

*Скученко*

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет Фармацевтичний

(*назва факультету*)

Кафедра Фармацевтичної хімії та технології ліків

(*назва кафедри*)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з науково-педагогічної роботи

Едуард БУРЯЧКІВСЬКИЙ

*31* «1» 09 2023 р.



**МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА  
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ  
З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**


Факультет, курс Фармацевтичний, курс II

Навчальна дисципліна Аналітична хімія  
(*назва навчальної дисципліни*)

**Затверджено:**

Засіданням кафедри фармацевтичної хімії та технології ліків  
Одеського національного медичного університету

Протокол № 1 від "7" вересня 2023 р.

Завідувач кафедри  Володимир ГЕЛЬМБОЛЬДТ  
(підпис) (Ім'я, прізвище)

**Розробники:**

ст. викладач Нікітін О.В., ас. Голубчик Х.О., ас. Литвинчук І.В., ас. Улізко І.В.

*Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Фармацевтичного  
факультету Одеського національного медичного університету  
Протокол № 1 від «20» вересня 2023 р.*

## Практичне заняття № 1

**Тема:** Якісні реакції визначення катіонів I аналітичної групи.

**Мета:** Ознайомитися та узагальнити інформацію про I аналітичну групу катіонів за кислотно-основною класифікацією, вивчити та закріпити знання про реакції ідентифікації зазначених катіонів.

**Основні поняття:** катіон, груповий реагент (групова реакція), специфічний реагент (специфічна реакція), аналітичний ефект, полум'яна реакція

**Обладнання:** наочний матеріал, мультимедійний проектор

**План:**

1. Організаційні заходи (привітання, перевірка присутніх, повідомлення теми, мети заняття, мотивація здобувачів вищої освіти щодо вивчення теми).
2. Контроль опорного рівня знань (письмова робота, письмове тестування, фронтальне опитування тощо)
  - вимоги до теоретичної готовності студентів до виконання практичних занять (вимоги до знань, перелік дидактичних одиниць)

Студент повинен знати:

- ✓ основні правила роботи з кислотами та лугами;
- ✓ предмет і задачі аналітичної хімії, основні поняття аналітичної хімії;
- ✓ принципи та методи якісного аналізу, класифікація методів аналізу;
- ✓ аналітичні признаки речовин, аналітичні реакції, вимоги до їх, типи аналітичних реакцій та реагентів (груповий реагент), способи виконання якісних реакцій;
- ✓ поняття дробового та систематичного ходу аналізу, різниця одного від другого;
- ✓ характеристика чутливості аналітичних реакцій (граничне розбавлення, гранична концентрація, мінімальний об'єм гранично

розбавленого розчину, границя визначення (відкривальний мінімум);

- ✓ аналітичні класифікації катіонів по групам, кислотно-основна класифікація катіонів (на чому заснована, які речовини застосовують в якості групових реагентів).

Студент повинен вміти:

- ✓ користуватися мірним посудом, аналітичними вагами; володіти технікою виконання основних аналітичних операцій при якісному і кількісному аналізі речовини, готувати і стандартизувати розчини аналітичних реагентів;
- ✓ відбирати середню пробу, складати схему аналізу, проводити якісний і кількісний аналіз речовини в межах використання основних прийомів і методів, передбачених програмою;
- ✓ вибирати оптимальний метод якісного і кількісного аналізу речовини;
- ✓ проводити розділення катіонів та аніонів хімічними і хроматографічними методами;
- ✓ проводити лабораторні дослідження, пояснювати суть конкретних реакцій і їх аналітичні ефекти, оформляти звітну документацію за експериментальними даними;
- ✓ виконувати вихідні обчислення, підсумкові розрахунки з використанням статистичної обробки результатів кількісного аналізу;
- ✓ самостійно працювати з навчальною і довідковою літературою з аналітичної хімії.

Перелік дидактичних одиниць:

- ✓ текст підручників
- ✓ банк тестових завдань

– питання (тестові завдання, задачі, клінічні ситуації) для перевірки

базових знань за темою заняття.

1. Чому катіони I аналітичної групи не мають групового реагенту?
  2. Яка з реакцій відкриття  $\text{NH}_4^+$ -катіонів більш специфічна? Відповідь обґрунтуйте.
  3. Умови виявлення іонів  $\text{K}^+$  реакцією з гідротартратом натрію. Відповідь обґрунтуйте.
  4. Умови виявлення іонів  $\text{K}^+$  реакцією з  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ . Відповідь обґрунтуйте.
  5. Умови виявлення іонів  $\text{Na}^+$  реакцією з  $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ . Відповідь обґрунтуйте.
3. Формування професійних вмінь, навичок (оволодіння навичками, проведення курації, визначення схеми лікування, проведення лабораторного дослідження тощо):
- зміст завдань (задачі, клінічні ситуації тощо)

1. У розчині присутні йони  $\text{Na}^+$  і  $\text{NH}_4^+$ . Який аналітичний ефект буде спостерігатися при додаванні до цього розчину гексагідроксостибату калію? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
2. У розчині ( $\text{pH} > 7$ ) присутні йони  $\text{K}^+$ . Який аналітичний ефект буде спостерігатися при добавлянні до цього розчину гексанітрокобальтату натрію? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
3. У розчині ( $\text{pH} = 7$ ) присутні йони  $\text{K}^+$  і  $\text{NH}_4^+$ . Який аналітичний ефект буде спостерігатися при добавлянні до цього розчину гексанітрокобальтату натрію? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
4. Досліджуваний розчин містить катіони калію і натрію. Вкажіть реагент, який дозволяє виявити в цьому розчині катіони калію: кислота винна, цинкуранілацетат, кислота бензойна, кислота щавлева, кислота саліцилова. Напишіть рівняння відповідної реакції і вкажіть аналітичний ефект.

– рекомендації (інструкції) щодо виконання завдань

Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1. Якісний аналіз. Дробовий та систематичний аналіз.	Якісний аналіз	Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфєєва, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є.Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.
2. Якісні реакції катіону натрію ( $\text{Na}^+$ ).		
3. Якісні реакції катіону калію ( $\text{K}^+$ ).		
4. Якісні реакції катіону амонію ( $\text{NH}_4^+$ ).		
5. Систематичний хід аналізу катіонів I аналітичної групи.		

– вимоги до результатів роботи, в т.ч. до оформлення: бланк оформлення лабораторної роботи додається.

– матеріали контролю для заключного етапу заняття: задачі, завдання, тести тощо (у разі необхідності):

1. Який катіон перебувають у розчині, якщо при нагріванні з лугом виділяється газ із різким запахом?

A. Амонію

B. Срібла(I)

C. Ртуті(II)

D. Ртуті(I)

E. Свинцю(II)

2. Аналізований розчин містить катіони натрію та амонію. Вкажіть реагент, що дозволяє виявити в розчині катіони натрію:

A. Цинкуранілацетат

B. Калія оксалат

- C. Калію тетраїодомеркурат (II)
- D. Калія гідротартрат
- E. Калія бензоат
3. Досліджуваний розчин містить катіони калію та амонію. Вкажіть реагент, що дозволяє виявити в цьому розчині катіони амонію.
- A. Калію тетраїодомеркурат (II)
- B. Натрію хлорид
- C. Натрію ацетат
- D. Калію гексацианоферат (II)
- E. Цинкуранілацетат
4. В лабораторії необхідно ідентифікувати катіон амонію. Можна використати розчин:
- A. Калію хромату
- B. Реактива Несслера
- C. Цинкауранілацетата
- D. Реактива Чугаєва
- E. Натрію сульфату
5. Яка з наведених реакцій визначення катіонів амонію є специфічною?
- A. Реакція з калію гексагідроксостибатом
- B. Реакція з натрію гексанітрокобальтом (III)
- C. Реакція з гідроксидами лужних металів при нагріванні
- D. Реакція з калію тетраїодогідраргіратом (II) в лужному середовищі
- E. Реакція з натрію гексанітрокобальтом (III) в кислому середовищі
6. При дії на аналізуємий розчин лугу при нагріванні виділяється газ, що змінює забарвлення червоного вологого лакмусового папірця на синій. Це свідчить про присутність в розчині:
- A. йонів свинцю
- B. йонів бісмуту
- C. хлорид - йонів

- D. йонів амонію
- E. карбонат - іонов
7. Сухий залишок, отриманий після упарювання розчину, що аналізується, забарвлює безбарвне полум'я пальника в жовтий колір, а при розгляданні через синє скло - в фіолетовий. Які катіони знаходилися в сухому залишку?
- A.  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$
- B.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Sr}^{2+}$
- C.  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Ba}^{2+}$
- D.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$
- E.  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$
8. Який аналітичний ефект спостерігається при визначенні катіона калію розчином натрій гексанітрокобальтату (III)?
- A. Жовтий кристалічний осад
- B. Білий кристалічний осад
- C. Жовте забарвлення розчину
- D. Чорний кристалічний осад
- E. Червоний кристалічний осад
9. До I аналітичної групи катіонів кислотного-основної класифікації відносяться катіони:
- A. кальцію, стронцію, барію
- B. срібла, свинцю, нікелю
- C. алюмінію, магнію, цинку
- D. калію, барію, бісмуту
- E. натрію, калію, амонію
10. Чому катіони I аналітичної групи (кислотного – основна класифікація) не мають групового реагенту?
- A. Мають близькі іонні радіуси
- B. мають великі іонні радіуси



- C. мають здатність утворювати розчинні основи
- D. більшість їх солей розчинні у воді
- E. відносяться до біологічно важливих елементів

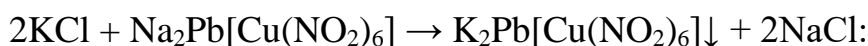
11. У фармакопейному аналізі для ідентифікації іонів натрію використовують реакцію з:

- A. дифеніламіном
- B. 8- оксихіноліном
- C. 2-метоксі-2-фенілоцтовою кислотою
- D. діацетилдіоксимом
- E. тетрафенілборатом

12. Летючі солі натрію забарвлюють полум'я в:

- A. жовто-зелений колір
- B. цегляно-червоний колір
- C. жовтий колір
- D. фіолетовий колір

13. Колір осаду, що утворюється внаслідок реакції



- A. білий
- B. світло-жовтий
- C. чорний
- D. жовто-зелений

14. При відкритті катіонів калію за допомогою гексанітрокобальтату (III) натрію в розчині повинні бути дотримані наступні умови:

- A. середовище нейтральне, слабокисле, відсутність іонів амонію
- B. середовище кисле, відсутність іонів амонію
- C. середовище лужне, відсутність іонів амонію
- D. середовище слабокисле, присутність амонію

15. Червоно-бурий осад із реактивом Несслера утворює катіон.

- A.  $\text{NH}_4^+$ ;

- B.  $K^+$ ;
- C.  $Na^+$ ;
- D.  $Li^+$ ;
- E. немає правильної відповіді

16. Білий кристалічний осад з  $NaHC_4H_4O_6$  утворює катіон

- A.  $NH_4^+$ ;
- B.  $K^+$ ;
- C.  $Na^+$ ;
- D.  $Li^+$ ;
- E. немає правильної відповіді

17. Реактив Неслера це

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

4. Підведення підсумків:

У результаті заняття студент ознайомився з основними реакціями, що використовуються для ідентифікації катіонів I аналітичної групи (кисотно-основна класифікація); узагальнив інформацію про дробовий та систематичний аналіз катіонів I аналітичної групи.

5. Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфєєва, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є. Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.
2. Аналітична хімія : підручник для студентів напряму «Фармація» і «Біотехнологія» ВНЗ / Н. К. Федущак, Ю. І. Бідніченко, С. Ю. Крамаренко,

В. О. Калібабчук [та ін.]. – Вінниця : Нова Книга, 2012. – 640 с.

3. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.

4. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.

5. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.

6. Аналітична хімія : Якісний та кількісний аналіз; навчальний конспект лекцій / В. В. Болотов, О. М. Свечнікова, М. Ю. Голік, К. В. Динник, Т. В. Жукова, М. А. Зареченський, О. Г. Кизим, С. В. Колісник, Т. А. Костіна, О. Є. Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова, Ю. В. Сич, Л. Ю. Клименко; за загальною редакцією проф. Болотова В. В. – Вінниця : Нова книга, 2011. – 424 с.

Додаткова:

1. Аналітична хімія: навч. посіб. для фармац. вузів та ф-тів III-IV рівня акредитації / В. В. Болотов, О. М. Свечнікова, С. В. Колісник, Т. В. Жукова та ін. – Х.: Вид-во НФаУ; Оригінал, 2004. – 480 с.

2. Кількісний аналіз. Титриметричні методи аналізу / Петренко В.В., Стрілець Л.М., Васюк С.О. та ін. – Запоріжжя, 2006. – 215 с.

7. Коваленко С.І., Васюк С.О., Портна О.О. Комплексиметрія у фармацевтичному аналізі. – Вінниця, НОВА КНИГА, 2008. – 184 с.

## Практичне заняття № 2

**Тема:** Якісні реакції визначення катіонів II та III аналітичних груп

**Мета:** Ознайомитися з основними реакціями, що використовуються для ідентифікації катіонів II та III аналітичної групи (кисотно-основна класифікація); узагальнити інформацію про дробовий та систематичний аналіз катіонів II та III аналітичної групи

**Основні поняття:** аналіз, якісний аналіз, груповий реагент, специфічний реагент, група катіонів, кисотно-основна класифікація, кислоти, луи

**Обладнання:** наочний матеріал, мультимедійний проектор

**План:**

1. Організаційні заходи (привітання, перевірка присутніх, повідомлення теми, мети заняття, мотивація здобувачів вищої освіти щодо вивчення теми).
2. Контроль опорного рівня знань (письмова робота, письмове тестування, фронтальне опитування тощо)
  - вимоги до теоретичної готовності студентів до виконання практичних занять (вимоги до знань, перелік дидактичних одиниць)

Студент повинен знати:

- ✓ основні правила роботи з кислотами та лугами;
- ✓ предмет і задачі аналітичної хімії, основні поняття аналітичної хімії;
- ✓ принципи та методи якісного аналізу, класифікація методів аналізу;
- ✓ аналітичні признаи речовин, аналітичні реакції, вимоги до їх, типи аналітичних реакцій та реагентів (груповий реагент), способи виконання якісних реакцій;
- ✓ поняття дробового та систематичного хода аналізу, різниця одного від другого;
- ✓ характеристика чутливості аналітичних реакцій (граничне

розбавлення, гранична концентрація, мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину, границя визначення (відкривальний мінімум);

- ✓ аналітичні класифікації катіонів по групах, кислотно-основна класифікація катіонів (на чому заснована, які речовини застосовують в якості групових реагентів).

Студент повинен вміти:

- ✓ користуватися мірним посудом, аналітичними вагами; володіти технікою виконання основних аналітичних операцій при якісному і кількісному аналізі речовини, готувати і стандартизувати розчини аналітичних реагентів;
- ✓ відбирати середню пробу, складати схему аналізу, проводити якісний і кількісний аналіз речовини в межах використання основних прийомів і методів, передбачених програмою;
- ✓ вибирати оптимальний метод якісного і кількісного аналізу речовини;
- ✓ проводити розділення катіонів та аніонів хімічними і хроматографічними методами;
- ✓ проводити лабораторні дослідження, пояснювати суть конкретних реакцій і їх аналітичні ефекти, оформляти звітну документацію за експериментальними даними;
- ✓ виконувати вихідні обчислення, підсумкові розрахунки з використанням статистичної обробки результатів кількісного аналізу;
- ✓ самостійно працювати з навчальною і довідковою літературою з аналітичної хімії.

Перелік дидактичних одиниць:

- ✓ текст підручників
- ✓ банк тестових завдань

- питання (тестові завдання, задачі, клінічні ситуації) для перевірки базових знань за темою заняття.
1. Перерахуйте катіони II аналітичної групи. Що є груповим реагентом цієї групи.
  2. Як можна розділити катіони II аналітичної групи після дії групового реагента?
  3. Яка реакція є специфічною для катіонів срібла?
  4. Якісні реакції катіонів свинцю (плюмбуму). Якими реакціями можна довести амфотерність свинцю (плюмбуму)?
  5. Якісні реакції катіонів срібла (аргентуму). У якому реагенті розчиняється більшість осадів срібла? Який осад срібла не розчинний у цьому реагенті?
  6. Якісні реакції катіонів ртуті (меркурію).
  7. Перерахуйте катіони III аналітичної групи. Що є груповим реагентом цієї групи?
  8. Який катіон III аналітичної групи з груповим реагентом буде випадати в осад останнім? Чому?
  9. Навіщо при дії групового реагента на катіони III аналітичної групи додавати етиловий спирт?
  10. Що таке переосадження? Для чого його використовують?
  11. Яку реакцію використовують для відділення катіонів кальцію від інших катіонів III аналітичної групи?
  12. Які загальні осаджувальні реакції дають катіони III аналітичної групи.
  13. Як відрізнити осад карбонатів катіонів III аналітичної групи від осадів оксалатів цих катіонів.
  14. За допомогою якої реакції можна відділити катіони стронцію від катіонів барію?
  15. У які кольори забарвлюється полум'я катіонами III аналітичної групи?
3. Формування професійних вмінь, навичок:

– зміст завдань (задачі, клінічні ситуації тощо)

1. У розчині присутні йони  $\text{Ag}^+$  і  $\text{Hg}_2^{2+}$ . Запропонуйте, як відокремити ці йони, виконуючи систематичний хід аналізу. Напишіть рівняння і відповідних реакцій
2. На досліджуваний розчин подіяли 2 н. розчином  $\text{HCl}$ . Випав білий осад, та розчинний в водному розчині аміаку. На наявність якого катіону 2 аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) вказує цей аналітичний ефект? Напишіть рівняння відповідних реакцій
3. Розчин містить катіони  $\text{Ag}^+$  і  $\text{Hg}_2^{2+}$ . На розчин подіяли 2 н. розчином  $\text{HCl}$ . Випав осад, який перенесли на фільтр і обробили надлишком розчину аміаку. Що спостерігається? Напишіть рівняння відповідних реакцій
4. На досліджуваний розчин подіяли розчином хромату калію. Випав жовтий осад, погано розчинний в азотній кислоті, але легко розчинний в надлишку луку. На наявність якого катіону 2 аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) вказує цей аналітичний ефект? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
5. На досліджуваний розчин подіяли 2 н. розчином  $\text{HCl}$ . Випав білий осад, розчинний в розчині тіосульфату натрію. На наявність якого катіону 2 аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) вказує цей аналітичний ефект? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
6. Запропонуйте хід аналізу за кислотно-основним методом розчину, який містить катіони:  $\text{Ba}^{2+}$  і  $\text{Sr}^{2+}$ . Напишіть рівняння відповідних реакцій.
7. Запропонуйте хід аналізу за кислотно-основним методом розчину, який містить катіони:  $\text{Ba}^{2+}$  і  $\text{Ca}^{2+}$ . Напишіть рівняння відповідних реакцій.
3. Запропонуйте хід аналізу за кислотно-основним методом розчину, який містить катіони:  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$  і  $\text{Ca}^{2+}$ . Напишіть рівняння відповідних реакцій..
4. В якій послідовності будуть осаджуватися солі катіонів 3 аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) при дії групового реагенту? Відповідь обґрунтуйте. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

5. На досліджуваний розчин подіяли розчином гідрофосфату натрію. Випав осад (вказати колір), гарно розчинний в азотній і соляній кислотах, але не розчинний в оцтовій кислоті. На наявність якого катіону 3 аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) вказує цей аналітичний ефект? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
6. До розчину, що містить катіона  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Sr}^{2+}$ , добавили розчин ферроціаніду калію. Що спостерігається? Напишіть рівняння відповідних реакцій. Чи можна даною реакцією виявляти катіони  $\text{Ca}^{2+}$  в присутності катіонів  $\text{Sr}^{2+}$ ? В який колір забарвлюють полум'я солі стронцію?
7. На розчин, що містить  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Sr}^{2+}$  подіяли розчином хромату калію. Який аналітичний ефект спостерігається? Опишіть властивості продуктів реакції. Напишіть рівняння відповідних реакцій. В який колір забарвлюють полум'я солі кальцію?

– рекомендації (інструкції) щодо виконання завдань

Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1. Якісний аналіз катіонів. Катіони II аналітичної групи. Дія групового реагенту.	Якісний аналіз	Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфеева, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є.Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.
2. Якісний аналіз катіонів. Катіони II аналітичної групи		
3. Якісний аналіз катіонів. Катіони II аналітичної групи. Дія групового реагенту.		
4. Якісний аналіз катіонів. Катіони III аналітичної групи		



- вимоги до результатів роботи, в т.ч. до оформлення: бланк оформлення лабораторної роботи додається.
  - матеріали контролю для заключного етапу заняття: задачі, завдання, тести тощо (у разі необхідності):
1. Для визначення якісного складу препарату на досліджуваний розчин подіяли 2М розчином HCl. Випав білий осад, розчинний у водному розчині аміаку. На наявність яких катіонів вказує цей аналітичний ефект?
    - A. срібла (I)
    - B. плюмбуму(II)
    - C. гідраргірису(I)
    - D. гідраргірису(II)
    - E. стануму(II)
  2. До розчину, що досліджується, додали 2М розчин HCl. При цьому утворився білий осад, який при обробці аміаком почорнів. Який катіон присутній в розчині:
    - A.  $\text{Ag}^+$
    - B.  $\text{Pb}^{2+}$
    - C.  $\text{Hg}_2^{2+}$
    - D.  $\text{Ba}^{2+}$
    - E.  $\text{Mg}^{2+}$
  3. До II аналітичної групи катіонів кислотно-основної класифікації відносяться катіони:
    - A. алюмінію, магнію, цинку
    - B. цинку, алюмінію, хрому
    - C. калію, барію, бісмуту
    - D. срібла, свинцю, ртуті (I)
    - E. кальцію, стронцію, барію

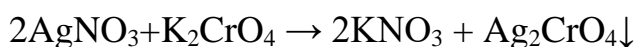
4. На розчин, отриманий після обробки осаду хлоридів катіонів II групи гарячою водою, подіяли розчином калію дихромата. Утворився жовтий осад, НЕ розчинний в оцтовій кислоті, але розчинний в лузі. Які катіони містив досліджуваний розчин?
- A. ртуті (II)
  - B. свинцю (II)
  - C. барію
  - D. срібла (I)
  - E. кальцію
5. До досліджуваного розчину додали розчин калію йодиду. Випав золотисто-жовтий осад, який розчиняється в гарячій воді, надлишку реагенту і в оцтовій кислоті. це свідчить про присутність в розчині:
- 1. катіонів срібла
  - 2. катіонів бісмуту
  - 3. катіонів ртуті (II)
  - 4. катіонів ртуті (I)
  - 5. катіонів свинцю
6. До розчину, що досліджується, додали 2М розчин HCl. При цьому утворився білий осад, який при обробці аміаком почорнів. Який катіон присутній в розчині:
- A.  $\text{Ag}^+$
  - B.  $\text{Pb}^{2+}$
  - C.  $\text{Hg}_2^{2+}$
  - D.  $\text{Ba}^{2+}$
  - E.  $\text{Mg}^{2+}$
7. Для визначення якісного складу препарату на досліджуваний розчин подіяли 2М розчином HCl. Випав білий осад, розчинний у водному розчині аміаку. На наявність яких катіонів вказує цей аналітичний ефект?

- A. срібла (I)
- B. п्लомбуму(II)
- C. гідраргіруму(I)
- D. гідраргіруму(II)
- E. стануму(II)

8. У лабораторії для ідентифікації йодид-іонів в розчині провели реакцію з катіонами п्लомбуму. Утворений осад розчинили при нагріванні у воді, потім пробірку охолодили. Який аналітичний ефект спостерігався при цьому?

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

9. Аналітичним сигналом реакції



є осад:

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

10. Груповим реагентом на катіони другої аналітичної групи є:

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

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

- A. жовтого

В. сіро-зеленого

С. білого

Д. бурого

12. У гарячій воді розчинний осад:

A.  $PbI_2$

B.  $Hg_2Cl_2$

C.  $AgCl$

D.  $AgI$

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

A.  $NH_3$ ;

B.  $H_2SO_4$ ;

C.  $KOH$ ;

D.  $HNO_3$ .

14. До розчину, що досліджується, додали розчин калію хромату. Жовтий осад, що утворився, не розчиняється в оцтовій кислоті. Це свідчить про присутність в розчині катіонів:

A. Барію

B. Кальцію

C. Натрію

D. Кобальту

E. Магнію

15. Катіони третьої аналітичної групи (кислотна - основна класифікація) відокремлюють у систематичному ході аналізу за допомогою групового реагенту:

A. 1 М розчину сірчаної кислоти в присутності етанолу

B. Розчину калію хромату

C. Розчину натрію карбонату

D. Розчину амонію оксалату

E. Розчину амонію карбонату

16. У систематичному ході аналізу для переведення сульфатів  $BaSO_4$ ,  $SrSO_4$ ,  $CaSO_4$  в карбонати використовують:

- A. насичений розчин  $Na_2CO_3$ , t
- B. насичений розчин  $CaCO_3$ , t
- C. насичений розчин  $(NH_4)_2CO_3$ , t
- D. насичений розчин  $MgCO_3$ , t
- E. насичений розчин  $CO_2$ , t

17. Який катіон III аналітичної групи (кисотно - основна класифікація) знаходиться в розчині, якщо при нагріванні з гіпсовою водою через деякий час розчин стає каламутним?

- A. стронцію
- B. кальцію
- C. магнію
- D. свинцю (II)
- E. ртуті (II)

18. Катіони кальцію входять до складу деяких фармацевтичних препаратів. Фармакопейною реакцією для виявлення катіона кальцію є реакція з розчином:

- A. Амонію оксалату
- B. Кислоти соляної
- C. Калію йодиду
- D. Амонію гідроксиду
- E. Натрію гідроксиду

19. Який аналітичний ефект потрібно очікувати від дії калію гексаціаноферрату (II) на катіони  $Ca^{2+}$ :

- A. Утворення білого дрібнокристалічного осаду
- B. Утворення жовто - зелених кристалів
- C. Коричнєве забарвлення розчину
- D. Утворення комплексної сполуки синього кольору

Е. Утворення білого драглистого осаду

20. Вкажіть причину проведення переосадження сульфатів катіонів III аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) в карбонати при систематичному аналізі:

- А. Нерозчинність сульфатів в кислотах і лугах
- В. Нерозчинність сульфатів у воді
- С. Розчинність сульфатів у воді
- Д. Розчинність сульфатів в кислотах
- Е. Розчинність сульфатів в лугах

4. Підведення підсумків:

У результаті заняття студент ознайомився з основними реакціями, що використовуються для ідентифікації катіонів II та III аналітичної групи (кисотно-основна класифікація); узагальнив інформацію про дробовий та систематичний аналіз катіонів II та III аналітичної групи.

5. Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфєєва, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є. Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.
2. Аналітична хімія : підручник для студентів напряму «Фармація» і «Біотехнологія» ВНЗ / Н. К. Федущак, Ю. І. Бідніченко, С. Ю. Крамаренко, В. О. Калібабчук [та ін.]. – Вінниця : Нова Книга, 2012. – 640 с.
3. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
4. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий

фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.

5. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.

6. Аналітична хімія : Якісний та кількісний аналіз; навчальний конспект лекцій / В. В. Болотов, О. М. Свєчнікова, М. Ю. Голік, К. В. Динник, Т. В. Жукова, М. А. Зареченський, О. Г. Кизим, С. В. Колісник, Т. А. Костіна, О. Є. Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова, Ю. В. Сич, Л. Ю. Клименко; за загальною редакцією проф. Болотова В. В. – Вінниця : Нова книга, 2011. – 424 с.

Додаткова:

3. Аналітична хімія: навч. посіб. для фармац. вузів та ф-тів III-IV рівня акредитації / В. В. Болотов, О. М. Свєчнікова, С. В. Колісник, Т. В. Жукова та ін. – Х.: Вид-во НФаУ; Оригінал, 2004. – 480 с.

4. Кількісний аналіз. Титриметричні методи аналізу / Петренко В.В., Стрілець Л.М., Васюк С.О. та ін. – Запоріжжя, 2006. – 215 с.

7. Коваленко С.І., Васюк С.О., Портна О.О. Комплексиметрія у фармацевтичному аналізі. – Вінниця, НОВА КНИГА, 2008. – 184 с.

### **Практичне заняття № 3**

**Тема:** Якісні реакції визначення катіонів IV аналітичної групи.

**Мета:** Ознайомитися з основними реакціями, що використовуються для ідентифікації катіонів IV аналітичної групи (кисотно-основна класифікація); узагальнити інформацію про дробовий та систематичний аналіз катіонів IV аналітичної групи.

**Основні поняття:** аналіз, якісний аналіз, груповий реагент, специфічний реагент, група катіонів, кислотно-основна класифікація, кислоти, луи

**Обладнання:** наочний матеріал, мультимедійний проектор

**План:**

1. Організаційні заходи (привітання, перевірка присутніх, повідомлення теми, мети заняття, мотивація здобувачів вищої освіти щодо вивчення теми).
2. Контроль опорного рівня знань (письмова робота, письмове тестування, фронтальне опитування тощо)
  - вимоги до теоретичної готовності студентів до виконання практичних занять (вимоги до знань, перелік дидактичних одиниць)

Студент повинен знати:

- ✓ основні правила роботи з кислотами та лугами;
- ✓ предмет і задачі аналітичної хімії, основні поняття аналітичної хімії;
- ✓ принципи та методи якісного аналізу, класифікація методів аналізу;
- ✓ аналітичні признаи речовин, аналітичні реакції, вимоги до їх, типи аналітичних реакцій та реагентів (груповий реагент), способи виконання якісних реакцій;
- ✓ поняття дробового та систематичного хода аналізу, різниця одного від другого;
- ✓ характеристика чутливості аналітичних реакцій (граничне розбавлення, гранична концентрація, мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину, границя визначення (відкривальний мінімум);
- ✓ аналітичні класифікації катіонів по групам, кислотно-основна класифікація катіонів (на чому заснована, які речовини застосовують в якості групових реагентів).



Студент повинен вміти:

- ✓ користуватися мірним посудом, аналітичними вагами; володіти технікою виконання основних аналітичних операцій при якісному і кількісному аналізі речовини, готувати і стандартизувати розчини аналітичних реагентів;
- ✓ відбирати середню пробу, складати схему аналізу, проводити якісний і кількісний аналіз речовини в межах використання основних прийомів і методів, передбачених програмою;
- ✓ вибирати оптимальний метод якісного і кількісного аналізу речовини;
- ✓ проводити розділення катіонів та аніонів хімічними і хроматографічними методами;
- ✓ проводити лабораторні дослідження, пояснювати суть конкретних реакцій і їх аналітичні ефекти, оформляти звітну документацію за експериментальними даними;
- ✓ виконувати вихідні обчислення, підсумкові розрахунки з використанням статистичної обробки результатів кількісного аналізу;
- ✓ самостійно працювати з навчальною і довідковою літературою з аналітичної хімії.

Перелік дидактичних одиниць:

- ✓ текст підручників
  - ✓ банк тестових завдань
- питання (тестові завдання, задачі, клінічні ситуації) для перевірки базових знань за темою заняття.

1. Перерахуйте катіони IV аналітичної групи. Що є груповим реагентом цієї групи?
2. Що утворюється при додаванні надлишку групового реагенту до утворених гідроксидів.

3. Якісні реакції катіонів алюмінію.
4. Якісні реакції катіонів цинку.
5. Якісні реакції катіонів хрому.
6. Якісні реакції катіонів арсену(III) та арсену(V)
7. Якісні реакції катіонів стануму(II) та стануму(IV)

3. Формування професійних вмінь, навичок:

– зміст завдань (задачі, клінічні ситуації тощо)

1. У розчині присутні йони  $Zn^{2+}$  і  $Sn^{2+}$ . Як з допомогою групового реагенту (кисотно-основна класифікація) відокремити ці катіони? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
2. У розчині присутні йони  $Zn^{2+}$  і  $Al^{3+}$ . Яка реакція дозволяє виявити йони цинку в присутності йонів алюмінію? Напишіть рівняння відповідної реакції.
3. До розчину, що містить катіон IV аналітичної групи (кисотно-основна класифікація), добавили груповий реагент. Розчин став жовтий, після підкислення з'явилося інтенсивне синє забарвлення. Дайте пояснення. Напишіть рівняння відповідних реакцій.
4. До розчину, що містить катіон IV аналітичної групи (кисотно-основна класифікація), добавили концентрований розчин хлориду амонію. Випав осад зеленого кольору. На присутність якого катіону вказує цей аналітичний ефект? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
5. Для виявлення якого катіону IV аналітичної групи (кисотно-основна класифікація) використовується реакція «утворення забарвлених перлів»? Напишіть рівняння відповідних реакцій.
6. Запропонуйте якісну реакцію на сполуки миш'яку (III). Напишіть рівняння відповідних реакцій.

– рекомендації (інструкції) щодо виконання завдань

Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1. Якісний аналіз катіонів. Катіони IV аналітичної групи. Дія групового реагенту.	Якісний аналіз	Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфеева, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є.Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.
2. Якісний аналіз катіонів. Катіони IV аналітичної групи.		

– вимоги до результатів роботи, в т.ч. до оформлення: бланк оформлення лабораторної роботи додається.

– матеріали контролю для заключного етапу заняття: задачі, завдання, тести тощо (у разі необхідності):

1. До розчину, що містить катіон IV аналітичної групи (кисотно-основна класифікація), добавили концентрований розчин хлориду амонію. Випав осад зеленого кольору. На присутність якого катіону вказує цей аналітичний ефект? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

2. До розчину, що містить катіон  $\text{Sn}^{2+}$ , долили луку і розчин нітрату вісмуту. Випав чорний бархатистий осад. Дайте пояснення. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

3. До розчину, що містить катіон IV аналітичної групи (кисотно-основна класифікація), добавили концентрований розчин хлориду амонію. Випав осад білого кольору. На присутність якого катіону вказує цей аналітичний ефект? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

4. Підведення підсумків:

У результаті заняття студент ознайомився з основними реакціями, що використовуються для ідентифікації катіонів IV аналітичної групи (кисотно-основна класифікація); узагальнив інформацію про дробовий та систематичний аналіз катіонів IV аналітичної групи.

5. Список рекомендованої літератури:

*Методична розробка практичних занять, ОПП «Фармація, промислова фармація», 2 курс, фармацевтичний факультет, Заочна форма навчання*  
 Дисципліна: «Аналітична хімія»

Основна:

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

Додаткова:

5. Аналітична хімія: навч. посіб. для фармац. вузів та ф-тів III-IV рівня акредитації / В. В. Болотов, О. М. Свечнікова, С. В. Колісник, Т. В. Жукова та

ін. – Х.: Вид-во НФаУ; Оригінал, 2004. – 480 с.

6. Кількісний аналіз. Титриметричні методи аналізу / Петренко В.В., Стрілець Л.М., Васюк С.О. та ін. – Запоріжжя, 2006. – 215 с.

7. Коваленко С.І., Васюк С.О., Портна О.О. Комплексиметрія у фармацевтичному аналізі. – Вінниця, НОВА КНИГА, 2008. – 184 с.

#### **Практичне заняття № 4**

**Тема:** Якісні реакції визначення катіонів V і VI аналітичних груп.

**Мета:** Ознайомитися з основними реакціями, що використовуються для ідентифікації катіонів V аналітичної групи (кислотно-основна класифікація); узагальнити інформацію про дробовий та систематичний аналіз катіонів V аналітичної групи.

**Основні поняття:** аналіз, якісний аналіз, груповий реагент, специфічний реагент, група катіонів, кислотно-основна класифікація, кислоти, луки

**Обладнання:** наочний матеріал, мультимедійний проектор

**План:**

1. Організаційні заходи (привітання, перевірка присутніх, повідомлення теми, мети заняття, мотивація здобувачів вищої освіти щодо вивчення теми).
2. Контроль опорного рівня знань (письмова робота, письмове тестування, фронтальне опитування тощо)
  - вимоги до теоретичної готовності студентів до виконання практичних занять (вимоги до знань, перелік дидактичних одиниць)

Студент повинен знати:

- ✓ основні правила роботи з кислотами та лугами;
- ✓ предмет і задачі аналітичної хімії, основні поняття аналітичної хімії;
- ✓ принципи та методи якісного аналізу, класифікація методів аналізу;

- ✓ аналітичні признаки речовин, аналітичні реакції, вимоги до їх, типи аналітичних реакцій та реагентів (груповий реагент), способи виконання якісних реакцій;
- ✓ поняття дробового та систематичного ходу аналізу, різниця одного від другого;
- ✓ характеристика чутливості аналітичних реакцій (граничне розбавлення, гранична концентрація, мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину, границя визначення (відкривальний мінімум));
- ✓ аналітичні класифікації катіонів по групам, кислотно-основна класифікація катіонів (на чому заснована, які речовини застосовують в якості групових реагентів).

Студент повинен вміти:

- ✓ користуватися мірним посудом, аналітичними вагами; володіти технікою виконання основних аналітичних операцій при якісному і кількісному аналізі речовини, готувати і стандартизувати розчини аналітичних реагентів;
- ✓ відбирати середню пробу, складати схему аналізу, проводити якісний і кількісний аналіз речовини в межах використання основних прийомів і методів, передбачених програмою;
- ✓ вибирати оптимальний метод якісного і кількісного аналізу речовини;
- ✓ проводити розділення катіонів та аніонів хімічними і хроматографічними методами;
- ✓ проводити лабораторні дослідження, пояснювати суть конкретних реакцій і їх аналітичні ефекти, оформляти звітну документацію за експериментальними даними;
- ✓ виконувати вихідні обчислення, підсумкові розрахунки з використанням статистичної обробки результатів кількісного

аналізу;

- ✓ самостійно працювати з навчальною і довідковою літературою з аналітичної хімії.

Перелік дидактичних одиниць:

- ✓ текст підручників
  - ✓ банк тестових завдань
- питання (тестові завдання, задачі, клінічні ситуації) для перевірки базових знань за темою заняття.

1. Перерахуйте катіони V аналітичної групи. Що є груповим реагентом цієї групи.
  2. Реакції катіонів мангану. Урівняйте електронно-йонним балансом.
  3. Реакція катіонів заліза(II, III) з сульфосаліциловою кислотою. Вплив рН на склад утвореної сполуки.
  4. Якісні реакції катіонів заліза(II) та залізу (III).
  5. Якісні реакції катіонів магнію. Які катіони можуть заважати перебігу наведених реакцій.
  6. Перерахуйте катіони VI аналітичної групи. Що є груповим реагентом цієї групи? Осади якого складу утворюються при додаванні еквімолярної кількості групового реагенту? Що відбувається з осадами при додаванні надлишку групового реагенту?
  7. Як виділити катіони купрум(II) та ртуті(II) від інших катіонів цієї групи? Як потім відділити їх один від одного?
  8. Якісні реакції катіонів нікелю.
3. Формування професійних вмінь, навичок:
- зміст завдань (задачі, клінічні ситуації тощо)

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

Реакції перетворення і виявлення іонів марганцю в аналізі суміші катіонів V групи.

2. Обґрунтуйте вибір групового реагенту на катіони VI аналітичної групи (кисотно-основна класифікація). Напишіть рівняння реакцій виявлення катіонів міді, нікелю і кобальту в ході аналізу суміші катіонів даної групи.

3. Яке забарвлення мають концентровані розчини солей нікелю (II)? До розчину, що містить катіони заліза (III) і нікелю (II), добавили розчин фториду натрію, розчин аміаку і спиртовий розчин диметилгліоксиму. Що спостерігається? Напишіть рівняння відповідних реакцій

Перерахуйте катіони VI аналітичної групи. Що є груповим реагентом цієї групи? Осади якого складу утворюються при додаванні еквімолярної кількості групового реагенту? Що відбувається з осадами при додаванні надлишку групового реагенту?

4. Обґрунтуйте вибір групового реагенту на катіони VI аналітичної групи (кисотно-основна класифікація). Напишіть рівняння реакцій виявлення катіонів міді, нікелю і кобальту в ході аналізу суміші катіонів даної групи.

5. Груповий реагент на катіони VI аналітичної групи (кисотно-основна класифікація). Умови їх застосування. Напишіть рівняння реакцій взаємодії іонів  $\text{Cu}^{2+}$  і  $\text{Hg}^{2+}$  з груповим реагентом. Реакції відділення цих іонів у систематичному ході аналізу суміші катіонів VI групи і реакції їх виявлення.

5. Яке забарвлення мають концентровані розчини солей міді (II)? До розчину, що містить катіон VI групи (кисотно-основна класифікація), добавили розчин гідроксиду натрію. Випав білий осад, розчинний в аміаку. Який катіон присутній в розчині? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

7. Яке забарвлення мають концентровані розчини солей нікелю (II)? До розчину, що містить катіони заліза (III) і нікелю (II), добавили розчин фториду натрію, розчин аміаку і спиртовий розчин диметилгліоксиму. Що спостерігається? Напишіть рівняння відповідних реакцій.



- рекомендації (інструкції) щодо виконання завдань

Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1. Якісний аналіз катіонів. Катіони V аналітичної групи. Дія групового реагенту.	Якісний аналіз	Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфєєва, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є.Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.
2. Якісний аналіз катіонів. Катіони V аналітичної групи.		
3. Якісний аналіз катіонів. Катіони VI аналітичної групи. Дія групового реагенту.		
4. Якісний аналіз катіонів. Катіони VI аналітичної групи.		

- вимоги до результатів роботи, в т.ч. до оформлення: бланк оформлення лабораторної роботи додається

- матеріали контролю для заключного етапу заняття: задачі, завдання, тести тощо (у разі необхідності):

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

- A.  $\text{Bi}^{3+}$
- B.  $\text{Fe}^{2+}$
- C.  $\text{Sb}^{3+}$
- D.  $\text{Fe}^{3+}$

Е.  $Mg^{2+}$

2. У водному розчині знаходяться катіони V аналітичної групи (кисотно - основна класифікація). При розведенні розчину утворився білий аморфний осад. Які катіони легко утворюють продукти гідролізу?

А. Катіони бісмуту і сурми

В. Катіони заліза (III)

С. Катіони магнію

Д. Катіони марганцю

Е. Катіони заліза (II)

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

На присутність якого катіону вказує цей аналітичний ефект:

А. марганцю (II)

В. бісмуту (III)

С. заліза (III)

Д. хрому (III)

Е. олова (II)

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

А. заліза (III)

В. ртуті (II)

С. аргентуму

Д. ртуті (I)

Е. свинцю (II)

5. Вкажіть, які іони знаходяться в розчині, якщо при нагріванні його з  $(NH_4)_2S_2O_8$  в присутності  $AgNO_3$  розчин набуває малинового забарвлення?

А.  $Mn^{2+}$

B.  $\text{Fe}^{3+}$

C.  $\text{Fe}^{2+}$

D.  $\text{Co}^{2+}$

E.  $\text{Cu}^{2+}$

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

A. синього

B. білого

C. бурого

D. червоного

E. чорного

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

A. фторид - іони

B. хлорид - іони

C. бромід - іони

D. нітрит-іони

E. сульфат - іони

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

A. Бісмут (III)

B. Залізо (II)

C. Марганець (II)

D. Сурма (III)

E. Залізо (III)

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

A.  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

B.  $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$

C. NaOH

D.  $K_4[Fe(CN)_6]$

E.  $NH_4OH$

10. Досліджуваний розчин лікарського препарату містить катіони магнію (II) і алюмінію (III). За допомогою якого реагенту можна розділити зазначені катіони при аналізі цього препарату?

A. розчину лугу

B. пероксиду водню в кислому середовищі

C. розчину нітрату срібла

D. розчину аміаку

E. розчину соляної кислоти

11. При додаванні аміачного буферного розчину і розчину натрію гідрофосфату до аналізованого розчину утворився білий осад. Це свідчить про присутність іонів:

A. магнію

B. алюмінію

C. миш'яку (III)

D. хрому (III)

E. калію.

12. Вкажіть, які катіони є в розчині, якщо при додаванні до нього реактиву Чугаєва і аміачного буферного розчину утворюється червоно - малиновий осад:

A. Катіони нікелю

B. Катіони алюмінію

C. Катіони купруму

D. Катіони кобальту

E. Катіони заліза

13. В ході аналізу катіонів VI аналітичної групи (кислотно - основна класифікація) при дії групового реагенту можна не тільки відокремити групу, а й ідентифікувати іони:

- A. Cu (II)
- B. Co (II)
- C. Ni (II)
- D. Hg (II)
- E. Cd (II)

14. Розділення катіонів V і VI аналітичних груп (кислотно - основна класифікація) в систематичному ході аналізу проводять при дії:

- A. надлишку концентрованого розчину аміаку
- B. надлишку розчину гідроксиду натрію
- C. надлишку розчину соляної кислоти
- D. надлишку розчину калій гідроксиду
- E. надлишку розчину сірчаної кислоти

15. Найбільш селективної реакцією для визначення катіонів нікелю реакція взаємодії з:

- A. реактивом Чугаєва
- B. розчином натрію гідроксиду
- C. розчином калію гідроксиду
- D. розчином сірчаної кислоти
- E. реактивом Несслера

16. Для відділення катіонів 6 аналітичної групи від катіонів 5 аналітичної групи (кислотно - основна класифікація) використовують:

- A. Надлишок розчину аміаку
- B. Надлишок розчину гідроксиду натрію
- C. Надлишок розчину сірчаної кислоти
- D. Розчин оцтової кислоти
- E. Розчин срібла нітрату

17. Які катіони з розчином йодиду калію утворюють оранжево - червоний осад, розчинний в надлишку реагенту з утворенням безбарвного розчину?

- A. ртуті (II)
- B. ртуті (I)
- C. бісмуту
- D. сурми (V)
- E. свинцю

18. У суміші, що аналізується, знаходяться катіони заліза (III) та купруму (II). Дією якого групового реагенту можна розділити ці катіони:

- A. Концентрованим розчином аміаку
- B. Розчином натрію гідроксиду та пероксидом водню
- C. Розчином соляної кислоти
- D. Розчином натрію гідроксиду
- E. Розчином сірчаної кислоти

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

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

20. При додаванні до аналізованого розчину надлишку аміаку розчин забарвиться в яскраво-синій колір. Це вказує на присутність в розчині іонів:

- A. купруму
- B. срібла
- C. свинцю
- D. бісмуту
- E. ртуті (II)

21. Характерною реакцією виявлення катіонів ртуті (II) є реакція з калію йодидом. При проведенні реакції спостерігають:

- A. Яскраво - червоний осад
- B. Яскраво - червоний розчин
- C. Брудно-зелений осад
- D. Чорний осад
- E. Білий осад

22. При дії діметілглюксіма на розчин, що містить катіони VI аналітичної групи (кислотна - основна класифікація) спостерігали малинове забарвлення осаду. Який катіон обумовив цей аналітичний ефект?

- A. катіон нікелю (II)
- B. катіон ртуті (II)
- C. катіон купруму (II)
- D. катіон кадмію (II)
- E. катіон кобальту (II)

#### 4. Підведення підсумків:

У результаті заняття студент ознайомився з основними реакціями, що використовуються для ідентифікації катіонів V та VI аналітичної групи (кислотна-основна класифікація); узагальнив інформацію про дробовий та систематичний аналіз катіонів V та VI аналітичної групи.

#### 5. Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфєєва, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є.Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.
2. Аналітична хімія : підручник для студентів напряму «Фармація» і «Біотехнологія» ВНЗ / Н. К. Федущак, Ю. І. Бідніченко, С. Ю. Крамаренко,

В. О. Калібабчук [та ін.]. – Вінниця : Нова Книга, 2012. – 640 с.

3. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.

4. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.

5. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.

6. Аналітична хімія : Якісний та кількісний аналіз; навчальний конспект лекцій / В. В. Болотов, О. М. Свечнікова, М. Ю. Голік, К. В. Динник, Т. В. Жукова, М. А. Зареченський, О. Г. Кизим, С. В. Колісник, Т. А. Костіна, О. Є. Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова, Ю. В. Сич, Л. Ю. Клименко; за загальною редакцією проф. Болотова В. В. – Вінниця : Нова книга, 2011. – 424 с.

Додаткова:

7. Аналітична хімія: навч. посіб. для фармац. вузів та ф-тів III-IV рівня акредитації / В. В. Болотов, О. М. Свечнікова, С. В. Колісник, Т. В. Жукова та ін. – Х.: Вид-во НФаУ; Оригінал, 2004. – 480 с.

8. Кількісний аналіз. Титриметричні методи аналізу / Петренко В.В., Стрілець Л.М., Васюк С.О. та ін. – Запоріжжя, 2006. – 215 с.

7. Коваленко С.І., Васюк С.О., Портна О.О. Комплексиметрія у фармацевтичному аналізі. – Вінниця, НОВА КНИГА, 2008. – 184 с.



## Практичне заняття № 5

**Тема:** Якісні реакції визначення аніонів I аналітичної групи і умови їх виконання

**Мета:** Ознайомитися з груповими реагентами, що використовуються в аналізі аніонів. Ознайомитися та узагальнити інформацію про аніони I аналітичної групи та аналітичні реакції.

**Основні поняття:** аналіз, якісний аналіз, груповий реагент, специфічний реагент, група аніонів

**Обладнання:** наочний матеріал, мультимедійний проектор

**План:**

1. Організаційні заходи (привітання, перевірка присутніх, повідомлення теми, мети заняття, мотивація здобувачів вищої освіти щодо вивчення теми).
2. Контроль опорного рівня знань (письмова робота, письмове тестування, фронтальне опитування тощо)
  - вимоги до теоретичної готовності студентів до виконання практичних занять (вимоги до знань, перелік дидактичних одиниць)

Студент повинен знати:

- ✓ основні правила роботи з кислотами та лугами;
- ✓ предмет і задачі аналітичної хімії, основні поняття аналітичної хімії;
- ✓ принципи та методи якісного аналізу, класифікація методів аналізу;
- ✓ аналітичні признаки речовин, аналітичні реакції, вимоги до їх, типи аналітичних реакцій та реагентів (груповий реагент), способи виконання якісних реакцій;
- ✓ поняття дробового та систематичного ходу аналізу, різниця одного від другого;
- ✓ характеристика чутливості аналітичних реакцій (граничне

розбавлення, гранична концентрація, мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину, границя визначення (відкривальний мінімум);

- ✓ аналітичні класифікації катіонів по групам, кислотно-основна класифікація катіонів (на чому заснована, які речовини застосовують в якості групових реагентів).

Студент повинен вміти:

- ✓ користуватися мірним посудом, аналітичними вагами; володіти технікою виконання основних аналітичних операцій при якісному і кількісному аналізі речовини, готувати і стандартизувати розчини аналітичних реагентів;
- ✓ відбирати середню пробу, складати схему аналізу, проводити якісний і кількісний аналіз речовини в межах використання основних прийомів і методів, передбачених програмою;
- ✓ вибирати оптимальний метод якісного і кількісного аналізу речовини;
- ✓ проводити розділення катіонів та аніонів хімічними і хроматографічними методами;
- ✓ проводити лабораторні дослідження, пояснювати суть конкретних реакцій і їх аналітичні ефекти, оформляти звітну документацію за експериментальними даними;
- ✓ виконувати вихідні обчислення, підсумкові розрахунки з використанням статистичної обробки результатів кількісного аналізу;
- ✓ самостійно працювати з навчальною і довідковою літературою з аналітичної хімії.

Перелік дидактичних одиниць:

- ✓ текст підручників
- ✓ банк тестових завдань

– питання (тестові завдання, задачі, клінічні ситуації) для перевірки базових знань за темою заняття.

1. Групи аніонів. Які аніони входять до I, II та III аналітичної групи? Що є груповими реагентами для цих груп?

2. Які реагенти можна використати для визначення аніонів-окисників та аніонів-відновників?

3. I аналітична група аніонів. Перерахуйте аніони, вкажіть груповий реагент.

3. Формування професійних вмінь, навичок:

– зміст завдань (задачі, клінічні ситуації тощо)

1. Як розділити та провести ідентифікацію арсенат- та арсеніт-йонів?

2. Чому до визначення аніонів приступають після визначення катіонів?

Опишіть виготовлення спеціального розчину "содової витяжки" для аналізу аніонів. Напишіть рівняння реакцій для катіонів  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  при виготовленні "содової витяжки".

3. Проба на аніони, які проявляють окислювальні властивості відносно калію йоди-ду —  $\text{AsO}_4^{3-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ . Проба на аніони-відновники, які знебарвлюють розчин йоду  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ . Напишіть рівняння відповідних реакцій.

– рекомендації (інструкції) щодо виконання завдань

Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1. Якісний аналіз. Способи виконання аналітичних реакцій.	Якісний аналіз	Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфєєва, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є.Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.
2. Якісний аналіз аніонів. Групові реагенти.		
3. Якісний аналіз аніонів I аналітичної групи.		

- вимоги до результатів роботи, в т.ч. до оформлення: бланк оформлення лабораторної роботи додається
  - матеріали контролю для заключного етапу заняття: задачі, завдання, тести тощо (у разі необхідності):
1. Розчин арсенату натрію можна відрізнити від розчину арсеніту за допомогою наступного реактиву:
    - A. магнезіальна суміш
    - B. калію сульфат
    - C. калію нітрат
    - D. натрію хлорид
    - E. натрію фторид
  2. При додавання до аналізованого розчину розчину барію хлориду утворився білий осад, нерозчинні в кислотах і лугах. Це свідчить про присутність в аналізованому розчині:
    - A. сульфат-іонів
    - B. хлорид-іонів
    - C. нітрат - іонів
    - D. перманганат-іонів
    - E. іонів заліза (II)
  3. Аналітичним ефектом дії розчину калію йодиду на незабарвлені аніони - окислювачі в присутності хлороформу є:
    - A. Поява забарвлення вільного йоду
    - B. Випадання осаду білого кольору
    - C. Зміна агрегатного стану
    - D. Виділення бульбашок газу
    - E. Поява осаду і його розчинення в надлишку реагенту
  4. Арсеніт- і арсенат-іони входять до складу деяких фармацевтичних препаратів. Фармакопейною реакцією для виявлення названих іонів служить реакція з розчином:

- A. срібла (I) нітрату
  - B. антипирину
  - C. калію йодиду
  - D. амонію гідроксиду
  - E. натрію гідроксиду
5. Виберіть реанти для виявлення сульфат-іонів в розчині, що містить карбонат-, сульфат-, фосфат-іони:
- A.  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{HCl}$
  - B.  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{NaOH}$
  - C.  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$
  - D.  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$
  - E.  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{HNO}_3$
6. Досліджуваний розчин з розчином барію хлориду утворив білий осад НЕ розчинний ні в кислотах, ні в лугах. Який склад отриманого осаду?
- A. барій сульфат
  - B. барій сульфід
  - C. барій карбонат
  - D. барій оксалат
  - E. барій фосфат
7. До першої аналітичної групи аніонів належать аніони, які утворюють нерозчинні у воді солі:
- A. барію
  - B. свинцю
  - C. амонію
  - D. бісмуту
  - E. ртуті
8. Визначення аніонів I аналітичної групи проводять при дії:
- A. розчину  $\text{BaCl}_2$  в нейтральному або слаболужному середовищі
  - B. розчину  $\text{BaCl}_2$  в кислому середовищі

С. розчину  $\text{AgNO}_3$  в кислому середовищі

Д. розчину мінеральної кислоти

Е. розчину лугу

9. Фармакопейною реакцією на фосфат - іони є дія магnezіальною суміші. В результаті утворюється білий кристалічний осад  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$ . Склад магnezіальною суміші наступний:

А.  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$

В.  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NaCl}$

С.  $\text{MnCl}_2$ ,  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NaCl}$

Д.  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MnSO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$

Е.  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$

4. Підведення підсумків:

У результаті заняття студент ознайомився з груповими реагентами, що використовуються в аналізі аніонів та узагальнив інформацію про аніони I аналітичної групи та аналітичні реакції.

5. Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфєєва, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є. Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.

2. Аналітична хімія : підручник для студентів напряму «Фармація» і «Біотехнологія» ВНЗ / Н. К. Федущак, Ю. І. Бідніченко, С. Ю. Крамаренко, В. О. Калібабчук [та ін.]. – Вінниця : Нова Книга, 2012. – 640 с.

3. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.

4. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий

фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.

5. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.

6. Аналітична хімія : Якісний та кількісний аналіз; навчальний конспект лекцій / В. В. Болотов, О. М. Свечнікова, М. Ю. Голік, К. В. Динник, Т. В. Жукова, М. А. Зареченський, О. Г. Кизим, С. В. Колісник, Т. А. Костіна, О. Є. Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова, Ю. В. Сич, Л. Ю. Клименко; за загальною редакцією проф. Болотова В. В. – Вінниця : Нова книга, 2011. – 424 с.

Додаткова:

9. Аналітична хімія: навч. посіб. для фармац. вузів та ф-тів III-IV рівня акредитації / В. В. Болотов, О. М. Свечнікова, С. В. Колісник, Т. В. Жукова та ін. – Х.: Вид-во НФаУ; Оригінал, 2004. – 480 с.

10. Кількісний аналіз. Титриметричні методи аналізу / Петренко В.В., Стрілець Л.М., Васюк С.О. та ін. – Запоріжжя, 2006. – 215 с.

7. Коваленко С.І., Васюк С.О., Портна О.О. Комплексиметрія у фармацевтичному аналізі. – Вінниця, НОВА КНИГА, 2008. – 184 с.

### **Практичне заняття № 6**

**Тема:** Якісні реакції визначення аніонів II та III аналітичних груп і умови їх виконання.

**Мета:** Ознайомитися з груповими реагентами, що використовуються в аналізі аніонів. Ознайомитися та узагальнити інформацію про аніони II-III аналітичної групи та аналітичні реакції.

**Основні поняття:**аналіз, якісний аналіз, груповий реагент, специфічний реагент, група аніонів

**Обладнання:**наочний матеріал, мультимедійний проектор

**План:**

1. Організаційні заходи (привітання, перевірка присутніх, повідомлення теми, мети заняття, мотивація здобувачів вищої освіти щодо вивчення теми).
2. Контроль опорного рівня знань (письмова робота, письмове тестування, фронтальне опитування тощо)
  - вимоги до теоретичної готовності студентів до виконання практичних занять (вимоги до знань, перелік дидактичних одиниць)

Студент повинен знати:

- ✓ основні правила роботи з кислотами та лугами;
- ✓ предмет і задачі аналітичної хімії, основні поняття аналітичної хімії;
- ✓ принципи та методи якісного аналізу, класифікація методів аналізу;
- ✓ аналітичні признаки речовин, аналітичні реакції, вимоги до їх, типи аналітичних реакцій та реагентів (груповий реагент), способи виконання якісних реакцій;
- ✓ поняття дробового та систематичного хода аналізу, різниця одного від другого;
- ✓ характеристика чутливості аналітичних реакцій (граничне розбавлення, гранична концентрація, мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину, границя визначення (відкривальний мінімум);
- ✓ аналітичні класифікації катіонів по групам, кислотно-основна класифікація катіонів (на чому заснована, які речовини застосовують в якості групових реагентів).



Студент повинен вміти:

- ✓ користуватися мірним посудом, аналітичними вагами; володіти технікою виконання основних аналітичних операцій при якісному і кількісному аналізі речовини, готувати і стандартизувати розчини аналітичних реагентів;
- ✓ відбирати середню пробу, складати схему аналізу, проводити якісний і кількісний аналіз речовини в межах використання основних прийомів і методів, передбачених програмою;
- ✓ вибирати оптимальний метод якісного і кількісного аналізу речовини;
- ✓ проводити розділення катіонів та аніонів хімічними і хроматографічними методами;
- ✓ проводити лабораторні дослідження, пояснювати суть конкретних реакцій і їх аналітичні ефекти, оформляти звітну документацію за експериментальними даними;
- ✓ виконувати вихідні обчислення, підсумкові розрахунки з використанням статистичної обробки результатів кількісного аналізу;
- ✓ самостійно працювати з навчальною і довідковою літературою з аналітичної хімії.

Перелік дидактичних одиниць:

- ✓ текст підручників
  - ✓ банк тестових завдань
- питання (тестові завдання, задачі, клінічні ситуації) для перевірки базових знань за темою заняття.
1. Які аніони відносяться до II аналітичної групи? Що є груповим реагентом?
  2. Якісні реакції на хлорид-, йодид-, бромід- та сульфід-йони.

3. Які аніони відносяться до III аналітичної групи? Чому у цієї групи відсутній груповий реагент?

4. Якісні реакції на нітрат- та нітрит-аніони. Які реакції будуть давати однаковий аналітичний ефект?

5. Якісні реакції на ацетат-аніон.

3. Формування професійних вмінь, навичок:

– зміст завдань (задачі, клінічні ситуації тощо)

1. В якій послідовності осаджуються з розчину  $\text{Br}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{I}^-$  йони при дії групового реактиву (класифікація основана на розчинності солей барію і срібла), та в якій послідовності будуть розчинятись в розчині гідроксиду амонію галогеніди срібла? Відповідь обґрунтуйте.

2. Поясніть необхідність проведення систематичного ходу аналізу хлорид-, бромід-, йодид-іонів при їх сумісній наявності. Напишіть рівняння реакцій розділення і виявлення цих іонів в суміші.

3. Виявлення нітрит- і нітрат- іонів при їх сумісній наявності. Які іони заважають виявленню цих іонів і чому? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

– рекомендації (інструкції) щодо виконання завдань

Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1. Якісний аналіз. Способи виконання аналітичних реакцій.	Якісний аналіз	Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфєєва, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є.Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.
2. Якісний аналіз аніонів II аналітичної групи. Групові реагенти.		
3. Якісний аналіз аніонів III аналітичної групи.		

– вимоги до результатів роботи, в т.ч. до оформлення: бланк оформлення лабораторної роботи додається

– матеріали контролю для заключного етапу заняття: задачі, завдання, тести тощо (у разі необхідності):

1. При виявленні аніонів в розчині дробовим методом провели реакцію з антипірином - з'явилося смарагдово - зелене забарвлення розчину. Який аніон зумовив цей аналітичний ефект?

- A. нітрит-іон
- B. хромат - іон
- C. нітрат - іон
- D. бромід - іон
- E. йодид - іон

2. До досліджуваного розчину додали хлороформ і по краплях хлорну воду. Хлороформний шар забарвився в жовто - гарячий колір. Це свідчить про присутність в розчині:

- A. Бромід - іонів
- B. Сульфит - іонів
- C. Сульфат - іонів
- D. Нітрат - іонів
- E. Йодид - іонів

3. Для визначення нітрат - аніонів до досліджуваного розчину додали дифеніламін. Який аналітичний ефект при цьому спостерігається:

- A. Розчин синього кольору
- B. Осад жовтого кольору
- C. Осад синього кольору
- D. Виділення бурого газу
- E. Поява характерного запаху

4. Досліджуваний розчин лікарської речовини містить аніони йодиду, броміду, хлориду і сульфїду. Який реагент є груповим на ці аніони (друга аналітична група аніонів)?

- A. Аргентуму нітрат в 2М азотній кислоті.

- В. Барію хлорид.
  - С. Барію нітрат.
  - Д. Груповий реагент відсутній
  - Е. Аргентуму нітрат в нейтральному середовищі.
5. У розчині присутні аніони  $\text{Cl}^-$  і  $\text{Br}^-$ . Назвіть реагент для виявлення  $\text{Br}^-$ :
- А. хлорна вода
  - В. бромна вода
  - С. гіпсова вода
  - Д. вапняна вода
  - Е. баритова вода
6. До аналізованого розчину додали хлороформ і по краплях хлорну воду. Хлороформний шар забарвився в помаранчевий колір. Це свідчить про присутність в розчині:
- А. бромід - іонів
  - В. йодид - іонів
  - С. сульфід - іонів
  - Д. сульфат - іонів
  - Е. нітрат - іонів
7. До підкисленого аналізованого розчину додали хлороформ і розчин натрію нітриту. Хлороформний шар забарвився в червоно-фіолетовий колір, що свідчить в присутності в розчині:
- А. йодид - іонів
  - В. карбонат - іонів
  - С. хлорид - іонів
  - Д. сульфат - іонів
  - Е. фторид - іонів
8. До розчину  $\text{FeSO}_4$  у присутності  $\text{H}_2\text{SO}_4$  конц. додали досліджуваний розчин. Утворення бурого кільця вказує на присутність в розчині:
- А. нітрат - іонів

- В. ацетат - іонів
- С. карбонат - іонів
- Д. оксалат - іонів
- Е. фосфат - іонів

9. До підкисленого сірчаною кислотою розчину, що містить аніони третьої аналітичної групи, додали розчин калію йодиду. Спостерігається виділення вільного йоду. Які аніони присутні в розчині?

- А. нітрит - іони
- В. карбонат - іони
- С. сульфат - іони
- Д. бромід - іони
- Е. ацетат - іони

10. До розчину, що містить аніони другої аналітичної групи, додали розчин срібла нітрату. Утворився чорний осад, нерозчинний в розчині аміаку, але розчинний при нагріванні в розведеній азотій кислоті. Які аніони присутні в розчині:

- А. сульфід - іони
- В. йодид- іони
- С. хлорид - іони
- Д. бромід - іони
- Е. арсеніти - іони

11. До розчину, що містить аніони другої аналітичної групи, долили розчин срібла нітрату. Утворився блідо - жовтий осад, нерозчинний в азотній кислоті і частково розчинний в розчині аміаку. Які аніони присутні в розчині:

- А. бромід - іони
- В. йодид- іони
- С. хлорид - іони
- Д. сульфід - іони
- Е. арсеніти - іони

12. Які аніони з солями заліза (II) в присутності концентрованої сірчаної кислоти утворюють буре кільце?

- A. нітрат - іони
- B. ацетат - іони
- C. бромат - іони
- D. цитрат - іони
- E. тіоціанат - іони

4. Підведення підсумків:

У результаті заняття студент ознайомився та узагальнив інформацію про аніони II-III аналітичної групи та аналітичні реакції.

5. Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфєєва, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є. Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.
2. Аналітична хімія : підручник для студентів напряму «Фармація» і «Біотехнологія» ВНЗ / Н. К. Федущак, Ю. І. Бідніченко, С. Ю. Крамаренко, В. О. Калібабчук [та ін.]. – Вінниця : Нова Книга, 2012. – 640 с.
3. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
4. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
5. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне

підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.

6. Аналітична хімія : Якісний та кількісний аналіз; навчальний конспект лекцій / В. В. Болотов, О. М. Свечнікова, М. Ю. Голік, К. В. Динник, Т. В. Жукова, М. А. Зареченський, О. Г. Кизим, С. В. Колісник, Т. А. Костіна, О. Є. Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова, Ю. В. Сич, Л. Ю. Клименко; за загальною редакцією проф. Болотова В. В. – Вінниця : Нова книга, 2011. – 424 с.

Додаткова:

11. Аналітична хімія: навч. посіб. для фармац. вузів та ф-тів III-IV рівня акредитації / В. В. Болотов, О. М. Свечнікова, С. В. Колісник, Т. В. Жукова та ін. – Х.: Вид-во НФаУ; Оригінал, 2004. – 480 с.

12. Кількісний аналіз. Титриметричні методи аналізу / Петренко В.В., Стрілець Л.М., Васюк С.О. та ін. – Запоріжжя, 2006. – 215 с.

7. Коваленко С.І., Васюк С.О., Портна О.О. Комплексиметрія у фармацевтичному аналізі. – Вінниця, НОВА КНИГА, 2008. – 184 с.

### Практичне заняття № 7

**Тема:** Гравіметричний аналіз. Застосування гравіметрії для аналізу лікарських речовин. Титриметричні методи аналізу. Кисотно-основне титрування.

**Мета:** Ознайомитися з гравіметричним аналізом, класифікацією методів гравіметрії та навчити застосовувати ці методи в аналізі хімічних речовин, навчити проводити розрахунки результатів роботи. Освоїти методики кількісного визначення вмісту кристалізаційної води в  $\text{BaCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  та визначення масової частки сульфат-іонів в  $\text{MgSO}_4$  гравіметричним методом. Ознайомитися з теоретичними та практичними засадами методу нейтралізації (кисотно-основне титрування), узагальнити інформацію про титранти та індикатори методу, спосіб вибору індикатора (графічний та розрахунковий).

**Основні поняття:** аналіз, кількісний аналіз, ваговий аналіз, відгонка, осадження, оклюзія, співосадження, титриметричний аналіз, метод нейтралізації, індикатор, водневий показник (рН), первинний стандарт, вторинний стандарт, точка еквівалентності, кінцева точка титрування (КТТ)

**Обладнання:** наочний матеріал, мультимедійний проектор

**План:**

1. Організаційні заходи (привітання, перевірка присутніх, повідомлення теми, мети заняття, мотивація здобувачів вищої освіти щодо вивчення теми).
2. Контроль опорного рівня знань (письмова робота, письмове тестування, фронтальне опитування тощо)
  - вимоги до теоретичної готовності студентів до виконання практичних занять (вимоги до знань, перелік дидактичних одиниць)

Студент повинен знати:

- ✓ основні правила роботи з кислотами та лугами;
- ✓ предмет і задачі аналітичної хімії, основні поняття аналітичної хімії;
- ✓ принципи та методи якісного аналізу, класифікація методів аналізу;
- ✓ аналітичні признаки речовин, аналітичні реакції, вимоги до їх, типи аналітичних реакцій та реагентів (груповий реагент), способи виконання якісних реакцій;
- ✓ поняття дробового та систематичного ходу аналізу, різниця одного від другого;
- ✓ характеристика чутливості аналітичних реакцій (граничне розбавлення, гранична концентрація, мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину, границя визначення (відкривальний мінімум);
- ✓ аналітичні класифікації катіонів по групам, кислотно-основна



класифікація катіонів (на чому заснована, які речовини застосовують в якості групових реагентів).

Студент повинен вміти:

- ✓ користуватися мірним посудом, аналітичними вагами; володіти технікою виконання основних аналітичних операцій при якісному і кількісному аналізі речовини, готувати і стандартизувати розчини аналітичних реагентів;
- ✓ відбирати середню пробу, складати схему аналізу, проводити якісний і кількісний аналіз речовини в межах використання основних прийомів і методів, передбачених програмою;
- ✓ вибирати оптимальний метод якісного і кількісного аналізу речовини;
- ✓ проводити розділення катіонів та аніонів хімічними і хроматографічними методами;
- ✓ проводити лабораторні дослідження, пояснювати суть конкретних реакцій і їх аналітичні ефекти, оформляти звітну документацію за експериментальними даними;
- ✓ виконувати вихідні обчислення, підсумкові розрахунки з використанням статистичної обробки результатів кількісного аналізу;
- ✓ самостійно працювати з навчальною і довідковою літературою з аналітичної хімії.

Перелік дидактичних одиниць:

- ✓ текст підручників
  - ✓ банк тестових завдань
- питання (тестові завдання, задачі, клінічні ситуації) для перевірки базових знань за темою заняття.

1. Сутність гравіметричного методу аналізу. Значення методів гравіметричного аналізу для медицини, фармації та промисловості.

2. Класифікація методів гравіметричного аналізу.
3. Умови отримання кристалічного та аморфного осадів.
4. Осаджена форма. Вимоги до осадженої форми.
5. Гравіметрична форма. Вимоги до гравіметричної форми.
6. Техніка зважування на аналітичних вагах.
7. Формула розрахунку гравіметричного(аналітичного) фактора.
8. Оцінка вірності результатів, абсолютна та відносна помилки.

Вираження результатів вимірів у значащих числах.

9. Які реакції лежать у основі методу кислотно-основного титрування?
10. У чому сутність ациди- та алкаліметрії?
11. Які речовини можна визначити кислотно-основним титруванням?
12. В якому напрямку йдуть реакції кислотно-основної взаємодії. За якого значення константи рівноваги реакції проходять до кінця?
13. На чому ґрунтується фіксування кінцевої точки титрування?
14. Теорія кислотно-основних індикаторів. Іонна, хромоформна та іонно-хромофорна теорії пояснення природи зміни забарвлення індикаторів. Що таке інтервал переходу кислотно-основного індикатора показник титрування  $pT$ ?
15. Які існують методи підбору індикаторів для фіксації кінцевої точки титрування?
16. Криві титрування. Як розраховують значення  $pH$  для побудови кривої титрування сильної кислоти сильною основою та навпаки. Який вигляд мають такі криві титрування?
17. Що таке стрибок титрування? Як по стрибку титрування підбирають  $pH$ -індикатори?
18. Яким способом готують розчини кислот і лугів? Які речовини застосовують як первинні стандарти?.

### 3. Формування професійних вмінь, навичок:

– зміст завдань (задачі, клінічні ситуації тощо)

1. Обчисліть відсоткову частку гігроскопічної вологи в каоліні, якщо наважка речовини 0,5037 г після прожарювання зменшилась до 0,4528 г.
2. Який обсяг 10%-го розчину  $H_2SO_4$  треба взяти для практично повного осадження Sr з наважки аналізованої речовини 0,6327 г  $SrCl_2$ ?
3. Який обсяг 3,9%-ного розчину  $AgNO_3$  треба взяти для практично повного осадження Cl з наважки 1,5495 г сільвініту, що містить 53,2% Cl?
4. Розрахувати та побудувати криву титрування 0,1 н. розчину соляної кислоти 0,1 н. розчином гідроксиду натрію.
5. Розрахувати та побудувати криву титрування 50,00 см<sup>3</sup> 0,05 М розчину соляної кислоти 0,1 М розчином гідроксиду натрію.
6. Розрахувати та побудувати криву титрування 0,1 н. розчину бензойної кислоти 0,1 н. розчином гідроксиду натрію.  $pK(C_6H_5COOH = 4,20)$ .

– рекомендації (інструкції) щодо виконання завдань

Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1. Гравіметричний аналіз (гравіметрія)	Кількісний аналіз	Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфеева, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є.Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.
2. Метод відгонки		
3. Метод осадження		
4. Метод виділення		
5. Кількісний аналіз.		
Титриметричний аналіз		
6. Кислотно-основне титрування		
7. Вибір індикатору		

– вимоги до результатів роботи, в т.ч. до оформлення: бланк оформлення лабораторної роботи додається

– матеріали контролю для заключного етапу заняття: задачі, завдання, тести тощо (у разі необхідності):

1. Який об'єм 3,2%-ого розчину  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  треба взяти для практично повного осадження Са з наважки 0,3542 г СаО
2. Розрахувати масову частку (%) Fe в солі Мора, якщо для аналізу взято наважку 6,5648 г, яку розчинили в мірній колбі місткістю 500 мл, і з аліквоти 40 мл, отримали 0,0811 г гравіметричної форми
3. Записати схематично процес проведення визначення кристалізаційної води у  $\text{BaCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  гравіметричним методом непрямой відгонки.
4. Записати схематично процес проведення визначення масової частки сульфат-іонів в  $\text{MgSO}_4$  гравіметричним методом осадження.
5. До 20 мл 0,1 М розчину NaOH додали 10 мл 0,1 М розчину HCl. Розрахуйте рН одержаного розчину.
6. Розрахуйте молярну концентрацію еквівалента, титр та коефіцієнт поправки розчину гідроксиду натрію, якщо на титрування 20,00 мл 0,05075 М розчину щавлевої кислоти витрачено 19,50 мл цього розчину.
7. При якому значенні рН треба закінчити титрування 0,1 М розчину аміаку 0,1 М розчином хлороводневої кислоти?

#### 4. Підведення підсумків:

У результаті заняття студент ознайомився з гравіметричним аналізом, класифікацією методів гравіметрії та навчився застосовувати ці методи в аналізі хімічних речовин та проводити розрахунки результатів роботи. Студент ознайомився з теоретичними та практичними засадами методу нейтралізації (кисотно-основне титрування), узагальнив інформацію про титранти та індикатори методу, спосіб вибору індикатора (графічний та розрахунковий).

#### 5. Список рекомендованої літератури:

Основна:

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

Додаткова:

13. Аналітична хімія: навч. посіб. для фармац. вузів та ф-тів III-IV рівня акредитації / В. В. Болотов, О. М. Свечнікова, С. В. Колісник, Т. В. Жукова та

ін. – Х.: Вид-во НФаУ; Оригінал, 2004. – 480 с.

14. Кількісний аналіз. Титриметричні методи аналізу / Петренко В.В., Стрілець Л.М., Васюк С.О. та ін. – Запоріжжя, 2006. – 215 с.

7. Коваленко С.І., Васюк С.О., Портна О.О. Комплексиметрія у фармацевтичному аналізі. – Вінниця, НОВА КНИГА, 2008. – 184 с.

### **Практичне заняття № 8**

**Тема:** Кисотно-основне титрування. Титрування слабких кислот лугами та слабких основ сильними кислотами. Титрування багатоосновних кислот, багатокислотних основ, сумішей кислот або основ.

**Мета:** Ознайомитися з теоретичними та практичними засадами методу нейтралізації (кисотно-основне титрування), узагальнити інформацію про титранти та індикатори методу, використання зворотного титрування при визначенні летких сполук

**Основні поняття:** аналіз, кількісний аналіз, титриметричний аналіз, метод нейтралізації, індикатор, водневий показник (рН), первинний стандарт, вторинний стандарт, точка еквівалентності, кінцева точка титрування (КТТ)

**Обладнання:** наочний матеріал, мультимедійний проектор

#### **План:**

1. Організаційні заходи (привітання, перевірка присутніх, повідомлення теми, мети заняття, мотивація здобувачів вищої освіти щодо вивчення теми).
2. Контроль опорного рівня знань (письмова робота, письмове тестування, фронтальне опитування тощо)
  - вимоги до теоретичної готовності студентів до виконання практичних занять (вимоги до знань, перелік дидактичних одиниць)

Студент повинен знати:

- ✓ основні правила роботи з кислотами та лугами;
- ✓ предмет і задачі аналітичної хімії, основні поняття аналітичної

хімії;

- ✓ принципи та методи якісного аналізу, класифікація методів аналізу;
- ✓ аналітичні признаки речовин, аналітичні реакції, вимоги до їх, типи аналітичних реакцій та реагентів (груповий реагент), способи виконання якісних реакцій;
- ✓ поняття дробового та систематичного ходу аналізу, різниця одного від другого;
- ✓ характеристика чутливості аналітичних реакцій (граничне розбавлення, гранична концентрація, мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину, границя визначення (відкривальний мінімум);
- ✓ аналітичні класифікації катіонів по групам, кислотно-основна класифікація катіонів (на чому заснована, які речовини застосовують в якості групових реагентів).

Студент повинен вміти:

- ✓ користуватися мірним посудом, аналітичними вагами; володіти технікою виконання основних аналітичних операцій при якісному і кількісному аналізі речовини, готувати і стандартизувати розчини аналітичних реагентів;
- ✓ відбирати середню пробу, складати схему аналізу, проводити якісний і кількісний аналіз речовини в межах використання основних прийомів і методів, передбачених програмою;
- ✓ вибирати оптимальний метод якісного і кількісного аналізу речовини;
- ✓ проводити розділення катіонів та аніонів хімічними і хроматографічними методами;
- ✓ проводити лабораторні досліди, пояснювати суть конкретних реакцій і їх аналітичні ефекти, оформляти звітну документацію за

експериментальними даними;

- ✓ виконувати вихідні обчислення, підсумкові розрахунки з використанням статистичної обробки результатів кількісного аналізу;
- ✓ самостійно працювати з навчальною і довідковою літературою з аналітичної хімії.

Перелік дидактичних одиниць:

- ✓ текст підручників
  - ✓ банк тестових завдань
- питання (тестові завдання, задачі, клінічні ситуації) для перевірки базових знань за темою заняття.

1. Які речовини належать до слабких електролітів? Як дисоціюють у розчинах слабкі електроліти? Що таке ступінь дисоціації (іонізації), константа дисоціації, показник кислотності чи основності?

2. На підставі чого можна зробити висновок щодо можливості титрування у водних середовищах з індикаторним фіксуванням кінця титрування слабких електролітів?

3. Як розраховують рН у різні моменти титрування (до початку титрування, у момент напівнейтралізації, на початку стрибка титрування, у точці еквівалентності, наприкінці стрибка титрування) при титруванні слабких кислот та слабких основ?

4. Який вид мають криві титрування слабких кислот та слабких основ? Порівняйте їх із кривими титрування сильних кислот та лугів.

5. Чому при титруванні слабких кислот та слабких підстав рН до точки еквівалентності змінюється повільно?

6. Чи збігається рН у точці еквівалентності при титруванні слабких кислот та слабких підстав із лінією нейтральності?

7. Який існує взаємозв'язок між величиною стрибка титрування та константами кислотності чи основності визначених речовин?



8. У чому є сутність і коли можна застосовувати пряме титрування, зворотне титрування, замісне титрування?

9. У чому сутність, переваги та недоліки методів піпетування та окремих наважок? За якими формулами проводять розрахунок результату титриметричного аналізу?

3. Формування професійних вмінь, навичок:

– зміст завдань (задачі, клінічні ситуації тощо)

1. В приладі для визначення амонійних солей методом відгонки розчин  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  обробили концентрованим розчином  $\text{NaOH}$ . Аміак відігнали в  $50,00 \text{ см}^3$  розчину  $\text{H}_2\text{SO}_4$  з концентрацією  $c(1/2\text{H}_2\text{SO}_4 = 0,2000 \text{ моль/дм}^3)$ . Потім отриманий розчин відтитрували  $22,50 \text{ см}^3$  лугу. Скільки г сульфату амонію міститься в дослідженому розчині?

2. В прилад для визначення амонійних солей методом відгонки налили  $25,00 \text{ см}^3$  розчину  $\text{NH}_4\text{Cl}$  і обробили концентрованим розчином  $\text{NaOH}$ . Аміак відігнали в  $50,00 \text{ см}^3$  розчину  $\text{HCl}$  ( $T(\text{HCl}) = 0,003646 \text{ г/ см}^3$ ). Потім надлишок  $\text{HCl}$  відтитрували  $23,05 \text{ см}^3$  лугу з  $T(\text{NaOH}) = 0,004015 \text{ г/ см}^3$ . Скільки г хлориду амонію міститься в дослідженому зразку?

– рекомендації (інструкції) щодо виконання завдань

Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1. Кількісний аналіз. Титриметричний аналіз	Кількісний аналіз	Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфеева, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є.Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.
2. Кислотно-основне титрування		
3. Титрування амоніаку та оцтової кислоти		
4. Титрування суміші $\text{Na}_2\text{CO}_3$ та $\text{NaHCO}_3$		

– вимоги до результатів роботи, в т.ч. до оформлення: бланк оформлення лабораторної роботи додається

- матеріали контролю для заключного етапу заняття: задачі, завдання, тести тощо (у разі необхідності):
1. Який з наведених розчинів використовують як робочий (титрант) в методі алкаліметрії:
    - A. калію гідроксид
    - B. соляної кислоти
    - C. оксалатної кислоти
    - D. натрію тетраборат
    - E. амонію гідроксид
  2. Для кількісного визначення натрію карбонату в препараті методом кислотно - основного титрування застосовують індикатор:
    - A. метиловий оранжевий
    - B. мурексид
    - C. метиленовий синій
    - D. дифеніламін
    - E. фероїн
  3. Для кількісного визначення лікарських речовин використовують метод ацидіметрії, титрантом якого є вторинний стандартний розчин соляної кислоти. Точну концентрацію соляної кислоти встановлюють по:
    - A. натрію тетраборату
    - B. оксалатній кислоті
    - C. калію дихромату
    - D. натрію тіосульфату
    - E. магнію сульфату
  4. Вкажіть стандартні речовини, які використовують для стандартизації розчинів - титрантів (NaOH, KOH) методу алкаліметрії:
    - A. щавлева і бурштинова кислоти
    - B. оцтова і бурштинова кислоти
    - C. мурашина і оцтова кислоти

- D. сульфанілова і щавлева кислоти
- E. сульфанілова і саліцилова кислоти
5. Методом кислотно-основного титрування визначають:
- A. кислоти, основи і солі, які гідролізуються
- B. тільки сильні кислоти
- C. тільки сильні основи
- D. тільки сильні кислоти і слабкі основи
- E. тільки солі, які гідролізуються
6. Для вибору індикатора в методі кислотно-основного титрування будують криву титрування, яка представляє собою залежність:
- A. рН розчину від об'єму доданого титранту
- B. рН розчину від концентрації розчину доданого титранту
- C. рН розчину від об'єму аналізованого розчину
- D. концентрації аналізованого розчину від рН розчину
- E. рН розчину від температури
7. Вкажіть, яку пару речовин слід визначати методом зворотного кислотно-основного титрування:
- A.  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$
- B.  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$
- C.  $\text{KOH}$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$
- D.  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{NaOH}$
- E.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaCl}$
8. Виберіть пару титрантів для кількісного визначення аміаку в розчині методом зворотного титрування
- A.  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaOH}$
- B.  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$
- C.  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$
- D.  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KCl}$
- E.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$

9. Стандартизацію розчину соляної кислот і проводять з використанням первинного стандартного розчину:

A.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

B.  $\text{KMnO}_4$

C.  $\text{NaOH}$

D.  $\text{I}_2$

E.  $\text{KI}$

10. Визначення борної кислоти в медичному препараті здійснюють методом:

A. кислотного - основного титрування

B. окислювально - відновного титрування

C. осаджувального титрування

D. комплексонометрія

E. фотометрії

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

A. соляної кислоти

B. сірчаної кислоти

C. перманганату калію

D. йоду

E. гідроксиду натрію

4. Підведення підсумків:

У результаті заняття студент ознайомився з теоретичними та практичними засадами методу нейтралізації (кислотно-основне титрування), узагальнив інформацію про титранти та індикатори методу, спосіб вибору індикатора (графічний та розрахунковий), а також засвоїв метод зворотнього титрування.

5. Список рекомендованої літератури:

#### Основна:

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

#### Додаткова:

15. Аналітична хімія: навч. посіб. для фармац. вузів та ф-тів III-IV рівня акредитації / В. В. Болотов, О. М. Свечнікова, С. В. Колісник, Т. В. Жукова та

ін. – Х.: Вид-во НФаУ; Оригінал, 2004. – 480 с.

16. Кількісний аналіз. Титриметричні методи аналізу / Петренко В.В., Стрілець Л.М., Васюк С.О. та ін. –Запоріжжя, 2006. – 215 с.

7. Коваленко С.І., Васюк С.О., Портна О.О. Комплексиметрія у фармацевтичному аналізі. – Вінниця, НОВА КНИГА, 2008. – 184 с.

### **Практичне заняття № 9**

**Тема:** Окисно-відновне титрування. Перманганатометричне титрування. Йоді- і йодометричне титрування.

**Мета:** Ознайомитися з окисно-відновним титруванням, класифікацією методів окисно-відновного титрування та навчитися застосовувати ці методи в аналізі хімічних речовин, навчити проводити розрахунки результатів роботи.

**Основні поняття:** аналіз, кількісний аналіз, титриметричний аналіз, метод редокс-титрування, індикатор, стандартний редокс-потенціал, реальний редокс-потенціал, первинний стандарт, вторинний стандарт, точка еквівалентності, кінцева точка титрування (КТТ)

**Обладнання:**наочний матеріал, мультимедійний проектор

**План:**

1. Організаційні заходи (привітання, перевірка присутніх, повідомлення теми, мети заняття, мотивація здобувачів вищої освіти щодо вивчення теми).
2. Контроль опорного рівня знань (письмова робота, письмове тестування, фронтальне опитування тощо)
  - вимоги до теоретичної готовності студентів до виконання практичних занять (вимоги до знань, перелік дидактичних одиниць)

Студент повинен знати:

- ✓ основні правила роботи з кислотами та лугами;
- ✓ предмет і задачі аналітичної хімії, основні поняття аналітичної

хімії;

- ✓ принципи та методи якісного аналізу, класифікація методів аналізу;
- ✓ аналітичні признаки речовин, аналітичні реакції, вимоги до їх, типи аналітичних реакцій та реагентів (груповий реагент), способи виконання якісних реакцій;
- ✓ поняття дробового та систематичного ходу аналізу, різниця одного від другого;
- ✓ характеристика чутливості аналітичних реакцій (граничне розбавлення, гранична концентрація, мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину, границя визначення (відкривальний мінімум);
- ✓ аналітичні класифікації катіонів по групам, кислотно-основна класифікація катіонів (на чому заснована, які речовини застосовують в якості групових реагентів).

Студент повинен вміти:

- ✓ користуватися мірним посудом, аналітичними вагами; володіти технікою виконання основних аналітичних операцій при якісному і кількісному аналізі речовини, готувати і стандартизувати розчини аналітичних реагентів;
- ✓ відбирати середню пробу, складати схему аналізу, проводити якісний і кількісний аналіз речовини в межах використання основних прийомів і методів, передбачених програмою;
- ✓ вибирати оптимальний метод якісного і кількісного аналізу речовини;
- ✓ проводити розділення катіонів та аніонів хімічними і хроматографічними методами;
- ✓ проводити лабораторні дослідження, пояснювати суть конкретних реакцій і їх аналітичні ефекти, оформляти звітну документацію за

експериментальними даними;

- ✓ виконувати вихідні обчислення, підсумкові розрахунки з використанням статистичної обробки результатів кількісного аналізу;
- ✓ самостійно працювати з навчальною і довідковою літературою з аналітичної хімії.

Перелік дидактичних одиниць:

- ✓ текст підручників
  - ✓ банк тестових завдань
- питання (тестові завдання, задачі, клінічні ситуації) для перевірки базових знань за темою заняття.

1. Суть та класифікація методів окисно-відновного (редоксиметричного) титрування.

2. Окисно-відновний потенціал. Стандартний окисно-відновний потенціал. Обчислити окисний потенціал пари  $\text{Sn}^{4+}/\text{Sn}^{2+}$ , якщо концентрація іонів  $\text{Sn}^{4+}$  дорівнює  $0,1 \text{ моль/дм}^3$ , а іонів  $\text{Sn}^{2+}$  -  $0,0001 \text{ моль/дм}^3$ .

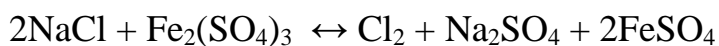
3. Вимоги до реакцій, які застосовують в редоксиметрії.

4. Фіксування кінцевої точки титрування в редоксиметрії. Індикаторні помилки.

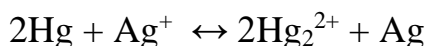
3. Формування професійних вмінь, навичок:

– зміст завдань (задачі, клінічні ситуації тощо)

1. Встановіть напрямок реакції



2. Встановіть напрямок реакції



при концентрації іонів ( $\text{моль/дм}^3$ ): а)  $[\text{Ag}^+] = 10^{-4}$ ,  $[\text{Hg}_2^{2+}] = 10^{-1}$ ;

б)  $[\text{Ag}^+] = 10^{-1}$ ,  $[\text{Hg}_2^{2+}] = 10^{-4}$ .

3. Вплив рН розчину на окисно-відновний потенціал.

4. Індуктивні (супряжені) реакції окислення і відновлення.



5. Характеристика основних типів редокс-індикаторів. Навести приклади.
6. Константа рівноваги окисно-відновної реакції, її вплив на протікання реакції. Розрахувати константу рівноваги реакції окислення сульфату заліза (II) пермангатом калію.
7. Константи рівноваги окисно-відновних реакцій. Вивести формули для обчислення констант рівноваги реакцій *моль/дм<sup>3</sup>*):
- А)  $\text{Sn}^{2+} + \text{J}_2 \leftrightarrow \text{Sn}^{4+} + 2\text{J}^-$
- Б)  $5\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \leftrightarrow 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ ;
- В)  $\text{Cr}^{2+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} \leftrightarrow \text{Cr}^{3+} + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$
- та знайти їх числові значення (при необхідності допустити, що  $[\text{H}^+]$  дорівнює  $1 \text{ моль/дм}^3$ ).
8. Способи фіксування точки еквівалентності в редоксиметрії. Зворотні та незворотні редокс-індикатори.
9. Розрахувати інтервал переходу забарвлення індикаторів: а) дифеніламіну; б) фенілантранілової кислоти.
10. Розрахуйте індикаторну помилку титрування розчину  $\text{HNO}_2$  розчином  $\text{KMnO}_4$  в присутності фенілантранілової кислоти;  $\text{pH} = 0$ ;  $E_{\text{ind}}^0 = +1,08 \text{ В}$ .
11. Приготували  $0,02 \text{ М}$  розчин  $\text{KMnO}_4$ . Чому дорівнює молярна концентрація еквіваленту цього розчину для реакцій:
- а)  $5\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ = 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ ;
- б)  $3\text{Mn}^{2+} + 2\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} = 3\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+$  ?
12. При приготуванні робочого розчину  $\text{KMnO}_4$  для позбавлення домішок манганат-іонів його окислюють хлором. Чи можливо в якості окислювача використання бромиду або йодиду?
13. Чому дорівнює фактор еквівалентності  $\text{KMnO}_4$  при титруванні в кислому, нейтральному і лужному середовищах? Привести рівняння полуреакцій.

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

15. За допомогою яких вихідних речовин встановлюють нормальність розчину перманганату калію? Які маси води та щавлевої кислоти  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  треба взяти для того, щоб добути при перекристалізації 20 г дигідрату кислоти охолодженням насиченого при  $90\text{ }^\circ\text{C}$  розчину до  $10\text{ }^\circ\text{C}$ ? Розчинність безводної кислоти при  $90$  та  $10\text{ }^\circ\text{C}$  відповідно становить 120 та 5,3 г на 100 г води.

16. Обчислити, в якій послідовності  $\text{KMnO}_4$  буде окислювати  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{J}^-$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$  і  $\text{Cl}^-$  іони в кислому середовищі, якщо концентрації відновників однакові. Скласти іонно-електронні рівняння реакцій.

17. Чому визначення ряду відновників методом перманганатометрії виконують в кислому середовищі? Яку кислоту краще використовувати при цьому: хлороводневу, азотну чи сірчану? Дати пояснення.

- рекомендації (інструкції) щодо виконання завдань

Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1. Кількісний аналіз. Титриметричний аналіз	Кількісний аналіз	Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфєєва, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є.Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.
2. Окисно-відновне титрування		
3. Вибір індикатору		
4. Криві титрування		
5. Перманганатометричне титрування		
6. Йодометричне титрування		

- вимоги до результатів роботи, в т.ч. до оформлення: вирішення задач в

робочому зошиті

– матеріали контролю для заключного етапу заняття: задачі, завдання, тести тощо (у разі необхідності):

1. Обчислити масу наважки дихромату калію, необхідну для приготування 250,00 мл розчину з молярною концентрацією солі 0,1000 моль/л.
2. Обчислити масу наважки кристалічного йоду, необхідну для приготування 750 мл розчину з молярною концентрацією йоду 0,05000 моль/л.
3. На титрування 15,00 мл розчину щавлевої кислоти з молярною концентрацією 0,02500 моль/л у сірчанокиислому середовищі було витрачено 18,00 мл розчину перманганату калію. Обчислити молярну концентрацію титранту у розчині.
4. 0,3500 г дигідрату щавлевої кислоти розчинили у воді та отримали 100,0 мл розчину. 10,00 мл одержаного розчину відтитрували 12,00 мл розчину перманганату калію. Обчислити молярну концентрацію титранту у розчині.
5. Наважку дихромату калію масою 0,1233 г розчинили в розведеній сірчаній кислоті. До отриманому розчину додали надлишок йодиду калію. На титрування йоду, що виділився, було витрачено 20,33 мл розчину тіосульфату натрію. Обчислити концентрацію розчину титранту.
6. На титрування наважки солі Мора було витрачено 15,00 мл розчину перманганату калію з молярною концентрацією 0,07500 моль/л. Чому дорівнює маса наважки солі Мора?
7. На титрування 30,00 мл розчину йоду з молярною концентрацією 0,1000 моль/л витрачено 12,00 мл розчину натрію тіосульфату. Визначити молярну концентрацію розчину тіосульфату натрію.
8. Наважку дихромату калію масою 0,2893 г розчинили у мірній колбі місткістю 100,0 мл. На титрування йоду, виділеного 25,00 мл отриманого розчину з йодиду калію, витратили 20,00 мл тіосульфату натрію  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Розрахувати концентрацію тіосульфату натрію.

9. На титрування в кислому середовищі 10 мл  $\text{FeSO}_4$  витрачено 10,8 мл 0,01102 М розчину  $\text{KMnO}_4$ . Знайти масу  $\text{FeSO}_4$  у колбі ємністю 100 мл.

10. На титрування 10 мл розчину щавлевої кислоти витрачено 12,1 мл 0,00972 М розчину  $\text{KMnO}_4$ . Знайти масу щавлевої кислоти ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) у колбі на 100 мл.

10. Розрахувати нормальність, титр розчину натрію тіосульфату, якщо на титрування йоду, що виділився при додаванні до наважки 0,1200 г  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (розчинена у воді, кисле середовище) надлишку КІ витрачено 24,00 см<sup>3</sup> розчину тіосульфату натрію.

11. Обчислити масу наважки кристалічного йоду, необхідну для приготування 750 мл розчину з молярною концентрацією йоду 0,05000 моль/л.

12. На титрування 30,00 мл розчину йоду з молярною концентрацією 0,1000 моль/л витрачено 12,00 мл розчину тіосульфату натрію. Визначити молярну концентрацію розчину тіосульфату натрію

#### 4. Підведення підсумків:

У результаті заняття студент ознайомився з окисно-відновним титруванням, класифікацією методів окисно-відновного титрування та навчився застосовувати ці методи в аналізі хімічних речовин і проводити розрахунки результатів роботи. Студент ознайомився з методами перманганато- та йодометрії.

#### 5. Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфєєва, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є. Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.

2. Аналітична хімія : підручник для студентів напряму «Фармація» і

«Біотехнологія» ВНЗ / Н. К. Федущак, Ю. І. Бідніченко, С. Ю. Крамаренко, В. О. Калібабчук [та ін.]. – Вінниця : Нова Книга, 2012. – 640 с.

3. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.

4. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.

5. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.

6. Аналітична хімія : Якісний та кількісний аналіз; навчальний конспект лекцій / В. В. Болотов, О. М. Свечнікова, М. Ю. Голік, К. В. Динник, Т. В. Жукова, М. А. Зареченський, О. Г. Кизим, С. В. Колісник, Т. А. Костіна, О. Є. Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова, Ю. В. Сич, Л. Ю. Клименко; за загальною редакцією проф. Болотова В. В. – Вінниця : Нова книга, 2011. – 424 с.

Додаткова:

1. Аналітична хімія: навч. посіб. для фармац. вузів та ф-тів III-IV рівня акредитації / В. В. Болотов, О. М. Свечнікова, С. В. Колісник, Т. В. Жукова та ін. – Х.: Вид-во НФаУ; Оригінал, 2004. – 480 с.

2. Кількісний аналіз. Титриметричні методи аналізу / Петренко В.В., Стрілець Л.М., Васюк С.О. та ін. – Запоріжжя, 2006. – 215 с.

3. Коваленко С.І., Васюк С.О., Портна О.О. Комплексиметрія у фармацевтичному аналізі. – Вінниця, НОВА КНИГА, 2008. – 184 с.

## Практичне заняття № 10

**Тема:** Окисно-відновне титрування. Дихроматометричне титрування. Бромато- і бромометричне титрування. Нітритометричне титрування.

**Мета:** Ознайомитися з окисно-відновним титруванням, класифікацією методів окисно-відновного титрування та навчитися застосовувати ці методи в аналізі хімічних речовин, навчити проводити розрахунки результатів роботи.

**Основні поняття:** аналіз, кількісний аналіз, титриметричний аналіз, метод редокс-титрування, індикатор, стандартний редокс-потенціал, реальний редокс-потенціал, первинний стандарт, вторинний стандарт, точка еквівалентності, кінцева точка титрування (КТТ)

**Обладнання:** наочний матеріал, мультимедійний проектор

**План:**

1. Організаційні заходи (привітання, перевірка присутніх, повідомлення теми, мети заняття, мотивація здобувачів вищої освіти щодо вивчення теми).
2. Контроль опорного рівня знань (письмова робота, письмове тестування, фронтальне опитування тощо)
  - вимоги до теоретичної готовності студентів до виконання практичних занять (вимоги до знань, перелік дидактичних одиниць)

Студент повинен знати:

- ✓ основні правила роботи з кислотами та лугами;
- ✓ предмет і задачі аналітичної хімії, основні поняття аналітичної хімії;
- ✓ принципи та методи якісного аналізу, класифікація методів аналізу;
- ✓ аналітичні признаки речовин, аналітичні реакції, вимоги до їх, типи аналітичних реакцій та реагентів (груповий реагент), способи виконання якісних реакцій;

- ✓ поняття дробового та систематичного ходу аналізу, різниця одного від другого;
- ✓ характеристика чутливості аналітичних реакцій (граничне розбавлення, гранична концентрація, мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину, границя визначення (відкривальний мінімум));
- ✓ аналітичні класифікації катіонів по групам, кислотно-основна класифікація катіонів (на чому заснована, які речовини застосовують в якості групових реагентів).

Студент повинен вміти:

- ✓ користуватися мірним посудом, аналітичними вагами; володіти технікою виконання основних аналітичних операцій при якісному і кількісному аналізі речовини, готувати і стандартизувати розчини аналітичних реагентів;
- ✓ відбирати середню пробу, складати схему аналізу, проводити якісний і кількісний аналіз речовини в межах використання основних прийомів і методів, передбачених програмою;
- ✓ вибирати оптимальний метод якісного і кількісного аналізу речовини;
- ✓ проводити розділення катіонів та аніонів хімічними і хроматографічними методами;
- ✓ проводити лабораторні дослідження, пояснювати суть конкретних реакцій і їх аналітичні ефекти, оформляти звітну документацію за експериментальними даними;
- ✓ виконувати вихідні обчислення, підсумкові розрахунки з використанням статистичної обробки результатів кількісного аналізу;
- ✓ самостійно працювати з навчальною і довідковою літературою з аналітичної хімії.

Перелік дидактичних одиниць:

- ✓ текст підручників
- ✓ банк тестових завдань

– питання (тестові завдання, задачі, клінічні ситуації) для перевірки базових знань за темою заняття.

1. Титрант методу дихроматометрії. Чи необхідно його стандартизувати? Чому?
2. Як розраховується фактор еквівалентності в окисно-відновних реакціях? Розрахуйте фактор еквівалентності для дихромату калію в кислому середовищі.
3. Умови дихроматометричного титрування.
4. Розрахувати окисно-відновний потенціал пари  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$  при  $[\text{H}^+] = 1 \text{ моль/дм}^3$ ;  $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = 0,01 \text{ моль/дм}^3$ ;  $[\text{Cr}^{3+}] = 0,001 \text{ моль/дм}^3$ . Приготування розчину йоду і встановлення його нормальності.
5. Характеристика індикаторів методу дихроматометрії. Дифеніламін. Інтервал переходу забарвлення дифеніламіну залежно від величини окисно-відновного потенціалу системи.
6. Титранти методу бром- і броматометрії. Які речовини використовують для стандартизації?
7. Як розраховується фактор еквівалентності в окисно-відновних реакціях? Розрахуйте фактор еквівалентності для бромату калію в кислому середовищі.
8. Умови бром- і броматометрії.
9. Фіксування КТТ в бром- і броматометрії. Індикаторні похибки.
10. Можливості методу. Які речовини можна визначити наведеними методами?
11. До якого об'єму необхідно довести  $10 \text{ см}^3$  розчину бромату калію з молярною концентрацією  $0,1000 \text{ моль/дм}^3$ , щоб одержати розчин з



титром за арсеном (III), що дорівнює  $0,000375 \text{ г/см}^3$ .

12. Титрант методу нітритометрії. Які речовини використовують для його стандартизації?
13. Як розраховується фактор еквівалентності в окисно-відновних реакціях? Розрахуйте фактор еквівалентності для натрію нітриту.
14. Умови нітритометричного титрування.
15. Фіксування КТТ в нітритометрії. Внутрішні та зовнішні індикатори. Індикаторні похибки.
16. Обчислити масу нітриту натрію, необхідну для приготування 250,0 мл її 0,05Н розчину, якщо титр його встановлюватимуть за 0,05Н розчином калію перманганату.

### 3. Формування професійних вмінь, навичок:

– зміст завдань (задачі, клінічні ситуації тощо)

1. Розрахуйте нормальну концентрацію і титр розчину дихромату калію, одержаного при розчиненні наважки дихромату калію  $2,4515 \text{ г}$  в  $500 \text{ см}^3$  води.
2. Яку масу наважки технічного препарату  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  треба взяти для виготовлення  $2 \text{ дм}^3$  розчину з концентрацією  $(1/6 \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,10 \text{ моль/дм}^3$ . Препарат вміщує 98,3 % дихромату калію.
3. Обчислити індикаторну помилку титрування  $\text{FeSO}_4$  розчином  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  з індикатором дифеніламіном (ДФА): а) в присутності  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ; б) в відсутності  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .
4. Розрахувати область стрибка при титруванні у кислому середовищі розчина  $\text{Fe}^{2+}$  розчином  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  при концентраціях розчинів ( $\text{моль/дм}^3$ ): а) 0,01; б) 0,001.
5. Обчислити масу наважка дихромату калію, необхідну для приготування 250,00 мл розчину з концентрацією молярної солі 0,1000 моль/л.

6. Для броматометричного визначення  $\text{As}_2\text{O}_3$  в препараті приготували  $60 \text{ см}^3$  розчину, в якому розчинена наважка препарату масою  $0,1014 \text{ г}$ . На титрування  $20,00 \text{ см}^3$  цього розчину витрачено  $6,80 \text{ см}^3$  стандартного розчину бромату калію з титром за  $\text{As}_2\text{O}_3$   $0,004946 \text{ г/см}^3$ . Розрахуйте масову частку  $\text{As}_2\text{O}_3$  у наважці препарату.
7. Змішані  $400 \text{ см}^3$   $0,0405 \text{ моль/дм}^3$  розчину бромату калію і  $250 \text{ см}^3$  розчину бромату калію молярної концентрації еквіваленту  $\text{KBrO}_3$   $0,222 \text{ моль/дм}^3$ . Об'єм суміші розбавлено водою до  $1000 \text{ см}^3$ . Розрахуйте молярну концентрацію еквіваленту отриманого розчину.
8. Розрахуйте молярну масу еквівалентну, масу саліцилату натрію при його броматометричному визначенні, якщо в результаті реакції утворюється трибромфенол  $\text{HO-C}_6\text{H}_2\text{Br}_3$ .
9. Для приготування серії стандартних розчинів наважку нітриту натрію масою  $0,324 \text{ г}$  розчинили в мірній колбі на  $250 \text{ см}^3$  (розчин довели до мітки). Із колби при додаванні  $\alpha$ -нафтіламіну та сульфанілової кислоти виготовлено 10 забарвлених розчинів, які містять від  $5,0$  до  $5,00 \text{ см}^3$  розчину в  $20,00 \text{ см}^3$  води.  $1,04 \text{ г}$  нітриту натрію розчинили в  $500 \text{ см}^3$  води, відібрали  $10 \text{ см}^3$  і, після відповідної обробці, розвели водою до  $20,00 \text{ см}^3$ . Інтенсивність забарвлення одержаного розчину дорівнює інтенсивності забарвлення шостого стандарту. Розрахуйте масову частку нітрит-іону в нітраті натрію.
10. Наважку масою  $0,3025 \text{ г}$  зразка новокаїнамідю ( $M = 271,79 \text{ г/моль}$ ) розчинили у  $10 \text{ мл}$  води. До отриманого розчину додали  $20 \text{ мл}$  води, необхідну кількість  $\text{KBr}$  і відтитрували стандартним розчином  $\text{NaNO}_2$ . Для титрування було витрачено  $11,00 \text{ мл}$  титрантового розчину. Розрахуйте масову частку новокаїнамідю в аналізованому зразку, якщо  $25,00 \text{ мл}$  стандартного розчину  $\text{NaNO}_2$ , що використовується, можуть прореагувати з  $0,4330 \text{ г}$  сульфанілової кислоти ( $M = 173,19 \text{ г/моль}$ ).

- рекомендації (інструкції) щодо виконання завдань

Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1. Кількісний аналіз. Титриметричний аналіз	Кількісний аналіз	Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфєєва, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є.Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.
2. Окисно-відновне титрування		
3. Дихроматометричне титрування		
4. Бромато- і бромометричне титрування		
5. Нітритометричне титрування		

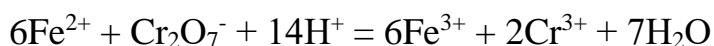
– вимоги до результатів роботи, в т.ч. до оформлення: бланк оформлення лабораторної роботи додається

– матеріали контролю для заключного етапу заняття: задачі, завдання, тести тощо (у разі необхідності):

1. Розчин приготували в мірній колбі на  $2,0 \text{ дм}^3$  з фіксаналу, який містить  $0,1$  моль еквіваленту речовини  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  ( $f_{\text{екв.}} = 1/6$ ). Розрахувати титр отриманого розчину.

2. Розрахуйте молярну концентрацію еквіваленту і титр за залізом (II) розчину дихромату калію, одержаного при розчиненні наважки дихромату калію  $1,2258 \text{ г}$  в  $250 \text{ см}^3$  води.

3. Вивести рівняння для обчислення потенціалу в точці еквівалентності титрування для реакції:



4. В якому середовищі треба проводити окиснення хрому (III) до хрому (VI) та які сполуки хрому (VI) використовують в якості окисника? Відповідь обґрунтуйте.

5. Для приготування серії стандартних розчинів наважку нітриту натрію масою 0,324 г розчинили в мірній колбі на 250 см<sup>3</sup> (розчин довели до мітки). Із колби при додаванні  $\alpha$ -нафтіламіну та сульфанілової кислоти виготовлено 10 забарвлених розчинів, які містять від 5,0 до 5,00 см<sup>3</sup> розчину в 20,00 см<sup>3</sup> води. 1,04 г нітриту натрію розчинили в 500 см<sup>3</sup> води, відібрали 10 см<sup>3</sup> і, після відповідної обробці, розвели водою до 20,00 см<sup>3</sup>. Інтенсивність забарвлення одержаного розчину дорівнює інтенсивності забарвлення шостого стандарту. Розрахуйте масову частку нітрит-іону в нітраті натрію.

6. Наважку масою 0,3025 г зразка новокаїнамідю ( $M = 271,79$  г/моль) розчинили у 10 мл води. До отриманого розчину додали 20 мл води, необхідну кількість KBr і відтитрували стандартним розчином NaNO<sub>2</sub>. Для титрування було витрачено 11,00 мл титрантового розчину. Розрахуйте масову частку новокаїнамідю в аналізованому зразку, якщо 25,00 мл стандартного розчину NaNO<sub>2</sub>, що використовується, можуть прореагувати з 0,4330 г сульфанілової кислоти ( $M = 173,19$  г/моль).

#### 4. Підведення підсумків:

У результаті заняття студент ознайомився з дихромато-, нітрито-бромато- та бромометрією та навчився застосовувати ці методи в аналізі хімічних речовин і проводити розрахунки результатів роботи.

#### 5. Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфєєва, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є.Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.
2. Аналітична хімія : підручник для студентів напряму «Фармація» і «Біотехнологія» ВНЗ / Н. К. Федущак, Ю. І. Бідніченко, С. Ю. Крамаренко, В. О. Калібабчук [та ін.]. – Вінниця : Нова Книга, 2012. – 640 с.

3. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.
4. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.
5. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.
6. Аналітична хімія : Якісний та кількісний аналіз; навчальний конспект лекцій / В. В. Болотов, О. М. Свечнікова, М. Ю. Голік, К. В. Динник, Т. В. Жукова, М. А. Зареченський, О. Г. Кизим, С. В. Колісник, Т. А. Костіна, О. Є. Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова, Ю. В. Сич, Л. Ю. Клименко; за загальною редакцією проф. Болотова В. В. – Вінниця : Нова книга, 2011. – 424 с.

Додаткова:

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

## Практичне заняття № 11

**Тема:** Осаджувальне титрування. Аргентометрія. Меркурометрія

**Мета:** Ознайомитися з осаджувальним титруванням, класифікацією методів осаджувального титрування та навчитися застосовувати ці методи в аналізі хімічних речовин, навчити проводити розрахунки результатів роботи.

**Основні поняття:** аналіз, кількісний аналіз, титриметричний аналіз, метод редокс-титрування, індикатор, добуток розчинності, первинний стандарт, вторинний стандарт, точка еквівалентності, кінцева точка титрування (КТТ)

**Обладнання:** наочний матеріал, мультимедійний проектор

**План:**

1. Організаційні заходи (привітання, перевірка присутніх, повідомлення теми, мети заняття, мотивація здобувачів вищої освіти щодо вивчення теми).
2. Контроль опорного рівня знань (письмова робота, письмове тестування, фронтальне опитування тощо)
  - вимоги до теоретичної готовності студентів до виконання практичних занять (вимоги до знань, перелік дидактичних одиниць)

Студент повинен знати:

- ✓ основні правила роботи з кислотами та лугами;
- ✓ предмет і задачі аналітичної хімії, основні поняття аналітичної хімії;
- ✓ принципи та методи якісного аналізу, класифікація методів аналізу;
- ✓ аналітичні признаки речовин, аналітичні реакції, вимоги до їх, типи аналітичних реакцій та реагентів (груповий реагент), способи виконання якісних реакцій;
- ✓ поняття дробового та систематичного ходу аналізу, різниця одного від другого;
- ✓ характеристика чутливості аналітичних реакцій (граничне

розбавлення, гранична концентрація, мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину, границя визначення (відкривальний мінімум);

- ✓ аналітичні класифікації катіонів по групах, кислотно-основна класифікація катіонів (на чому заснована, які речовини застосовують в якості групових реагентів).

Студент повинен вміти:

- ✓ користуватися мірним посудом, аналітичними вагами; володіти технікою виконання основних аналітичних операцій при якісному і кількісному аналізі речовини, готувати і стандартизувати розчини аналітичних реагентів;
- ✓ відбирати середню пробу, складати схему аналізу, проводити якісний і кількісний аналіз речовини в межах використання основних прийомів і методів, передбачених програмою;
- ✓ вибирати оптимальний метод якісного і кількісного аналізу речовини;
- ✓ проводити розділення катіонів та аніонів хімічними і хроматографічними методами;
- ✓ проводити лабораторні дослідження, пояснювати суть конкретних реакцій і їх аналітичні ефекти, оформляти звітну документацію за експериментальними даними;
- ✓ виконувати вихідні обчислення, підсумкові розрахунки з використанням статистичної обробки результатів кількісного аналізу;
- ✓ самостійно працювати з навчальною і довідковою літературою з аналітичної хімії.

Перелік дидактичних одиниць:

- ✓ текст підручників
- ✓ банк тестових завдань

– питання (тестові завдання, задачі, клінічні ситуації) для перевірки базових знань за темою заняття.

1. Метод Мора. Загальна характеристика. Можливості метода.
2. Індикатор метода Мора. Поясніть механізм дії індикатора спираючись на значення ДР.
3. Метод Фаянса-Ходакова. Загальна характеристика. Можливості метода.
4. Адсорбційні індикатори. Поясніть механізм дії. Запишіть формулу міцели.
5. Метод Фольгарда. Загальна характеристика. Можливості метода.

3. Формування професійних вмінь, навичок:

– зміст завдань (задачі, клінічні ситуації тощо)

1. Наважку препарату 0,5020 г, яка містить бром, розчинили в воді, додали 50,00 см<sup>3</sup> 0,1101 М розчину AgNO<sub>3</sub>. Надлишок відтитрували 10,40 см<sup>3</sup> розчина NH<sub>4</sub>CNS концентрації 0,1158 моль/дм<sup>3</sup>. Розрахувати масову частку броду в препараті.
2. Наважку 1,4987 г хлориду натрію розчинили в мірній колбі об'ємом 250,0 см<sup>3</sup>. На титрування 20,00 см<sup>3</sup> цього розчину витрачається 20,20 см<sup>3</sup> 0,0985 н. розчину нітрату срібла. Розрахувати масову частку (%) домішек у препараті.
3. Яка масова частка Ag<sup>+</sup> в лікарському препараті, якщо після розчинення наважки його масою 0,3000 г, на титрування одержаного розчину витратили 23,80 см<sup>3</sup> 0,1000 н. розчину роданіду амонію? Який метод аналізу був застосований?
4. Приготування і встановлення нормальності робочого розчину нітрату срібла. Як приготувати 800 см<sup>3</sup> 0,05 н. розчину нітрату срібла та стандартизувати його за NaCl.
5. Приготування і встановлення нормальності робочого розчину роданіду калію. Визначте нормальну концентрацію розчину роданіду калію та його



титр за сріблом, якщо на титрування  $25,00 \text{ см}^3$  його витрачається  $20,00 \text{ см}^3$   $0,1014 \text{ н.}$  розчину  $\text{AgNO}_3$ .

6. Яка масова частка срібла в сплаві, якщо після розчинення  $0,3000 \text{ г}$  цього сплаву на титрування одержаного розчину витрачено  $23,80 \text{ см}^3$   $0,1000 \text{ н.}$  розчину  $\text{NH}_4\text{SCN}$  ?.

- рекомендації (інструкції) щодо виконання завдань

Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1. Кількісний аналіз. Титриметричний аналіз	Кількісний аналіз	Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфєєва, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є.Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.
2. Осаджувальне титрування		
3. Метод Мора		
4. Метод Фаянса-Ходакова		
5. Метод Фольгарда		
6. Меркурометрия		

- вимоги до результатів роботи, в т.ч. до оформлення: бланк оформлення лабораторної роботи додається

- матеріали контролю для заключного етапу заняття: задачі, завдання, тести тощо (у разі необхідності):

1. Хіміку-аналітику необхідно визначити кількісний вміст хлоридної кислоти в суміші, яка містить нітратну кислоту. Який титриметричний метод аналізу він може використати:

**A.** \*Аргентометрію.

**B.** Йодометрію.

**C.** Комплексонометрію.

**D.** Кислотно-основне титрування.

**E.** Перманганотометрію.

2. Для визначення масової частки натрію хлориду в фізіологічному розчині хімік-

аналітик застосував метод Мора, титрантом якого є:

- A. \*Аргентуму нітрат.
  - B. Амонію тіоціонат.
  - C. Натрію тетраборат.
  - D. Меркурію (I) нітрат.
  - E. Меркурію (II) нітрат.
3. Для визначення масової частки хлорид-іонів в зразку кухонної солі приготували розчин і відтитрували його розчином аргентуму нітрату в присутності індикатора калію хромату. Який метод аналізу був застосований:
- A. \*Метод Мора.
  - B. Метод Фольгарда.
  - C. Метод Фаянса-Ходакова.
  - D. Меркурометричне титрування.
  - E. Трилонометрія.
4. Виберіть індикатор для аргентометричного визначення хлорид-іонів методом Мора.
- A. \*Калію хромат.
  - B. Дифенілкарбазон.
  - C. Еозин .
  - D. Флюоресцеїн.
  - E. Метилловий червоний.
5. Для визначення масової частки натрію хлориду в лікарському препараті використовують метод Фаянса-Ходакова. Титрування проводять у присутності розчину індикатора:
- A. \*Флуоресцеїну.
  - B. Метилового червоного .
  - C. Калію хромату.
  - D. Амонію феруму (III) сульфату .
  - E. Фенолфталеїну.

6. Для кількісного визначення калію хлориду в препараті використали метод меркурометрії. В якості індикатора застосували:
- A. \* дифенілкарбазон
  - B. метиловий червоний
  - C. фенолфталеїн
  - D. флуоресцеїн
  - E. фероїн
7. Які робочі розчини (титранти) використовують у методі осаджувального титрування - методі Фольгарда?
- A.  $\text{AgNO}_3$  і  $\text{NH}_4\text{SCN}$
  - B.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  і  $\text{NaOH}$
  - C.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  і  $\text{K}[\text{I}_3]$
  - D.  $\text{KMnO}_4$  і  $\text{KBrO}_3$
  - E.  $\text{HClO}_4$  і  $\text{KOH}$
8. Раствор калія йодиду титрують стандартним раствором срібра нітрата (прямое титрование), используя в качестве индикатора:
- A. \* флуоресцеин
  - B. метиловый оранжевый
  - C. железо-аммонийные квасцы
  - D. раствор крахмала
  - E. тропеолин 00
9. Оберіть метод аналізу, яким можна визначити сумарний вміст  $\text{CaCl}_2$  і  $\text{NaBr}$  у розчині:
- A. \*аргентометрія
  - B. ацидиметрія
  - C. комплексонометрія
  - D. перманганатометрія
  - E. алкаліметрія
10. При обчисленні результатів аналізу сполук через титр титранту за

досліджуваною речовиною вводять:

- А. \*виправочний коефіцієнт до молярної концентрації
  - В. фактор перерахунку
  - С. поправочний індекс
  - Д. коефіцієнт співвідношення
  - Е. коефіцієнт відхилення
11. Для визначення об'єму титранту при проведенні титриметричного аналізу використовують:
- А. \*Бюретки
  - В. Мірні колби
  - С. Мірні стакани
  - Д. Циліндри
  - Е. Мензурки

4. Підведення підсумків:

У результаті заняття студент ознайомився з осаджувальним титруванням, класифікацією методів осаджувального титрування та навчився застосовувати ці методи в аналізі хімічних речовин і проводити розрахунки результатів роботи.

5. Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфєєва, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є.Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.
2. Аналітична хімія : підручник для студентів напряму «Фармація» і «Біотехнологія» ВНЗ / Н. К. Федущак, Ю. І. Бідніченко, С. Ю. Крамаренко, В. О. Калібабчук [та ін.]. – Вінниця : Нова Книга, 2012. – 640 с.
3. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне

підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.

4. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.

5. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.

6. Аналітична хімія : Якісний та кількісний аналіз; навчальний конспект лекцій / В. В. Болотов, О. М. Свечнікова, М. Ю. Голік, К. В. Динник, Т. В. Жукова, М. А. Зареченський, О. Г. Кизим, С. В. Колісник, Т. А. Костіна, О. Є. Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова, Ю. В. Сич, Л. Ю. Клименко; за загальною редакцією проф. Болотова В. В. – Вінниця : Нова книга, 2011. – 424 с.

Додаткова:

1. Аналітична хімія: навч. посіб. для фармац. вузів та ф-тів III-IV рівня акредитації / В. В. Болотов, О. М. Свечнікова, С. В. Колісник, Т. В. Жукова та ін. – Х.: Вид-во НФаУ; Оригінал, 2004. – 480 с.

2. Кількісний аналіз. Титриметричні методи аналізу / Петренко В.В., Стрілець Л.М., Васюк С.О. та ін. – Запоріжжя, 2006. – 215 с.

3. Коваленко С.І., Васюк С.О., Портна О.О. Комплексиметрія у фармацевтичному аналізі. – Вінниця, НОВА КНИГА, 2008. – 184 с.

## Практичне заняття № 12

**Тема:** Комплексиметричне титрування. Комплексонометрія

**Мета:** Ознайомитися з комплексометричним титруванням та навчитися застосовувати цей методи в аналізі хімічних речовин, навчити проводити розрахунки результатів роботи.

**Основні поняття:** аналіз, кількісний аналіз, титриметричний аналіз, метод редокс-титрування, металохромні індикатори, первинний стандарт, вторинний стандарт, точка еквівалентності, кінцева точка титрування (КТТ), комплексна сполука, константа нестійкоств

**Обладнання:**наочний матеріал, мультимедійний проектор

**План:**

1. Організаційні заходи (привітання, перевірка присутніх, повідомлення теми, мети заняття, мотивація здобувачів вищої освіти щодо вивчення теми).
2. Контроль опорного рівня знань (письмова робота, письмове тестування, фронтальне опитування тощо)
  - вимоги до теоретичної готовності студентів до виконання практичних занять (вимоги до знань, перелік дидактичних одиниць)

Студент повинен знати:

- ✓ основні правила роботи з кислотами та лугами;
- ✓ предмет і задачі аналітичної хімії, основні поняття аналітичної хімії;
- ✓ принципи та методи якісного аналізу, класифікація методів аналізу;
- ✓ аналітичні признаки речовин, аналітичні реакції, вимоги до їх, типи аналітичних реакцій та реагентів (груповий реагент), способи виконання якісних реакцій;
- ✓ поняття дробового та систематичного хода аналізу, різниця одного від другого;

- ✓ характеристика чутливості аналітичних реакцій (граничне розбавлення, гранична концентрація, мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину, границя визначення (відкривальний мінімум));
- ✓ аналітичні класифікації катіонів по групам, кислотно-основна класифікація катіонів (на чому заснована, які речовини застосовують в якості групових реагентів).

Студент повинен вміти:

- ✓ користуватися мірним посудом, аналітичними вагами; володіти технікою виконання основних аналітичних операцій при якісному і кількісному аналізі речовини, готувати і стандартизувати розчини аналітичних реагентів;
- ✓ відбирати середню пробу, складати схему аналізу, проводити якісний і кількісний аналіз речовини в межах використання основних прийомів і методів, передбачених програмою;
- ✓ вибирати оптимальний метод якісного і кількісного аналізу речовини;
- ✓ проводити розділення катіонів та аніонів хімічними і хроматографічними методами;
- ✓ проводити лабораторні дослідження, пояснювати суть конкретних реакцій і їх аналітичні ефекти, оформляти звітну документацію за експериментальними даними;
- ✓ виконувати вихідні обчислення, підсумкові розрахунки з використанням статистичної обробки результатів кількісного аналізу;
- ✓ самостійно працювати з навчальною і довідковою літературою з аналітичної хімії.

Перелік дидактичних одиниць:

- ✓ текст підручників

✓ банк тестових завдань

– питання (тестові завдання, задачі, клінічні ситуації) для перевірки базових знань за темою заняття.

1. Загальна характеристика методів комплексоутворення.
2. Хелатометричне титрування. Застосування комплексонів. Чому для титрування використовують саме комплексон III?
3. Розрахуйте величину наважки трилону Б, необхідну для приготування 200 см<sup>3</sup> 0,02 Н розчину. Які речовини можна використовувати для стандартизації розчину ЕДТА.
4. Опишіть методику приготування стандартного розчину трилону-Б (0,05 М) – 250 мл
5. Комплексонометричне визначення магнію сульфату. Написати відповідні рівняння реакцій, обґрунтувати вибір індикатора, визначити еквівалент досліджуваної сполуки та її молярну масу еквіваленту. Навести формулу розрахунку кількісного вмісту магнію сульфату у препараті.

3. Формування професійних вмінь, навичок:

– зміст завдань (задачі, клінічні ситуації тощо)

1. Для встановлення титру робочого розчину трилону Б взяли 1,3250 г висушеного карбонату кальцію і розчинили в мірній колбі на 250 см<sup>3</sup>. На титрування 25,00 см<sup>3</sup> цього розчину витратили 26,45 см<sup>3</sup> розчину трилону Б. Визначте титр робочого розчину за кальцієм і нормальність розчину трилону Б.

2. 0,5 дм<sup>3</sup> розчину містить 2,0388 г трилону Б. Розрахуйте молярну концентрацію еквіваленту і титр цього розчину.

3. Наважку препарату заліза масою 0,1000 г розчинили у воді. Розчин відтитрували 21,12 см<sup>3</sup> 0,0500 н. розчином трилону Б. Розрахуйте масову частку заліза в препараті.

– рекомендації (інструкції) щодо виконання завдань



Основні завдання	Вказівки	Відповіді
1. Кількісний аналіз. Титриметричний аналіз 2. Комплексиметричне титрування. Комплексонометрія	Кількісний аналіз	Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфеева, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є.Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.

- вимоги до результатів роботи, в т.ч. до оформлення: бланк оформлення лабораторної роботи додається
- матеріали контролю для заключного етапу заняття: задачі, завдання, тести тощо (у разі необхідності):

**1. Методом прямої комплексонометрії визначають концентрацію:**

- A. \*Катіонів металів.**
- B. Аніонів сильних кислот.**
- C. Аніонів слабких кислот.**
- D. Гідроксид-іонів.**
- E. Гідроген-іонів.**

**2. Який метод аналізу хімік-аналітик може застосувати для визначення вмісту алюмінію в лікарському препараті алюмаг (маалокс) способом непрямого титрування:**

- A. \*Комплексонометрія.**
- B. Дихроматометрія.**
- C. Аргентометрія.**
- D. Меркурометрія.**
- E. Йодометрія.**

3. В лікарському препараті визначають кількісний вміст кальцію хлориду методом прямого комплексонометричного титрування. Виберіть індикатор для фіксування кінцевої точки титрування:

А. \*Еріохром чорний Т

В. Крохмаль.

С. Флуоресцеїн.

Д. Калію хромат.

Е. Еозін.

4. Для стандартизації титрованого розчину трилону Б використовують стандартний розчин:

А. \* цинку сульфату .

В. натрію тетраборату.

С. натрію хлориду .

Д. калію дихромату.

Е. оксалатної кислоти .

5. Для кількісного визначення магнію сульфату в розчині можна використали метод:

А. \* комплексометрії

В. нітритометрії

С. аргентометрії

Д. тіоціанатометрії

Е. ацидиметрії

6. На дослідження взято розчин, в якому знаходяться калію хлорид і магнію хлорид. Яким титриметричним методом можна визначити кількість магнію хлориду у суміші?

А. \*Методом комплексометрії

В. Методом аргентометрії

С. Методом меркурометрії

Д. Методом перманганатометрії

Е. Методом йодометрії

7. Для виготовлення та аналізу лікарських препаратів широко застосовуються буферні розчини. Буферні розчини використовують для:

А. \*Підтримки певного значення величини рН розчину.

В. Зміни величини рН розчину.

С. Зміни константи іонізації речовини.

Д. Зміни іонної сили розчину.

Е. Зміни добутку розчинності речовини.

8. При визначенні загальної твердості води лаборант застосовує індикатор еріохром чорний Т. Вказати яким методом проводилося визначення:

А. \*Комплексонометрія

В. Аргентометрія

С. Перманганатометрія

Д. Броматометрія

Е. Хроматометрія

9. Виберіть титриметричний метод кількісного визначення магнію сульфату у розчині для ін'єкцій:

А. \* Комплексонометрія .

В. Цериметрія.

С. Кислотно-основне титрування .

Д. Йодхлориметрія.

Е. Нітритометрія.

10. Який спосіб титрування використовують, якщо до розчину досліджуваної речовини додають точно виміряний надлишок допоміжного титранта:

А. \*Титрування за залишком

В. Неводне титрування

С. Пряме титрування

Д. Замісникове титрування

Е. Будь-яке титрування

11. При визначенні хлоридів у питній воді застосовують метод меркуриметрії. Як титрант використали розчин :

A. \*  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$

B.  $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$

C.  $\text{HgCl}_2$

D.  $\text{HgSO}_4$

E.  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$

12. Для кількісного визначення лікарських препаратів, що містять лужно-земельні і важкі метали, використовують метод:

A. \*комплексонометрії

B. перманганатометрії

C. ацидиметрії

D. меркуриметрії

E. алкаліметрії

4. Підведення підсумків:

У результаті заняття студент ознайомився з комплексонометричним титруванням та навчився застосовувати ці методи в аналізі хімічних речовин і проводити розрахунки результатів роботи

5. Список рекомендованої літератури:

Основна:

1. Аналітична хімія : навч. довідк. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. В. Болотов, О. А. Євтіфєєва, Т. В. Жукова, Л. Ю. Клименко, О. Є.Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова; за заг. ред. В. В. Болотова. – Х.: НФаУ, 2014. – 320 с.

2. Аналітична хімія : підручник для студентів напряму «Фармація» і «Біотехнологія» ВНЗ / Н. К. Федущак, Ю. І. Бідніченко, С. Ю. Крамаренко, В. О. Калібабчук [та ін.]. – Вінниця : Нова Книга, 2012. – 640 с.

3. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне

підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2015. – Т. 1. – 1128 с.

4. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 2. – 724 с.

5. Державна Фармакопея України : в 3 т. / ДП «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів». – 2-е вид. – Х. : Державне підприємство «Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів», 2014. – Т. 3. – 732 с.

6. Аналітична хімія : Якісний та кількісний аналіз; навчальний конспект лекцій / В. В. Болотов, О. М. Свечнікова, М. Ю. Голік, К. В. Динник, Т. В. Жукова, М. А. Зареченський, О. Г. Кизим, С. В. Колісник, Т. А. Костіна, О. Є. Микитенко, В. П. Мороз, І. Ю. Петухова, Ю. В. Сич, Л. Ю. Клименко; за загальною редакцією проф. Болотова В. В. – Вінниця : Нова книга, 2011. – 424 с.

Додаткова:

1. Аналітична хімія: навч. посіб. для фармац. вузів та ф-тів III-IV рівня акредитації / В. В. Болотов, О. М. Свечнікова, С. В. Колісник, Т. В. Жукова та ін. – Х.: Вид-во НФаУ; Оригінал, 2004. – 480 с.

2. Кількісний аналіз. Титриметричні методи аналізу / Петренко В.В., Стрілець Л.М., Васюк С.О. та ін. – Запоріжжя, 2006. – 215 с.

3. Коваленко С.І., Васюк С.О., Портна О.О. Комплексиметрія у фармацевтичному аналізі. – Вінниця, НОВА КНИГА, 2008. – 184 с.