

№ ФАРМ-18

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-ОСЕТИНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
(ФГБОУ ВО СОГМА Минздрава России)

Кафедра химии и физики

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
(ВНЕАУДИТОРНОЙ) РАБОТЫ**

по АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

III семестр

основной профессиональной образовательной программы высшего образования –
программы специалитета по специальности 33.05.01 Фармация,
утвержденной 31.08.2020 г.

Владикавказ, 2020

Тема занятия: «Методы выполнения и чувствительность аналитических реакций»

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: овладеть техникой выполнения аналитических реакций различными методами. Освоить принцип действия и работы центрифуги, технику выполнения микрокристаллоскопических реакций, реакций проводимых «сухим» и «мокрым» способом. Научить работать со спиртовкой и микроскопом. Ознакомиться с основными характеристиками чувствительности аналитических реакций. Научить студентов решать расчетные задачи на чувствительность реакций.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Что изучает аналитическая химия, и какова ее роль в фармации?
2. Дайте определение качественного и количественного анализа, перечислите методы, которые они включают в себя.
3. Метод, его характеристики и классификации методов.
4. Методы определения и обнаружения веществ.
5. Какие реакции называются аналитическими, и каковы методики их проведения?
6. Дайте определение реагента, специфического (характерного) реагента, селективного (избирательного) реагента и группового реагента.
7. В чем особенности микрокристаллоскопических реакций?
8. Как и где проводится капельный метод анализа?
9. Какие реакции называются пирохимическими? Приведите примеры.
11. Какими способами выражают чувствительность реакции?
12. Какие факторы влияют на чувствительность реакций?
13. Что такое и как рассчитывается предел обнаружения (открываемый минимум)?
14. Что такое и как рассчитывается минимальный объем предельно разбавленного раствора $V_{\min}$, предельное разбавление $V_{\lim}$, предельная концентрация $C_{\lim}$, показатель чувствительности $pC_{\lim}$?

II. Целевые задачи:

<i>Студент должен знать:</i> 1. Что изучает аналитическая химия? 2. Методы определения и обнаружения в аналитической химии. 3. В чем суть реакций проводимых «сухим» и «мокрым» путем? 4. В чем особенность капельного метода анализа? 5. Особенности микрокристаллоскопических реакций. 6. Что такое чувствительность аналитических реакций ее основные характеристики. 7. Знать основные формулы характеристик чувствительности и уметь производить расчеты. 8. Основные правила работы, техники безопасности и оказание первой помощи при работе в химической лаборатории.	<i>Литература:</i> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). М.: Высшая школа, 2000. 3-19, 20-22; 27-31с. 3. Практикум по аналитической химии. Под ред. Пономарёва В.Д., Ивановой Л.И. М.: Высшая школа, 1983. 11-17, 19-22 с. 4. Основы аналитической химии. В 2-х книгах. Издание второе. Под ред. Золотова Ю.А. М.: Высшая школа, 1999. 3-16 с. 5. Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 ч. М.: Высшая школа, 1989. 6. Жаркова Г.М., Петухова Э.Е. Аналитическая химия. Качественный анализ. С.-Петербург: Наука, 1993. 172-176 с. 7. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
---	--

<i>Студент должен уметь:</i> 1. Владеть пробирочным методом проведения анализа. 2. Выполнять реакции обнаружения и определения. 3. Расшифровать полученные результаты и сделать выводы по ним. 4. Оформить лабораторную работу с реакциями и выводами. Студент должен представить преподавателю лабораторный журнал с оформленной работой и ответами на контрольные вопросы.	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
---	--

III. Задание для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Допишите недостающие составляющие следующих определений:

- Аналитическая химия - это наука о и химического состава веществ и их структуры.
- Предметом аналитической химии является анализа и практическое выполнение, а также широкое исследование теоретических основ аналитических методов.
- Главной задачей аналитической химии является установление веществ.
- Аналитическая реакция – это.....
Она характеризуется.....
- Чувствительность реакции характеризуется
- Предельное разбавление..... - максимальный, в котором может быть данного вещества при помощи данной аналитической реакции. Предельное разбавление выражается в
- Предельная концентрация- концентрация, при которой определяемое растворе данной аналитической реакцией. Предельная концентрация выражается в
- Минимальный объем предельно разбавленного раствора - объем анализируемого раствора, необходимый вещества данной аналитической реакцией. Выражается в
- Предел обнаружения (открываемый минимум) - наименьшаяопределяемого вещества, однозначно открываемого данной аналитической реакцией в объеме предельно разбавленного раствора.

2. Составьте три тестовых заданий по теме данного занятия по образцу:

Минимальный объем предельно разбавленного раствора V_{min} – это:

- 1) наибольший объем анализируемого раствора, необходимый для обнаружения открываемого вещества данной аналитической реакцией;
- 2) наименьший объем анализируемого раствора, необходимый для обнаружения открываемого вещества данной аналитической реакцией;
- 3) наименьшая масса анализируемого раствора, необходимая для обнаружения открываемого вещества данной аналитической реакцией;
- 4) наименьший объем раствора, необходимый для определения массы вещества данной аналитической реакцией.

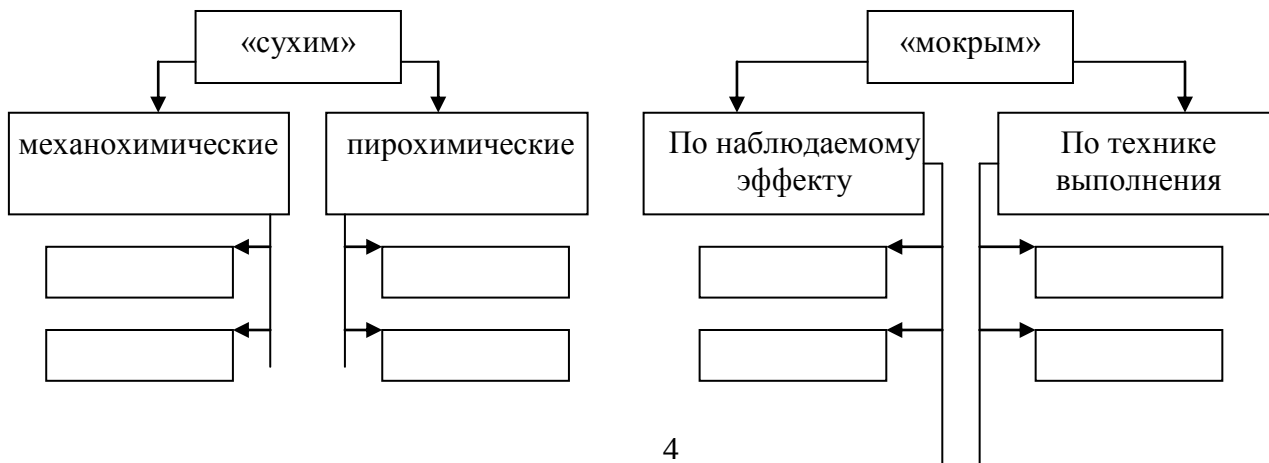
3. Оформить таблицу единиц измерения, в которых выражаются характеристики чувствительности реакций по образцу:

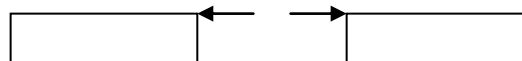
Характеристика	Обозначение	Единица измерения
Предельное разбавление	V_{lim}	мл/г
Предельная концентрация		

4. Составьте таблицу катионов, окрашивающих пламя горелки в определенный цвет по образцу:

Катион	Цвет пламени горелки
Na^+	желтый

5. Дописать следующую схему реакций, проводимых «сухим» и «мокрым» способами:





6. Составьте таблицу классификаций методов аналитической химии по образцу:

Классификация методов в зависимости от массы вещества	макроанализ (грамм-метод)	1-10 г (10-100 мл) вещества;
Методы определения	физические	спектральный
	Биологические	
	Химические	
	физико-химические	

7. Ответьте на вопросы тренировочного теста по данной теме:

1. Под чувствительностью реакций понимают:

1) то наименьшее количество вещества, которое можно открыть с помощью данного реагента;

2) то наибольшее количество вещества, которое можно открыть с помощью данного реагента;

3) количество вещества, которое можно открыть с помощью данной реакции;

4) масса вещества, которую можно определить с помощью данного реагента.

2. Открываемым минимумом называется:

1) наибольшее количество вещества, которое при определенных условиях можно открыть действием данного реагента;

2) наименьшее количество вещества, которое при определенных условиях можно открыть действием данного реагента;

3) известное количество вещества, которое можно открыть действием данного реагента;

4) неизвестное количество вещества, которое при определенных условиях можно открыть действием данного реагента;

3. Предельным разбавлением называется:

1) минимальный объем раствора, в котором может быть однозначно обнаружен 1 грамм данного вещества при помощи данной аналитической реакции;

2) максимальный объем раствора, в котором может быть однозначно обнаружен 1 грамм данного вещества при помощи данной аналитической реакции;

3) объем раствора, в котором может быть обнаружено данное вещество при помощи данной аналитической реакции;

4) масса раствора, в которой может быть обнаружено данное вещество при помощи данной аналитической реакции;

4. Предельная концентрация:

1) наименьшая концентрация, при которой определяемое вещество может быть обнаружено в растворе данной аналитической реакцией;

2) наибольшая концентрация, при которой определяемое вещество может быть обнаружено в растворе данной аналитической реакцией;

3) известная концентрация, при которой определяемое вещество может быть обнаружено в растворе данной аналитической реакцией;

4) точно известная концентрация, при которой вещество может быть обнаружено данной аналитической реакцией.

5. *Предельная концентрация выражается в:*

- 1) г/мл;
- 2) г/моль;
- 3) кг/л;
- 4) мл/г.

6. *Величина обратная предельной концентрации, называется:*

- 1) минимальным разбавлением;
- 2) предельным разбавлением;
- 3) максимально возможным разбавлением;
- 4) пределом обнаружения.

7. *Минимальный объем предельно разбавленного раствора – это:*

- 1) наименьший объем анализируемого раствора, необходимый для обнаружения открываемого вещества данной аналитической реакцией;
- 2) наибольший объем анализируемого раствора, необходимый для обнаружения открываемого вещества данной аналитической реакцией;
- 3) точный объем анализируемого раствора, необходимый для обнаружения открываемого вещества данной аналитической реакцией;
- 4) точно известный объем анализируемого раствора, необходимый для обнаружения открываемого вещества данной аналитической реакцией.

8. *Минимальный объем предельно разбавленного раствора выражается в:*

- 1) мл;
- 2) моль;
- 3) г;
- 4) л.

9. *Показатель чувствительности аналитической реакции определяется как*

- 1) $pC_{lim} = -\lg C_{lim}$;
- 2) $pC_{lim} = -\lg V_{min}$;
- 3) $pC_{lim} = -\lg V_{lim}$;
- 4) $pC_{lim} = -\lg 1/C_{lim}$;

10. *1 мкг – это:*

- 1) 10^6 г;
- 2) 10^{-6} г;
- 3) $1/10^6$ г;
- 4) 10^{-16} г;

8. Оформить лабораторную тетрадь.

Занятие №3

Тема занятия: «Кислотно-основная классификация катионов и анионов. Качественный анализ катионов I группы»

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: дать основы качественного анализа, остановиться на различных классификациях катионов и анионов, рассмотреть кислотно-основную классификацию катионов и анионов и разобрать I группу катионов.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Дайте определения понятиям: аналитическая реакция, дробный, систематический анализ, макро-, полумикроанализ.
2. Назовите групповые реагенты, применяемые в кислотно-основном методе качественного анализа. Какие катионы входят в состав первой аналитической группы?

3. Чем отличается первая группа катионов от других групп кислотно-основной классификации?
4. Почему обнаружение катиона калия гидротартратом натрия необходимо проводить в нейтральной среде?
5. Можно катион калия осадить практически полностью винной кислотой?
6. Можно ли обнаружить катионы калия и натрия в присутствии катиона аммония?
7. Какая реакция обнаружения катиона аммония является специфической?
8. Какие реактивы используют для обнаружения катиона калия?
9. Как выполнить реакцию обнаружения катиона натрия действием уранилацетата?
10. Почему анализ смеси катионов I группы начинают с обнаружения катиона аммония?
11. Как можно удалить катион аммония из анализируемого раствора?
12. Как проверить полноту удаления иона аммония?

II. Целевые задачи:

<i>Студент должен знать:</i> 1. Основные понятия качественного химического анализа. 2. Классификацию катионов по кислотно-основной классификации. 3. Общую характеристику катионов первой аналитической группы (состав, общие свойства катионов и их соединений). 4. Специфические реакции катионов первой группы. 5. Оборудование химической лаборатории для работы полумикрометодом.	<i>Литература:</i> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). М.: Высшая школа, 2000. 344-353с. 3. Практикум по аналитической химии. Под ред. Пономарёва В.Д., Ивановой Л.И. М.: Высшая школа, 1983. 23-27 с. 4. Васильев В.П. Аналитическая химия. 1 ч. М.: Высшая школа, 1989. 5. Жаркова Г.М., Петухова Э.Е. Аналитическая химия. Качественный анализ. С.-Петербург: Наука, 1993. 192-211 с. 6. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<i>Студент должен уметь:</i> 1. Составлять молекулярные и ионные уравнения реакций. 2. Владеть пробирочным и капельным методами анализа. 3. Обращаться с газовой горелкой и другими нагревательными приборами. 4. Пользоваться микроскопом. 5. Выполнять реакции и делать выводы по ним. 6. Оформить лабораторную работу с реакциями и выводами. Студент должен представить преподавателю лабораторный журнал с оформленной работой и ответами на контрольные вопросы.	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.

III. Задание для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Допишите недостающие составляющие следующих определений:
 - По кислотно-основной классификации катионы делятся нагрупп.
 - К первой группе катионов по кислотно-основной классификации относятся.....
 - Групповым реагентом на первую аналитическую группу катионов является
2. Написать аналитические реакции катиона калия с:
 - гидротартратом натрия,

- гексанитрокобальтатом (III) натрия,
- гексанитрокупратом (II) натрия-свинца в виде таблицы по представленному образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции
K^+	$NaHC_4H_4O_6$	$KCl + NaHC_4H_4O_6 =$ $= \downarrow KHC_4H_4O_6 + NaCl$ $K^+ + HC_4H_4O_6^- = \downarrow KHC_4H_4O_6$	белый кристаллический осадок	слабокислая или нейтральная среда ($pH=4\div 7$), на холоду, при большой концентрации ионов калия (предел обнаружения 50 мкг).

3. Написать аналитические реакции катиона аммония с:

- щелочами,
- реактивом Несслера – смесью раствора тетрайодомеркурата (II) калия $K_2[HgI_4]$,
- гидротартратом натрия,
- гексанитрокобальтатом (III) натрия,
- гексанитрокупратом (II) натрия-свинца в виде таблицы по выше указанному образцу:

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

4. Написать аналитические реакции катиона лития с:

- двузамещенным гидрофосфатом,
- растворимыми карбонатами,
- растворимыми фторидами в виде таблицы по представленному образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

--	--	--	--	--

5. Написать аналитические реакции катиона натрия с:

- гексагидроксостибиатом(V) калия,

- цинкуранилацетатом в виде таблицы по представленному образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

6. Ответьте на вопросы тренировочного теста по данной теме:

1. Для каждого вопроса или незаконченного утверждения один или несколько ответов являются правильными. Для выбора ответов к вопросам используйте приведенную ниже схему.

а	б	в	г	д
если верно только 1,2,3	если верно только 1,3	если верно только 2,4	если верно только 4	если верно все

Каковы условия обнаружения K^+ микрокристаллоскопической реакцией с $Na_2Pb[Cu(NO_2)_6]$:

- 1) нейтральная среда;
- 2) нагревание;
- 3) комнатная температура;
- 4) добавление аммония хлорида.

а	б	в	г	д
(1,2,3)	(1,3)	(2,4)	(4)	все

2. Для каждого, обозначенного цифрой, подбери один соответствующий ответ, обозначенный буквой. Каждый ответ может быть использован один раз или не использован совсем.

Укажите цвет следующих осадков:

- | | |
|--------------------------|------------------|
| 1) $KHC_4H_4O_6$; | а) белый; |
| 2) $K_2Na[Co(NO_2)_6]$; | б) желтый; |
| 3) $K_2Pb[Cu(NO_2)_6]$; | в) красно-бурый; |
| 4) $[NH_2Hg_2O]I$; | г) черный. |

3. Укажите реагент для проведения микрокристаллоскопической реакции на катион натрия:

- 1) калия гексацианоферрат(II);
- 2) калия гексагидроксостибат;
- 3) аммония оксалат;
- 4) олова(II) хлорид.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

4. Из перечисленных ниже веществ подберите групповой реагент для катионов I аналитической группы:

- 1) раствор соляной кислоты;
- 2) раствор цинкуранилацетата;
- 3) раствор натрия гидроксида;
- 4) группового реагента нет.

5. Укажите какая из перечисленных ниже реакций является специфичной для катиона аммония:

- 1) реакция с реактивом Несслера;
 - 2) реакция взаимодействия раствора соли аммония со щелочью при нагревании;
 - 3) реакция с натрия гексанитрокобальтатом;
 - 4) специфичной реакции на ион аммония не существует.
- Напишите уравнение соответствующей реакции.

6. Укажите, какой из перечисленных катионов окрашивает пламя горелки в карминово-красный цвет:

- 1) литий;
- 2) натрий;
- 3) барий;
- 4) кальций.

7. Укажите, какой из перечисленных катионов окрашивает пламя горелки в бледно-фиолетовый цвет:

- 1) натрий;
- 2) аммоний;
- 3) свинец;
- 4) калий.

8. Укажите, какая микрокристаллоскопическая реакция используется для обнаружения ионов натрия:

- 1) реакция с натрия гексанитрокобальтатом(III);
- 2) реакция с цинкуранилацетатом;
- 3) реакция с натрия и свинца гексанитрокупратом(II);
- 4) реакция со щелочами.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

9. Подберите реагент для обнаружения ионов лития:

- 1) калия гексацианоферрат(II);
- 2) натрия гидрофосфат;
- 3) калия дихромат;
- 4) калия гексагидроксостибат;

Напишите уравнение соответствующей реакции.

10. Подберите реагент для обнаружения ионов аммония:

- 1) калия дихромат;
- 2) реактив Несслера;
- 3) натрия гидрофосфат;
- 4) цинкуранилацетат;

Напишите уравнение соответствующей реакции.

7. Решите следующие задачи:

8.1. Предельное разбавление реакции обнаружения ионов K^+ с натрия гексанитрокобальтатом (III) равно 13000 мл/г. Вычислите предел обнаружения ионов калия в капле раствора объемом 0,04 мл и наименьшую молярную концентрацию ионов K^+ . Напишите уравнение соответствующей реакции в ионном виде.

8.2. Предел обнаружения ионов K^+ микрокристаллоскопической реакцией с натрия и свинца гексанитрокупратом (II) равен 7,6 мкг в объеме раствора 0,05мл. Вычислите предельное разбавление и предельную концентрацию ионов K^+ для этой реакции. Напишите уравнение соответствующей реакции в ионном виде

8.3. Вычислите предел обнаружения и предельное разбавление при обнаружении ионов натрия в виде нонацетата натрия-цинка-триуранила, если реакция получается с 0,03мл 0,00018 моль/л раствора натрия нитрата. Напишите уравнение соответствующей реакции в ионном виде.

8.4. Предельное разбавление для реакции обнаружения ионов аммония с реактивом Несслера составляет 1000000 мл/г. Вычислите предел обнаружения данной реакции в капле раствора 0,03 мл и наименьшую молярную концентрацию ионов аммония для данной реакции. Напишите уравнение соответствующей реакции в ионном виде.

8.5. Предельная концентрация ионов серебра для реакции с хромат - ионами составляет $4,0 \cdot 10^{-5}$ г/мл, а минимальный объем 0,04 мл. Вычислите предел обнаружения для данной реакции и минимальную молярную концентрацию ионов серебра. Напишите уравнение соответствующей реакции в ионном виде.

8. Оформить лабораторные работы и решить задачи.

Занятие №4

Тема занятия: «Кислотно-основная классификация катионов и анионов. Качественный анализ катионов II группы»

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: рассмотреть качественные реакции катионов второй группы по кислотно-основной классификации. Разобрать действие групповых реактивов, специфических реакций и анализ смеси катионов второй группы.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Какой реактив является групповым на вторую аналитическую группу катионов? Приведите уравнения реакций в молекулярном и ионном виде.
2. Можно ли практически осадить катион свинца действием соляной кислоты?
3. Как выполняется реакция обнаружения катиона свинца действием иодида калия?
4. На чем основано удаление $PbCl_2$ из осадка хлоридов катионов второй группы?
5. На чем основано растворение осадка хлорида серебра в растворе аммиака?
6. Что произойдет при действии раствора аммиака на осадок Hg_2Cl_2 ? Напишите уравнение реакции в молекулярном и ионном виде.
7. Какой вывод можно сделать, если осадок хлоридов, отмытый от хлорида свинца, полностью растворится в растворе аммиака?
8. Чем можно разрушить аммиачный комплекс серебра? Что при этом наблюдается?
9. Какая реакция является характерной на катион серебра?
10. В какой последовательности необходимо анализировать смесь катионов первой группы?

II. Целевые задачи:

<i>Студент должен знать:</i> 1. Основные понятия качественного химического анализа. 2. Классификацию катионов по кислотно-основной классификации. 3. Общую характеристику катионов второй аналитической группы (состав, общие свойства катионов и их соединений). 4. Специфические реакции катионов второй группы.	<i>Литература:</i> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). М.: Высшая школа, 2000. 362-371с. 3. Основы аналитической химии. Под ред. Ю.А.Золотова. М.: Высшая школа, 2001. 25-29 с. 4. Васильев В.П. Аналитическая химия. 1 ч. М.: Высшая школа, 1989. 5. Жаркова Г.М., Петухова Э.Е. Аналитическая химия. Качественный анализ. С.-Петербург: Наука, 1993. 220-228 с. 6. А.Г.Воскресенский, И.С.Солодкин. Практическое руководство по качественному анализу. М: Просвещение, 1972. 28-34с. 7. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<i>Студент должен уметь:</i> 1. Составлять молекулярные и ионные уравнения реакций. 2. Владеть пробирочным и капельным методами анализа. 3. Обращаться с газовой горелкой и другими нагревательными приборами. 4. Пользоваться микроскопом. 5. Выполнять реакции и делать выводы по ним. 6. Оформить лабораторную работу с реакциями и выводами. Студент должен представить преподавателю	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.

лабораторный журнал с оформленной работой и ответами на контрольные вопросы.	
--	--

III. Задание для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Допишите недостающие составляющие следующих определений:

- Ко второй группе катионов по кислотно-основной классификации относятся.....
- Групповым реагентом на II аналитическую группу катионов является

2. Написать аналитические реакции катиона серебра с:

- групповым реагентом - раствором HCl,
- щелочами,
- хроматом калия,
- растворами бромидов и иодидов,
- формальдегидом HCHO – реакция «серебряного зеркала» в виде таблицы по образцу:

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции
Ag ⁺	HCl - групповой	$\text{AgNO}_3 + \text{HCl} = \downarrow \text{AgCl} + \text{HNO}_3;$ $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- = \downarrow \text{AgCl};$	белый, творожистый осадок	сильнокислая среда

3. Написать аналитические реакции катиона свинца с:

- групповым реагентом - раствором HCl,
- щелочами,
- серной кислотой H₂SO₄ и растворимыми сульфатами.
- хроматом калия K₂CrO₄ и дихроматом калия K₂Cr₂O₇.
- йодидом калия KI «реакция «золотого дождя» в виде таблицы по представленному образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

4. Написать аналитические реакции катиона ртути (I) с:

- групповым реагентом - раствором HCl,
- щелочами,
- водным раствором аммиака,
- йодидом калия KI,
- хроматом калия K_2CrO_4 ,
- дифенилкарбазидом,
- восстановление Hg_2^{2+} до металлической ртути хлоридом олова (II),
- восстановление Hg_2^{2+} металлической медью в виде таблицы по представленному образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

5. Ответьте на вопросы тренировочного теста по данной теме:

1. Подберите реагент, избыток которого образует с серебра хлоридом растворимое в воде соединение:

- А. аммония оксалат;
- В. аммония сульфат;
- С. раствор аммиака;
- Д. калия иодид,
- Е. раствор натрия гидроксида.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

2. Укажите, какой из перечисленных реагентов растворяет свинца сульфат:

- А. аммония оксалат;
- В. аммония сульфат;
- С. насыщенный раствор аммония ацетата;
- Д. калия иодид;
- Е. калия дихромат.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

3. Укажите, какой из перечисленных реагентов, взятый в избытке, образует со свинца иодидом растворимое комплексное соединение:

- А. раствор аммония гидроксида;
- В. раствор аммония сульфата;
- С. раствор калия дихромата в присутствии солей аммония;
- Д. раствор калия иодида;
- Е. раствор серной кислоты.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

4. Укажите, какой из перечисленных реагентов, взятый в избытке, образует со свинца сульфатом растворимое комплексное соединение:

- А. аммония сульфат;
- В. аммония оксалат;
- С. аммония карбонат;
- Д. раствор серной кислоты;
- Е. раствор натрия гидроксида.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

5. Осадок содержит серебра хлорид и ртути(І) хлорид. Укажите, каким реагентом необходимо подействовать, чтобы разделить катионы серебра и ртути:

- А. обработать соляной кислотой;
- В. обработать натрия гидроксидом;
- С. обработать горячей водой;
- Д. обработать аммония ацетатом;
- Е. обработать раствором аммиака.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

6. Осадок содержит свинца хлорид и ртути(І) хлорид. Укажите, каким реагентом необходимо подействовать, чтобы разделить катионы свинца и ртути(І):

- А. обработать раствором аммония сульфата;
- В. обработать горячей водой;
- С. обработать уксусной кислотой;
- Д. обработать избытком соляной кислоты;
- Е. обработать раствором аммония оксалата.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

7. Подберите реагент для обнаружения катиона серебра:

- А. калия дихромат;
- В. калия гексагидроксостибат;
- С. олова(ІІ) хлорид;
- Д. натрия и свинца гексанитрокупрат;
- Е. аммония ацетат.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

8. Какой из перечисленных реактивов является групповым реагентом II аналитической группы:

- A. раствор калия дихромата;
- B. раствор хлороводородной кислоты;
- C. раствор калия иодида;
- D. раствор серной кислоты.
- E. группового реагента нет.

Напишите уравнение соответствующих реакций.

9. Какая реакция является наиболее специфичной для катиона ртути(I)?:

- A. реакция образования каломели;
- B. реакция восстановления металлической ртути олова(II) хлоридом;
- C. реакция образования ртути(I) сульфата;
- D. реакция образования ртути(I) иодида;
- E. реакция образования ртути(I) хромата.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

10. Укажите, какой из перечисленных катионов окрашивает пламя горелки в карминово-красный цвет:

- A. калий;
- B. аммоний;
- C. барий;
- D. литий;
- E. кальций.

6. Оформить лабораторную работу и самостоятельную практическую работу.

Занятие №5

Тема занятия: «Кислотно-основная классификация катионов и анионов. Качественный анализ катионов III группы»

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: рассмотреть качественные реакции катионов третьей группы по кислотно-основной классификации. Разобрать действие групповых реактивов, специфических реакций и анализ смеси катионов третьей группы.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Какой реактив является групповым на третью аналитическую группу катионов? Приведите уравнения реакций в молекулярном и ионном виде.
2. Какова сравнительная растворимость сульфатов катионов третьей группы?
3. Как понизить растворимость сульфатов кальция?
4. Как переводят в раствор сульфаты третьей группы? Напишите уравнения реакций.
5. В чем растворяют карбонаты катионов третьей группы?
6. С помощью какого реактива открывают катион бария в присутствии катионов стронция и кальция? Напишите уравнение реакции в молекулярном и ионном виде.

7. Каковы условия практически полного осаждения хромата бария при действии дихромата калия?
8. Почему необходимо удалить катион бария перед обнаружением катионов стронция и кальция?
9. Почему при действии «гипсовой воды» на катион стронция образуется не осадок, а лишь «муть» сульфата стронция?
10. Какой катион второй группы оказывается вместе с катионами третьей группы при анализе смеси катионов первой-третьей групп?
11. Почему необходимо удалить катион свинца из осадка сульфатов? Как удалить катион свинца из осадка сульфатов катионов третьей группы?
12. Для чего при осаждении сульфатов добавляют этанол?

II. Целевые задачи:

<i>Студент должен знать:</i> 1. Какие катионы входят в состав третьей аналитической группы. 2. Характерные реакции на катионы третьей группы. 3. Общую характеристику катионов третьей аналитической группы (состав, общие свойства катионов и их соединений). 4. Специфические реакции катионов третьей группы.	<i>Литература:</i> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). М.: Высшая школа, 2000. 344-353 с. 3. Практикум по аналитической химии. Под ред. Пономарёва В.Д., Ивановой Л.И. М.: Высшая школа, 1983. 23-27 с. 4. Васильев В.П. Аналитическая химия. 1 ч. М.: Высшая школа, 1989. 5. Жаркова Г.М., Петухова Э.Е. Аналитическая химия. Качественный анализ. С.-Петербург: Наука, 1993. 192-211 с. 6. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<i>Студент должен уметь:</i> 1. Составлять молекулярные и ионные уравнения реакций. 2. Владеть пробирочным и капельным методами анализа. 3. Обращаться с газовой горелкой и другими нагревательными приборами. 4. Пользоваться микроскопом. 5. Выполнять реакции и делать выводы по ним. 6. Оформить лабораторную работу с реакциями и выводами. Студент должен представить преподавателю лабораторный журнал с оформленной работой и ответами на контрольные вопросы.	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.

III. Задание для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Допишите недостающие составляющие следующих определений:
 - К третьей группе катионов по кислотно-основной классификации относятся.....
 - Групповым реагентом на III аналитическую группу катионов является
2. Охарактеризуйте катионы третьей группы.
3. Написать аналитические реакции катиона бария с:

- групповым реагентом - раствором серной кислотой H_2SO_4 ,
- хроматом и дихроматом калия,
- оксалатом аммония в виде таблицы по образцу:

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции
Ba^{2+}	$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$	$(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{BaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} =$ $\downarrow \text{BaC}_2\text{O}_4 + 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{H}_2\text{O};$ $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \downarrow \text{BaC}_2\text{O}_4;$	белый кристаллический осадок	

4. Написать аналитические реакции катиона стронция с:

- групповым реагентом - раствором серной кислотой H_2SO_4 ,
- хроматом калия,
- оксалатом аммония,
- гипсовой водой в виде таблицы по представленному выше образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

5. Написать аналитические реакции катиона кальция с:

- групповым реагентом - раствором серной кислотой H_2SO_4 ,
- оксалатом аммония,
- сульфат-ионами,
- гексацианоферратом (II) калия $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ в виде таблицы по представленному образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

--	--	--	--	--

6. Ответьте на вопросы тренировочного теста по данной теме:

1. Укажите, каким из перечисленных реагентов можно обнаружить ион кальция в присутствии ионов бария и стронция:

- A. раствором аммония оксалата;
- B. раствором аммония сульфата;
- C. раствором серной кислоты;
- D. раствором калия дихромата в присутствии ацетат-ионов;
- E. раствором калия гексацианоферрата(II) в присутствии солей аммония.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

2. Осадок содержит кальция сульфат и бария сульфат. Укажите, каким реагентом необходимо подействовать, чтобы разделить катионы кальция и бария:

- A. обработать аммония ацетатом;
- B. обработать насыщенным раствором аммония сульфата;
- C. обработать горячей водой;
- D. обработать натрия гидроксидом;
- E. обработать раствором аммиака.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

3. Осадок содержит свинца сульфат и стронция сульфат. Укажите, каким реагентом необходимо подействовать, чтобы разделить катионы свинца и стронция:

- A. обработать концентрированным раствором аммиака;
- B. обработать насыщенным раствором аммония ацетата;
- C. обработать горячей водой;
- D. обработать уксусной кислотой;
- E. обработать избытком соляной кислоты.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

4. Укажите, какой реакцией можно обнаружить ионы Sr^{2+} в присутствии ионов кальция:

- A. реакцией с гипсовой водой;
- B. реакцией с серной кислотой;
- C. реакцией с аммония оксалатом;
- D. реакцией с калия дихроматом;
- E. реакцией с калия гексацианоферратом(II).

Напишите уравнение соответствующей реакции.

5. Раствор содержит бария хлорид и кальция хлорид. Укажите, каким реагентом можно разделить катионы бария и кальция:

- A. раствором серной кислоты;
- B. раствором аммония оксалата;
- C. раствором калия дихромата в присутствии ацетат-ионов;
- D. раствором натрия гидрофосфата;
- E. насыщенным раствором натрия карбоната.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

6. *Осадок содержит серебра хлорид и стронция сульфат. Укажите, каким реагентом необходимо подействовать, чтобы разделить катионы серебра и стронция:*

- А. обработать раствором аммония хлорида;
- В. обработать раствором аммония сульфата;
- С. обработать раствором аммиака;
- Д. обработать раствором аммония оксалата;
- Е. обработать горячей водой.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

7. *Осадок содержит бария сульфат и ртути(І) хлорид. Укажите, каким реагентом необходимо подействовать, чтобы разделить катионы бария и ртути(І):*

- А. обработать раствором аммиака;
- В. обработать раствором разбавленной серной кислоты;
- С. обработать раствором аммония ацетата;
- Д. обработать концентрированной азотной кислотой;
- Е. обработать раствором уксусной кислоты.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

8. *Из перечисленных ниже веществ выберите групповой реагент для катионов III аналитической группы:*

- А. раствор серной кислоты;
- В. раствор уксусной кислоты;
- С. раствор калия иодида;
- Д. гипсовая вода;
- Е. группового реагента нет.

Напишите уравнения соответствующей реакции.

9. *Каким реагентом обнаруживают ион стронция в присутствии иона кальция:*

- А. калия хроматом;
- В. калия карбонатом;
- С. гипсовой водой;
- Д. серной кислотой;
- Е. аммония оксалатом.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

10. *Какой реакцией можно открыть катион Ba^{2+} в присутствии катионов Ca^{2+} и Sr^{2+} :*

- А. с серной кислотой;
- В. с раствором натрия карбоната;
- С. с раствором натрия гидрофосфата;
- Д. с раствором калия дихромата в присутствии ацетат-ионов;
- Е. с раствором калия гексацианоферрата(II) в присутствии солей аммония.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

7. Оформить лабораторную работу и самостоятельную практическую работу.

Занятие №6

Тема занятия: «Анализ смеси катионов I - III групп»

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: научиться анализировать смесь катионов при совместном присутствии дробным и систематическим методами.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Какие электролиты являются сильными и слабыми?
2. Что такое растворы, гидраты и сольваты?
3. Теория электролитической диссоциации, в чем ее суть?
4. Что такое константа диссоциации?
5. Классификация растворов.
6. Способы выражения концентрации растворов.
7. В чем суть теории Дебая-Хюккеля?
8. Что такое ионная сила раствора и как она рассчитывается?
9. Принцип Ле-Шателье.
10. Что такое состояние химического равновесия, и от каких факторов оно зависит?
11. Чем отличаются концентрационная и термодинамическая константы равновесия?
12. Как звучит и выражается закон действующих масс?
13. Что такое активность ионов?
14. Как рассчитывается ионная сила раствора и от чего она зависит?
15. Перечислите основные этапы хода анализа смеси катионов I- III групп?

II. Целевые задачи:

<i>Студент должен знать:</i> 1. Качественные реакции катионов I, II и III групп. 2. Владеть дробным и систематическим методами анализа. 3. Последовательность анализа смеси катионов I- III групп. 4. Характерные реакции катионов I- III групп. 5. Цвета пламени горелки катионов I- III групп.	<i>Литература:</i> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). М.: Высшая школа, 2000. 372-384с. 3. Основы аналитической химии. Под ред. Ю.А.Золотова. М.: Высшая школа, 2001. 30-36 с. 4. Васильев В.П. Аналитическая химия. 1 ч. М.: Высшая школа, 1989. 5. Жаркова Г.М., Петухова Э.Е. Аналитическая химия. Качественный анализ. С.- Петербург: Наука, 1993. 231-244 с. 6. А.Г.Воскресенский, И.С.Солодкин. Практическое руководство по качественному анализу. М: Просвещение, 1972. 40-55с. 7. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<i>Студент должен уметь:</i> 1. Разбираться в алгоритме и схеме анализа катионов I- III групп. 2. Владеть пробирочным и капельным методами анализа. 3. Обращаться с газовой горелкой и другими нагревательными приборами. 4. Выполнять реакции и делать выводы по ним. 5. Оформить лабораторную работу с реакциями и выводами.	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.

Студент должен представить преподавателю лабораторный журнал с оформленной работой и ответами на контрольные вопросы.	
---	--

III. Задание для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Подготовиться к модульной контрольной №1 по материалам лекций 1-5.
2. Допишите недостающие составляющие следующих определений:
 - К первой группе катионов по кислотно-основной классификации относятся.....
 - Групповым реагентом на III аналитическую группу катионов является
 - Анализ смеси катионов первой-третьей групп необходимо начать с
3. Составьте 6 тестовых заданий по теме данного занятия по образцу:
 Групповой реагент третьей группы катионов по кислотно-основной классификации
 - 1) HCl 2 н.
 - 2) H₂SO₄ 2 н.
 - 3) NaOH изб.
 - 4) групповой реагент отсутствует

4. Ответьте на вопросы тренировочного теста по данной теме:
 1. Укажите, какой из перечисленных реагентов растворяет свинца сульфат:
 - A. аммония оксалат;
 - B. аммония сульфат;
 - C. насыщенный раствор аммония ацетата;
 - D. калия иодид;
 - E. калия дихромат.
 Напишите уравнение соответствующей реакции.

2. Укажите, какая микрокристаллоскопическая реакция используется для обнаружения ионов натрия:

- А. реакция с натрия гексанитрокобальтатом(III);
- В. реакция с цинкуранилацетатом;
- С. реакция с натрия и свинца гексанитрокупратом(II);
- Д. реакция со щелочами;
- Е. реакция окрашивания пламени.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

3. Укажите, какой из перечисленных реагентов, взятый в избытке, образует со свинца иодидом растворимое комплексное соединение:

- А. раствор аммония гидроксида;
- В. раствор аммония сульфата;
- С. раствор калия дихромата в присутствии солей аммония;
- Д. раствор калия иодида;
- Е. раствор серной кислоты.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

4. Укажите, какой из перечисленных реагентов, взятый в избытке, образует со свинца сульфатом растворимое комплексное соединение:

- А. аммония сульфат;
- В. аммония оксалат;
- С. аммония карбонат;
- Д. раствор серной кислоты;
- Е. раствор натрия гидроксида.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

5. Подберите реагент для обнаружения ионов натрия:

- А. калия гексацианоферрат(II);
- В. аммония оксалат;
- С. калия дихромат;
- Д. калия гексагидроксостибат;
- Е. олова(II) хлорид.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

6. Подберите реагент для обнаружения ионов аммония:

- А. калия дихромат;
- В. реактив Несслера;
- С. натрия гидрофосфат;
- Д. цинкуранилацетат;
- Е. калия гексагидроксостибат.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

7. Укажите реагент для проведения микрокристаллоскопической реакции на катион натрия:

- A. калия гексацианоферрат(II);
- B. калия гексагидроксостибат;
- C. аммония оксалат;
- D. реактив Несслера;
- E. олова(II) хлорид.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

8. Подберите реагент для обнаружения катиона серебра:

- A. калия дихромат;
- B. калия гексагидроксостибат;
- C. олова(II) хлорид;
- D. натрия и свинца гексанитрокупрат;
- E. аммония ацетат.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

9. Укажите, какой из перечисленных катионов окрашивает пламя горелки в карминово-красный цвет:

- A. литий;
- B. натрий;
- C. барий;
- D. кальций;
- E. аммоний.

10. Укажите, какой из перечисленных катионов окрашивает пламя горелки в карминово-красный цвет:

- A. калий;
- B. аммоний;
- C. барий;
- D. стронций;
- E. кальций.

11. Укажите, какой из перечисленных катионов окрашивает пламя горелки в желто-зеленый цвет:

- A. кальций;
- B. натрий;
- C. барий;
- D. стронций;
- E. калий.

12. Укажите, какой из перечисленных катионов окрашивает пламя горелки в кирпично-красный цвет:

- A. кальций;
- B. стронций;
- C. калий;
- D. барий;
- E. серебро.

13. Укажите, какой из перечисленных катионов окрашивает пламя горелки в бледно-фиолетовый цвет:

- A. натрий;
- B. аммоний;

- С. свинец;
- Д. калий;
- Е. барий.

14. Подберите реагент, избыток которого образует с серебра хлоридом растворимое в воде соединение:

- А. аммония оксалат;
- В. аммония сульфат;
- С. раствор аммиака;
- Д. калия иодид,
- Е. раствор натрия гидроксида.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

15. Последовательность обнаружения смеси катионов III группы по кислотно-основной классификации по систематическому ходу анализа

- А. Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}
- В. Sr^{2+} , Ba^{2+} , Ca^{2+}
- С. Sr^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+}
- Д. Ba^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+}
- Е. Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+}

5. Оформить лабораторную работу и самостоятельную практическую работу.

Занятие №7

Тема занятия: «Кислотно-основная классификация катионов и анионов. Качественный анализ катионов IV группы»

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: рассмотреть качественные реакции катионов четвертой группы по кислотно-основной классификации. Разобрать действие группового реагента и специфических реакций. Владеть дробным и систематическим методами анализа смеси катионов четвертой группы.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Какое свойство гидроксидов катионов IV группы позволило выделить их в отдельную аналитическую группу?
2. Для каких катионов IV группы характерны окислительно-восстановительные реакции?
3. Какие анионы образуются при окислении Cr^{3+} в щелочной и кислой средах?
4. Каким способом можно выделить $\text{Al}(\text{OH})_3$ и $\text{Sn}(\text{OH})_4$ из раствора алюмината и станната?
5. С помощью какого реактива можно отделить катион Zn^{2+} от остальных катионов IV группы?
6. О чем свидетельствует отсутствие окраски раствора смеси катионов IV группы?
7. В какой среде открывают ион цинка действием дитизона?
8. Почему при обнаружении цинка действием $(\text{NH}_4)_2[\text{Hg}(\text{SCN})_4]$ прибавляют очень разбавленный раствор CoCl_2 ?
9. С какой целью при обнаружении Al^{3+} ализарином капельным способом прибавляют $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$?

10. Какое равновесие является гетерогенным? Что такое гомогенная и гетерогенная системы?
11. Что такое произведение растворимости и как оно выражается?
12. Каковы основные условия образования осадков?
14. Какие факторы и как влияют на полноту осаждения?

II. Целевые задачи:

<i>Студент должен знать:</i> 1. Катионы, входящие в состав четвертой группы. 2. Общую характеристику катионов четвертой аналитической группы (состав, общие свойства катионов и их соединений). 3. Действие группового реагента. 4. Специфические реакции катионов четвертой группы.	<i>Литература:</i> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). М.: Высшая школа, 2000. 372-384с. 3. Основы аналитической химии. Под ред. Ю.А.Золотова. М.: Высшая школа, 2001. 30-36 с. 4. Васильев В.П. Аналитическая химия. 1 ч. М.: Высшая школа, 1989. 5. Жаркова Г.М., Петухова Э.Е. Аналитическая химия. Качественный анализ. С.-Петербург: Наука, 1993. 231-244 с. 6. А.Г.Воскресенский, И.С.Солодкин. Практическое руководство по качественному анализу. М: Просвещение, 1972. 40-55с. 7. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<i>Студент должен уметь:</i> 1. Владеть теоретическим материалом. 2. Владеть пробирочным и капельным методами анализа. 3. Обращаться с газовой горелкой и другими нагревательными приборами. 4. Выполнять реакции и делать выводы по ним. 5. Оформить лабораторную работу с реакциями и выводами. Студент должен представить преподавателю лабораторный журнал с оформленной работой и ответами на контрольные вопросы.	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.

III. Задание для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Охарактеризуйте катионы четвертой группы.

По какому признаку данные катионы определены в одну группу?

Элементами, каких групп периодической системы они являются?

2. Написать аналитические реакции катиона цинка с:
- щелочами,

- аммиаком,
- дитизоном (дифенилтиокарбазоном),
- реакцию образования «зелени Ринмана»,
- гексационоферратом (II) калия (ферроцианидом калия),
- тетратиоцианомеркурат (II) аммония $(\text{NH}_4)_2[\text{Hg}(\text{SCN})_4]$ в виде таблицы по образцу:

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции
Zn^{2+}	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	$2\text{K}^+ + 3\text{Zn}^{2+} + 2[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} \rightarrow \text{K}_2\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$	белый осадок	Мешают все катионы, образующие малорастворимые ферроцианиды. Al^{3+} и Cr^{3+} не мешают. Предельная концентрация при обнаружении Zn^{2+} составляет $\sim 1 \text{ мкг/мл} = 10^{-6} \text{ г/мл}$.

3. Написать аналитические реакции катиона алюминия с:

- щелочами,
- аммиаком,
- реакцию с нитратом кобальта $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ - образование «тенаровую сини»,
- ализарином $\text{C}_{14}\text{H}_6\text{O}_2(\text{OH})_2$,
- алюминоном в виде таблицы по представленному образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

4. Написать аналитические реакции катиона хрома с:

- щелочами,
 - реакции окисления катионов хрома (III) до хромат-ионов и дихромат-ионов.
- А) окисление пероксидом водорода H_2O_2 .
- Б) окисление персульфатом аммония $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$.
- В) окисление перманганатом калия KMnO_4 .
- реакцию образования надхромовой кислоты в виде таблицы по представленному образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

5. Написать аналитические реакции катиона олова (II) с:

- щелочами,
- аммиаком,
- сероводородом H_2S и растворимыми сульфидами,
- солями висмута(III),
- хлоридом ртути (II) в виде таблицы по представленному образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

6. Написать аналитические реакции катиона олова (IV) с:

- щелочами,
- аммиаком,

- сероводородом H_2S и растворимыми сульфидами,
- восстановления олова (IV) до олова(II) в виде таблицы по представленному образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

7. Ответьте на вопросы тренировочного теста по данной теме:

1. Используя кислотно-основную классификацию, укажите, к каким аналитическим группам относятся следующие катионы:

- а) Cr^{3+} ;
- б) Fe^{2+} ;
- в) Ni^{2+} ;
- г) $Sn(II)$;
- д) $Sb(V)$;

2. К IV группе катионов по кислотно-основной классификации не относится

- а) Al^{3+}
- б) Pb^{2+}
- в) Zn^{2+}
- г) Cr^{3+}
- д) Sn^{2+}

3. Цвет ZnS

- а) желтый
- б) темно-коричневый
- в) розовый
- г) черный
- д) белый

4. Аналитический эффект при действии группового реагента катионы IV группы

- а) осадок сульфатов белого цвета
- б) осадок хлоридов белого цвета
- в) растворение первоначально образовавшихся осадков гидроксидов
- г) образование осадков гидроксидов, не растворимых в избытке реагента
- д) образование аммиачных комплексов

5. Цвет водного раствора катиона хрома (III)

- а) красный
- б) темно-зеленый
- в) синий
- г) розовый
- д) голубой

6. Катион цинка обнаруживают по реакции с

- а) ализарином
- б) реактивом Несслера
- в) дитизоном

г) диметилглиоксимом

д) аммиаком

7. Катион алюминия обнаруживают по реакции с

а) ализарином

б) реактивом Несслера

в) дитизоном

г) диметилглиоксимом

д) аммиаком

8. Катион хрома (III) обнаруживают по реакции с

а) $\text{NaOH}_{\text{недост.}}$

б) NaOH , H_2O_2 , H_2SO_4

в) $\text{NaOH}_{\text{изб.}}$

г) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$

д) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

9. Катион олова (II) обнаруживают по реакции с

а) $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, NaOH

б) NaOH , H_2O_2 , H_2SO_4

в) $\text{NaOH}_{\text{изб.}}$

г) NaBiO_3

д) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

10. Катионы IV группы, обнаружение которых проводят с использованием реакций окисления-восстановления

а) Al^{3+} , Sn^{2+}

б) Al^{3+} , Cr^{3+}

в) Sn^{2+} , Cr^{3+}

г) Al^{3+} , Zn^{2+}

д) Zn^{2+} , Cr^{3+}

8. Решите следующие задачи:

8.1. Рассчитайте активность ионов калия в растворе, содержащем в 500 мл 5,3 г калия фосфата. При расчете используйте табличные данные Справочника Лурье.

8.2. Рассчитайте активность ионов аммония в растворе, полученном смешиванием 50 мл 0,038 моль/л раствора аммония нитрата, 25 мл 0,004 моль/л раствора аммония фосфата и 25 мл 0,004 моль/л раствора аммиака. При расчете используйте табличные данные Справочника Лурье.

8.3. Рассчитайте активность ионов водорода и сульфат-ионов в растворе, полученном смешиванием двух объемов 0,10 моль/л соляной кислоты и трех объемов 0,034 моль/л раствора серной кислоты. При расчете используйте табличные данные Справочника Лурье.

8.4. Рассчитайте активность ионов алюминия и сульфат-ионов в растворе, содержащем в 400 мл 2,7 г алюминия сульфата. При расчете используйте табличные данные Справочника Лурье.

8.5. Рассчитайте активность сульфат-ионов в растворе, полученном при смешивании 180 мл 0,334 моль/л раствора натрия сульфата и 120 мл 0,500 моль/л раствора калия хлорида. При расчете используйте табличные данные Справочника Лурье.

9. Оформить лабораторную работу и самостоятельную практическую работу.

Занятие №8

Тема занятия: «Кислотно-основная классификация катионов и анионов. Качественный анализ катионов V групп»

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: рассмотреть качественные реакции катионов пятой группы по кислотно-основной классификации. Разобрать действие группового реагента и специфических реакций. Владеть дробным и систематическим методами анализа смеси катионов пятой группы.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Какой реактив является групповым на пятую аналитическую группу катионов? Приведите уравнения реакций в молекулярном и ионном виде.
2. Какими свойствами обладают гидроксиды катионов пятой группы?
3. Почему при разделении катионов четвертой и пятой групп помимо избытка щелочи рекомендуется прибавить пероксид водорода?
4. На чем основано отделение катиона магния от остальных катионов пятой группы?
5. Какое свойство солей $Sb(III)$ и $Sb(V)$ положено в основу их обнаружения?
6. Какие катионы пятой группы можно обнаружить с помощью окислительно-восстановительных реакций?
7. При действии щелочей на смесь катионов пятой группы выпал белый осадок. Какие катионы отсутствуют в исследуемом растворе?
8. Какую роль играет пероксид водорода при растворении осадка $MnO(OH)_2$ в разбавленных кислотах?

9. Какова роль нитрата серебра при окислении Mn^{2+} пероксодисульфатом аммония $(NH_4)_2S_2O_8$?
10. Какой ион образуется при окислении Mn^{2+} сильными окислителями в кислой среде? Какова его окраска?
11. Как можно разделить смесь Fe^{2+} , Mn^{2+} и Mg^{2+} ?
12. Какие катионы пятой группы можно обнаружить дробным методом?
13. С помощью какого вещества можно разделить основные соли $Bi(III)$ и $Sb(III)$?
14. Основные положения протолитической теории.
15. Исходя из каких свойств классифицируются растворители?
16. Как рассчитывается константа кислотности и основности?
17. Что такое константа автопротолиза?

II. Целевые задачи:

<i>Студент должен знать:</i> 1. Катионы входящие в состав пятой группы. 2. Общую характеристику катионов V аналитической группы (состав, общие свойства катионов и их соединений). 3. Действие группового реагента. 4. Специфические реакции катионов V группы.	<i>Литература:</i> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). М.: Высшая школа, 2000. 384-401с. 3. Основы аналитической химии. Под ред. Ю.А.Золотова. М.: Высшая школа, 2001. 55-62 с. 4. Васильев В.П. Аналитическая химия. 1 ч. М.: Высшая школа, 1989. 5. Жаркова Г.М., Петухова Э.Е. Аналитическая химия. Качественный анализ. С.-Петербург: Наука, 1993. 240-259 с. 6. Воскресенский А.Г., Солодкин И.С. Практическое руководство по качественному анализу. М: Просвещение, 1972. 55-67с. 7. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<i>Студент должен уметь:</i> 1. Владеть теоретическим материалом. 2. Владеть пробирочным и капельным методами анализа. 3. Обращаться с газовой горелкой и другими нагревательными приборами. 4. Выполнять реакции и делать выводы по ним. 5. Оформить лабораторную работу с реакциями и выводами. Студент должен представить преподавателю лабораторный журнал с оформленной работой и ответами на контрольные вопросы.	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.

III. Задание для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Охарактеризуйте катионы пятой группы.

По какому признаку данные катионы определены в одну группу?

Элементами, каких групп периодической системы они являются?

2. Написать аналитические реакции катиона магния с:

- щелочами,
- аммиаком,
- гидрофосфатом натрия Na_2HPO_4 ,
- магниезом I (п-нитробензолазорезорцином),
- хинализарином. в виде таблицы по образцу:

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции
Bi^{3+}	$\text{H}_2\text{S}, \text{Na}_2\text{S}$ $(\text{NH}_4)_2\text{S}$	$2\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{Na}_2\text{S} \rightarrow \downarrow \text{Bi}_2\text{S}_3 + 6\text{NaNO}_3$ $2\text{Bi}^{3+} + 3\text{S}^{2-} \rightarrow \downarrow \text{Bi}_2\text{S}_3$	черно-коричневый осадок	в кислой среде

3. Написать аналитические реакции катиона висмута(III) с:

- щелочами,
- аммиаком,
- реакцию гидролиза,
- сульфид-ионами,
- иодидами,
- тиокарбамидом (тиомочевинной),
- реакцию восстановления висмута(III) до висмута(0) соединениями олова(II) в виде таблицы по представленному выше образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

4. Написать аналитические реакции катиона марганца с:

- щелочами,
- аммиаком,
- реакции окисления катионов Mn^{2+} до перманганат-ионов.

А) окисление висмутатом натрия.

Б) окисление персульфатом аммония $(NH_4)_2S_2O_8$.

В) окисление диоксидом свинца.

- сульфид-ионами в виде таблицы по представленному образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

5. Написать аналитические реакции катиона железа(II) с:

- щелочами,
- аммиаком,
- гексацианоферратом(III) калия - феррицианидом калия,
- сульфид-ионами в виде таблицы по представленному образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

6. Написать аналитические реакции катиона железа(III) с:

- щелочами,
- аммиаком,
- гексацианоферратом(II) калия - с ферроцианидом калия,
- тиоцианат-ионами,
- сульфосалициловой кислотой,
- сульфид-ионами в виде таблицы по представленному образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

7. Написать аналитические реакции катиона сурьмы(III) с:

- щелочами,
- аммиаком,
- реакцию гидролиза,
- тиосульфатом натрия,
- реакцию восстановления сурьмы(III) до металлической сурьмы,
- сульфид-ионами в виде таблицы по представленному образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

8. Написать аналитические реакции катиона сурьмы(V) с:

- щелочами,
- аммиаком,
- реакцию гидролиза,
- реакцию восстановления сурьмы (V) до металлической сурьмы,
- сульфид-ионами в виде таблицы по представленному образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

9. Ответьте на вопросы тренировочного теста по данной теме:

1. Используя кислотно-основную классификацию, укажите, к каким аналитическим группам относятся следующие катионы:

- а) Cu^{2+} ;
- б) Fe^{3+} ;
- в) Na^{+} ;
- г) Zn^{2+} ;
- д) Pb^{2+} ;

2. К V группе катионов по кислотно-основной классификации относится

- а) Al^{3+}
- б) Pb^{2+}
- в) Fe^{2+}
- г) Cr^{3+}
- д) Sn^{2+}

3. Цвет оксихинолината магния

- а) желтый
- б) темно-коричневый
- в) розовый
- г) желто-зеленый
- д) белый

4. Аналитический эффект при действии группового реагента катионы V группы

- а) осадок сульфатов белого цвета
- б) осадок хлоридов белого цвета
- в) растворение первоначально образовавшихся осадков гидроксидов
- г) образование осадков гидроксидов, не растворимых в избытке реагента
- д) образование аммиачных комплексов

5. Катион V группы, образующий гидроксид коричневого цвета

- а) Fe^{2+}
- б) Mg^{2+}
- в) Fe^{3+}
- г) Mn^{2+}
- д) Bi^{3+}

6. Катион V группы, образующий гидроксид зеленоватого цвета

- а) Fe^{2+}
- б) Mg^{2+}
- в) Fe^{3+}
- г) Mn^{2+}
- д) Bi^{3+}

7. Катион железа(II) обнаруживают по реакции с

- а) NaOH
- б) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
- в) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
- г) NaBiO_3
- д) NH_4NCS

8. Катион марганца (II) обнаруживают по реакции с

- а) NaOH
- б) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
- в) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
- г) NaBiO_3
- д) NH_4NCS

9. Цвет соединения Fe_2S_3

- а) желтый
- б) черный
- в) розовый
- г) синий
- д) белый

10. Реакцию на катион магния с Na_2HPO_4 проводят в

- а) кислой среде
- б) нейтральной среде
- в) щелочной среде
- г) в среде аммиачного буферного раствора
- д) в среде ацетатного буферного раствора

10. Решите следующие задачи:

10.1. Рассчитайте pH 0,1 моль/л раствора хлороводородной кислоты с учетом и без учета ионной силы. При расчете используйте Справочник Лурье.

10.2. Рассчитайте pH 0,36% раствора соляной кислоты. При расчете используйте Справочник Лурье.

10.3. Рассчитайте pH и pOH 0,01 моль/л раствора натрия гидроксида с учетом ионной силы. При расчете используйте Справочник Лурье.

10.4. Рассчитайте pH раствора, содержащего 0,5 г натрия гидроксида в 500 мл раствора, с учетом ионной силы. При расчете используйте Справочник Лурье.

10.5. Рассчитайте активность ионов гидроксония в растворе, pH, которого равен 4,2.

11. Оформить лабораторную работу и самостоятельную практическую работу.

Занятие №9

Тема занятия: «Кислотно-основная классификация катионов и анионов. Качественный анализ катионов VI групп»

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: рассмотреть качественные реакции катионов шестой группы по кислотно-основной классификации. Разобрать действие группового реагента и специфических реакций. Владеть дробным и систематическим методами анализа смеси катионов шестой группы.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Какой реактив является групповым на шестую аналитическую группу катионов? Приведите уравнения реакций в молекулярном и ионном виде.
2. Какое свойство катионов шестой группы позволяет выделить их в отдельную аналитическую группу?
3. Почему амминокомплекс Co(II) образуется лишь при большом избытке аммиака?
4. В какой цвет окрашены аммиакаты катионов шестой группы?
5. Что произойдет при подкислении амминокомплекса Cu(II) ? Как при этом изменится окраска раствора?
6. Каковы условия образования комплекса Co(NCS)_4^{2-} ?
7. При помощи какого реактива можно осадить ионы меди в виде сульфида?

8. Каков характер взаимодействия солей ртути (II) с иодидом калия?
9. При действии концентрированного раствора аммиака на смесь катионов VI группы получили бесцветный раствор. О присутствии или отсутствии, каких катионов это свидетельствует?
10. Присутствие каких катионов возможно в анализируемой смеси, если при растворении ее в воде образовался белый осадок?
11. Какими реактивами можно разделить следующие катионы Zn^{2+} и Cu^{2+} ? Al^{3+} и Ni^{2+} ? Mg^{2+} и Cd^{2+} ? Fe^{2+} и Mg^{2+} ? Cu^{2+} и Cd^{2+} ?
12. При действии на смесь катионов IV-VI групп избытка щелочи и пероксида водорода образовался черно-бурый осадок. Присутствие каких катионов возможно?
13. Как можно растворить осадки $MnO(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, $Mg(OH)_2$, $Cd(OH)_2$?
14. Что такое сольватация и гидратация? Что такое гидролиз солей, типы гидролиза?
15. Что такое взаимное усиление гидролиза?
16. Степень и константа гидролиза – как рассчитываются данные величины?
17. Какие системы называются буферными?

II. Целевые задачи:

<i>Студент должен знать:</i> 1. Катионы входящие в состав шестой группы. 2. Общую характеристику катионов VI аналитической группы (состав, общие свойства катионов и их соединений). 3. Действие группового реагента. 4. Специфические реакции катионов VI группы.	<i>Литература:</i> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). М.: Высшая школа, 2000. 402-417с. 3. Основы аналитической химии. Под ред. Ю.А.Золотова. М.: Высшая школа, 2001. 62-71 с. 3. Харитонов Ю.Я., Григорьева В.Ю. Аналитическая химия. Практикум. Качественный химический анализ. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 116-147 с. 4. Жаркова Г.М., Петухова Э.Е. Аналитическая химия. Качественный анализ. С.-Петербург: Наука, 1993. 259-274 с. 5. Воскресенский А.Г., Солодкин И.С. Практическое руководство по качественному анализу. М: Просвещение, 1972. 70-84с. 6. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<i>Студент должен уметь:</i> 1. Владеть теоретическим материалом. 2. Владеть пробирочным и капельным методами анализа. 3. Обращаться с газовой горелкой и другими нагревательными приборами. 4. Выполнять реакции и делать выводы по ним. 5. Оформить лабораторную работу с реакциями и выводами. Студент должен представить преподавателю лабораторный журнал с оформленной работой и ответами на контрольные вопросы.	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.

III. Задание для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Дайте общую характеристику катионов шестой группы.

2. Написать аналитические реакции катиона меди (II) с:

- щелочами,
 - аммиаком,
 - иодидом калия,
 - гексацианоферратом (II) калия (ферроцианидом калия),
 - тиосульфатом натрия,
 - купроном (1-бензоинноксимом),
 - реакции восстановления меди (II) металлами до металлической меди
- в виде таблицы по образцу:

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции
Cd^{2+}	NH_4OH групповой	$\text{CdCl}_2 + 2\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \downarrow \text{Cd}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl},$ $\text{Cd}^{2+} + 2\text{NH}_4\text{OH} \rightarrow \downarrow \text{Cd}(\text{OH})_2 + 2\text{NH}_4^+$	белый осадок	в кислой среде

3. Написать аналитические реакции катиона кадмия с:

- щелочами,
 - аммиаком,
 - сульфид-ионами,
 - тетраиодовисмутатом(III)калия,
 - тетрароданомеркуратом(II) аммония
- в виде таблицы по представленному образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

--	--	--	--	--

4. Написать аналитические реакции катиона кобальта(II) с:

- щелочами,
- аммиаком,
- тетратиоцианатомеркуратом(II) аммония (тетрароданомеркуратом(II) аммония),
- тиоционат-ионами,
- сульфид-ионами,
- реакция с солями цинка – образование «зелени Ринмана»,
- 1 нитрозо-2-нафтолом – реактивом Ильинского,
- нитрозо-R-солью,
- нитритом калия

в виде таблицы по представленному образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

5. Написать аналитические реакции катиона никеля (II) с:

- щелочами,
- аммиаком,
- диметилглиоксимом – реактивом Чугаева

в виде таблицы по представленному выше образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

--	--	--	--	--

6. Написать аналитические реакции катиона ртути (II) с:

- щелочами,
 - аммиаком,
 - иодидом калия,
 - сульфид-ионами,
 - тиосульфатом натрия,
 - дифенилкарбазидом,
 - реакции с восстановителями (хлоридом олова (II), Cu)
- в виде таблицы по представленному образцу.

Катион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

7. Ответьте на вопросы тренировочного теста по данной теме:

1. Используя кислотно-основную классификацию, укажите, к каким аналитическим группам относятся следующие катионы:

- а) K^+ ;
- б) Ca^{2+} ;
- в) Ag^+ ;
- г) Mn^{2+} ;
- д) Cd^{2+} ;

2. К VI группе катионов по кислотно-основной классификации относится

- а) Ni^{2+}
- б) Pb^{2+}
- в) Sn^{4+}
- г) Cr^{3+}
- д) Fe^{3+}

3. Цвет продукта, образованного катионом никеля(II) с групповым реагентом в водном растворе

- а) интенсивно синий
- б) бесцветный
- в) голубой

г) желто-зеленый

д) белый

4. Цвет водного раствора соли кобальта(II)

а) синий

б) розовый

в) голубой

г) темно-зеленый

д) белый

5. Катион VI группы, не вступающий в реакции окисления-восстановления

а) Co^{2+}

б) Hg^{2+}

в) Ni^{2+}

г) Cd^{2+}

д) Cu^{2+}

6. Катион меди(II) обнаруживают по реакции с

а) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

б) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}_{\text{изб.}}$

в) NaBiO_3

г) H_2S

д) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

7. Цвет диметилглиоксимата никеля

а) красный

б) бурый

в) голубой

г) черный

д) белый

8. Катион ртути (II) обнаруживают по реакции с

а) KI

б) H_2S

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

г) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

д) Na_2HPO_4

9. Катион VI группы, который можно обнаружить только по систематическому ходу анализа

а) Co^{2+}

б) Hg^{2+}

в) Ni^{2+}

г) Cd^{2+}

д) Cu^{2+}

10. Интенсивно-синюю окраску имеет аммиакат

а) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$

б) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$

в) $[\text{Hg}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$

г) $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$

д) $[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$

8. Оформить лабораторную работу и самостоятельную практическую работу.

Занятие №10

Тема занятия: «Анализ смеси катионов первой - шестой аналитических групп по кислотно-основной классификации».

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: научиться анализировать смесь катионов при совместном присутствии дробным и систематическим методами.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Какие из катионов четвертой, пятой и шестой аналитических групп окрашены?
2. Назовите групповые реагенты катионов четвертой, пятой и шестой групп. Опишите их действие на катионы.
3. Какие из гидроксидов катионов четвертой, пятой и шестой групп окисляются пероксидом водорода в щелочной среде?
4. Назовите органические реагенты, используемые для обнаружения катионов четвертой, пятой и шестой групп.
5. Какие выводы можно сделать о присутствии тех или иных катионов по внешнему виду раствора без осадка и раствора с осадком?
6. Какие выводы можно сделать о присутствии тех или иных катионов, если известна величина pH раствора?
7. Какие катионы и как можно обнаружить в предварительных испытаниях?
8. Какие окислительно-восстановительные реакции используют при анализе смеси катионов всех шести аналитических групп?
9. Какие аммиачные комплексы металлов используются при анализе смеси катионов?
10. Какие гидроксокомплексы используются при анализе смеси катионов?
11. Какие катионы отсутствуют в растворе, если раствор – бесцветный?
12. Какие продукты гидролиза могут входить в состав осадка исходного анализируемого раствора с осадком?
13. Какие катионы отсутствуют в растворе без осадка, если значение pH раствора находится в пределах pH=2-4? Почему?
14. Как отделяют катионы второй группы? Напишите уравнения реакций.
15. Как переводят сульфаты катионов третьей группы в их карбонаты? Напишите уравнения реакций.
16. Каковы основные этапы анализа раствора с осадком и без него?

II. Целевые задачи:

<i>Студент должен знать:</i> 1. Качественные и специфические реакции катионов I-VI групп. 2. Владеть дробным и систематическим методами анализа. 3. Последовательность анализа смеси катионов I- VI групп. 4. Цвета пламени горелки катионов I- VI групп.	<i>Литература:</i> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). М.: Высшая школа, 2000. 336-342с. 3. Харитонов Ю.Я., Григорьева В.Ю. Аналитическая химия. Практикум. Качественный химический анализ. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 164-173 с. 4. Жаркова Г.М., Петухова Э.Е. Аналитическая химия. Качественный анализ. С.-Петербург: Наука, 1993. 201-280 с. 5. Воскресенский А.Г., Солодкин И.С. Практическое руководство по качественному анализу. М: Просвещение, 1972. 85-88 с.
---	---

	6. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<i>Студент должен уметь:</i> 1. Разбираться в алгоритме и схеме анализа катионов I- VI групп. 2. Владеть пробирочным и капельным методами анализа. 3. Обращаться с газовой горелкой и другими нагревательными приборами. 4. Выполнить реакции и делать выводы по ним. 5. Оформить лабораторную работу с реакциями и выводами. Студент должен представить преподавателю лабораторный журнал с оформленной работой и ответами на контрольные вопросы.	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.

III. Задание для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Опишите систематический ход анализа катионов всех шести групп.

2. Решите следующие задачи:

2.1. Рассчитайте pH и степень гидролиза раствора, содержащего в 250 мл 0,42 г натрия формиата. При расчете используйте Справочник Лурье. Напишите уравнение гидролиза в ионном виде.

2.2. Рассчитайте pH и степень гидролиза раствора, содержащего в 300 мл 0,050 г хлорида аммония. При расчете используйте Справочник Лурье. Напишите уравнение гидролиза этой соли в ионном виде.

2.3. Рассчитайте pH и степень гидролиза раствора калия фторида, содержащего $2,43 \cdot 10^{-3}$ г/мл соли. При расчете используйте Справочник Лурье. Напишите уравнение гидролиза калия фторида в ионном виде.

2.4. Рассчитайте молярную концентрацию раствора аммония нитрата, имеющего pH 4,8. При расчете используйте Справочник Лурье. Напишите уравнение гидролиза аммония нитрата в ионном виде.

2.5. Как изменится pH и степень гидролиза 0,5 моль/л раствора аммония нитрата, если этот раствор разбавить в 25 раз? При расчете используйте Справочник Лурье. Напишите уравнение гидролиза этой соли в ионном виде.

2.6. Рассчитайте pH и степень гидролиза раствора, полученного смешиванием 20 мл 0,05 моль/л и 30 мл 0,3 моль/л растворов натрия ацетата. При расчете используйте Справочник Лурье. Напишите уравнение реакции гидролиза этой соли в ионном виде.

2.7. Рассчитайте pH и степень гидролиза водного раствора нитрата аммония, содержащего 0,008 г/мл этой соли. Константа основности аммиака $K_b = 1,76 \cdot 10^{-5}$, $pK_b = 4,76$.

2.8. Рассчитайте pH буферного раствора, полученного смешиванием 15 мл 0,3 моль/л раствора уксусной кислоты и 45 мл 0,2 моль/л раствора натрия ацетата. При расчете используйте Справочник Лурье.

2.9. Рассчитайте pH буферного раствора, полученного смешиванием 25 мл 0,1 моль/л раствора аммиака и 75 мл 0,01 моль/л раствора аммония хлорида. При расчете используйте Справочник Лурье.

2.10. Рассчитайте pH буферного раствора, полученного добавлением 0,1070 г аммония хлорида к 50 мл 0,02 моль/л раствора аммиака. При расчете используйте Справочник Лурье.

3. Ответьте на вопросы тренировочного теста:

1. Укажите металл–комплексобразователь в комплексе $[Ag(NH_3)_2]Cl$:

- A. Cl^- ;
- B. $[Ag(NH_3)_2]^+$;
- C. N;
- D. NH_3 ;
- E. Ag^+ .

2. Укажите координационное число центрального атома в комплексе $K_4[Fe(CN)_6]$:

- A. 2;
- B. 3;
- C. 4;
- D. 5;
- E. 6.

3. Укажите лиганды в комплексе $K_2[Pb(CH_3COO)_4]$:

- A. Pb^{2+} ;
- B. CH_3COO^- ;
- C. $[Pb(CH_3COO)_4]^{2-}$;
- D. K^+ ;
- E. COO^- .

4. Укажите внешнюю сферу комплекса $[Ni(OC(NH_2)_2)_6]I_2$:

- A. Ni^{2+} ;
- B. $OC(NH_2)_2$;
- C. $[Ni(OC(NH_2)_2)_6]^{2+}$;
- D. NH_2 ;
- E. Г.

5. Укажите внутреннюю сферу комплекса $Na_2Pb[Cu(NO_2)_6]$:

- A. Cu^{2+} ;
- B. Na^+ ;
- C. $[Cu(NO_2)_6]^{4-}$;
- D. NO_2^- ;
- E. Pb^{2+} .

6. Укажите координационное число центрального атома в комплексе $Na[Ag(S_2O_3)]$:

- A. I;
- B. 2;
- C. 3;
- D. 4;
- E. 5.

7. Укажите центральный атом–комплексобразователь в комплексе $K_2[PbI_4]$:

- A. $[PbI_4]^{2-}$;
- B. Г;
- C. Pb^{2+} ;
- D. K^+ ;
- E. Ag^+ .

8. Укажите лиганды в комплексе $K_4[Hg(SO_3)_3]$:

- A. K^+ ;
- B. Hg^{2+} ;
- C. SO_3^{2-} ;
- D. $[Hg(SO_3)_3]^{4-}$;
- E. $[Hg(SO_3)_3]^{2-}$.

9. Укажите внутреннюю сферу комплекса $Na_2[Zn(OH)_4]$:

- A. $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$;
- B. OH^- ;
- C. Zn^{2+} ;
- D. Na^+ ;
- E. $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{4-}$.

10. Укажите внешнюю сферу комплекса $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$:

- A. $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$;
- B. NH_3 ;
- C. Co^{3+} ;
- D. Cl^- ;
- E. H^+ .

4. Напишите уравнение реакции взаимодействия перманганат-иона и бромид-иона в кислой среде.

5. Напишите уравнение реакции взаимодействия пероксида водорода и ионов хрома(III) в щелочной среде.

6. Закончите уравнение окислительно-восстановительной реакции:



7. Оформить лабораторную работу и самостоятельную практическую работу.

Занятие №11

Тема занятия: «Качественный анализ анионов I - III групп»

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: рассмотреть качественные реакции анионов первой, второй и третьей групп. Разобрать действие групповых реагентов и специфические реакции анионов. Владеть дробным и систематическим методами анализа смеси анионов.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Что является групповым реагентом на первую, вторую и третью аналитические группы анионов согласно кислотно-основной классификации анионов?
2. Почему анионы I группы нельзя осаждают хлоридом бария в кислой среде?
3. Почему анионы II группы необходимо осаждают нитратом серебра в присутствии азотной кислоты?
4. Почему ион NO_2^- не окисляет Br^- -ион?
5. Отделяя обнаруженный тиосульфат-ион, прибавили к анализируемому раствору хлорид стронция. Осадок не выпал. Какой вывод можно сделать?
6. При действии на исследуемый раствор смеси анионов хлорной водой слой органического растворителя сразу окрасился оранжевый цвет? Какой ион присутствует в анализируемой смеси? Какой отсутствует?
7. Почему при обнаружении ацетат-иона удаляют мешающие ионы действием нитрата серебра в нейтральной среде?
8. При добавлении к исследуемому раствору AgNO_3 в нейтральной среде выпал черный осадок. Какой анион присутствует в растворе?
9. Почему I^- -ион окисляется хлорной водой до IO_3^- , а Br^- -ион не окисляется до BrO_3^- ?

II. Целевые задачи:

<i>Студент должен знать:</i> 1. Качественные и специфические реакции анионов I-III групп. 2. Владеть дробным и систематическим методами анализа. 3. Последовательность анализа смеси анионов I- III групп.	<i>Литература:</i> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). М.: Высшая школа, 2000. 418-496с. 3. Харитонов Ю.Я., Григорьева В.Ю. Аналитическая химия. Практикум. Качественный химический анализ. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 174-238 с. 4. Жаркова Г.М., Петухова Э.Е. Аналитическая химия. Качественный анализ. С.-Петербург: Наука, 1993. 281-297 с. 5. А.Г.Воскресенский, И.С.Солодкин. Практическое руководство по качественному анализу. М: Просвещение, 1972. 89-107с. 6. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<i>Студент должен уметь:</i> 1. Владеть теоретическим материалом. 2. Владеть пробирочным и капельным методами анализа. 3. Выполнять реакции и делать выводы. 4. Оформить лабораторную работу с реакциями и выводами.	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.

Студент должен представить преподавателю лабораторный журнал с оформленной работой и ответами на контрольные вопросы.	
---	--

III. Задание для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Дайте общую характеристику анионов, и какие классификации анионов вы знаете?

2. Написать аналитические реакции сульфат-иона с:

- катионами бария,
- катионами свинца,
- родизонатом бария,
- нитратом серебра,
- сульфатом кальция в виде таблицы по образцу:

Анион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции
SO_4^{2-}	Pb^{2+}	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \downarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{HNO}_3$, $\text{Pb}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \downarrow \text{PbSO}_4$	белый осадок	

3. Написать аналитические реакции сульфит-иона с:

- катионами бария,
- нитратом серебра,
- разложения сульфитов кислотами,
- перманганатом калия,
- раствором йода,
- металлическим цинком в кислой среде в виде таблицы по представленному образцу.

Анион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

4. Написать аналитические реакции тиосульфат-иона с:

- катионами бария,
- разложения тиосульфатов кислотами,
- йодом,
- нитратом серебра,
- сульфатом меди (II) в виде таблицы по представленному образцу.

Анион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

5. Написать аналитические реакции оксалат-ионами с:

- катионами бария,
- нитратом серебра,
- перманганатом калия в виде таблицы по представленному образцу.

Анион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

6. Написать аналитические реакции карбонат-иона с:

- катионами бария,
- сульфатом магния,
- минеральными кислотами,
- нитратом серебра в виде таблицы по представленному образцу.

Анион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

7. Написать аналитические реакции фосфат-иона с:

- катионами бария,
- молибдатом аммония,
- магниевой смесью,
- нитратом серебра в виде таблицы по представленному образцу.

Анион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

8. Написать аналитические реакции фторид-иона с:

- катионами бария,
- тиоцианатными комплексами железа(III) в виде таблицы по представленному образцу.

Анион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

9. Написать аналитические реакции хлорид-иона с:

- нитратом серебра,
- сильными окислителями в виде таблицы по представленному образцу.

Анион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

10. Написать аналитические реакции бромид-иона с:

- нитратом серебра,
- сильными окислителями,
- перманганатом калия в виде таблицы по представленному образцу.

Анион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

11. Написать аналитические реакции йодид-иона с:

- нитратом серебра,

- сильными окислителями,
- нитритами в уксуснокислой среде,
- солями свинца в виде таблицы по представленному образцу.

Анион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

12. Написать аналитические реакции бромат-иона с:

- нитратом серебра,
- восстановления бромид- или йодид-ионами,
- сульфид-ионами,
- сульфит-ионами,
- тиосульфат-ионами в виде таблицы по представленному образцу.

Анион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

13. Написать аналитические реакции тиоционат-иона с:

- нитратом серебра,
- солями кобальта(II),
- солями железа(III),
- йодат-ионами в виде таблицы по представленному образцу.

Анион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

14. Написать аналитические реакции сульфид-иона с:

- нитратом серебра,

- солями кобальта(II),
- солями железа(III),
- йодат-ионами в виде таблицы по представленному образцу.

Анион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

15. Написать аналитические реакции тиоционат-иона с:

- нитратом серебра,
- сильными кислотами,
- катионами кадмия,
- нитропруссидом натрия в виде таблицы по представленному образцу.

Анион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

16. Написать аналитические реакции нитрит-иона с:

- дифениламином,
- сильными кислотами,
- йодидом калия,
- перманганатом калия,
- реактивом Грисса-Илошвая,
- солями аммония,
- антипирином в виде таблицы по представленному образцу.

Анион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

17. Написать аналитические реакции нитрат-иона с:

- дифениламином,
- металлической медью,
- сульфатом железа (II),
- антипирином,
- металлическим алюминием или цинком в виде таблицы по представленному образцу.

Анион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

18. Написать аналитические реакции ацетат-иона с:

- хлоридом железа (II),
- антипирином,
- реакция образования уксусноэтилового эфира,
- серной кислотой в виде таблицы по представленному образцу.

Анион	Реагент	Уравнение реакции	Наблюдение	Условия проведения реакции

19. Ответьте на вопросы тренировочного теста:

1. Укажите реактивы для обнаружения бромат-иона:

- A. дифениламин;
- B. калия иодид в разбавленной серной кислоте;
- C. калия бромид в разбавленной серной кислоте;
- D. этанол.

2. С помощью каких реактивов можно идентифицировать сульфит-ионы:

- A. минеральные кислоты;
- B. калия перманганат в разбавленной серной кислоте;

- С. калия иодид;
D. борная кислота.
3. Укажите реактивы для обнаружения тиосульфат-ионов:
A. серебра нитрат;
B. дифениламин;
C. минеральные кислоты;
D. реактив Грисса.
4. С помощью каких реактивов можно обнаружить оксалат-ионы:
A. серебра нитрат в разбавленной азотной кислоте;
B. бария хлорид;
C. дифениламин;
D. калия перманганат в разбавленной серной кислоте?
5. Укажите реактивы для обнаружения карбонат-ионов:
A. этанол;
B. бария хлорид;
C. антипирин;
D. сильные кислоты.
6. Укажите специфические реагенты для тетраборат-ионов:
A. бария хлорид;
B. серебра нитрат;
C. серная кислота;
D. этанол + концентрированная серная кислота.
7. Укажите реагенты для обнаружения фосфат-ионов:
A. бария хлорид;
B. серебра нитрат;
C. магния и аммония хлориды в присутствии аммиака;
D. аммония молибдат.
8. Укажите реагенты для обнаружения иодид-ионов:
A. сернокислый раствор калия перманганата;
B. сернокислый раствор калия бромата;
C. сернокислый раствор железа(III) хлорида;
D. хлорная вода.
9. С помощью каких реагентов могут быть обнаружены тиоцианат-ионы?
A. кобальта хлорид;
B. сильные кислоты;
C. железа(III) хлорид;
D. глицерин.
10. Какие анионы мешают обнаружению нитрат-ионов реакцией с дифениламином?:
A. тетраборат-ион;
B. нитрит-ион;
C. сульфат-ион;
D. бромат-ион.

20. Оформить лабораторную работу.

Занятие №12

Тема занятия: «Анализ соли или смеси сухих веществ».

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: научиться анализировать смесь катионов и анионов, проводить анализ сухого вещества, анализ неизвестного вещества в растворе, а также анализ лекарственных препаратов.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Перечислите катионы, летучие соли которых окрашивают пламя горелки.
2. Приведите микрокристаллоскопические реакции, применяемые в ходе анализа катионов.
3. Назовите катионы, дающие окрашенные аквакомплексы.
4. В каком растворителе можно растворить сульфат свинца?
5. Какие нерастворимые в воде соли растворяются в 2 моль/л растворе уксусной кислоты и 2 моль/л растворе соляной кислоты?
6. Что необходимо предпринять, если в процессе растворения соли в воде раствор мутнеет?
7. Перечислите основные этапы хода анализа анионов.
8. Какова роль групповых реакций в анализе катионов и анионов?
9. В составе растворимой в воде соли обнаружен катион Ba^{2+} . Какие анионы в составе соли заведомо отсутствуют?
10. Присутствие, каких анионов предполагает бурное выделение газа при растворении соли в кислоте?

II. Целевые задачи:

<i>Студент должен знать:</i> 1. Качественные реакции катионов и анионов. 2. Владеть дробным и систематическим методами анализа. 3. Как выбрать схему качественного анализа вещества. 4. Как проводить предварительные наблюдения и испытания. 5. Как переводить анализируемый твердофазный образец в раствор.	<i>Литература:</i> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика). М.: Высшая школа, 2000. 501-512с. 3. Харитонов Ю.Я., Григорьева В.Ю. Аналитическая химия. Практикум. Качественный химический анализ. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 274-293 с. 4. Жаркова Г.М., Петухова Э.Е. Аналитическая химия. Качественный анализ. С.-Петербург: Наука, 1993. 298-307 с. 5. А.Г.Воскресенский, И.С.Солодкин. Практическое руководство по качественному анализу. М: Просвещение, 1972. 108-112с. 6. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<i>Студент должен уметь:</i> 1. Проводить аналитические реакции катионов и анионов полумикрометодом. 2. Открывать в ходе предварительных испытаний ряд катионов и анионов. 3. Обращаться с газовой горелкой и другими нагревательными приборами. 4. Проводить предварительные наблюдения и делать выводы по ним. 5. Оформить лабораторную работу с	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.

реакциями и выводами. Студент должен представить преподавателю лабораторный журнал с оформленной работой и ответами на контрольные вопросы.	
--	--

III. Задание для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Подготовиться к модульной контрольной №2 по материалам лекций 6-11.

2. Ответьте на вопросы тренировочного теста:

1. Используя кислотно-основную классификацию, укажите, к каким аналитическим группам относятся следующие катионы:

1. Zn^{2+} ;
2. Fe^{3+} ;
3. Al^{3+} ;
4. Cu^{2+} ;
5. Hg^{2+} ;
6. Bi^{3+} .

2. Из перечисленных ниже веществ выберите реагенты для обнаружения следующих ионов:

- | | |
|--------------|--|
| 1. Al^{3+} | А. соли висмута(III) в щелочной среде |
| 2. Bi^{3+} | В. ализарин |
| 3. Ni^{2+} | С. диметилглиоксим |
| 4. Zn^{2+} | Д. иодид калия |
| 5. Mn^{2+} | Е. висмутат натрия в концентрированной азотной кислоте |
| 6. $Sn(II)$ | Ф. дитизон |

3. Используя ответы, обозначенные буквами, выберите реагенты, которые с перечисленными ниже ионами дают реакции окисления-восстановления:

- | | |
|-----------------|----------------------|
| 1. Mn^{2+} | А. раствор йода |
| 2. Bi^{3+} | В. хлорид олова(II) |
| 3. AsO_4^{3-} | С. висмутат натрия |
| 4. AsO_3^{3-} | Д. пероксид водорода |
| 5. Hg^{2+} | Е. хлорид серебра |
| 6. Cr^{3+} | Ф. иодид калия |

4. Укажите окраску следующих соединений, используя при ответе перечисленные ниже варианты:

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. $Cu(OH)_2$ | А. темно-синяя |
| 2. CdS | В. желтая |
| 3. $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ | С. голубовато-зеленая |
| 4. ZnS | Д. красно-бурая |
| 5. H_2CrO_6 | Е. синяя |
| 6. $Fe(OH)_3$ | Ф. белая |

5. Выберите органический реагент из перечисленных ниже для обнаружения следующих ионов:

- | | |
|--------------|-----------------------|
| 1. Zn^{2+} | А. магнезон I |
| 2. Ni^{2+} | В. 1-нитрозо-2-нафтол |
| 3. Co^{2+} | С. купрон |
| 4. Cu^{2+} | Д. дитизон |
| 5. Al^{3+} | Е. ализарин |
| 6. Mg^{2+} | Ф. диметилглиоксим |

6. Из перечисленных ниже веществ выберите реагент для разделения осадков $Cr(OH)_3$ и $Ni(OH)_2$:

- А. H_2O при нагревании;
- В. $NaOH$;
- С. HCl ;

D. насыщенный раствор $\text{CH}_3\text{COONH}_4$;

E. HNO_3 .

Напишите уравнение соответствующей реакции.

7. Из перечисленных ниже веществ выберите реагент для разделения ионов Mn^{2+} и Co^{2+} :

A. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$;

B. NaOH ;

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

D. HCl ;

E. H_2SO_4 .

Напишите уравнение соответствующей реакции.

8. После добавления к исследуемому раствору аммиака образовался осадок, растворившийся в избытке реактива. В этом растворе могло присутствовать следующее сочетание ионов (выберите один ответ, обозначенный буквой):

A. Mg^{2+} , Ni^{2+} , Na^+ ;

B. K^+ , Zn^{2+} , Cd^{2+} ;

C. Cu^{2+} , Cd^{2+} , Al^{3+} ;

D. Hg^{2+} , Na^+ , Bi^{3+} ;

E. Mn^{2+} , K^+ , Ni^{2+} .

9. Из перечисленных ниже веществ выберите реагент для разделения осадков $\text{Zn}(\text{OH})_2$ и $\text{Al}(\text{OH})_3$:

A. CH_3COOH ;

B. HCl ;

C. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$;

D. H_2O горячая;

E. H_2O холодная.

Напишите уравнение соответствующей реакции.

10. Исследуемая соль растворяется в воде. При добавлении к раствору избытка раствора гидроксида натрия в присутствии пероксида водорода образуется бурый аморфный осадок, растворимый в соляной кислоте. Соль какого катиона присутствует в растворе? Выберите один ответ, обозначенный буквой:

A. Ni^{2+} ;

B. Al^{3+} ;

C. Fe^{2+} ;

D. Co^{2+} ;

E. Cr^{3+} .

3. Оформить лабораторную работу и самостоятельную практическую работу.

Занятие №13

Тема занятия: «Экстракционные методы в аналитической химии».

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: На основе знания теории и техники экстракционных процессов и химико-аналитических свойств ионов уметь обнаруживать ионы в растворе, используя экстракционные реакции, и выполнять анализ смеси катионов экстракционным методом.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Что такое экстракция? Какие преимущества имеет экстракция по сравнению с другими методами разделения?
2. Сформулируйте законы, лежащие в основе экстракционных методов.
3. Что такое экстрагент? Назовите экстрагенты, используемые в реакциях образования дитизоната цинка, надхромовой кислоты.
4. Какие требования предъявляются к органическим растворителям, применяемым для экстракции?
5. Перечислите органические растворители, наиболее часто используемые в экстракционном анализе.
6. Какие экстракционные реагенты Вы знаете? Являются ли эти реагенты специфическими?
7. Что такое реэкстракция? Как ее выполняют?
8. Назовите основные типы экстракционных систем, имеющих наибольшее значение в анализе.
9. Каковы закономерности экстракции хелатных комплексов?
10. Что такое константа распределения и коэффициент распределения? В каких случаях эти характеристики совпадают?
11. Как повысить специфичность (избирательность) экстракционных реакций?
12. Что такое маскировка? Приведите примеры использования этого приема в экстракции.
13. Почему при проведении экстракции необходимо энергично перемешивать раствор и экстрагент?
14. Перечислите правила работы с огнеопасным и летучими жидкостями.

II. Целевые задачи:

<i>Студент должен знать:</i> 1. Теоретические основы экстракции. Законы, лежащие в основе экстракции: закон распределения; ЗДМ в применении к гетерогенным системам. Типы экстракционных систем. Закономерности экстракции хелатных комплексов и ионных ассоциатов. Экстракция как эффективный метод разделения. 2. Основные понятия: экстрагент, экстракционный реагент, экстракт, реэкстракция. Количественные характеристики экстракции: константа распределения, коэффициент распределения, фактор извлечения, фактор разделения. Связь между количественными характеристиками. 3. Органические реагенты, применяемые	<i>Литература:</i> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия М.: Высшая школа, Т1.2000. 233-263с. 3. Харитонов Ю.Я., Григорьева В.Ю. Аналитическая химия. Практикум. Качественный химический анализ. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. 147-162 с. 4. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
--	---

в качественном анализе катионов IV – VI групп.	
<i>Студент должен уметь:</i> 1. Составлять уравнения реакций образования хелатных комплексов катионов IV – VI аналитических групп с органическими реагентами. 2. Выполнять аналитические реакции ионов с применением экстракции. Студент должен представить преподавателю лабораторный журнал с оформленной работой и ответами на контрольные вопросы.	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.

III. Задание для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Дайте общую характеристику методам разделения и концентрирования веществ.

2. Ответить на вопросы тренировочного теста:

1. Укажите, к каким методам анализа относится «экстракция»:

A. Качественным.

B. Количественным.

C. Методам разделения и концентрирования веществ.

D. Инструментальным методам.

2. Из перечисленных ниже формулировок выберите правильную для определения понятия "экстрагент":

A. Раствор реагента, обычно водный, используемый для извлечения веществ из экстракта.

B. Органический растворитель в чистом виде или содержащий реагент, извлекающий вещество из водной фазы.

C. Составная часть экстракта, перешедшая из водной фазы в органическую вместе с извлекаемым веществом.

D. Отделенная водная фаза, содержащая вещество, извлекаемое из экстракта.

3. Из перечисленных ниже формулировок выберите правильную для определения понятия "экстракционный реагент".

A. Раствор реагента, обычно водный, используемый для извлечения веществ из экстракта.

B. Водная фаза, содержащая вещества, извлекаемые из экстракта.

C. Составная часть экстрагента, взаимодействующая с извлекаемым веществом с образованием экстрагирующегося соединения.

D. Органический растворитель в чистом виде или содержащий реагент, извлекающий вещество из водной фазы.

4. Из перечисленных ниже формулировок выберите правильную для определения понятия "реэкстрагент".

A. Органический растворитель в чистом виде или содержащий реагент, извлекающий вещество из водной фазы.

В. Составная часть экстрагента, взаимодействующая с извлекаемым веществом с образованием экстрагирующегося соединения.

С. Отделенная жидкая органическая фаза, содержащая экстрагируемое из водной фазы вещество.

Д. Раствор реагента, обычно водный, используемый для извлечения веществ из экстракта.

5. Из перечисленных выше формулировок выберите правильную для определения понятия "экстракт".

А. Органический растворитель в чистом виде, извлекающий вещество из водной фазы.

В. Органический растворитель, содержащий реагент, извлекающий вещество из водной фазы.

С. Отделенная жидкая органическая фаза, содержащая извлеченное из водной фазы вещество.

Д. Раствор реагента, обычно водный, используемый для извлечения веществ из экстракта

6. Какой реагент называют реактивом Л.А. Чугаева?

А. дитизон;

В. диацетилглиоксим;

С. ализарин;

Д. диметилглиоксим.

7. Какие из перечисленных ниже органических реагентов образуют хелатные комплексы с катионами IV аналитической группы?

А. дифениламин;

В. диметилглиоксим;

С. антипирин;

Д. дитизон.

8. Из приведенных ниже выражений выберите правильное при описании коэффициента распределения D для процесса экстракции бензойной кислоты из водной фазы в органическую:

А. $[C_6H_5COOH] / [C_6H_5COOH]$;

В. $(C_6H_5COOH)_2 / 2 (C_6H_5COOH)$;

С. $[C_6H_5COOH] + [(C_6H_5COOH)_2] / [C_6H_5COOH] + [C_6H_5COO^-]$;

Д. $[C_6H_5COOH] + [C_6H_5COO^-] / [C_6H_5COOH] + [(C_6H_5COOH)_2]$;

9. Экстракция вещества из одной и той же фазы, проводимая отдельными порциями экстрагента, это:

А. периодическая экстракция;

В. противоточная экстракция;

С. непрерывная экстракция;

Д. обратная экстракция.

10. В основе экстракционного равновесия лежит закон:

А. Ома;

В. Вант-Гоффа;

С. распределения Нернста;

Д. Фарадея.

3. Решите следующие задачи:

3.1. 30 мл водного раствора содержат 0,25 г амина RNH_2 . Вычислите степень извлечения этого амина (R , %) после встряхивания указанного раствора с 10 мл хлороформа. Коэффициент распределения D для амина в условиях опыта равен 100.

3.2. Рассчитайте коэффициент распределения D муравьиной кислоты $HCOOH$ между бензолом и водой при $25^\circ C$ при двух ее суммарных концентрациях в водной фазе, равных 2,5739 и 9,0466 моль/л, если суммарные концентрации в органической фазе, находящейся в равновесии с водной фазой, соответственно равны 0,00568 и 0,0378 моль/л.

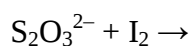
3.3. Рассчитайте коэффициент распределения D уксусной кислоты CH_3COOH между хлороформом и водой при $25^\circ C$, находящимися в равновесии, если аналитическая концентрация уксусной кислоты в водной и органической фазе равна соответственно 1,188 и 0,1351 моль/л.

3.4. Рассчитайте коэффициент распределения D йода между сероуглеродом и водой при 25°C , находящимися в равновесии, если аналитическая концентрация йода в органической и водной фазе равна соответственно 0,03036 и 0,0000518 моль/л.

3.5. Определите степень извлечения бензойной кислоты $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ диэтиловым эфиром из водного раствора при 10°C однократной экстракцией, если аналитическая концентрация бензойной кислоты в водной и органической фазе соответственно равна 0,00249 и 0,226 моль/л. Объемы водной и органической фазы одинаковы.

4. Напишите уравнение реакции взаимодействия бромат- и бромид-ионов в кислой среде.

5. Закончите уравнение окислительно-восстановительной реакции:



6. Оформить лабораторную работу.

Занятие №14

Тема занятия: «Хроматография в качественном анализе»

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: На основе знаний теоретических основ хроматографического анализа приобрести навыки качественного анализа смесей разными методами хроматографии.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Кем и когда предложен хроматографический метод анализа? Назовите ученых, внесших вклад в развитие и применение тонкослойной хроматографии.
2. Что такое хроматография?
3. Какие классификации хроматографических методов применяются?
4. Каковы области применения хроматографических методов анализа? Каковы преимущества ТСХ перед другими методами разделения?
5. Как осуществляется качественный анализ смесей веществ при помощи тонкослойной хроматографии?
6. Каков механизм разделения веществ в бумажной, колоночной и ТСХ?
7. Что такое подвижная фаза (элюент)? Как осуществляется ее выбор?
8. Что такое неподвижная фаза? Какие вещества чаще всего используются для приготовления закрепленного слоя сорбента?
9. Как обнаружить зоны адсорбции на хроматограмме?
10. Что такое R_f ? Какие факторы влияют на ее величину?
11. Что такое R_s ? От каких факторов зависит ее величина? Как выбирают стандартное вещество?

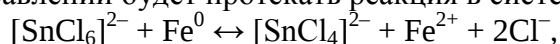
II. Целевые задачи:

<i>Студент должен знать:</i> 1. Сущность метода тонкослойной, распределительной хроматографии. 2. Сущность метода колоночной хроматографии. 3. Сорбенты, применяемые в ТСХ. 4. Основные этапы получения хроматограммы. 5. Способ идентификации веществ на хроматограмме с применением стандартных веществ (свидетелей).	<i>Литература:</i> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия М.: Высшая школа, Т1.2000. 264-287с. 3. Васильев В.П. Аналитическая химия. 1 ч. М.: Высшая школа, 1989. 4. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<i>Студент должен уметь:</i> 1. Вычислять значения (R_f и R_s). 2. Оформить лабораторную работу с реакциями и выводами. Студент должен представить преподавателю лабораторный журнал с оформленной работой и ответами на контрольные вопросы.	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.

III. Задание для самостоятельной работы по изучаемой теме:

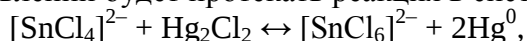
1. Дайте общую характеристику методу разделения и концентрирования веществ-хроматографии. Как используются хроматографические методы в качественном и количественном анализе?

2. Покажите, в каком направлении будет протекать реакция в системе



если все участники окислительно-восстановительной реакции находятся в стандартных состояниях. При расчете используйте справочные данные.

3. Покажите, в каком направлении будет протекать реакция в системе



если все участники окислительно-восстановительной реакции находятся в стандартных состояниях. При расчете используйте справочные данные.

4. Покажите, можно ли в стандартных состояниях веществ осуществить при комнатной температуре реакцию окисления хлорид-, иодид- и бромид-ионов ионами церия(IV). При расчете используйте справочные данные.

5. Вычислить степень гидролиза соли и pH 0,052 моль/л раствора карбоната натрия при гидролизе(по первой ступени).

6. Решите следующие задачи:

6.1. Смесь аминазина (I) и пропазина (II) разделили на пластинках «Силуфол»; при этом получили следующие результаты. Расстояния от линии старта до центра пятен (I) и (II) соответственно равны 20 мм и 56 мм; диаметр пятен (I) и (II) – 7 мм и 10 мм. Расстояние от линии старта до линии финиша 100 мм. Рассчитайте коэффициент подвижности аминазина и степень (критерий) разделения R (пропазин / аминазин).

6.2. Рассчитайте R_s вещества X, если расстояние от линии старта до линии фронта растворителя составляет 50 мм, расстояние от линии старта до центра хроматографической зоны вещества X – 30 мм, расстояние от линии старта до центра стандартного вещества – 26 мм.

6.3. Смесь дипразина (I) и пропазина (II) разделили на пластинках «Силуфол»; при этом получили следующие результаты. Расстояния от линии старта до центра пятен (I) и (II) соответственно равны 40 мм и 56 мм; диаметр пятен (I) и (II) – 6 мм и 8 мм. Расстояние от линии

старта до линии финиша 100 мм. Рассчитайте коэффициент подвижности пропазина и степень (критерий) разделения R (пропазин / дипразин).

6.4. Смесь аминазина (I) и дипразина (II) разделили на пластинках «Силуфол»; при этом получили следующие результаты. Расстояния от линии старта до центра пятен (I) и (II) соответственно равны 20 мм и 32 мм; диаметр пятен (I) и (II) – 4 мм и 3 мм. Расстояние от линии старта до линии финиша 100 мм. Рассчитайте коэффициент подвижности дипразина и степень (критерий) разделения R (дипразин / аминазин).

6.5. Рассчитайте R_f и R_s вещества X, если расстояние от линии старта до линии фронта растворителя составляет 50 мм, расстояние от линии старта до центра хроматографической зоны вещества X – 27 мм, расстояние от линии старта до центра пятна стандартного вещества – 26 мм.

7. Рассчитать константу гидролиза и степень гидролиза формиата аммония, а также pH 0,1 моль/л раствора ее.

8. Закончите уравнение окислительно-восстановительной реакции и рассчитайте молярную массу эквивалента окислителя и восстановителя:

1. $2\Gamma + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ \leftrightarrow \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
2. $\text{AsO}_4^{3-} + 2\Gamma + 2\text{H}^+ \leftrightarrow \text{AsO}_3^{3-} + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$
3. $\text{AsO}_3^{3-} + \text{H}_2\text{O}_2 \leftrightarrow \text{AsO}_4^{3-} + \text{H}_2\text{O}$

9. Ответить на вопросы тренировочного теста:

1. Укажите, к каким методам анализа относится «хроматография»:

- A. Качественным.
- B. Количественным.
- C. Методам разделения и концентрирования веществ.
- D. Инструментальным методам.

2. Бумажная хроматография относится к

- A. Распределительной.
- B. Колоночной.
- C. Капиллярной.
- D. Газовой.

3. Степень активности оксида алюминия оценивают по шкале

- A. Брокмана.
- B. Кельвина.
- C. Фольгарда.
- D. Хольцмана.

4. На каком свойстве веществ основана хроматография

- A. Гидротации.
- B. Сорбции.
- C. Осаждении.
- D. Элюировании.

5. Что является неподвижной фазой в бумажной хроматографии:

- A. Органический растворитель.
- B. Вода в порах бумаги.
- C. Бумага.
- D. Колонка.

6. Подвижной фазой в газо-жидкостной хроматографии является:

- A. Жидкость.
- B. Газ.
- C. Твёрдое вещество.
- D. Вода.

7. Хроматография, основанная на использовании различий в коэффициентах распределения разделяемых компонентов между подвижной и неподвижной фазами, представляющей собой жидкость, это:

- A. Распределительная хроматография.
- B. Ионообменная хроматография.

С. Адсорбционная хроматография.

Д. Хемихроматография.

8. *Хроматография как метод исследования и анализа была введена в науку:*

А. Фаянсом.

В. Брокманом.

С. Цветом.

Д. Бренстедом.

9. *Хроматография, основанная на использовании неодинаковой способности разделяемых компонентов вступать в специфическое взаимодействие с поверхностью адсорбента - неподвижной фазы – за счет адсорбции, это:*

А. Распределительная хроматография.

В. Ионообменная хроматография.

С. Адсорбционная хроматография.

Д. Хемихроматография.

10. *Хроматография, основанная на использовании различной способности ионов разделяемых компонентов, находящихся в подвижной фазе к обмену с ионами неподвижной фазы, это:*

А. Распределительная хроматография.

В. Ионообменная хроматография.

С. Адсорбционная хроматография.

Д. Хемихроматография.

10. Оформить лабораторную работу и ответить на вопросы в методичке.

Занятие №15

Тема занятия: «Количественные методы анализа. Гравиметрия».

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: на основе знания теории гравиметрического анализа и выработки практических навыков и умений научиться обоснованно выбирать и практически применять данный метод анализа для количественного определения вещества; уметь проводить математико-статистическую обработку результатов количественного анализа.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. Измерение какого характерного параметра лежит в основе гравиметрического анализа?

2. Какие разновидности гравиметрического анализа Вы знаете?

3. В чем состоит принцип метода осаждения?

4. Перечислите основные этапы анализа вещества методом осаждения. Дайте определение понятиям: навеска, осаждаемая форма, гравиметрическая форма.

5. Напишите формулы для расчета гравиметрического фактора, массы или массовой доли определяемого вещества (элемента) в образце для соответствующих гравиметрических определений:

а) серной кислоты в растворе;

б) железа в растворимых солях железа(II) и железа(III);

6. Какие имеются практические рекомендации по расчету оптимальной массы навески при получении в качестве осаждаемой формы:

а) кристаллического осадка;

б) аморфного осадка?

7. Каким образом подбирают осадитель в гравиметрическом анализе?

8. Каким образом рассчитывают объем раствора осадителя известной концентрации, требуемый для практически полного осаждения определяемого вещества?

9. Какие требования предъявляются к осаждаемой форме?
10. Какие условия осаждения приводят к невысокой степени пересыщения раствора и способствуют образованию более крупных частиц кристаллического осадка?
11. Что происходит в процессе «созревания» (рекристаллизации) кристаллического осадка?

II. Целевые задачи:

<i>Студент должен знать:</i> 1. Принцип гравиметрических методов анализа. Классификация методов. 2. Сущность метода осаждения. 3. Механизм образования осадков. 4. Сущность метода гомогенного осаждения (метод возникающих реагентов). 5. Загрязнение осадков. Виды соосаждения. 6. Разновидности метода отгонки.	<i>Литература:</i> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия М.: Высшая школа, Т. 2. 2000. 5-65с. 3. Васильев В.П. Аналитическая химия. 2 ч. Количественный анализ. М.: Высшая школа, 1989, 3-174с. 4. Васильев В.П. Аналитическая химия. 2 ч. Лабораторный практикум. М.: Дрофа, 2004, 56-64с. 5. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии. М: Мир, 1989г. 137-169с. 6. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<i>Студент должен уметь:</i> 1. Взвешивать на аналитических и теххимических весах. Писать уравнения реакций, лежащих в основе приведенных в настоящей разработке гравиметрических определений. 2. Рассчитывать по уравнению реакции массу или объем раствора известной концентрации одного из исходных веществ, необходимых для получения продукта реакции известной массы. 3. Рассчитывать растворимость трудно-растворимого электролита в условиях его осаждения. 4. Обработать результаты многократных измерений методом математической статистики. 5. Оформить лабораторную работу с реакциями и выводами. Студент должен представить преподавателю лабораторный журнал с оформленной работой и ответами на контрольные вопросы.	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.

III. Задание для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Дайте общую характеристику гравиметрическому методу анализа.

2. Решите следующие задачи:

2.1. Анализируемый образец содержит 4% никеля, который определяют в виде никеля диметилглиоксимата. Рассчитайте массу навески образца, если масса гравиметрической формы 0,3 г.

2.2. Какой должна быть масса навески алюмокалиевых квасцов $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, чтобы масса гравиметрической формы Al_2O_3 (оксид алюминия) была равна 0,1 г.

2.3. Рассчитайте массу навески образца бария хлорида дигидрата для определения в нем бария в виде бария сульфата, если масса гравиметрической формы $BaSO_4$ составляет 0,35 г.

2.4. Анализируемый образец содержит 3% никеля, который определяют гравиметрическим методом в виде никеля диметилглиоксимата. Рассчитайте массу навески образца, если масса гравиметрической формы (никеля диметилглиоксимата) равна 0,2 г.

2.5. Рассчитайте объем в мл 0,1 моль/л серной кислоты, необходимый для анализа кислоты гравиметрическим методом, если оптимальная масса гравиметрической формы бария сульфата равна 0,3 г.

3. Ответить на вопросы тренировочного теста:

1. Укажите, к каким методам анализа относится «гравиметрия»:

- A. Качественным.
- B. Количественным.
- C. Методам разделения и концентрирования веществ.
- D. Инструментальным методам.

2. Абсолютная погрешность – это:

A. Разность между практическим выходом определяемого компонента и его теоретическим значением;

- B. Отношение массы осаждаемой формы к гравиметрической;
- C. Отношение массы гравиметрической формы к осаждаемой;
- D. Разность между массой осаждаемой формы и массой навески.

3. Ожидаемая масса гравиметрической формы определяемого вещества, если осадок кристаллический, составляет:

- A. 0,5г
- B. 0,1г
- C. 0,01г
- D. 0,05г

4. Ожидаемая масса гравиметрической формы определяемого вещества, если осадок аморфный, составляет:

- A. 0,5г
- B. 0,1г
- C. 0,01г
- D. 0,05г

5. Точность гравиметрического анализа составляет:

- A. 0,1%
- B. 0,02%
- C. 1%
- D. 2%

6. Минимальная погрешность измерения массы вещества будет при взвешивании

- A. 0,5г
- B. 0,1г
- C. 0,01г
- D. 0,03г

7. Чувствительность аналитических весов с рейтером составляет

- A. 0,0002г
- B. 0,0001г
- C. 0,01г
- D. 0,00005г

8. Гравиметрический анализ состоит в определении:

- A. массы веществ;
- B. объема раствора;
- C. концентрации раствора;
- D. гравиметрического фактора.

9. Гравиметрический фактор вычисляется по формуле:

- A. $F = A(\text{опред.в.}) / M(\text{грав.ф.})$;
- B. $F = a \cdot A(\text{опред.в.}) / v \cdot M(\text{грав.ф.})$;
- C. $F = M(\text{грав.ф.}) \cdot A(\text{опред.в.})$;
- D. $F = M(\text{грав.ф.}) \cdot A(\text{опред.в.}) / m(\text{грав.ф.})$.

10. На какое число следует умножить молярную массу хромата бария для расчета гравиметрического фактора при определении дихромат-иона в виде осадка BaCrO_4

- A. 2;
- B. 4;
- C. 1;

D. 3

4. Найдите гравиметрические факторы при определении компонентов, приведенных в левом столбце, если гравиметрической формой служили соединения, представленные в правом столбце:

а) B_2O_3	$K[BF_4]$;
б) Ag	Ag_2CrO_4 ;
в) FeO	Fe_2O_3 ;
г) K_2O	$K_2[PtCl_6]$.

5. Оформить лабораторную работу.

Занятие №16

Тема занятия: «Количественные методы анализа. Гравиметрия».

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: научиться применять метод осаждения для определения массы вещества в растворе путем получения в качестве осаждаемой формы кристаллического осадка и прокаливания последнего до постоянной массы.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. В чем заключается сущность метода гомогенного осаждения (метод возникающих реагентов)? Почему в этом методе условия осаждения благоприятны для формирования крупнокристаллического осадка?
2. В каких условиях проводят осаждение аморфных осадков?
3. Почему аморфный осадок сразу же после его осаждения отделяют от маточного раствора?
4. Какие процессы приводят к загрязнению осадка? Что такое «соосаждение»?
5. Какими соображениями руководствуются при выборе жидкости для промывания:
 - а) кристаллических осадков;
 - б) аморфных осадков?
6. Какие фильтры используются в гравиметрическом анализе для отделения осадка от маточного раствора?
7. В каких случаях применяют стеклянные фильтрующие тигли?
8. Назовите требования, предъявляемые к бумажным фильтрам. Как маркируются бумажные фильтры, предназначенные для отделения крупнокристаллических, мелкокристаллических, аморфных осадков?
9. Как получить из осаждаемой формы гравиметрическую?
10. Перечислите требования, предъявляемые к гравиметрической форме. Почему необходимо, чтобы гравиметрическая форма имела точно известный и постоянный химический состав?
11. Какие нежелательные явления возможны при прокаливании осадков:
 - а) бария сульфата;
 - б) железа (III) гидроксида?
12. Каким образом можно определить содержание кристаллизационной воды в кристаллогидрате? Какой метод гравиметрического анализа применяется при этом?

II. Целевые задачи:

<i>Студент должен знать:</i> 1. Принцип гравиметрических методов анализа. Классификация методов. 2. Сущность метода осаждения. 3. Механизм образования осадков. 4. Сущность приведенных в настоящей разработке гравиметрических определений: а) серной кислоты в растворе; б) железа в растворимых солях железа(II) и железа(III); в) кальция(II) в растворе; г) никеля(II) в растворе; д) кристаллизационной воды в кристаллогидрате бария хлорида. 5. Метрологические характеристики гравиметрического анализа: диапазон определяемых содержаний, точность (процентная погрешность) анализа. 6. Правильность и воспроизводимость результата гравиметрического анализа. Систематические и случайные погрешности. Параметры, характеризующие воспроизводимость результата анализа.	<i>Литература:</i> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия М.: Высшая школа, Т. 2. 2000. 5-65с. 3. Васильев В.П. Аналитическая химия. 2 ч. Количественный анализ. М.: Высшая школа, 1989, 3-174с. 4. Васильев В.П. Аналитическая химия. 2 ч. Лабораторный практикум. М.: Дрофа, 2004, 56-64с. 5. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии. М: Мир, 1989г. 137-169с. 6. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<i>Студент должен уметь:</i> 1. Взвешивать на аналитических и теххимических весах. Писать уравнения реакций, лежащих в основе приведенных в настоящей разработке гравиметрических определений. 2. Рассчитывать по уравнению реакции массу или объем раствора известной концентрации одного из исходных веществ, необходимых для получения продукта реакции известной массы. 3. Рассчитывать растворимость трудно-растворимого электролита в условиях его осаждения. 4. Обрабатывать результаты многократных измерений методом математической статистики. 5. Оформить лабораторную работу с реакциями и выводами. Студент должен представить преподавателю лабораторный журнал с оформленной работой и ответами на контрольные вопросы.	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.

III. Задание для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Опишите основные операции гравиметрического анализа по методу осаждения. Укажите основные этапы гравиметрии.

2. Решите следующие задачи:

2.1. Для определения бария в образце, содержащем примерно 37% бария, взяли навеску массой 0,5000 г. Какой объем (в мл) раствора серной кислоты с плотностью $1,020 \text{ г/см}^3$, взятый в 1,5-кратном избытке, потребуется для осаждения иона бария?

2.2. Сколько миллилитров 2,364% раствора соляной кислоты, взятой в 1,2 -кратном избытке, потребуется для осаждения ионов серебра из навески сплава серебра массой 0,3200 г, содержащей примерно 95% серебра?

2.3. Какой объем (в мл) 1,360% раствора соляной кислоты, взятой в 1,2 -кратном избытке, потребуется для осаждения серебра из навески образца серебра массой 0,4000 г, содержащем примерно 15% примесей?

2.4. Сколько миллилитров 3 моль/л раствора аммиака требуется для осаждения железа(III) из 1,250 г. железоммонийных квасцов $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, если осадитель брать в 1,5-кратном избытке?

2.5. Сколько миллилитров 2 моль/л раствора аммиака требуется для осаждения железа(III) из 0,8500 г. железа(III) хлорида гексагидрата, если осадитель брать в 1,5-кратном избытке?

3. Ответить на вопросы тренировочного теста:

1. *Какие требования предъявляются к осадительным органическим реагентам, применяемых в гравиметрии?*
 - A. высокая константа устойчивости комплекса;
 - B. низкая растворимость комплекса осаждаемого металла с реагентом;
 - C. хорошая растворимость реагента в воде;
 - D. устойчивость комплекса при высушивании.
2. *Кристаллические осадки получают из растворов с относительным пересыщением:*
 - A. малым;
 - B. большим;
 - C. любым;
 - D. относительным.
3. *Аморфные осадки получают из растворов с относительным пересыщением:*
 - A. большим;
 - B. малым;
 - C. любым;
 - D. относительным.
4. *Аморфные осадки получают, прибавляя осадитель:*
 - A. быстро при энергичном перемешивании;
 - B. медленно без перемешивания;
 - C. медленно при энергичном перемешивании;
 - D. быстро без перемешивания.
5. *Кристаллические осадки получают, прибавляя осадитель:*
 - A. медленно при энергичном перемешивании;
 - B. медленно без перемешивания;
 - C. быстро при энергичном перемешивании;
 - D. быстро без перемешивания.
6. *Укажите органические осадительные реагенты, применяемые для осаждения ионов при гравиметрических определениях:*
 - A. купферон;
 - B. 8 – оксихинолин;
 - C. антралиловая кислота;
 - D. хлороформ.
7. *Кристаллические осадки получают из растворов:*
 - A. горячих кислых;
 - B. горячих нейтральных;
 - C. горячих щелочных;
 - D. холодных кислых.
8. *Аморфные осадки получают из растворов:*
 - A. горячих кислых;
 - B. горячих нейтральных;
 - C. горячих щелочных;
 - D. холодных кислых.
9. *Осаждаемая форма - это:*
 - A. осадок, образующийся при взаимодействии двух веществ;
 - B. осадитель, используемый для осаждения определяемого вещества;
 - C. осадок, полученный после фильтрования;
 - D. осадок, полученный после высушивания и прокаливания.
10. *Гравиметрическая форма – это:*
 - A. осадок, образующийся при взаимодействии двух веществ;
 - B. осадитель, используемый для осаждения определяемого вещества;
 - C. осадок, полученный после фильтрования;
 - D. осадок, полученный после высушивания и прокаливания.

4. Выразите гравиметрический фактор при определении фосфора по схеме: $P \rightarrow P_2O_5 \rightarrow H_3PO_4$

5. Оформить лабораторную работу.

Занятие №17

Тема занятия: «Количественные методы анализа. Гравиметрия».

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: научиться применять метод осаждения для определения массовой доли компонента в образце путем получения в качестве осаждаемой формы аморфного осадка и прокаливания последнего до постоянной массы.

I. Вопросы для проверки исходного (базового) уровня знаний:

1. В каком диапазоне определяемых содержаний (массовой доли вещества в образце) целесообразно применять гравиметрический метод анализа? Какая точность (процентная погрешность) определения достигается при этом?
2. Перечислите достоинства и недостатки гравиметрического анализа.
3. Какие типы погрешностей возможны при проведении количественного анализа?
4. Что понимают под «правильностью» и «воспроизводимостью» результата анализа? С какими типами погрешностей связаны эти понятия?
5. Назовите источники систематических погрешностей в гравиметрическом анализе. Какая из систематических погрешностей вносит основной вклад в суммарную погрешность анализа?
6. Чему равна погрешность (точность) взвешивания на аналитических весах?
7. От чего зависит процентная (относительная) погрешность взвешивания? Какова должна быть масса вещества, чтобы процентная (относительная) погрешность определения не превышала $\pm 0,1\%$?
8. Чему равна допустимая систематическая погрешность анализа (в граммах), возникающая при осаждении и последующем промывании осадка вследствие его частичной растворимости?
9. Как уменьшить влияние случайных погрешностей на результат анализа?
10. Сколько параллельных определений обычно проводят при выполнении анализа? С чем это связано?
11. С помощью, каких статистических критериев можно определить наличие «промаха» (грубой погрешности) в результатах параллельных определений?
12. Какие параметры служат для характеристики воспроизводимости результата анализа?

II. Целевые задачи:

<i>Студент должен знать:</i> 1. Принцип гравиметрических методов анализа. Классификация методов. 2. Сущность метода осаждения. 3. Механизм образования осадков. 4. Сущность приведенных в настоящей разработке гравиметрических определений: а) серной кислоты в растворе; б) железа в растворимых солях железа(II) и железа(III);	<i>Литература:</i> 1. Лекции по аналитической химии. 2. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия М.: Высшая школа, Т. 2. 2000. 5-65с. 3. Васильев В.П. Аналитическая химия. 2 ч. Количественный анализ. М.: Высшая школа, 1989, 3-174с. 4. Васильев В.П. Аналитическая химия. 2 ч. Лабораторный практикум. М.: Дрофа, 2004, 56-64с.
--	---

в) кальция(II) в растворе; г) никеля(II) в растворе; д) кристаллизационной воды в кристаллогидрате бария хлорида. 5. Метрологические характеристики гравиметрического анализа: диапазон определяемых содержаний, точность (процентная погрешность) анализа. 6. Правильность и воспроизводимость результата гравиметрического анализа. Систематические и случайные погрешности. Параметры, характеризующие воспроизводимость результата анализа.	5. Скуг Д., Уэст Д. Основы аналитической химии. М: Мир, 1989г. 137-169с. 6. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.
<i>Студент должен уметь:</i> 1. Взвешивать на аналитических и теххимических весах. Писать уравнения реакций, лежащих в основе приведенных в настоящей разработке гравиметрических определений. 2. Рассчитывать по уравнению реакции массу или объем раствора известной концентрации одного из исходных веществ, необходимых для получения продукта реакции известной массы. 3. Рассчитывать растворимость трудно-растворимого электролита в условиях его осаждения. 4. Обрабатывать результаты многократных измерений методом математической статистики. 5. Оформить лабораторную работу с реакциями и выводами. Студент должен представить преподавателю лабораторный журнал с оформленной работой и ответами на контрольные вопросы.	1. Учебно-методическая разработка к практическому занятию по данной теме.

III. Задание для самостоятельной работы по изучаемой теме:

1. Подготовиться к модульной контрольной работе по методам разделения и гравиметрии.

1. В чем суть гравиметрического метода анализа?

2. Общая схема гравиметрического анализа.

3. Условия осаждения.

4. Полнота осаждения и влияние различных факторов на полноту осаждения.

5. Сущность методов осаждения?

6. Методы выделения.

7. Методы отгонки.

8. Требования к реакциям в гравиметрическом методе анализа.

9. Виды осадков.

10. Загрязнение осадков.

11. Условия получения кристаллических осадков.

12. Условия получения аморфных осадков.
13. Сущность метода декантации.
14. Фильтрование и промывание осадков.
15. Высушивание и прокаливание осадков.
16. Преимущества и недостатки гравиметрического метода анализа.
17. Гравиметрический фактор или фактор пересчета.
18. Маскирование, типы и виды маскирования.
19. Необходимость разделения и концентрирования веществ.
20. Методы разделения, использующие фазовые переходы веществ.

21. Что такое сорбция? Виды сорбции.

22. Характеристика экстракции как метода разделения веществ.

23. Характеристика хроматографии как метода разделения веществ.

24. Способы осуществления экстракции.

25. Основные количественные характеристики экстракции.

26. Экстракционное равновесие.

27. Сущность хроматографического метода.

28. Классификация хроматографии по механизму разделения веществ.

29. Классификация хроматографии по агрегатному состоянию.

30. Классификация хроматографии по технике выполнения эксперимента.

2. Ответить на вопросы тренировочного теста:

1. *Какие осадки необходимо оставлять на старение:*

- а) аморфные;
- б) кристаллические;
- в) коллоидные.

2. *Окклюзия – это:*

- а) внутреннее загрязнение кристаллов осадка;
- б) поверхностное загрязнение кристаллов осадка;
- в) образование смешанных кристаллов осадка;
- г) совместное осаждение.

3. *Изоморфизм – это:*

- а) внутреннее загрязнение кристаллов осадка;
- б) поверхностное загрязнение кристаллов осадка;
- в) образование смешанных кристаллов осадка;
- г) совместное осаждение.

4. *Адсорбция – это:*

- а) внутреннее загрязнение кристаллов осадка;
- б) поверхностное загрязнение кристаллов осадка;
- в) образование смешанных кристаллов осадка;
- г) совместное осаждение.

5. *Послеосаждение – это:*

- а) внутреннее загрязнение кристаллов осадка;
- б) поверхностное загрязнение кристаллов осадка;
- в) образование смешанных кристаллов осадка;
- г) совместное осаждение.

6. *Относительная погрешность – это:*

- а) отношение абсолютной погрешности к его теоретическому значению;
- б) отношение абсолютной погрешности к его практическому значению;
- в) отношение массы гравиметрической формы к осаждаемой;
- г) разность между массой осаждаемой формы и массой навески.

7. *Метод, в котором определяемый компонент выделяют из анализируемой пробы в виде газообразного вещества и измеряют либо массу отогнанного вещества, либо массу остатка, это:*

- а) метод отгонки;
- б) метод осаждения;
- в) метод выделения;
- г) термогравиметрия.

8. *Метод, в котором определяемый компонент выделяют из анализируемой пробы в свободном виде, это:*

- а) метод отгонки;
- б) метод осаждения;
- в) метод выделения;
- г) термогравиметрия.

9. *Метод, основанный на измерении массы анализируемого вещества при его непрерывном нагревании в заданном температурном интервале, это:*

- а) метод отгонки;
- б) метод осаждения;
- в) метод выделения;

г) термогравиметрия.

10. Декантация – это:

а) способ промывания осадка на фильтре;

б) способ количественного переноса осадка на фильтр, при котором к осадку приливают небольшую порцию промывной жидкости, взмучивают осадок стеклянной палочкой и сливают суспензию на фильтр;

в) сливание большей части раствора с осадка через фильтр;

г) способ промывания осадка, при котором к осадку в стакане приливают небольшую порцию промывной жидкости, перемешивают с осадком в стакане, дают раствору отстояться и сливают жидкость с осадка на фильтр

3. Оформить лабораторную работу.

Занятие №18

Тема занятия: «Количественные методы анализа»

Контрольный тест по практическим навыкам

ЦЕЛЬ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМЫ: научиться применять метод осаждения для определения массовой доли компонента в образце.

1. Подготовиться к контрольному тесту по практическим навыкам за весь семестр.

2. Решить следующие задачи:

2.1. Рассчитайте минимальную массу m исходной навески препарата железа при гравиметрическом определении железа в виде Fe_2O_3 (гравиметрическая форма) при относительной ошибке определения не более $\pm 0,2\%$, если массовая доля железа в препарате составляет около 35%. Осаждаемая форма – объемистый аморфный осадок. Гравиметрический фактор $F = 0,6994$.

2.2. Рассчитайте минимальную массу исходной навески дигидрата хлорида бария $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, необходимую для определения содержания в нем кристаллизационной воды косвенным методом отгонки с относительной ошибкой определения не более $\pm 0,2\%$.

2.3. При проведении пяти параллельных определений железа в образце гравиметрическим методом получены следующие результаты для массовой доли определяемого компонента в %:

10,12;

10,32;

10,25;

10,32;

10,20.

Рассчитайте относительное стандартное отклонение.

2.4. При проведении пяти параллельных определений железа в образце гравиметрическим методом получены следующие результаты массовой доли, %:

10,42;

10,38;

10,35;

10,32;

10,20.

Представьте окончательные результаты в виде доверительного интервала с доверительной вероятностью 0,95.

2.5. Серную кислоту определили гравиметрическим методом и получили следующие результаты, г/л:

12,75;

12,70;

12,80;

12,73.

Рассчитайте стандартное отклонение среднего результата.

3. Ответить на вопросы тренировочного теста:

1. Укажите анионы, которые образуют осадки с раствором бария хлорида, не растворимые в кислотах:

- А. сульфит-ион;
- В. карбонат-ион;
- С. фосфат-ион;

D. сульфат–ион.

2. Укажите анионы, осаждаемые раствором бария хлорида:

A. ацетат–ион;

B. нитрит–ион;

C. хлорид–ион;

D. тиосульфат–ион.

3. Для обнаружения и гравиметрического определения серебра используют одну и ту же реакцию и получают белый осадок соли серебра:

A. хлорид;

B. хромат;

C. иодид;

D. тиоционат.

4. Для обнаружения и гравиметрического определения никеля используют одну и ту же реакцию с реагентом:

A. диметилглиоксимом;

B. аммиаком;

C. дитизоном;

D. карбонатом натрия.

5. При гравиметрическом определении бария при $pH=2$ получают белый осадок:

A. сульфата бария;

B. фосфата бария;

C. хромата бария;

D. карбоната бария.

6. При гравиметрическом определении свинца получают белый осадок соли свинца, нерастворимый при нагревании:

A. сульфат;

B. хромат;

C. иодид;

D. хлорид.

7. Для фильтрования аморфных осадков используют беззольные фильтры с лентой

A. красной;

B. синей;

C. белой;

D. желтой.

8. Для фильтрования кристаллических осадков используют беззольные фильтры с лентой

A. красной;

B. синей;

C. белой;

D. черной.

9. Согласно Фармакопее постоянная масса тигля считается установленной, если разность между двумя последними взвешиваниями составляет

A. 0,0005г;

B. 0,001г;

C. 0,0001;

D. 0,0002.

10. На какое число следует умножить молярную массу фосфора при расчете гравиметрического фактора при определении фосфора в виде осадка $P_2O_5 \cdot 24MoO_3$

A. 2;

B. 4;

C. 24;

D. 3.

4. Оформить и подготовить к проверке лабораторную тетрадь.

Ответы на тестовые задания

Ответы на тестовые задания к занятию №2.

№ вопроса	Вариант ответа	№ вопроса	Вариант ответа
1.	1	6.	2
2.	2	7.	1
3.	2	8.	1
4.	1	9.	1
5.	1	10.	2

Ответы на тестовые задания к занятию №3.

№ вопроса	Вариант ответа	№ вопроса	Вариант ответа
1.	а	6.	1
2.	1-а, 2- б, 3-г, 4-в	7.	4
3.	2	8.	2
4.	4	9.	2
5.	2	10.	2

Ответы на тестовые задания к занятию №4.

№ вопроса	Вариант ответа	№ вопроса	Вариант ответа
1.	С	6.	В
2.	С	7.	А
3.	D	8.	В
4.	E	9.	В
5.	E	10.	D

Ответы на тестовые задания к занятию №5.

№ вопроса	Вариант ответа	№ вопроса	Вариант ответа
1.	В	6.	С
2.	В	7.	D
3.	В	8.	А
4.	E	9.	С
5.	С	10.	D

Ответы на тестовые задания к занятию №6.

№ вопроса	Вариант ответа	№ вопроса	Вариант ответа
1.	С	9.	А
2.	В	10.	D
3.	D	11.	С
4.	E	12.	А
5.	D	13.	D
6.	В	14.	С
7.	В	15.	E
8.	А		

Ответы на тестовые задания к занятию №7.

№ вопроса	Вариант ответа	№ вопроса	Вариант ответа
1.	а-IV, б-V, в-VI, г-IV, д-V	6.	в
2.	б	7.	а
3.	д	8.	б
4.	в	9.	а
5.	б	10.	в

Ответы на тестовые задания к занятию №8.

№ вопроса	Вариант ответа	№ вопроса	Вариант ответа
1.	а-VI, б-V, в-I, г-IV, д-II	6.	а
2.	в	7.	в
3.	г	8.	г
4.	г	9.	б
5.	в	10.	г

Ответы на тестовые задания к занятию №9.

№ вопроса	Вариант ответа	№ вопроса	Вариант ответа
1.	а-I, б-III, в-II, г-V, д-VI	6.	б
2.	а	7.	а
3.	в	8.	а
4.	г	9.	г
5.	г	10.	б

Ответы на тестовые задания к занятию №10.

№ вопроса	Вариант ответа	№ вопроса	Вариант ответа
1.	Е	6.	А
2.	Е	7.	С
3.	В	8.	С
4.	Е	9.	А
5.	С	10.	D

Ответы на тестовые задания к занятию №11.

№ вопроса	Вариант ответа	№ вопроса	Вариант ответа
1.	В, С	6.	D
2.	А, В	7.	все
3.	А, С	8.	все
4.	А, В, D	9.	А, В, С
5.	В, D	10.	В

Ответы на тестовые задания к занятию №12.

№ вопроса	Вариант ответа	№ вопроса	Вариант ответа
1.	1-IV, 2-V, 3-IV, 4-VI, 5-VI, 6-V	6.	В
2.	1-B, 2-D, 3-C, 4-F, 5-E, 6-A	7.	А, В
3.	1-C, 2-B, 3-F, 4-A, 5-B, 6-D	8.	С
4.	1-C, 2-B, 3-A, 4-F, 5-E, 6- D	9.	С
5.	1-D, 2-F, 3-B, 4-C, 5-E, 6-A	10.	С

Ответы на тестовые задания к занятию №13.

№ вопроса	Вариант ответа	№ вопроса	Вариант ответа
1.	С	6.	Д
2.	В	7.	Д
3.	С	8.	С
4.	Д	9.	А
5.	С	10.	С

Ответы на тестовые задания к занятию №14.

№ вопроса	Вариант ответа	№ вопроса	Вариант ответа
1.	С	6.	В
2.	А	7.	А
3.	А	8.	С
4.	В	9.	С
5.	С	10.	В

Ответы на тестовые задания к занятию №15.

№ вопроса	Вариант ответа	№ вопроса	Вариант ответа
1.	В	6.	А
2.	А	7.	А
3.	А	8.	А
4.	В	9.	В
5.	А	10.	А

Ответы на тестовые задания к занятию №16.

№ вопроса	Вариант ответа	№ вопроса	Вариант ответа
1.	А, В	6.	А, С
2.	А	7.	А
3.	А	8.	А
4.	А	9.	А
5.	А	10.	Д

Ответы на тестовые задания к занятию №17.

№ вопроса	Вариант ответа	№ вопроса	Вариант ответа
1.	б	6.	а
2.	а	7.	а
3.	в	8.	в
4.	б	9.	г
5.	г	10.	г

Ответы на тестовые задания к занятию №18.

№ вопроса	Вариант ответа	№ вопроса	Вариант ответа
1.	D	6.	A
2.	D	7.	A
3.	A	8.	B
4.	A	9.	A
5.	A	10.	A