми заняття. Зверніть увагу на кількісні характеристики рівноваги у гетерогенній системі.

2. Опануйте методику розрахунків з використанням кількісних характеристик гетерогенної рівноваги (ДР, розчинність) та правила добутку розчинності.

3. Вивчить та запишіть у формі таблиці якісні реакції катіонів другої групи.

4. Складіть порівняльну таблицю аналітичних властивостей катіонів цієї групи.

Контрольні запитання

1. Поясніть правочинність застосування закону діючих мас до гетерогенних систем „осад – розчин”.
2. За яких умов константа розчинності є величина стала?
3. Які чинники впливають на розчинність малорозчинних сполук?
4. Поясніть вплив електроліту з однойменним йоном на стан гетерогенної рівноваги (повноту осадження).

ЗАНЯТТЯ 6.

Рівновага в гетерогенних системах.

Розчинність малорозчинних сполук.

Друга аналітична група: контрольний аналіз.

Основні питання заняття

1. Розчинність кристалічних речовин. Фактори впливу на розчинність.
2. Вибір реагентів та умов для розчинення малорозчинних сполук.
3. Переведення одних малорозчинних сполук в інші.
4. Контрольний аналіз суміші катіонів другої групи.

Рекомендації та вимоги

1. Вивчить теоретичний матеріал за основними питаннями заняття. Зверніть увагу на кількісні показники розчинності речовин.

2. Розглядаючи матеріал за п.2, зверніть увагу на взаємозв'язок здатності речовини до розчинення, її природи, природи розчинника, типу хімічних реакцій.

3. Хід систематичного аналізу суміші катіонів другої групи оформіть у вигляді схеми:

Схема аналізу суміші катіонів II аналітичної групи

1. $R_0(\text{Ag}^+, \text{Pb}^{2+}) + \text{HCl}, 2\text{M}$ (порціями, без надлишку)
2. $P_1(\text{AgCl}, \text{PbCl}_2) + \text{H}_2\text{O}, t^0$ (на фільтрі)
3. $F_2(\text{Pb}^{2+}) + \text{KI}; F_2 + \text{K}_2\text{CrO}_4$
4. $P_2(\text{AgCl}) + \text{NH}_3, 2\text{M}$ (ретельне розчинення на фільтрі)
5. $F_4([\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+) + \text{KI}; F_4 + \text{HNO}_3, 2\text{M}$.

4. У роботі зі схемою подумайте над питаннями:

- 1) чому до розчину R_0 не можна приливати надлишок HCl ;
- 2) яка мета операції п. 2?
- 3) як досягти ефективного розчинення AgCl ?

Контрольні запитання

1. Сформулюйте принцип, за яким слід керуватись у виборі розчинника малорозчинних сполук.
2. Наведіть приклади використання реакцій комплексоутворення для розчинення малорозчинних сполук.
3. Розчинність яких сполук – BaSO_4 , CaCO_3 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, AgCl , не залежить від реакції середовища?

ЗАНЯТТЯ 7.

Третя аналітична група катіонів.

Контрольний аналіз суміші катіонів II та III груп.

Основні питання заняття

1. Третя аналітична група катіонів: якісні реакції.
2. Контрольний аналіз суміші катіонів 2 – 3 аналітичних груп.
3. Розрахунки зміщення рівноваги у системі „осад – розчин”.

4. Контрольна робота: хімічна рівновага у гетерогенних системах „осад – розчин”.

Рекомендації та вимоги

1. Підготуйте виконання якісних реакцій катіонів 3 групи: складіть таблицю із записом рівнянь якісних реакцій та умов їх виконання, а також порівняльну таблицю аналітичних властивостей катіонів.

2. Вивчаючи аналітичні властивості катіонів третьої групи, зверніть увагу на їх різне відношення до одних і тих же реагентів та відмінність у розчинності продуктів аналітичних реакцій

3. Підготуйтеся до контрольної роботи: „Хімічна рівновага у гетерогенних системах „осад – розчин”.

4. Запишіть схему систематичного аналізу та обдумайте його виконання:

Задача R₀ : Ag⁺, Pb²⁺, Ca²⁺, Sr²⁺, Ba²⁺

1. pR₀ + HCl, 2M ;
2. P₁ (AgCl, PbCl₂) + H₂O, t⁰ (на фільтрі, обережно);
3. pF₂ (Pb²⁺) + KI, 2M; pF₂ (Pb²⁺) + K₂CrO₄, 2M;
4. P₂ (AgCl) + NH₃, 2M (розчинення на фільтрі, ретельно);
5. F₄ ([Ag(NH₃)₂]⁺) + KI, 2M; F₄ + HNO₃, 2M;
6. F₁ (Pb²⁺, Ca²⁺, Sr²⁺, Ba²⁺) + K₂CrO₄, 2M (в середовищі CH₃COOH);
7. P₆ (PbCrO₄, BaCrO₄) + NaOH, 4M (на фільтрі);
8. F₇ (PbO₂²⁻) + H₂SO₄, 2M;
9. P₇ (BaCrO₄)_{тв.} – реакція на полум'я;
10. pF₆ (Ca²⁺, Sr²⁺) + гіпс. вода, t⁰, 3-4 хв.;
11. Якщо відкрито Sr²⁺, тоді F₆ (Ca²⁺, Sr²⁺) + (NH₄)₂SO₄, конц.;
12. F₁₁ (Ca²⁺) + спирт етиловий або ацетон, декілька крапель.

5. У роботі зі схемою аналізу подумайте і дайте відповіді на питання:

- чому на осад хлоридів катіонів другої групи діють гарячою водою?
- яка реакція відбувається при дії розчину амоніаку на осад AgCl?

- чому для відокремлення 2 і 3 аналітичних груп використовують хлоридну, а не сульфатну кислоту?
- чому в операції №6 діють калій хроматом в оцтовокислому середовищі?
- у чому особливість дії гіпсової води на катіон Sr^{2+} ?
- у чому полягає дія спирту (ацетону) в розчині малорозчинної сполуки?

Контрольні запитання

1. Якими критеріями слід керуватись у правильного вибору реагенту для переведення малорозчинної сполуки у розчин?
2. Навести приклади використання реакції комплексоутворення для розчинення малорозчинних сполук.
3. Чому BaSO_4 для розчинення використовують хлоридну а не сульфатну кислоту?
4. У якому середовищі (кислому, лужному) можуть існувати у йонній формі катіони: Pb^{2+} , Ba^{2+} , Na^+ , Ag^+ ?
5. Чому CaCO_3 легко розчиняється у розбавленій оцтовій кислоті, а CaC_2O_4 практично не розчиняється, хоча ці сполуки мають майже однакові значення добутку розчинності?

ЗАНЯТТЯ 8.

Кислотно-основна амфотерність. Четверта аналітична група катіонів

Основні питання заняття

1. Основні положення теорії кислот і основ.
2. Кислотно-основна амфотерність. Кількісна характеристика дисоціації амфотерних сполук.
3. Четверта аналітична група катіонів: якісні реакції.

Рекомендації та вимоги

1. Повторіть теоретичний матеріал за темами „ Теорії кислот і основ”, „Кислотно-основна амфотерність”. Зверніть увагу на кількісні характеристики рівноваги у розчинах амфотерних сполук.

2. Вивчить та запишіть у формі таблиць рівняння якісних реакцій катіонів четвертої аналітичної групи:

- характерні для катіонів групи, які слід виконувати у порівнянні (з розчинами лугу, амоніаку, натрій карбонату, натрій фосфату, натрій сульфіді);

- специфічні реакції (Al^{3+} з алізарином, алюміноном, одержання тенорової сині; Zn^{2+} з калій гексаціаноферратом(II), дитізоном; Sn^{2+} з вісмуту нітратом у лужному середовищі; окиснення Cr^{3+} у кислому та лужному середовищі).

Будьте уважні до умов проведення специфічних реакцій.

Контрольні запитання

1. У чому полягає відмінність теорії кислот і основ Арреніуса та теорії кислот і основ Бренстеда-Лоурі?
2. Які сполуки називають супрженими кислотами та основами?
3. Які речовини називаються амфолітами?
4. Наведіть приклади взаємодії амфотерних оксидів з водою.
5. Запишіть рівняння реакцій відокремлення йонів Ca^{2+} та Al^{3+} ; сполук $AgCl$, $Zn(OH)_2$, $BaSO_4$.

ЗАНЯТТЯ 9.

Гідроліз солей.

Четверта група катіонів: контрольний аналіз

Основні питання заняття

1. Гідроліз солей. Типи та механізм гідролізу.
2. Кількісна характеристика гідролізу як хімічної рівноваги.
3. Четверта група катіонів: контрольний аналіз суміші катіонів.

Рекомендації та вимоги

1. Повторіть теоретичний матеріал теми „Гідроліз солей”. Зверніть увагу на кількісні характеристики гідролізу як рівноважного процесу та на фактори зміщення гідролітичної рівноваги.

2. Опануйте методику розрахунків ступеня гідролізу, рН розчинів солей.

3. Запишіть та продумайте хід аналізу суміші катіонів четвертої групи:

Задача R₀ : Al³⁺, Cr³⁺, Zn²⁺, Sn²⁺

1. Попередня оцінка складу розчину за його зовнішнім станом;
2. Попередні випробування на присутність окремих йонів;
3. pR₀ (Al³⁺, Cr³⁺, Zn²⁺, Sn²⁺) + NH₄OH (2M) + H₂O₂ (3%), нагрівати обережно при перемішуванні на водяній бані;
4. P₃ (Al(OH)₃, Sn(OH)₄) + HCl (2M), на фільтрі;
5. pF₄ (Al³⁺, Sn⁴⁺) + H₂S або Na₂S;
6. pF₄ (Al³⁺) + алюмініон або алізарин;
7. pF₃ (CrO₄²⁻, [Zn(NH₃)₄]²⁺) + CH₃COOH (2M), t⁰;
8. R₇ (CrO₄²⁻, Zn²⁺) + Na₂CO₃, конц.;
9. P₈(Zn₂(OH)₂CO₃) + CH₃COOH(2M) + Na₂S (або реакція з дитізоном);
10. F₈ (CrO₄²⁻) + HNO₃ (2M) + H₂O₂.

4. Працюючи над схемою аналізу подумайте над питаннями:

- які попередні висновки за складом можна зробити за зовнішнім виглядом досліджуваного розчину?
- які катіони необхідно відкрити до початку систематичного аналізу?
- що відбувається при нагріванні розчину H₂O₂?
- для чого в операції №7 у розчин додають оцтову кислоту?
- реакцію №10 краще виконувати в присутності ефіру, чому?

Контрольні запитання

1. Чому є можливим застосування закону діючих мас до реакцій гідролізу?
2. Що засвідчує величина константи гідролізу?
3. У чому полягають особливості гідролізу солей, що утворені слабкими кислотами та основами?
4. За яких умов можливий повний перебіг реакції гідролізу?
5. Наведіть приклади використання реакцій гідролізу у якісному аналізі.
6. Поясніть, чому збільшується величина рН розчину натрій гідрогенкарбонату при його нагріванні?

ЗАНЯТТЯ 10.

Окисно-відновні реакції.

П'ята аналітична група катіонів.

Основні питання заняття

1. Окисно-відновні реакції, основні поняття, класифікація.
2. Використання окисно-відновних реакцій у якісному аналізі.
3. П'ята аналітична група катіонів: якісні реакції.

Рекомендації та вимоги

1. Повторіть основні поняття теми „Окисно-відновні процеси”. Виконайте вправи з підбору стехіометричних коефіцієнтів йонно-електронним методом.

2. Вивчить та запишіть у формі таблиць рівняння якісних реакцій катіонів п'ятої групи. Зверніть увагу на якісні реакції, які є окисно-відновними та на умови їх виконання.

Контрольні запитання

1. Які реакції називаються окисно-відновними? За якими законами вони відбуваються?
2. Наведіть приклади різного типу окисно-відновних реакцій.

3. Як обчислюють еквівалент речовини окисника або відновника?
4. Запишіть рівняння реакцій відокремлення йонів: Cr^{3+} від Fe^{3+} ; Fe^{2+} від Mn^{2+} ; Pb^{2+} від Mg^{2+} .

ЗАНЯТТЯ 11.

Кількісна характеристика окисно-відновних реакцій.

П'ята група катіонів: кількісний аналіз.

Основні питання заняття

1. Кількісна характеристика окисно-відновних реакцій: окисно-відновний потенціал, електрорушійна сила, константа реакції.
2. Визначення можливості та напрямку перебігу окисно-відновних реакцій.
3. П'ята група катіонів: кількісний аналіз.

Рекомендації та вимоги

1. Вміти виконувати обчислення окисно-відновного потенціалу за рівнянням Нернста та використовувати його величину для оцінки здатності речовини бути окисником або відновником.

2. Порівняльний аналіз величин окисно-відновних потенціалів водневої шкали.

3. Вміти визначати напрям окисно-відновної реакції за величиною електрорушійної сили та константи реакції.

4. Запишіть та продумайте хід аналізу суміші катіонів п'ятої групи за схемою:

Задача R₀: Fe²⁺, Fe³⁺, Mn²⁺, Mg²⁺, Bi³⁺

1. Попередня оцінка складу суміші за її зовнішнім станом;
2. pR₀ (Fe²⁺, Fe³⁺, Mn²⁺, Mg²⁺, Bi³⁺) + NaOH (2M) + H₂O₂ (3%), t⁰;
3. P₂ (Fe(OH)₃, Mn(OH)₂, Mg(OH)₂, Bi(OH)₃) + NH₄Cl (2M) – промивання на фільтрі декілька раз однією порцією;
4. P₃ (Fe(OH)₃, MnO(OH)₂, Bi(OH)₃) + HNO₃ – промивати на фільтрі декілька раз однією порцією;
5. P₄ (MnO(OH)₂) + HCl (2M) – до повного розчинення;
6. F₅ (Mn²⁺) – відкрити реакцією окиснення у кислому середовищі;
7. F₄ (Fe³⁺, Bi³⁺) – відкрити катіони в окремих пробах;
8. F₃ (Mg²⁺) + Na₂HPO₄ (у амонійній суміші) або якісна реакція з магнезоном.

5. Працюючи над схемою аналізу подумайте над питаннями:

- які припущення можна зробити за зовнішнім виглядом розчину?
- чому і для яких йонів необхідно виконати попередні визначення?
- як забарвлені осадки Fe(OH)₃, MnO(OH)₂ ?
- які малорозчинні гідроксиди розчиняються у розчині солей амонію?
- за яких умов можливе окиснення Mn²⁺ у кислому середовищі?
- які умови необхідно створити для виявлення Mg²⁺?

Контрольні запитання

1. Що таке електрорушійна сила окисно-відновної реакції та як за її величиною встановити напрям реакції?
2. Поясніть, що рівняння Нернста є температурно-концентраційною залежністю окисно-відновного потенціалу.
3. Як зміниться окисно-відновний потенціал розчину, що містить KMnO₄ і MnSO₄ при збільшенні:
а) концентрації KMnO₄; б) концентрації MnSO₄; в) рН розчину?
4. Користуючись таблицею окисно-відновних потенціалів, запропонуйте реагенти для окиснення: Fe²⁺ до Fe³⁺; Cr³⁺ до CrO₄²⁻.

ЗАНЯТТЯ 12.

Реакції комплексоутворення. Шоста аналітична група катіонів

Основні питання заняття

1. Комплексні сполуки: класифікація та будова.
2. Дисоціація комплексних сполук. Константа нестійкості.
3. Використання реакцій комплексоутворення у якісному аналізі.
4. Шоста група катіонів: якісні реакції, контрольний аналіз.

Рекомендації та вимоги

1. Вивчить теоретичний матеріал теми „ Комплексні сполуки. Реакції комплексоутворення”. Зверніть увагу на кількісні характеристики дисоціації комплексних сполук.

2. Опануйте методику розрахунків з використанням константи нестійкості, ступеня розпаду комплексних йонів.

3. Зверніть увагу на особливість використання комплексних сполук у якісному аналізі: в реакціях якісного визначення, в операціях відокремлення йонів, для маскування йонів.

4. Вивчить та запишіть у формі таблиць рівняння якісних реакцій катіонів шостої групи. Зверніть увагу на можливість виконання реакцій у порівнянні.

5. Запишіть та продумайте хід аналізу суміші катіонів шостої групи дробним методом, використовуючи характерні та специфічні реакції.

6. Укладаючи хід аналізу, подумайте над питаннями:

- які припущення можна зробити за зовнішнім виглядом розчину катіонів шостої групи?
- які катіони та яким чином можуть бути відкриті крапельним методом (на фільтрувальному папері)?
- чому відкриття катіону Cd^{2+} розчином натрій сульфідіду або сульфідної кислоти необхідно виконувати в оцтовокислому середовищі ?
- які катіони шостої групи заважають відкриттю Ni^{2+} диметилгліоксимом? Яким чином вони можуть бути усунуті?

Контрольні запитання

1. У чому полягають особливості будови комплексних сполук?
2. Чому дисоціація комплексних йонів підлягає закону діючих мас?
3. Запишіть рівняння, що встановлює взаємозв'язок константи нестійкості і ступеня розпаду комплексного йону.
4. Наведіть приклади використання реакцій комплексоутворення для розчинення малорозчинних сполук.
5. Чи можуть знаходитись одночасно у розчині суміш йонів:
 - а) Ag^+ , SO_4^{2-} , Ba^{2+} , Cl^- ;
 - б) Fe^{3+} , Co^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} ;
 - в) Al^{3+} , OH^- , Na^+ , Cl^- ;
 - г) Cu^{2+} , Mn^{2+} , Cl^- , Al^{3+} ?

ЗАНЯТТЯ 13.

Контрольний аналіз суміші катіонів другої – шостої аналітичних груп

Основні питання заняття

1. Якісний аналіз суміші катіонів другої – шостої аналітичних груп.

Рекомендації та вимоги

1. Повторіть якісні реакції катіонів шести груп та схеми систематичного і дробного аналізу. Запишіть у лабораторний журнал хід аналізу суміші катіонів 2 – 6 аналітичних груп катіонів (суміш без осаду).

2. Укладаючи хід аналізу, подумайте над питаннями та зверніть увагу на рекомендації до його виконання:

а) які висновки та припущення можна зробити за зовнішнім виглядом розчину, рН середовища?

б) на початку роботи необхідно виконати попередні дослідження розчину і зробити відповідні висновки:

- в окремій пробі подіяти груповим реагентом на катіони 2 аналітичної групи, не допускаючи його надлишку;

- в окремій пробі подіяти груповим реагентом на катіони 3 групи (реакція проводиться при нагріванні у водяній бані, 3-5 хв.);

- окрема проба на дію розчином лугу (обережно); якщо утворюється осад, то слід здійснити випробування надлишком лугу (висновки щодо наявності катіонів 4 і 5 груп);

- окрема проба на дію надлишком розчину амоніаку (висновки щодо наявності катіонів 5 і 6 груп);

- випробування досліджуваного розчину до дії розчином натрій сульфід у нейтральному та слабко кислому середовищі;

- виконайте специфічні реакції (дробним методом) на катіони: Fe^{2+} , Fe^{3+} , Sn^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} .

в) після виконання попередніх випробувань, зробіть необхідні висновки та обдумайте хід систематичного аналізу. Операції слід проводити в наступній послідовності:

- відокремлення катіонів другої групи;

- відокремлення катіонів третьої групи;

- при необхідності проведіть концентрування катіонів четвертої-шостої груп. Ця операція виконується таким чином: до розчину, який містить катіони четвертої-шостої груп, прибавляють малими порціями концентрований розчин натрію карбонат до припинення утворення CO_2 . Внаслідок цієї реакції утворюється осад, який складається із карбонатів і основних солей катіонів 4-6 груп. Одержану гетерогенну суміш нагрівають на водяній бані, осад відокремлюють і промивають на фільтрі холодною водою. Потім осад розчиняють в мінімально необхідній кількості розчину H_2SO_4 , 2М;

- надалі аналіз розчину виконується у відповідності з виявленими групами катіонів за відомими схемами систематичного аналізу.

Контрольні запитання

1. Якими якісними реакціями можна виявити катіони K^+ , Fe^{3+} у розчині комплексної сполуки $K_3[Fe(CN)_6]$?
2. Запишіть рівняння реакцій за допомогою яких можна провести розділення катіонів у суміші: Ag^+ , Ba^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} .
3. Який катіонний склад може мати розчин суміші катіонів 2–4 аналітичних груп, якщо рН засвідчує нейтральне середовище?
4. Які попередні висновки за якісним складом розчину можна зробити, якщо:
 - досліджуваний розчин безбарвний;
 - при розбавленні водою розчин мутніє;
 - унаслідок дії розчину H_2O_2 у амоніачному середовищі утворюється темно-коричневий осад?

ЗАНЯТТЯ 14.

Аналітична класифікація аніонів. Якісні реакції аніонів, контрольний аналіз

Основні запитання заняття

1. Аналітична класифікація аніонів.
2. Якісні реакції аніонів першої, другої, третьої аналітичних груп.
3. Контрольний аналіз суміші катіонів 1-3 аналітичних груп.

Рекомендації та вимоги

1. Вивчіть аналітичні властивості аніонів першої, другої, третьої груп. Складіть таблиці якісних реакцій аніонів трьох груп.

2. Запишіть та обдумайте хід аналізу суміші аніонів трьох груп у такій послідовності:

а) Попередні дослідження:

- визначення реакції розчину суміші аніонів універсальним індикатором;

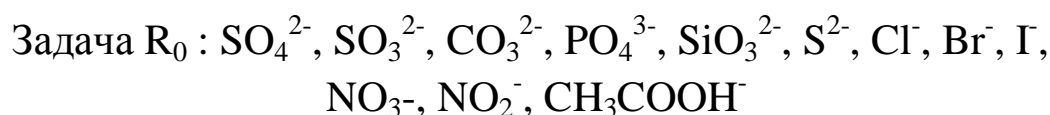
- встановлення наявності груп аніонів за допомогою групових реагентів;
- виявлення аніонів окисників та відновників.

б) Виявлення окремих аніонів дробним методом:

- використовуючи специфічні реакції та селективно діючі реагенти дробним методом визначають аніони- SO_4^{2-} , SiO_3^{2-} , SO_3^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , S^{2-} , Br^- , I^- , NO_3^- , NO_2^- , CH_3COOH^- .

При цьому слід мати на увазі те, що деякі аніони заважають виявленню інших. Так, аніон SO_3^{2-} заважає виявленню аніонів CO_3^{2-} ; SiO_3^{2-} – йон заважає виявленню аніонів першої групи; аніон S^{2-} заважає виявленню галогенід - аніонів; аніон SO_3^{2-} також заважає виявленню Br^- , I^- . Тому, слід передбачити і виконати реакції відокремлення певних йонів.

в) Систематичний аналіз суміші за схемою.



1. $R_0 + \text{NH}_4\text{Cl} (2M), t^0 \rightarrow$ (осадження SiO_3^{2-});
2. F_1 (I, II, III групи) + $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow$ осадження I групи;
3. F_2 (II, III гр.) + $\text{AgNO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow$ осадження II групи;
4. P_2 (II гр.) + $\text{HNO}_3 \rightarrow$ розчинення осаду (окрім BaSO_4);
5. P_3 ($\text{AgCl}, \text{AgBr}, \text{AgI}$) + $\text{NH}_3 \rightarrow$ розчинення AgCl ;
6. P_5 (AgBr, AgI) + $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Zn} \rightarrow$ переведення в розчин Br^- , I^- ;
7. F_3 (III гр.) + аналітичні реагенти на окремі аніони.

Контрольні запитання

1. Запишіть рівняння реакцій відокремлення аніонів у розчині: PO_4^{3-} , Cl^- , NO_3^- .
2. Як виявити Cl^- у присутності S^{2-} -йону?
3. Які властивості визначають особливості виявлення NO_2^- -йону?
4. Як виявити SO_3^{2-} у присутності SiO_3^{2-} -йону?

5. Які аніони не можуть існувати у кислому середовищі: SO_3^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , SiO_3^{2-} , S^{2-} , NO_3^{2-} ?

6. Які аніони не можуть перебувати одночасно у розчині: SO_3^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , S^{2-} , Cl^- ?

ЗАНЯТТЯ 15.

Аналіз твердої речовини

Основні питання заняття

1. Якісний аналіз складу твердої речовини розчинної у воді.

Рекомендації та вимоги

1. Уважно прочитайте та обдумайте хід аналізу твердої речовини, розчинної у воді. Послідовність виконання аналітичних операцій запишіть у лабораторний журнал.

2. Виконайте попередні дослідження твердої (сухої) речовини. Зверніть увагу на особливості розмірів і форми кристалів, забарвлення, запах речовини та зробіть відповідні висновки.

3. Виконайте попередні дослідження розчину речовини. Розчин готують із розрахунку 0,1-0,2 г речовини на 10-15 мл дистильованої води. Для кращого розчинення речовину подрібнюють у фарфоровій ступці.

Зробіть певні припущення за забарвленням розчину та реакцією розчину.

4. Дією групових реагентів встановіть наявність аналітичних груп катіонів.

5. Встановивши аналітичні групи катіонів, виконайте аналіз катіонного складу, керуючись схемами аналізу.

6. Визначивши катіонний склад речовини, зробіть припущення за вмістом у розчині окремих аніонів. Для цього скористайтесь таблицею розчинності солей. Залежно від реакції розчину оцініть можливість вмісту окремих аніонів.

7. За допомогою групових реагентів встановіть наявність аналітичних груп аніонів.

8. Якісними реакціями остаточно доведіть вміст окремих аніонів (аніонний склад).

9. За результатами аналізу зробіть висновки з катіонного та аніонного складу розчину, а також з формульного складу досліджуваної речовини.

Контрольні запитання

1. Яку інформацію про склад речовини може дати візуальне спостереження?
2. Які припущення можна зробити за розчинністю досліджуваного зразка?
3. Які попередні випробування нададуть інформацію про склад розчину?
4. Які висновки можна зробити, якщо розчин має $pH > 7$; $pH < 7$?

НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЕКТ
(Індивідуальне навчально-дослідне завдання)

Скласти схему аналізу суміші йонів:

№ варіанта	Присутні катіони	Присутні аніони
1	NH_4^+ , Ag^+ , Ba^{2+} , Al^{3+} , Mn^{2+} , Co^{2+}	NO_3^- , SO_4^{2-}
2	K^+ , Ag^+ , Ba^{2+} , Cr^{3+} , Mn^{2+} , Cu^{2+}	Cl^- , NO_3^-
3	K^+ , Ca^{2+} , Hg_2^{2+} , Cr^{3+} , Mn^{2+} , Mg^{2+}	CH_3COO^- , NO_3^-
4	NH_4^+ , Ca^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+}	SO_4^{2-}
6	NH_4^+ , Cr^{3+} , Mn^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+}	SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^-
7	Na^+ , Pb^{2+} , Ba^{2+} , Al^{3+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+}	CO_3^{2-}
8	NH_4^+ , Ca^{2+} , Hg_2^{2+} , Cr^{3+} , Mg^{2+} , Fe^{3+}	NO_3^- , SO_4^{2-}
9	NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} , Al^{3+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+}	NO_3^-
10	Na^+ , K^+ , Al^{3+} , Fe^{3+} , Bi^{3+} , Ni^{2+} , Cu^{2+}	SO_4^{2-}
11	NH_4^+ , Ca^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Ni^{2+} , Co^{2+}	CH_3COO^- , NO_3^-
12	K^+ , Ag^+ , Pb^{2+} , Ba^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+}	Cl^- , SO_4^{2-}
13	NH_4^+ , Ag^+ , Al^{3+} , Cr^{3+} , Ni^{2+} , Cu^{2+}	CH_3COO^- , NO_3^-
14	Na^+ , Al^{3+} , Mn^{2+} , Cd^{2+} , Fe^{2+} , Ni^{2+}	Cl^- , Br^- , I^-
15	Na^+ , K^+ , Sr^{2+} , Sn^{2+} , Fe^{2+} , Cd^{2+}	Cl^- , NO_3^-
16	NH_4^+ , Na^+ , Cr^{3+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+}	SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^-
17	NH_4^+ , Ag^+ , Ba^{2+} , Al^{3+} , Bi^{3+} , Ni^{2+} , Cu^{2+}	NO_3^-
18	Ag^+ , Pb^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Cu^{2+}	SO_4^{2-} , Cl^- ,
19	Na^+ , Pb^{2+} , Ca^{2+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+}	CH_3COO^- , NO_3^-
20	NH_4^+ , Ag^+ , Al^{3+} , Cd^{2+} , Fe^{2+} , Ni^{2+}	NO_3^- , SO_4^{2-}
21	Pb^{2+} , Al^{3+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+}	Cl^-
22	Pb^{2+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , Bi^{3+} , Ni^{2+} , Cu^{2+}	Cl^-
23	Pb^{2+} , Al^{3+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+}	NO_3^-
24	Pb^{2+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , Bi^{3+} , Ni^{2+} , Cu^{2+}	NO_3^-
25	Pb^{2+} , Ca^{2+} , Al^{3+} , Mn^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+}	NO_3^- , CO_3^{2-}
26	Pb^{2+} , Ca^{2+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , Bi^{3+} , Ni^{2+} , Cu^{2+}	NO_3^- , CO_3^{2-}
27	NH_4^+ , Na^+ , Cr^{3+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+}	Cl^- , I^-
28	NH_4^+ , Ag^+ , Al^{3+} , Cr^{3+} , Ni^{2+} , Cu^{2+}	Cl^- , I^-

29	$\text{NH}_4^+, \text{Ag}^+, \text{Al}^{3+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Cu}^{2+}$	$\text{NO}_3^-, \text{CO}_3^{2-}$
30	$\text{Ca}^{2+}, \text{Ba}^{2+}, \text{Al}^{3+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Cu}^{2+}$	SO_4^{2-}
31	$\text{Ca}^{2+}, \text{Ba}^{2+}, \text{Al}^{3+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Cu}^{2+}$	CO_3^{2-}
32	$\text{Ca}^{2+}, \text{Ba}^{2+}, \text{Al}^{3+}, \text{Zn}^{2+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Ni}^{2+}$	Cl^-
33	$\text{Fe}^{2+}, \text{Al}^{3+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Cu}^{2+}$	$\text{CH}_3\text{COO}^-, \text{I}^-$
34	$\text{Zn}^{2+}, \text{Al}^{3+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Cu}^{2+}$	$\text{CH}_3\text{COO}^-, \text{NO}_3^-$
35	$\text{NH}_4^+, \text{Ag}^+, \text{Al}^{3+}, \text{Cr}^{3+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Cu}^{2+}$	Cl^-
36	$\text{Na}^+, \text{Pb}^{2+}, \text{Ca}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Co}^{2+}$	SO_4^{2-}
37	$\text{Na}^+, \text{Pb}^{2+}, \text{Ca}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Co}^{2+}$	NO_3^-
38	$\text{Na}^+, \text{Pb}^{2+}, \text{Ca}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Co}^{2+}$	$\text{Cl}^-, \text{NO}_3^-$
39	$\text{Ag}^+, \text{Ba}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mg}^{2+},$	NO_3^-

Лаборант готує контрольну роботу змішуванням розчинів відповідних солей, щоб ввести йони, що вказані у завданні.

Складаючи схему аналізу, потрібно дати відповіді на питання:

1. Які хімічні реакції можуть відбуватися у дослідній суміші?
2. Як буде виглядати суміш? Дайте характеристику за зовнішнім станом.
3. Які в дійсності йони будуть в суміші, які сполуки утворять осад?
4. Як потрібно проводити аналіз, враховуючи, що ви не знаєте складу суміші?
5. Які реакції при цьому будуть відбуватися?
6. Які зовнішні ефекти будуть спостерігатися?
7. Як довести присутність йонів, що повинні бути в суміші і відсутність всіх інших?

ДОДАТКИ

Зразок

Протокол аналізу суміші катіонів 2-3 аналітичних груп

№ операції	Об'єкт аналізу	Реактив, операція	Результат	Висновок	Передбачуваний склад	
					осаду	розчину
1.	pR ₀	HCl, 2M	P білий	Є 2 гр.	AgCl, PbCl ₂	–
2.	P ₁	H ₂ O, t ⁰	pP ₁ →F	є Pb ²⁺ ?	AgCl PbCl ₂	Pb ²⁺
3.	pF ₂	KI, 2M	P жовт.	[є Pb ²⁺]	PbI ₂	–
4.	pF ₂	K ₂ CrO ₄	P жовт.	[є Pb ²⁺]	PbCrO ₄	–
5.	P ₂	NH ₃ , 4M	P ₂ →F	є Ag ⁺ ?	–	[Ag(NH ₃) ₂] ⁺
6.	pF ₅	KI, 2M	P жовт.	[є Ag ⁺]	AgI	–
7.	pF ₅	HNO ₃ , 2M	P білий	[є Ag ⁺]	AgCl	–
8.	F ₁	K ₂ CrO ₄ , CH ₃ COOH	P жовтий	є Ba ²⁺ ?	BaCrO ₄ PbCrO ₄	–
9.	P ₈	NaOH, 4M	P жовтий pP ₈ →F	[є Ba ²⁺]	BaCrO ₄	PbO ₂ ²⁻
10.	P ₉	полум'я	Жовто-зелений	[є Ba ²⁺]	–	–
11.	F ₉	H ₂ SO ₄ , 2M	P білий	[є Pb ²⁺]	PbSO ₄	–
12.	pF ₈	гіпсова вода, t ⁰	P білий	[є Sr ²⁺]	SrSO ₄	Ca ²⁺
13.	pF ₈	(NH ₄) ₂ SO ₄	P білий	[є Sr ²⁺]	SrSO ₄	Ca ²⁺
14.	F ₁₃	Спирт	P білий	[є Ca ²⁺]	CaSO ₄	–

Висновки:

Дата:

Підпис викладача:

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Більченко М.М. Лабораторний практикум. Якісний аналіз. – Суми: СумДПУ, 2008. – 80 с.
2. Більченко М.М. Аналітична хімія. Лекційний курс. – Суми: СумДПУ, 2002. – 110 с.
3. Логинов Н.Я., Воскресенский А.Г., Солодкин И.С. Аналитическая химия. – М.: Просвещение, 1979. – 480 с.
4. Сегеда А.С. Аналітична хімія. Якісний аналіз. - К.: ЦУЛ, 2002. – 524 с.

Навчальне видання

Методичні рекомендації до лабораторних занять
з аналітичної хімії.
Якісний аналіз
(спеціальність „хімія та основи інформатики”)

Укладачі:

Більченко Михайло Миколайович
Юхоменко Марія Андріївна

Суми: СумДПУ, 2008 р.
Свідоцтво № 231 від 02.11.2000 р.

Відповідальний за випуск ***В.В. Бугаєнко.***
Комп'ютерний набір ***М.М. Більченко***
Комп'ютерна верстка ***Л.М. Пономарьова***

Здано в набір 25.07.08. Підписано до друку 22.08.08.
Формат 60x84/16. Гарн. Times New Roman. Друк ризогр.
Папір друк. Умовн. друк. арк. 1,86.
Обл. вид. арк. 1,48. Тираж 100. Вид. № 58

СумДПУ ім. А.С. Макаренка
40002, м. Суми, вул. Роменська, 87
Виготовлено на обладнанні СумДПУ ім. А.С. Макаренка