

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ УКРАИНЫ  
Запорожский государственный медицинский университет  
Кафедра аналитической химии

# **АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

## **КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ** (конспект)

### **Смысловой модуль 1**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

для преподавателей и студентов 2 курса  
медицинского факультета по специальности  
«Лабораторная диагностика»

Запорожье  
2015

Учебно-методическое пособие **составили:**

доктор фармацевтических наук, профессор ***С. А. Васюк***;  
кандидат фармацевтических наук ***А. С. Коржова***.

**Рецензенты:**

доктор фармацевтических наук, профессор, профессор кафедры фармацевтической химии ***С. И. Коваленко***;  
доктор фармацевтических наук, профессор, заведующий кафедрой токсикологической и неорганической химии ***А. И. Панасенко***.

**Качественный анализ.** Смысловой модуль 1. (конспект) : учебно-методическое пособие для преподавателей и студентов 2 курса специальностей «Фармация» / сост. С. А. Васюк, А. С. Коржова. – Запорожье : [ЗГМУ], 2015. – 14 с.

*Утверждено на заседании Центрального методического совета  
Запорожского государственного медицинского университета  
(протокол № 4 от 26.02.2015 р.)*

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Аналитическая химия изучается в соответствии с образовательно-квалификационной характеристикой и образовательно-профессиональной программой подготовки специалистов, утвержденных приказом МОН Украины от 16.04.2003 года № 239.

Согласно учебного плана для студентов медицинского факультета специальности «Лабораторная диагностика» аналитическую химию изучают в III семестре.

Программа дисциплины состоит из 1 модуля – «Аналитическая химия», в состав которого входят 3 смысловых модуля:

1. Аналитическая химия. Качественный анализ.
2. Аналитическая химия. Количественный анализ.
3. Инструментальные методы анализа.

## Занятие № 1

**ТЕМА:** Правила работы и техника безопасности в химико-аналитической лаборатории. Введение в качественный анализ. Качественные реакции катионов I аналитической группы ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ).

**ЦЕЛЬ:** Усвоить правила работы и технику безопасности в химико-аналитической лаборатории, сформировать знания по основным понятиям и методам аналитической химии, химико-аналитическим свойствам соединений катионов I аналитической группы ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ) и умения выполнять и применять в анализе реакции катионов I аналитической группы.

### Учебные вопросы для самоподготовки студентов

1. Предмет и задачи аналитической химии. Основные понятия аналитической химии.
2. Принципы и методы качественного анализа. Классификация методов анализа.
3. Что понимают под аналитическими признаками веществ?
4. Какие реакции называют аналитическими? Требования, предъявляемые к аналитическим реакциям. Какого типа реакции используют в качественном анализе?
5. Способы выполнения аналитических реакций.
6. Типы аналитических реакций и реагентов. Что такое групповой реагент?
7. Понятие дробного анализа и систематического хода анализа. В чем отличие дробного анализа от систематического?
8. Различные аналитические классификации катионов по группам.
9. Кислотно-основная классификация катионов по группам (на чем основана, какие вещества применяются в качестве групповых реагентов).
10. Дайте общую характеристику катионов I аналитической группы ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ). Раскройте связь аналитических свойств катионов с электронным строением и положением в периодической системе Д.И. Менделеева соответствующих элементов. Что объединяет катионы  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$  в одну аналитическую группу? Почему на катионы I аналитической группы нет группового реагента?
11. Качественные реакции обнаружения катионов I аналитической группы и условия их проведения.

### Литература:

1. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 480 с.
2. Пономарев В.Д. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 1. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 5-20, 149-166, 183-185.
3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общетеоретические основы. Качественный анализ. – М.: Высшая школа, 2001. – С. 6-22, 288-291, 320-326, 344-353.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### Характерные реакции катионов I аналитической группы

#### Реакции $K^+$ -ионов

1. Реакция с гидротартратом натрия или винной кислотой
2. Реакция с гексанитрокобальтатом(III) натрия
3. Реакция с гексанитрокупратом(II) свинца и натрия (микрористаллоскопическая)
4. Реакция окрашивания пламени

## Реакции $\text{Na}^+$ -ионов

1. Реакция с цинкуранилацетатом (микрористаллоскопическая)
2. Реакция окрашивания пламени

## Реакции $\text{NH}_4^+$ -ионов

1. Реакция с гидроксидами щелочных металлов
2. Реакция с реактивом Несслера

## Занятие № 2

**ТЕМА:** Качественные реакции катионов II аналитической группы ( $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ) и III аналитической группы ( $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ).

**ЦЕЛЬ:** Сформировать знания по теоретическим основам сильных электролитов, по применению реакций образования и растворения осадков в качественном анализе, химико-аналитическим свойствам соединений катионов II ( $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ) и III ( $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ) аналитических групп и умения выполнять и применять в анализе реакции катионов II и III аналитической группы.

### Учебные вопросы для самоподготовки студентов

1. Основные положения теории сильных электролитов и применение этой теории в качественном анализе.
2. Ионная сила растворов, активность ионов, коэффициент активности, связь между ними и расчет этих характеристик.
3. Гетерогенные равновесия в системе «осадок-раствор».
4. Способы выражения растворимости малорастворимого электролита.
5. Произведение растворимости малорастворимого электролита (термодинамическое и концентрационное). Взаимосвязь между растворимостью и произведением растворимости. Как по величине ПР можно судить о растворимости осадков?
6. Какие реагенты называют групповыми? Требования, предъявляемые к групповым реагентам.
7. Дайте химико-аналитическую характеристику катионов II и III аналитических групп.
8. Качественные реакции обнаружения катионов II и III аналитических групп и условия их проведения.

### Литература:

1. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 480 с.
2. Пономарев В.Д. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 1. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 16-20, 109-124, 167-168, 177-183, 206-215, 229-230, 232-233, 247-248.
3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общетеоретические основы. Качественный анализ. – М.: Высшая школа, 2001. – С. 54-66, 84-108, 353-372.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Характерные реакции катионов II аналитической группы

### Реакции $\text{Ag}^+$ -ионов

1. Реакция восстановления формальдегидом

### Реакции $\text{Hg}_2^{2+}$ -ионов

1. Реакции восстановления с медной пластинкой
2. Реакция с хроматами

### Реакции $\text{Pb}^{2+}$ -ионов

1. Реакция с йодидами

### Характерные реакции катионов III аналитической группы

#### Реакции $\text{Ba}^{2+}$ -ионов

1. Реакция с родизонатом натрия (капельная реакция)
2. Реакция с дихроматом калия
3. Проба на окрашивание пламени

#### Реакции $\text{Sr}^{2+}$ -ионов

1. Реакция с родизонатом натрия (капельная реакция)
2. Проба на окрашивание пламени

#### Реакции $\text{Ca}^{2+}$ -ионов

1. Реакция с оксалатом аммония
2. Проба на окрашивание пламени

## Занятие № 3

**ТЕМА:** Качественные реакции катионов IV аналитической группы ( $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{As}^{\text{III}}$ ,  $\text{As}^{\text{V}}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Sn}^{\text{IV}}$ ), V аналитической группы ( $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Sb}^{\text{III}}$ ,  $\text{Sb}^{\text{V}}$ ) и VI аналитической группы ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ).

**ЦЕЛЬ:** Сформировать знания по теоретическим основам применения протолитических равновесий и реакций комплексообразования в качественном анализе, химико-аналитическим свойствам соединений катионов IV-VI аналитических групп и умения выполнять и применять в анализе качественные реакции катионов IV-VI аналитических групп.

### Учебные вопросы для самоподготовки студентов

1. Протолитические равновесия в водных растворах электролитов.
2. Взаимосвязь между величинами констант кислотности или основности, показателями этих констант и силой кислоты или основания.
3. Расчет pH в водных растворах сильных и слабых кислот, сильных и слабых оснований, буферных систем и солей, образованных слабым основанием и слабой кислотой.

4. Охарактеризуйте аналитические свойства катионов IV аналитической группы на основании положения их элементов в периодической системе Д. И. Менделеева.
5. Качественные реакции обнаружения катионов IV аналитической группы и условия их проведения (см. п. 5).
6. Комплексные соединения, их состав и строение.
7. Равновесия в растворах комплексных соединений. Устойчивость комплексных соединений.
8. Общая характеристика катионов V и VI аналитических групп.
9. Качественные реакции обнаружения катионов V и VI аналитических групп и условия их проведения (см. п. 5).

### Литература:

1. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 480 с.
2. Пономарев В.Д. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 1. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 37-43, 46-63, 216-222, 230-231, 237-245.
3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общетеоретические основы. Качественный анализ. – М.: Высшая школа, 2001. – С. 110-145, 372-383.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### Характерные реакции катионов IV аналитической группы

#### Реакции $Al^{3+}$ -ионов

1. Реакция с ализарином

#### Реакции $Cr^{3+}$ -ионов

1. Действие окислителей ( $H_2O_2$ ) в щелочной среде
  - а) обнаружение  $CrO_4^{2-}$ -ионов солями бария или свинца
  - б) обнаружение  $CrO_4^{2-}$ -ионов переводением их в надхромовую кислоту

#### Реакции $Zn^{2+}$ -ионов

1. Реакция с сульфидом натрия
2. Реакция с нитратом кобальта (образование «зелени Ринмана»)
3. Реакция с дитизоном

#### Реакции $AsO_3^{3-}$ ( $As^{III}$ ) и $AsO_4^{3-}$ ( $As^V$ ) - ионов

1. Реакция восстановления  $As^{III}$  и  $As^V$  до арсина действием  $Zn$  ( $Mg$ ) в кислой среде и последующее обнаружение арсина бумагой, пропитанной раствором  $AgNO_3$  или  $HgCl_2$

#### Реакции $Sn^{2+}$ -ионов

1. Реакция восстановления солей висмута

Характерные реакции катионов V и VI аналитических групп

#### Реакции $Mg^{2+}$ -ионов

*1. Реакция с гидрофосфатом натрия*

Реакции  $\text{Fe}^{2+}$ -ионов

- 1. Реакция с гексацианоферратом(III) калия*
- 2. Реакция с диметилглиоксимом (диацетилдиоксимом)*

Реакции  $\text{Fe}^{3+}$ -ионов

- 1. Реакция с гексацианоферратом(II) калия*
- 2. Реакция с тиоцианатом аммония*
- 3. Реакция с сульфосалициловой кислотой*

Реакции сурьмы(III) и сурьмы(V)

- 1. Гидролиз солей  $\text{Sb(III)}$  и  $\text{Sb(V)}$*

Реакции  $\text{Bi}^{3+}$ -ионов

- 1. Реакция гидролиза*
- 2. Реакция с йодидом калия*

Реакции  $\text{Cu}^{2+}$ -ионов

- 1. Реакция с гексацианоферратом(II) калия*
- 2. Проба на окрашивание пламени*

Реакции  $\text{Hg}^{2+}$ -ионов

- 1. Реакция с йодидом калия*

Реакции  $\text{Co}^{2+}$ -ионов

- 1. Реакция с тиоцианатом аммония*
- 2. Реакция с  $\alpha$ -нитрозо- $\beta$ -нафтолом*

Реакции  $\text{Ni}^{2+}$ -ионов

- 1. Реакция с диметилглиоксимом (диацетилдиоксимом)*

Реакции  $\text{Cd}^{2+}$ -ионов

- 1. Реакция с сероводородом или сульфидами*
- 2. Реакция с дитизоном*

**Занятие № 4**

**ТЕМА: Семинарское занятие по теории и практике анализа катионов I-VI аналитических групп.**

**ЦЕЛЬ:** Сформировать системные знания по теоретическим основам и практике анализа катионов I-VI аналитических групп, проверить усвоение студентами пройденного материала и умение применять его в анализе катионов.

**Вопросы по изученному разделу качественного анализа**

### ***I. Введение в качественный анализ***

1. Предмет и задачи аналитической химии, основные понятия, принципы и методы качественного химического анализа.
2. Сущность и задачи качественного анализа. Классификация методов качественного анализа. Дробный и систематический анализ.
3. Химико-аналитические свойства соединений и их связь с положением соответствующих элементов в Периодической системе Д. И. Менделеева.
4. Аналитические реакции, способы их выполнения. Специфические, селективные и групповые реакции и реагенты.

### ***II. Теория растворов электролитов в аналитической химии***

1. Основные положения теории сильных электролитов и применение этой теории в качественном анализе.
2. Ионная сила растворов, активность ионов, коэффициент активности, связь между ними и расчет этих характеристик.
3. Закон действующих масс и константа химического равновесия. Направление реакций и смещение химического равновесия.

### ***III. Гетерогенные равновесия в системе осадок-насыщенный раствор малорастворимого электролита***

1. Применение закона действующих масс к равновесным системам осадок-насыщенный раствор малорастворимого электролита. Способы выражения растворимости малорастворимого электролита. Произведение растворимости малорастворимого электролита.
2. Образование и растворение осадков, факторы, влияющие на эти процессы. Применение процессов осаждения в химическом анализе.

### ***IV. Протолитические равновесия в аналитической химии***

1. Протолитическая теория кислот и оснований, типы протолитов.
2. Применение закона действующих масс к кислотно-основным равновесиям и их роль в аналитической химии.
3. Протолитическое равновесие в воде. Характеристики слабых электролитов, сила кислот и оснований, константы кислотности и основности,  $pK_a$  и  $pK_b$ .
4. Расчет pH и pOH в водных растворах кислот, оснований, амфолитов.

### ***V. Реакции комплексообразования в аналитической химии***

1. Комплексные соединения, их состав, строение, типы связей.
2. Применение закона действующих масс к реакциям комплексообразования. Константа образования и константа нестойкости комплексных соединений, как они характеризуют прочность комплексного иона и какова связь между ними.
3. Значение комплексных соединений в аналитической химии. Примеры использования реакций комплексообразования в анализе катионов IV-VI аналитических групп для

разделения, маскирования и обнаружения катионов. Условие растворения осадков при добавлении комплексообразующих реагентов.

4. Органические реагенты в аналитической химии.

**VI. Химико-аналитические свойства и анализ катионов I-VI аналитических групп**

1. Аналитические классификации катионов, их достоинства и недостатки.
2. Кислотно-основная классификация. Принцип разделения катионов на аналитические группы и групповые реагенты. Дробный и систематический ход анализа.
3. Химико-аналитические свойства соединений катионов I-VI аналитических групп по кислотно-основной классификации. Действие групповых реагентов.
4. Качественные реакции катионов I-VI аналитических групп.

**Литература:**

1. Лурье Ю.Ю., Справочник по аналитической химии. – 6-е изд. – М.: Химия, 1989. – 448 с.
2. Пономарев В. Д. Аналитическая химия. Ч. 1. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 37-85, 27-35, 189-193, 216-249.
3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. – М.: Высшая школа, 2001. – С. 110-145, 179-232, 372-417.

**Занятие № 5**

**ТЕМА:** Качественные реакции анионов I аналитической группы ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{AsO}_3^{3-}$ ,  $\text{AsO}_4^{3-}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$ ), II аналитической группы ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{SCN}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ ) и III аналитической группы ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{BrO}_3^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHCOO}^-$ ).

**ЦЕЛЬ:** Изучить теоретические основы применения реакций окисления-восстановления в качественном анализе, химико-аналитические свойства анионов I-III аналитических групп и приобрести умения выполнять качественные реакции этих анионов.

**Учебные вопросы для самоподготовки студентов**

1. Сущность окислительно-восстановительных реакций.
2. Понятие электродного потенциала, природа его возникновения, расчет величины электродного потенциала (уравнение Нернста). Понятие редокс-пары.
3. Как величина стандартного редокс-потенциала характеризует окислительно-восстановительные свойства редокс-пары?
4. Влияние различных факторов на величину редокс-потенциала.
5. Электродвижущая сила (ЭДС) системы, константа равновесия ( $K_p$ ) реакций окисления-восстановления, формулы их расчета.
6. Возможность, направление и полнота протекания реакций окисления-восстановления.
7. Общая характеристика анионов и аналитические классификации анионов по группам.
8. Качественные реакции обнаружения анионов аналитических групп и условия их проведения (см. п. 5).

**Литература:**

1. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 480 с.
2. Пономарев В.Д. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 1. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 85-104, 250-269.

3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общетеоретические основы. Качественный анализ. – М.: Высшая школа, 2001. – С. 146-175, 418-500.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

### Характерные реакции анионов I аналитической группы

#### Реакции $\text{SO}_4^{2-}$ -ионов

1. Реакция с хлоридом бария и родизонатом натрия (капельная реакция).

#### Реакции $\text{SO}_3^{2-}$ -ионов

1. Реакция с минеральными кислотами.  
2. Реакция с йодной или бромной водой.

#### Реакции $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ -ионов

1. Реакция с минеральными кислотами.  
2. Реакция с йодной водой.  
3. Реакция с нитратом серебра.

#### Реакции $\text{PO}_4^{3-}$ -ионов

1. Реакция с нитратом серебра.

#### Реакции $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ -ионов

1. Реакция окрашивания пламени сложными эфирами борной кислоты.

#### Реакции $\text{CO}_3^{2-}$ -ионов

1. Реакция с минеральными кислотами.

#### Реакции $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ -ионов

1. Реакция с хлоридом кальция.  
2. Реакция с перманганатом калия в кислой среде.

### Характерные реакции анионов II аналитической группы

#### Реакции $\text{Cl}^-$ -ионов

1. Реакция с окислителями ( $\text{KMnO}_4$ ).

#### Реакции $\text{Br}^-$ -ионов

1. Реакция с окислителями (хлорная вода).

#### Реакции $\text{I}^-$ -ионов

1. Реакция с окислителями (хлорная вода).

Реакции SCN<sup>-</sup>-ионов

1. Реакция с солями кобальта(II).

Реакции S<sup>2-</sup>-ионов

1. Реакция с минеральными кислотами.

2. Реакция с солями кадмия.

Характерныереакциианионов III аналитическойгруппы

Реакции NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-ионов

1. Реакция с антипирином.

Реакции NO<sub>2</sub><sup>-</sup>-ионов

1. Реакция с антипирином.

Реакции ацетат-ионовCH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>

1. Реакция с минеральными кислотами.

2. Реакция образования эфиров.

## Занятие № 6

**ТЕМА:** Семинарское занятие по теории и практике анализа анионов. Письменное тестирование.

**ЦЕЛЬ:** Проверить усвоение студентами пройденного материала и умение применять его в качественном анализе.

**Вопросы по изученному разделу качественного анализа**

### ***I. Окислительно-восстановительные равновесия в аналитической химии***

1. Окислительно-восстановительные реакции, их механизм.
2. Окислительно-восстановительные потенциалы редокс-пар.
3. Потенциал реакции (ЭДС). Направление протекания окислительно-восстановительных реакций.
4. Влияние различных факторов на значения ОВ потенциалов и направление протекания реакций окисления-восстановления.
5. Полнота протекания окислительно-восстановительных реакций. Константы равновесия ОВР.
6. Использование окислительно-восстановительных реакций в качественном анализе.

### ***II. Химико-аналитические свойства и анализ анионов***

1. Общая характеристика анионов. Аналитические классификации анионов. Принцип разделения анионов на аналитические группы и групповые реагенты. Роль групповых реагентов в анализе анионов.
2. Химико-аналитические свойства анионов I-III аналитических групп.
3. Качественные реакции анионов I аналитической группы ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{V}_4\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{AsO}_3^{3-}$ ,  $\text{AsO}_4^{3-}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$ ), II аналитической группы ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{SCN}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ ) и III аналитической группы ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{BrO}_3^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHCOO}^-$ ).

#### Литература:

1. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 480 с.
2. Пономарев В.Д. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 1. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 85-104, 250-270.
3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общетеоретические основы. Качественный анализ. – М.: Высшая школа, 2001. – С. 146-176, 233-262, 450-500.

#### Занятие № 6

**ТЕМА:** Семинарское занятие по теории и практике анализа анионов. Письменно-тестирование.

**ЦЕЛЬ:** Проверить усвоение студентами пройденного материала и умение применять его в качественном анализе.

**Вопросы по изученному разделу качественного анализа**

##### *I. Окислительно-восстановительные равновесия в аналитической химии*

7. Окислительно-восстановительные реакции, их механизм.
8. Окислительно-восстановительные потенциалы редокс-пар.
9. Потенциал реакции (ЭДС). Направление протекания окислительно-восстановительных реакций.
10. Влияние различных факторов на значения ОВ потенциалов и направление протекания реакций окисления-восстановления.
11. Полнота протекания окислительно-восстановительных реакций. Константы равновесия ОВР.
12. Использование окислительно-восстановительных реакций в качественном анализе.

##### *II. Химико-аналитические свойства и анализ анионов*

4. Общая характеристика анионов. Аналитические классификации анионов. Принцип разделения анионов на аналитические группы и групповые реагенты. Роль групповых реагентов в анализе анионов.
5. Химико-аналитические свойства анионов I-III аналитических групп.
6. Качественные реакции анионов I аналитической группы ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{V}_4\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ ,  $\text{AsO}_3^{3-}$ ,  $\text{AsO}_4^{3-}$ ,  $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{3-}$ ), II аналитической группы ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{SCN}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ ) и III аналитической группы ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{BrO}_3^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHCOO}^-$ ).

### **Литература:**

1. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 480 с.
2. Пономарев В.Д. Аналитическая химия. В 2 кн. Кн. 1. – М.: Высшая школа, 1982. – С. 85-104, 250-270.
3. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общетеоретические основы. Качественный анализ. – М.: Высшая школа, 2001. – С. 146-176, 233-262, 450-500.