

---

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

СРЕДНЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Практикум для обучающихся 2 курса специальности  
33.02.01 Фармация

Рассмотрено и утверждено  
на заседании ЦК «Социально-правовые дисциплины»  
Протокол № 1 от «31» 08 2023 г.  
Председатель ЦК Батракова Е.В. Батракова



Черкесск  
2023

Авторы:

Шаманова О. А. – преподаватель ФГБОУ ВО «СевКавГА»

## СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	4
Общие правила работы	5
Качественный анализ	6
Аналитическая кислотно-основная. Классификация катионов	7
<i>Практическое занятие № 1.</i> Тема: «Качественные реакции на катионы I-II аналитических групп»	9
<i>Практическое занятие № 2.</i> Тема: «Качественные реакции на катионы III-IV аналитических групп»	11
<i>Практическое занятие № 3.</i> Тема: «Качественные реакции на катионы V-VI аналитических групп»	13
<i>Практическое занятие № 4.</i> Тема: «Систематический анализ смеси катионов I-VI группы»	15
Аналитические реакции анионов	19
<i>Практическое занятие № 5-6.</i> Тема: «Качественные реакции на анионы I-III аналитической группы. Анализ смеси анионов I-III групп. Анализ неизвестного вещества»	20
Количественный анализ	22
Титриметрический (объемный) анализ	22
<i>Практическое занятие № 7-8.</i> Тема: «Титриметрические методы анализа. Работа с мерной посудой, с аналитическими весами. Решение задач по количественному анализу»	23
<i>Практическое занятие № 9-10.</i> Тема: «Кислотно-основное титрование. Метод ацидиметрии. Метод алкалимерии»	24
<i>Практическое занятие № 11-12.</i> Тема: «Методы окислительно-восстановительного титрования»	26
<i>Практическое занятие № 13-14.</i> Тема: «Метод аргентометрии»	29
<i>Практическое занятие № 15-16.</i> Тема: «Метод комплексонометрии»	31
<i>Практическое занятие № 17-18.</i> Тема: «Инструментальные методы анализа. Метод рефрактометрии»	32
<i>Практическое занятие № 19.</i> Тема: «Инструментальные методы анализа. Применение инструментальных методов анализа в анализе лекарственных средств»	33
Литература	35
Приложения	36

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Для проверки и оценки качества лекарственных препаратов широко применяют различные методы качественного анализа. Качественные химические реакции в фармацевтическом анализе используют

- для определения подлинности лекарственного вещества;
- для испытания на чистоту и наличие примесей;
- для идентификации отдельных ингредиентов в лекарственных препаратах, состоящих из нескольких веществ.

Качественный анализ позволяет установить, из каких химических элементов состоит исследуемая проба, какие ионы, функциональные группы или молекулы входят в ее состав. При исследовании неизвестных веществ качественный анализ всегда предшествует количественному анализу.

Аналитическая химия является одной из составляющих фундаментальной химической подготовки будущих провизоров. Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе её изучения, в той или иной мере используются затем практически во всех специальных фармацевтических дисциплинах.

В программе курса «Аналитическая химия» рассматриваются разделы: качественный и количественный анализ, в котором студенты должны освоить методы качественного и количественного анализа, рекомендованные Государственной Фармакопеей, научиться готовить растворы титрантов и проводить их стандартизацию.

Методические рекомендации предназначены для студентов базового уровня дневной формы обучения на практических занятиях по аналитической химии. Она призвана помочь студентам закрепить теоретические основы, обеспечить студентов необходимыми методическими материалами по практическим занятиям. Это позволяет использовать психоэнергосберегающие технологии и организовывать самостоятельную работу студентов на практических занятиях по аналитической химии и при подготовке к ним.

В методических рекомендациях собраны: методические указания для работы на лабораторных занятиях по аналитической химии. Это способствует улучшению качества подготовки студентов к занятиям и работы на них.

Целью пособия является формирование у студентов целостного представления об аналитической химии и ясного понимания взаимосвязи между общехимическими теоретическими концепциями и принципами химического анализа. Изучение основ теории в сочетании с практикумом позволяет получить базовые сведения и навыки, необходимые для практического освоения методик анализа.

## ОБЩИЕ ПРАВИЛА РАБОТЫ

До начала работы необходимо, используя методическое пособие (практикум), учебник и конспект лекций, подготовиться к ней. Работа в практикуме проводится только в халате. В помещении практикума запрещается снимать и развешивать верхнюю одежду.

Звуковые сигналы пейджеров и мобильных телефонов во время занятий должны быть отключены.

Запрещается покидать помещение практикума без разрешения преподавателя. Запрещается без разрешения преподавателя включать и выключать электричество на рабочих столах, газовые и водяные краны, приборы.

Рабочее место необходимо содержать в чистоте, не загромождая его лишними предметами. На рабочем столе должно находиться только то, что нужно для выполнения текущей работы.

Хранить портфели, сумки и другие вещи нужно в специально отведенных местах.

Реактивы, предназначенные для общего пользования, находятся в специально отведенных для них местах (под тягой, на полках рабочих мест или на специальных столах), нельзя перемещать их оттуда. После взятия требуемого количества реактива немедленно возвращайте на место пробки или пипетки от них, чтобы не перепутать пробки от разных реактивов.

Если к бутылки с раствором не прилагается пипетка, используйте чистую пипетку, которую после этого промойте. Твердые реактивы берите из тары шпателем или фарфоровой ложкой. По окончании работы уберите свое рабочее место, выключите приборы, которые Вы использовали, закройте краны с водой и газом. Сдайте свои рабочие места дежурным из числа студентов. Дежурные по окончании работы группы сдают рабочие места лаборантам практикума.

Запрещается проводить опыты, не относящиеся к данной работе, без разрешения преподавателя.

При возникновении нестандартной ситуации немедленно сообщите об этом преподавателю.

## КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ

Издавна человек проверял свойства и пригодность пищи (мяса, овощей, фруктов, и т.п.), используя органолептические свойства - цвет, запах, вкус и др. В наше время широко применяются разнообразные химические, физические и физико-химические методы анализа. До сих пор в Фармакопее приводятся органолептические свойства для большинства лекарственных препаратов. Однако при проверке подлинности и пригодности лекарства преимущество отдается использованию разнообразных химических реакций, применяемых в аналитической химии. Аналитическую химию подразделяют на две части: а) качественный анализ б) количественный анализ.

Для определения качественного химического состава вещества пользуются как химическими, так и физико-химическими методами анализа.

В состав многих лекарственных препаратов входят различные металлы, которые могут присутствовать в них виде различных соединений: солей, оксидов, гидроксидов, комплексных соединений и др. При контроле качества лекарственных препаратов необходимо оценить подлинность содержащихся в них компонентов (чаще всего, катионов металлов), т.е. провести их идентификацию. Для обнаружения компонентов пробы используют соответствующие аналитические реагенты и реакции. Соответствующие аналитические реакции, включённые в качестве обязательных или рекомендуемых в Фармакопею (или отдельные фармакопейные статьи), называются фармакопейными.

Химические методы основаны на использовании химических реакций определяемого элемента с различными реагентами. В качественном анализе используются аналитические реакции. Аналитическая реакция - это реакция, которая сопровождается каким-либо внешним эффектом (образованием или растворением осадка, выделением газа, изменением окраски раствора и т.д.), позволяющим сделать вывод о наличии соответствующих ионов или молекул в анализируемом веществе. Аналитические реакции делятся на специфические и групповые.

**Специфическая реакция** – это аналитическая реакция, внешний эффект которой характерен только для данного иона или соединения. С помощью специфической реакции ион может быть обнаружен в присутствии других ионов.

**Групповая реакция** – это реакция, внешний эффект которой характерен для группы ионов. С помощью групповых реакций смеси ионов разделяют на аналитические группы.

Большинство аналитических реакций выполняется в водных растворах. Так как подавляющее большинство неорганических соединений в растворах диссоциировано, то при анализе практически определяются не элементы вообще, а ионы. Поэтому качественный анализ делится на анализ (открытие, обнаружение) катионов и анализ анионов.

**Дробный и систематический методы анализа**

Качественный анализ может быть выполнен дробным или систематическим методом.

*Дробный метод* анализа заключается в том, что ионы открывают в любой последовательности при помощи специфических реакций в отдельных пробах раствора в присутствии других ионов. Однако не всегда дробный метод можно использовать на практике, так как не для всех ионов имеются специфические реакции. Поэтому при анализе смеси ионов в основном пользуются систематическим методом анализа.

*Систематический метод* качественного анализа заключается в том, что смесь ионов с помощью групповых реагентов предварительно разделяют в определенной последовательности на аналитические группы. Отдельные ионы внутри каждой группы обнаруживаются с помощью их аналитических реакций после разделения или в условиях, устраняющих (маскирующих) влияние других ионов.

## АНАЛИТИЧЕСКАЯ КИСЛОТНО-ОСНОВНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ КАТИОНОВ

В основе кислотно-основной классификации катионов, предложенной С.Д. Бесковым и О.А. Слизковой, лежит их различное отношение к соляной и серной кислотам, к растворам щелочей и аммиака. Катионы делятся на шесть аналитических групп (см. табл. 1).

*Таблица 1*

### Аналитическая кислотно-основная классификация катионов

Номер группы,	Изучаемые катионы	Групповой реагент	Продукты реакции с групповым реагентом и аналитический эффект
I	$\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{NH}_4^+$	Нет	-
II	$\text{Ag}^+$ , $\text{Pb}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$	Раствор HCl	$\text{AgCl}\downarrow$ 1, $\text{PbCl}_2\downarrow$ , $\text{Hg}_2\text{Cl}_2\downarrow$ осадки белого цвета
III	$\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$	Раствор $\text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{CaSO}_4\downarrow$ , $\text{BaSO}_4\downarrow$ осадки белого цвета
IV	$\text{Al}^{3+}$ , $\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ , $\text{Sn}^{2+}$ ,	Недостаток раствора NaOH (KOH)	$\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$ , $\text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow$ осадки белого цвета
V	$\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Mn}^{2+}$	Раствор NaOH и KOH	$\text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow$ осадок зеленый, $\text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow$ осадок бурый, $\text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow$ осадок белый, $\text{Mn}(\text{OH})_2\downarrow$ осадок белый
VI	$\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Hg}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$	Раствор $\text{NH}_4\text{OH}$	$(\text{CuOH})_2\text{SO}_4\downarrow$ осадок голубой, $[\text{Hg}(\text{NH}_2)]\text{Cl}\downarrow$ осадок белый

**Первая аналитическая группа** катионов (растворимая группа) включает ионы  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{NH}_4^+$ . Эта группа не имеет группового реагента, так как большинство соединений катионов этой группы хорошо растворимо в воде.

**Вторая аналитическая группа** катионов (хлоридная группа) включает катионы  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ . Групповым реагентом является соляная кислота, которая осаждает эти катионы в виде малорастворимых хлоридов.

**Третья аналитическая группа** катионов (сульфатная группа) включает катионы  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ . Их групповым реагентом является серная кислота, которая осаждает эти катионы в виде малорастворимых в воде сульфатов.

**Четвертая аналитическая группа** катионов (амфолитная группа) объединяет катионы  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Sn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ . Групповым реагентом служит раствор щелочи, при действии избытка которого образуются растворимые комплексные соединения (гидроксокомплексы).

**Пятая аналитическая группа** катионов (гидроксидная группа) включает ионы  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Sb}^{3+}$ . В качестве группового реагента используется 25%-ный раствор аммиака, который осаждает эти катионы в виде гидроксидов, нерастворимых в избытке реагента.

**Шестая аналитическая группа** катионов (аммиакатная группа) объединяет ионы  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ . Групповым реагентом является 25%-ный раствор аммиака, при избытке которого образуются растворимые в воде комплексные соединения (аммиакаты).

Анализ смеси катионов I-VI аналитических групп, основанный на кислотно-основной классификации, начинают обычно с обнаружения иона аммония дробным методом.

Систематический анализ начинают с осаждения и отделения хлоридов катионов II аналитической группы. Затем переводят в осадок и отделяют сульфаты катионов III аналитической группы. При обработке раствора, полученного после осаждения катионов II и III аналитических групп, избытком раствора гидроксида натрия в осадок переводят основные по своей природе гидроксиды катионов V и VI групп, а в растворе остаются катионы IV аналитической группы в виде соответствующих гидроксокомплексов.

При обработке концентрированным раствором аммиака осадка, содержащего катионы V и VI аналитических групп, катионы VI аналитической группы образуют растворимые комплексные соединения - аммиакаты, тогда как катионы V аналитической группы остаются в осадке в виде соответствующих гидроксидов.

После разделения катионов на группы с помощью групповых реагентов проводят обнаружение ионов внутри каждой группы.



**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1**  
**ТЕМА: “КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА КАТИОНЫ I-II**  
**АНАЛИТИЧЕСКИХ ГРУПП”.**

**Качественные реакции на катионы I аналитической группы**

**1. Реакции на катион натрия**

1) *С пикриновой кислотой.* На предметное стекло поместить 1 каплю раствора хлорида натрия и 1 каплю раствора пикриновой кислоты. Образовавшиеся кристаллы рассмотреть под микроскопом.

2) *Сухим путем.* Несколько кристаллов хлорида натрия взять платиновой или нихромовой петлей (или грифелем), предварительно петлю смочить хлороводородной кислотой и прокалить в пламени спиртовки, повторяя это 2-3 раза, и внести сначала в основание пламени, а затем перевести в часть пламени с наивысшей температурой.

**2. Реакции на катион калия**

1) *Сухим путем.* Несколько кристаллов хлорида калия взять платиновой или нихромовой петлей (или грифелем), предварительно петлю смочить хлороводородной кислотой и прокалить в пламени спиртовки, повторяя это 2-3 раза, и внести сначала в основание пламени, а затем перевести в часть пламени с наивысшей температурой.

2) *С винной кислотой.* В пробирку поместить 3 капли хлорида калия и 3 капли раствора винной кислоты, добавить 3 капли раствора ацетата натрия и немного (3-5 капель) спирта. Через некоторое время выпадает осадок. Проверить растворимость осадка в хлороводородной кислоте и гидроксиде натрия.

**3. Реакции на катион аммония**

1) *С гидроксидом натрия.* Реакцию проводят в «газовой камере». Взять два часовых чистых стекла. На одно (нижнее) поместить 1 каплю раствора хлорида аммония и 1 каплю раствора гидроксида натрия. На другое стекло (верхнее) на внутреннюю поверхность поместить красную лакмусовую бумажку, смоченную водой очищенной. Соединить стекла и нагреть теплом ладони.

2) *С реактивом Несслера.* К 1 капле раствора хлорида аммония добавить 3 капли реактива Несслера

**Качественные реакции на катионы II аналитической группы**

**1. Реакции на катион серебра**

1) *С хлороводородной кислотой:* В пробирку поместить 3 капли раствора нитрата серебра, добавить к нему 5 капель разведённой хлороводородной кислоты. Отлить часть осадка в другую пробирку и

добавить 5 капель концентрированного раствора аммиака. Часть полученного раствора отлить в чистую пробирку и прибавить 6 капель конц. азотной кислоты - выпадает осадок.

2) *С йодидом калия*: К 2 каплям раствора нитрата серебра добавить 2 капли раствора йодида калия.

3) *С хроматом калия*: В пробирку к 2 каплям раствора нитрата серебра добавить 2 капли раствора хромата калия.

4) *С тиосульфатом натрия*: В пробирку к 3 каплям раствора нитрата серебра добавить 1-2 капли раствора тиосульфата натрия. Выпадает осадок, изменяющийся при стоянии.

5) *С гидроксидом натрия*: В пробирку к 2 каплям раствора нитрата серебра добавить 2 капли раствора гидроксида натрия.

6) *С амидопирином*: На фильтровальную бумажку, пропитанную раствором амидопиринна стеклянной палочкой аккуратно нанести 1 каплю раствора нитрата серебра.

## **2. Реакции на катион свинца**

1) *С хлороводородной кислотой*: В пробирку поместить 3 капли раствора ацетата свинца и добавить 3 капли разведённой хлороводородной кислоты. Часть осадка отлить в другую пробирку, добавить 2 мл горячей воды очищенной.

2) *С гидроксидом натрия*: В пробирку поместить 5 капель раствора ацетата свинца и добавить сначала 1 каплю раствора гидроксида натрия. Образовавшийся осадок разделить на 3 части. К одной части добавить раствор гидроксида натрия. Ко 2-ой части добавить разв. азотную кислоту и наблюдать.

3) *С йодидом калия*: В пробирку поместить 2 капли раствора ацетата свинца и добавить 2 капли раствора калия йодида.

4) *Реакция «золотого дождя»*: В пробирку поместить 4 капли раствора ацетата свинца и 2 капли раствора йодида калия. К образовавшемуся желтому осадку прибавляют 5 мл воды и 3 мл разв. уксусной кислоты. Нагревают до растворения осадка. Полученный раствор охлаждают и наблюдают повторное выпадение осадка в виде искрящихся кристаллов.

5) *С хроматом калия*: В пробирку поместить 2 капли раствора ацетата свинца и добавить 2 капли раствора хромата калия.

6) *С серной кислотой*: В пробирку поместить 2 капли раствора ацетата свинца и 2 кап. раствора разв. серной кислоты.

7) *С дитизоном*: В пробирку поместить 2 капли раствора ацетата свинца и прилить 1 мл хлороформного раствора дитизона. Закрывать пробирку колпачком или ватным тампоном. Раствор встряхнуть.

## **Форма и содержание отчета:**

1. Результаты анализа внесите в таблицу:

Исследуемый ион	Реагент	Наблюдаемый эффект	Уравнения реакций

2. Ответить на вопросы:

1. Почему  $\text{NH}_4^+$  рассматривают с группой s-элементов?
2. Какое применение находят в медицине соли  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ?
3. Как можно обнаружить при совместном присутствии  $\text{K}^+$  и  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$  и  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{NH}_4^+$ ?
4. Какие специфические реакции используют для обнаружения катионов  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$ ?
5. Какой метод лежит в основе систематического анализа смеси катионов второй аналитической группы?

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

### ТЕМА: « КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА КАТИОНЫ III-IV АНАЛИТИЧЕСКИХ ГРУПП »

#### Качественные реакции на катионы III аналитической группы

##### 1. Реакции на катионы кальция

1) *С разв. серной кислотой.* К 3-м каплям раствора хлорида кальция прибавить 2 капли разв. серной кислоты и 3 капли этилового спирта.

2) *С оксалатом аммония.* К 3-м каплям раствора хлорида кальция прибавить 3 капли раствора оксалата аммония. Образовавшийся осадок разделить на 2 части. Проверить растворимость осадка в разв. азотной кислоте.

3) *С гексацианоферратом II калия.* К 3-м каплям раствора хлорида кальция прибавить 3 капли раствора хлорида аммония, 3 капли раствора гидроксида аммония и 3 капли раствора гексацианоферрата II калия.

4) *Реакция сухим путем.* Несколько кристаллов соли кальция взять платиновой или нихромовой петлей (или грифелем), предварительно петлю смочить хлороводородной кислотой и прокалить в пламени спиртовки, повторяя это 2-3 раза, и внести сначала в основание пламени, а затем перевести в часть пламени с наивысшей температурой.

5) *Микрокристаллоскопическая реакция с серной кислотой.* На предметное стекло наносят стеклянной палочкой 1 каплю раствора хлорида кальция. Рядом наносят 1 каплю разв. серной кислоты. Соединяют стеклянной палочкой обе капли и слегка подсушивают (но не досуха!) до появления каемки по краям капли. Образующиеся кристаллы смотрят под микроскопом.

## **2. Реакции на катионы бария**

1) *С разв. серной кислотой.* К 2-м каплям раствора хлорида бария прибавить 2 капли разв. серной кислоты.

2) *С хроматом калия.* К 2-м каплям раствора хлорида бария прибавить 2 капли раствора хромата калия.

3) *С оксалатом аммония.* К 3-м каплям раствора хлорида бария прибавить 3 капли раствора оксалата аммония. Образовавшийся осадок разделить на 3 части. Проверить растворимость осадка в разв. азотной кислоте и разв. хлороводородной кислоте.

4) *С карбонатом натрия.* К 3-м каплям раствора хлорида бария прибавить 3 капли раствора карбоната натрия. Образовавшийся осадок разделить на 3 части. Проверить растворимость осадка в разв. азотной кислоте и разв. уксусной кислоте.

5) *Реакция сухим путем.* Несколько кристаллов хлорида бария взять платиновой или нихромовой петлей (или грифелем), предварительно петлю смочить хлороводородной кислотой и прокалить в пламени спиртовки, повторяя это 2-3 раза, и внести сначала в основание пламени, а затем перевести в часть пламени с наивысшей температурой.

## **Качественные реакции на катионы IV аналитической группы**

### **1. Реакции на катионы алюминия (III)**

1) *С гидроксидом натрия.* К 3-м каплям раствора соли алюминия (III) прибавить по каплям раствор гидроксида натрия. Образовавшийся осадок разделить на 2 части. Проверить растворимость осадка в избытке реактива.

2) *С гидроксидом аммония.* К 2-м каплям раствора соли алюминия (III) прибавить по каплям раствор гидроксида аммония. Образовавшийся осадок разделить на 2 части. Проверить растворимость осадка в избытке реактива.

3) *С ализарином.* На фильтровальную бумагу стеклянной палочкой аккуратно нанести 1 каплю раствора соли алюминия (III), подержать в парах аммиака 1 минуту. На полученное пятно нанести 1 каплю раствора ализарина и вновь подержать в парах аммиака.

4) *С нитратом кобальта.* На фильтровальную бумагу, пропитанную раствором нитрата кобальта (кобальтовую бумажку) нанести каплю раствора соли алюминия (III), высушить и сжечь в тигле.

### **2. Реакции на катионы цинка**

1) *С гидроксидом натрия.* К 2-м каплям раствора сульфата цинка прибавить по каплям раствор гидроксида натрия. Образовавшийся осадок разделить на 2 части. Проверить растворимость осадка в избытке реактива.

2) *С гидроксидом аммония.* К 2-м каплям раствора сульфата цинка прибавить по каплям раствор гидроксида аммония. Образовавшийся осадок разделить на 2 части. Проверить растворимость осадка в избытке реактива.

3) С гексацианоферратом II калия. К 2-м каплям раствора сульфата цинка прибавить 1 каплю раствора гексацианоферрата II калия.

4) С нитратом кобальта. На фильтровальную бумагу, пропитанную раствором нитрата кобальта (кобальтовую бумажку) нанести каплю раствора сульфата цинка, высушить и сжечь в тигле.

### Форма и содержание отчета:

1. Результаты анализа внесите в таблицу:

Исследуемый ион	Реагент	Наблюдаемый эффект	Уравнения реакций

2. Ответить на вопросы:

1. Какое применение находят в медицине соли  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ?
2. Как можно обнаружить при совместном присутствии  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ?
3. Какое применение находят в медицине соединения катионов IV аналитической группы?

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3 ТЕМА: «КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА КАТИОНЫ V-VI АНАЛИТИЧЕСКИХ ГРУПП»

### Качественные реакции на катионы V аналитической группы

#### 1. Реакции на ионы железа (II)

В пробирке предварительно готовят раствор сульфата железа (II)

1) С гидроксидом натрия. К 2-м каплям раствора сульфата железа (II) прибавить по каплям раствор гидроксида натрия.

2) С гексацианоферратом III калия. К 2-м каплям раствора сульфата железа (II) прибавить 2 капли раствора гексацианоферрата III калия.

3) С перманганатом калия в сернокислой среде. К 2-м каплям раствора сульфата железа (II) прибавить 2 капли разв. серной кислоты и по каплям - раствор перманганата калия.

#### 2. Реакции на ионы железа (III)

1) С гидроксидом натрия. К 2-м каплям раствора хлорида железа (III) прибавить по каплям раствор гидроксида натрия.

2) С гексацианоферратом II калия. К 2-м каплям раствора хлорида железа (III) прибавить 2 капли раствора гексацианоферрата II калия.

3) С роданидом аммония. К 2-м каплям раствора хлорида железа (III) прибавить 2 капли раствора роданида аммония.

4) С йодидом калия. К 2-м каплям раствора хлорида железа (III) прибавить 2 капли раствора йодида калия.

### **3. Реакции на ионы марганца (II)**

1) С гидроксидом натрия. К 2-м каплям раствора соли марганца (II) прибавить по каплям раствор гидроксида натрия.

2) С висмутатом натрия в азотнокислой среде. К 2-м каплям раствора соли марганца (II) прибавить в пробирке 6 капель 6N разв. азотной кислоты и 1-2 крупинки висмутата натрия.

### **4. Реакции на ионы магния**

1) С гидроксидом натрия. К 2-м каплям раствора сульфата магния прибавить по каплям раствор гидроксида натрия. Образовавшийся осадок разделить на 2 части. Проверить растворимость осадка в растворе хлорида аммония.

2) С гидрофосфатом натрия. К 2-м каплям раствора сульфата магния прибавить 2 капли раствора гидроксида аммония, 2 капли раствора хлорида аммония и 2 капли раствора гидрофосфата натрия.

3) микрорекристаллоскопическая реакция с гидрофосфатом натрия. Реакцию выполняют на предметном стекле. Форму кристаллов смотрят под микроскопом.

4) Реакция Петрашеница. К 2-м каплям раствора йода добавить по каплям раствор гидроксида натрия до обесцвечивания и перемешать. К полученному раствору добавить 1-2 капли раствора сульфата магния.

## **Качественные реакции на катионы VI аналитической группы**

### **1. Реакции на ионы меди (II)**

1) С гидроксидом аммония. К 3-м каплям раствора сульфата меди (II) по каплям прибавляют раствор гидроксида аммония. Образовавшийся осадок делят на 2 части. Проверяют растворение осадка в избытке реактива.

2) С гексацианоферратом II калия. К 2-м каплям раствора сульфата меди (II) прибавляют 2 капли раствора гексацианоферрата II калия.

3) С гидроксидом натрия. К 3-м каплям раствора сульфата меди (II) прибавляют 3 капли раствора гидроксида натрия. Образовавшийся осадок делят на 2 части. Часть осадка нагревают.

4) С йодидом калия. К 2-м каплям раствора сульфата меди (II) прибавляют 2 капли раствора йодида калия.

### **Форма и содержание отчета:**

1. Результаты анализа внесите в таблицу:

Исследуемый ион	Реагент	Наблюдаемый эффект	Уравнения реакций

2. Ответить на вопросы:

1. Какое применение находят в медицине соединения  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Bi}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ?
2. Как отделить а)  $\text{Mg}^{2+}$  от  $\text{Mn}^{2+}$ , б)  $\text{Fe}^{3+}$  от  $\text{Bi}^{3+}$ ?
3. Как обнаружить а)  $\text{Mg}^{2+}$  в присутствии  $\text{Fe}^{3+}$ , б)  $\text{Mn}^{2+}$  в присутствии  $\text{Fe}^{2+}$ ?
4. Какое применение находят в медицине соединения  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ?
5. Какие реакции характерны для  $\text{Co}^{2+}$  и  $\text{Ni}^{2+}$ ?
6. При помощи какой реакции можно обнаружить катион  $\text{Hg}^{2+}$  в присутствии катионов всех аналитических групп? Составьте соответствующие уравнения химических реакций.

#### ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

#### ТЕМА: «СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СМЕСИ КАТИОНОВ I-VI ГРУППЫ»

#### АНАЛИЗ СМЕСИ КАТИОНОВ I - III ГРУПП

##### Предварительные испытания

1. С помощью универсального индикатора определите pH раствора.
2. Проведите реакцию открытия иона  $\text{NH}_4^+$ .

##### 1. Осаждение хлоридов катионов II аналитической группы групповым реагентом HCl (2M)

**1.1.** Поместите в центрифужную пробирку 2-3 мл исследуемого раствора и прибавьте к нему 8-10 капель 2 M раствора HCl. Перемешайте смесь стеклянной палочкой и затем отделите осадок от раствора центрифугированием.

Проверьте полноту осаждения. Для этого к раствору над осадком (центрифугату) прибавьте еще 2-3 капли раствора HCl. Если при этом не происходит помутнение раствора, то осаждение полное.

##### Осадок 1

$\text{PbCl}_2$ ,  $\text{AgCl}$ ,  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$

##### Центрифугат 1

$\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$

**1.2.** Центрифугат 1 слейте с осадка в отдельную пробирку и напишите номер (стеклографом или восковым карандашом). Оставьте этот раствор для дальнейшего анализа.

**1.3.** Работайте с осадком 1.

Осадок промойте дистиллированной водой, содержащей 2-3 капли HCl. Отделите осадок от раствора центрифугированием, осторожно слейте раствор с осадка в раковину. К промытому осадку добавьте 2-3 мл дистиллированной воды, перемешайте стеклянной палочкой и нагрейте на водяной бане.

PbCl<sub>2</sub> (если он есть) должен раствориться в горячей воде. В осадке останутся (если они есть) AgCl и Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (осадок 2).

**1.4.** Отделите осадок 2 от раствора центрифугированием. Центрифугат 2 слейте в отдельную пробирку и проведите реакцию открытия Pb<sup>2+</sup> (реакцией с KI).

#### **Осадок 2**

AgCl, Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>

#### **Центрифугат 2**

Pb<sup>2+</sup>

**1.5.** К оставшемуся в центрифужной пробирке осадку 2 прибавьте 2-3 мл концентрированного раствора NH<sub>3</sub>, перемешайте смесь стеклянной палочкой.

AgCl (если он есть) растворится в растворе аммиака с образованием бесцветного раствора аммиаката серебра [Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]Cl (см. л.р. 2). Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (если он есть) превращается в смесь [HgNH<sub>2</sub>]Cl и Hg - черного цвета (см. л.р. 2). Отделите осадок 3 от раствора центрифугированием.

#### **Осадок 3**

[HgNH<sub>2</sub>]Cl + Hg

#### **Центрифугат 3**

[Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]<sup>+</sup> + Cl<sup>-</sup>

**1.6.** К центрифугату 3 добавьте 1-2 капли фенолфталеина и затем по каплям раствор HNO<sub>3</sub> (конц.) до исчезновения малиновой окраски. Комплексный аммиакат серебра [Ag(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]Cl (если он есть) разрушается с образованием белого осадка AgCl.

**Примечание.** Если при проведении реакций Вы не наблюдаете ожидаемый эффект, следовательно, в Вашей задаче отсутствуют соответствующие катионы.

## **2. Определение катионов III аналитической группы**

**2.1.** Поместите в пробирку 2-3 капли центрифугата 1 и прибавьте к нему 2-3 капли раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1 M) и 5-7 капель этанола. Образование осадка или помутнение раствора свидетельствует о присутствии катионов III группы.

**2.2.** Поместите в центрифужную пробирку 1-2 мл центрифугата 1, добавьте к нему 3-4 капли раствора CH<sub>3</sub>COONa и 4-5 капель раствора K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>. Если в растворе присутствуют ионы Ba<sup>2+</sup>, выпадает желтый осадок BaCrO<sub>4</sub>.

Проверьте полноту осаждения. Отделите осадок от раствора центрифугированием.

#### **Осадок 4**

BaCrO<sub>4</sub>

#### **Центрифугат 4**

NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>

**2.3.** Центрифугат 4 окрашен в оранжевый цвет из-за присутствия ионов Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>. К этому центрифугату прибавьте 5-7 капель раствора оксалата



аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Если в растворе присутствуют ионы  $\text{Ca}^{2+}$ , выпадает белый осадок, цвет которого хорошо виден после центрифугирования. Осадок 5 промойте дистиллированной водой и проверьте его растворимость в соляной и уксусной кислотах, а центрифугат 5 вылейте в раковину.

**Осадок 5**

$\text{CaC}_2\text{O}_4$

**Центрифугат 5**

$\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$

**3. Определение катионов I аналитической группы**

**3.1.** Если в предварительных испытаниях Вами был обнаружен ион аммония  $\text{NH}_4^+$ , то не следует искать ионы калия и натрия, так как он мешает открытию этих ионов.

Если ион аммония не был обнаружен, то для определения ионов калия и натрия проводят следующие операции.

**3.2.** Для открытия ионов  $\text{K}^+$  из исходного раствора с помощью раствора карбоната натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  осаждают катионы II и III аналитических групп, а в растворе остаются ионы  $\text{K}^+$ .

В центрифужную пробирку поместите 1-2 мл исходного раствора и прибавьте 1-2 мл раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Отделите осадок от раствора центрифугированием.

**Осадок 6**

Карбонаты I и III групп

**Центрифугат 6**

$\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$

**3.3.** К центрифугату 6 прибавьте 1-2 капли фенолфталеина, несколько капель раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , до исчезновения малиновой окраски и немного свежеприготовленного раствора  $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  (см. л.р. 1). Образование желтого осадка  $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$  свидетельствует о присутствии в растворе ионов калия.

**3.4.** Для открытия ионов  $\text{Na}^+$  из исходного раствора с помощью раствора карбоната калия  $\text{K}_2\text{CO}_3$  осаждают катионы II и III аналитических групп, а в растворе остаются ионы  $\text{Na}^+$ .

В центрифужную пробирку поместите 1-2 мл исходного раствора и прибавьте 1-2 мл раствора  $\text{K}_2\text{CO}_3$ . Отделите осадок от раствора центрифугированием.

**Осадок 7**

Карбонаты II и III групп

**Центрифугат 7**

$\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$

**3.5.** К 2-3 каплям центрифугата 7 прибавьте 3-4 капли раствора  $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$  и охладите под струей холодной воды при потирании стеклянной палочкой (см. л.р.1). Образование белого мелкокристаллического осадка  $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$  свидетельствует о присутствии ионов натрия.

**АНАЛИЗ СМЕСИ КАТИОНОВ IV – VI ГРУПП**

**Предварительные испытания.**

1. Обратите внимание на окраску раствора. Отсутствие окраски дает возможность предположить, что в растворе нет катионов  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ .

Ионы:  $\text{Cr}^{3+}$  окрашивают раствор в фиолетовый цвет

$\text{Fe}^{2+}$  - « - в светло-зеленый цвет

$\text{Fe}^{3+}$  - « - в желтый цвет

$\text{Mn}^{2+}$  - « - в светло-розовый цвет

$\text{Cu}^{2+}$  - « - в голубой цвет

$\text{Co}^{2+}$  - « - в розовый цвет

$\text{Ni}^{2+}$  - « - в зеленый цвет.

**Примечание:** в разбавленных растворах окраска ионов  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Mn}^{2+}$  не наблюдается.

На основании цвета раствора сделайте предположение о возможном присутствии ионов.

2. С помощью универсального индикатора определите pH раствора.

3. Дробным методом проведите открытие ионов, обнаружению которых не мешают другие ионы:

$\text{Fe}^{2+}$  - реакция с гексацианоферратом (III) калия;

$\text{Fe}^{3+}$  - реакция с гексацианоферратом (II) калия и родонидом аммония;

$\text{Mn}^{2+}$  - реакция с висмутатом натрия в присутствии азотной кислоты.

4. Осаждение катионов V и VI аналитических групп

Поместите в центрифужную пробирку 2 – 3 мл исследуемого раствора и прилейте к нему избыток раствора  $\text{NaOH}$  (2N). Смесь перемешайте стеклянной палочкой. Осадок 1 отделите от раствора центрифугированием. Центрифугат 1 слейте в отдельную пробирку и напишите на ней номер.

**Осадок 1.**

$\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$

$\text{Mn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$

$\text{Co}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ni}(\text{OH})_2$

**Центрифугат 1.**

$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ ,

$[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$ ,

$[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$ .

5. Открытие ионов  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$

Поместите в пробирку 2 – 3 мл центрифугата 1 и прибавьте к нему для нейтрализации 1 – 2 мл раствора  $\text{HCl}$  (2N).

Из полученного раствора в отдельных пробах дробным методом откройте ионы:

$\text{Zn}^{2+}$  - реакция с дитизионом;

$\text{Al}^{3+}$ , - реакция с ализарином;

$\text{Cr}^{3+}$  - реакция с пероксидом водорода в избытке щелочи.

6. Растворение осадка 1 и открытие ионов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$

К осадку 1 прилейте 2 – 3 мл раствора  $\text{HNO}_3$  (2н.) и нагрейте на водяной бане до полного растворения осадка. В растворе находятся ионы  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ .

Из полученного раствора в отдельных пробах дробным методом откройте ионы:

- $\text{Cu}^{2+}$  - реакция с избытком раствора аммиака;  
 $\text{Co}^{2+}$  - реакция с роданидом аммония или калия;  
 $\text{Ni}^{2+}$  - реакция с реактивом Чугаева.

### Форма и содержание отчета:

Сделать заключение о том, какие ионы содержатся в контрольном растворе.

Результаты анализа в виде уравнений реакций запишите в рабочей тетради.

## АНАЛИТИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ АНИОНОВ

Общепринятой классификации анионов не существует. Чаще всего используется классификация анионов по растворимости солей бария и серебра.

Таблица 2

### Аналитическая кислотно-основная классификация анионов

Номер группы	Исследуемые анионы	Групповой реагент	Продукты реакции с групповым реагентом
I	$\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , $\text{CrO}_4^{2-}$ , $\text{BO}_3^{3-}$ , $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , $\text{PO}_4^{3-}$	раствор $\text{BaCl}_2$	Все осадки белого цвета, кроме хроматов (желтого цвета)
II	$\text{Cl}^-$ $\text{Br}^-$ $\text{I}^-$	раствор $\text{AgNO}_3$	$\text{AgCl} \downarrow$ осадок белый творожистый) $\text{AgBr}$ (осадок желтоватый) $\text{AgI}$ (осадок желтый)
III	$\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , $\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-$ , $\text{C}_6\text{H}_4\text{OHCOO}^-$	нет	---

**Первая аналитическая группа анионов** объединяет ионы  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{SiO}_3^{2-}$ , которые образуют малорастворимые соли бария. Групповым реагентом является раствор хлорида бария  $\text{BaCl}_2$ .

**Вторая аналитическая группа анионов** включает ионы  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ , которые образуют малорастворимые соли серебра. Групповым реагентом является раствор нитрата серебра  $\text{AgNO}_3$ .

**Третья аналитическая группа анионов** объединяет ионы  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ ,  $\text{MoO}_4^{2-}$ ,  $\text{WO}_4^{2-}$ ,  $\text{VO}_3$  большинство солей которых хорошо растворимы в воде. Группового реагента нет.

Анализ анионов имеет свои особенности. Анионы обычно открывают дробным методом в отдельных порциях исследуемого раствора. При выполнении характерных реакций на анионы следует обратить особое внимание на свойства и растворимость получаемых осадков солей бария и серебра (т.к. внешний вид осадков многих анионов практически одинаков).

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5-6**  
**ТЕМА: «КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ НА АНИОНЫ I-III**  
**АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГРУППЫ.**  
**АНАЛИЗ СМЕСИ АНИОНОВ I-III ГРУПП.**  
**АНАЛИЗ НЕИЗВЕСТНОГО ВЕЩЕСТВА»**

**Качественные реакции на анионы I аналитической группы**

**1. Реакции на сульфат ион**

1) *С хлоридом бария.* В пробирку поместить 2-3 капли раствора сульфата натрия и 3 капли раствора хлорида бария. Проверить растворимость осадка в хлороводородной кислоте и гидроксиде натрия.

2) *С ацетатом свинца.* В пробирку поместить 2-3 капли раствора сульфата натрия и добавить 3 капли раствора ацетата свинца.

**2. Реакции на сульфит ион**

В пробирке предварительно готовят раствор сульфита натрия

1) *С хлоридом бария.* В пробирку поместить 2-3 капли сульфита натрия и 3 капли раствора хлорида бария. Проверить растворимость осадка в хлороводородной кислоте.

2) *С раствором йода.* В пробирку поместить 2-3 капли раствора сульфита натрия и добавить 1-2 капли раствора йода.

3) *С раствором фуксина.* В пробирку поместить 2-3 капли раствора сульфита натрия и добавить 1 каплю раствора фуксина.

**3. Реакции на тиосульфат-ион**

1) *С хлоридом бария.* В пробирку поместить 2-3 капли тиосульфата натрия и 3 капли раствора хлорида бария. Проверить растворимость осадка в хлороводородной кислоте

2) *С раствором хлороводородной кислоты.* В пробирку поместить 2-3 капли раствора тиосульфата натрия и 3 капли раствора хлороводородной кислоты.

3) *С раствором нитрата серебра.* В пробирку поместить 2-3 капли раствора тиосульфата натрия и добавить по каплям раствор нитрата серебра.

4) *С раствором йода.* В пробирку поместить 2-3 капли раствора натрия тиосульфата и добавить 1-2 капли раствора йода.

**4. Реакции на карбонат-ион**

1) *С хлоридом бария.* В пробирку поместить 2-3 капли раствора карбоната натрия и 3 капли раствора хлорида бария. Проверить растворимость осадка в хлороводородной кислоте

2) *С раствором хлороводородной кислоты.* В пробирку поместить 2-3 капли раствора натрия карбоната и добавить 2 капли раствора хлороводородной кислоты.

### **5. Реакции на фосфат-ионы**

1) *С хлоридом бария.* В пробирку поместить 2-3 капли гидрофосфата натрия и 3 капли раствора хлорида бария. Проверить растворимость осадка в хлороводородной кислоте

2) *С магниальной смесью.* В пробирку поместить 2-3 капли раствора гидрофосфата натрия и добавить по 2 капли раствора хлорида аммония, гидроксида аммония и раствора магния сульфата.

3) *С молибденовой жидкостью (раствор молибдата аммония в азотной кислоте).* В пробирку поместить 1 мл раствора гидрофосфата натрия и 1 мл молибденовой жидкости. Раствор нагреть.

4) *С раствором нитрата серебра.* В пробирку поместить 2-3 капли раствора натрия гидрофосфата и добавить 2 капли раствора нитрата серебра.

### **6. Реакции на борат-ионы и тетраборат-ионы**

1) *С хлоридом бария.* В пробирку поместить несколько кристаллов борной кислоты и растворить в 1 мл раствора аммиака. Добавить к полученному раствору 3 капли раствора хлорида бария.

2) *Горение борно-этилового эфира.* В фарфоровую чашку поместить немного кристаллической борной кислоты, добавить 2 мл этилового спирта, растворить и поджечь. Раствор горит пламенем с зеленой каймой

3) *С куркумовой бумажкой.* На куркумовую бумажку нанести 1 каплю раствора борной кислоты и 1 каплю разведенной хлороводородной кислоты. Бумажку высушить. Добавить 1 каплю раствора аммиака

### **7. Реакции на оксалат-ионы**

1) *С хлоридом бария.* В пробирку поместить 2-3 капли оксалата аммония и 3 капли раствора хлорида бария. Проверить растворимость осадка в хлороводородной кислоте

2) *С хлоридом кальция.* В пробирку поместить 2-3 капли оксалата аммония и 3 капли раствора хлорида кальция. Проверить растворимость осадка в хлороводородной кислоте

### **8. Реакции на хромат-ионы**

1) *С хлоридом бария.* В пробирку поместить 2-3 капли хромата калия и 3 капли раствора хлорида бария. Проверить растворимость осадка в хлороводородной кислоте.

2) *С раствором нитрата серебра.* В пробирку поместить 2-3 капли раствора хромата калия и добавить 2 капли раствора нитрата серебра.

### **Форма и содержание отчета:**

1. Результаты анализа внесите в таблицу:

Исследуемый ион	Реагент	Наблюдаемый эффект	Уравнения реакций

2. Ответить на вопросы:

1. Какие анионы проявляют свойства окислителей? Составьте соответствующие уравнения реакций.
2. Какие анионы образуют с катионом серебра осадки, нерастворимые в кислоте?
3. Что происходит при действии HCl на осадки солей бария с анионами первой группы?
4. Какими реакциями можно обнаружить  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  при их совместном присутствии?

## КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ

Количественный анализ изучает методы определения количества составных частей (элементов, ионов, молекул, радикалов, функциональных групп и т.д.) в анализируемом образце (веществе, сложном материале, минерале, горной породе).

Методы количественного анализа делятся на химические, физико-химические и физические. Отнесение метода к той или иной группе зависит от того, в какой мере количественное определение основано на использовании химических реакций, физико-химических или физических процессов.

Соответственно трем агрегатным состояниям материи - твердому, жидкому и газообразному - количественные измерения проводят путем определения массы (взвешивание) и путем определения объемов жидких и газообразных веществ.

К химическим методам относятся гравиметрический (весовой), титриметрический (объемный) и газовый анализ.

Физические и физико-химические методы включают оптические, электрохимические, масс-спектральный, хроматографический, радиометрический и др.

## ТИТРИМЕТРИЧЕСКИЙ (ОБЪЕМНЫЙ) АНАЛИЗ

Титриметрическим анализом называют метод количественного химического анализа, который основан на точном измерении объема

реагента известной концентрации, необходимого для реакции с данным количеством определяемого вещества.

Метод заключается в том, что к раствору определяемого вещества А постепенно прибавляют раствор реагента В известной концентрации. Добавление реагента В продолжается до того момента, пока его количество не станет эквивалентным количеству реагирующего с ним определяемого вещества А.

Количественные определения с помощью этого метода выполняются очень быстро. Момент окончания реакции, когда взаимодействующие вещества полностью прореагируют между собой, называется **точкой эквивалентности**. В этот момент количества прореагировавших веществ эквивалентны.

**Титрование** - это процесс постепенного приливания одного раствора к другому для определения концентрации одного из этих растворов.

**Титрант (титрованный или рабочий раствор)** - это раствор с точно известной концентрацией.

Концентрацию рабочих растворов определяют по **стандартному веществу**, которое должно удовлетворять следующим требованиям: быть устойчивым при хранении, как в твердом состоянии, так и в растворе, строго соответствовать определенной формуле, хорошо очищаться.

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7-8**

### **ТЕМА: «ТИТРИМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА. РАБОТА С МЕРНОЙ ПОСУДОЙ, С АНАЛИТИЧЕСКИМИ ВЕСАМИ. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО КОЛИЧЕСТВЕННОМУ АНАЛИЗУ»**

**ЗАДАЧА № 1.** Определить массовую долю химически чистой хлороводородной кислоты в фарм.препарате, если для приготовления 100 мл разведения взяли 10 мл хлороводородной кислоты с  $\rho = 1,038$  г/мл, а на титрование 5 мл полученного раствора было затрачено 11,7 мл раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л и поправочным коэффициентом равным 1,011.  $M_{\text{м HCl}} = 36,46$  г/моль.

**ЗАДАЧА № 2.** Определить массовую долю химически чистой уксусной кислоты в фарм.препарате, если для приготовления 100 мл разведения взяли 10 мл раствора уксусной кислоты с  $\rho = 1,007$  г/мл, а на титрование 10 мл полученного раствора было затрачено 10 мл раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л и поправочным коэффициентом равным 1,0028.  $M_{\text{м уксусной кислоты}} = 60,01$  г/моль.

**ЗАДАЧА № 3.** Определить массовую долю бензоата натрия в фарм.препарате, если на титрование навески массой 0,1495 г было затрачено 10,4 мл раствора хлороводородной кислоты с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л и поправочным коэффициентом равным 0,9982.  $M_{\text{м бензоата натрия}} = 144,11$  г/моль.

ЗАДАЧА № 4. Определить массовую долю натрия тетрабората в фарм.препарате, если для приготовления 200 мл раствора была взята навеска массой 3,7100 г, а на титрование 10 мл полученного раствора было затрачено 9,4 мл раствора хлороводородной кислоты с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л и поправочным коэффициентом равным 1,025. М м натрия тетрабората равна 381,4 г/моль.

ЗАДАЧА № 5. Определить массовую долю щавелевой кислоты в фарм.препарате, если из навески массой 0,9892 г приготовили 200 мл разведения, а на титрование 10 мл полученного раствора ушло 7,9 мл раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л поправочным коэффициентом равным 0,9841. М м щавелевой кислоты равна 126,07 г/моль.

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9-10**  
**ТЕМА: «КИСЛОТНО-ОСНОВНОЕ ТИТРОВАНИЕ. МЕТОД**  
**АЦИДИМЕТРИИ. МЕТОД АЛКАЛИМЕРИИ»**

**РАБОТА № 1: Приготовление стандартного раствора – натрия тетрабората**

**ЗАДАНИЕ:** а) Рассчитать массу навески натрия тетрабората, необходимую для приготовления 200 мл раствора с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/л. М м натрия тетрабората равна 381,4г/моль.

На ручных весах отвесить рассчитанную навеску натрия тетрабората с точностью до 0,01 г и поместить ее на чистое часовое стекло.

б) Определить титр, молярную концентрацию эквивалента и поправочный коэффициент приготовленного раствора натрия тетрабората, если масса навески оказалась равна .....г

Масса стекла с веществом	
Масса пустого стекла	
Масса навески	

**ТЕХНИКА ПРИГОТОВЛЕНИЯ:** Приготовить чистую мерную колбу на 200 мл, сполоснуть ее водой очищенной. Подойти с ней к аналитическим весам. Провести взвешивание навески натрия тетрабората на аналитических весах. Взять навеску, количественно перенести через воронку в мерную колбу и добавить примерно 100 мл горячей воды очищенной. Когда навеска растворится, охладить колбу под струей холодной воды. Довести объем водой очищенной до метки. Последние капли добавить глазной пипеткой. Колбу закрыть пробкой и перемешать раствор 15-20 раз.



## РАБОТА № 2: Стандартизация рабочего раствора кислоты хлороводородной

**ЗАДАНИЕ:** Определить титр, молярную концентрацию эквивалента и поправочный коэффициент  $\sim 0,1$  моль/л раствора кислоты хлороводородной, если на титрование 10 мл приготовленного раствора натрия тетрабората ушло в среднем .....мл раствора кислоты хлороводородной с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л. Поправочный коэффициент  $\sim 0,1$  моль/л раствора натрия тетрабората равен .....(из работы № 1).  $M_{\text{HCl}} = 36,46$  г/моль.

**ПОРЯДОК ТИТРОВАНИЯ:** От раствора натрия тетрабората в колбе для титрования к раствору кислоты хлороводородной в бюретке.

**МЕТОДИКА:** В колбу для титрования переносят 10 мл раствора натрия тетрабората пипеткой, предварительно промытой водой очищенной и приготовленным раствором буры. Прибавляют 1-2 капли индикатора – раствора метилового оранжевого (раствор окрашивается в желтый цвет) и титруют из бюретки раствором хлороводородной кислоты с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л до появления бледно-розового окрашивания. Титрование проводят 2-3 раза, до получения сходящегося результата.

№ п/п	Объем раствора натрия тетрабората	Объем раствора кислоты хлороводородной
1.	10 мл	
2.	10 мл	

$$V \sim 0,1 \text{ моль/л HCl ср.} =$$

## РАБОТА № 3: Стандартизация рабочего раствора гидроксида натрия

**ЗАДАНИЕ:** Определить титр, молярную концентрацию эквивалента и поправочный коэффициент  $\sim 0,1$  моль/л раствора гидроксида натрия, если на титрование 10 мл раствора гидроксида натрия ушло в среднем .....мл раствора кислоты хлороводородной с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л. Поправочный коэффициент  $\sim 0,1$  моль/л раствора кислоты хлороводородной равен ..... (из работы № 2).  $M_{\text{NaOH}} = 40,0$  г/моль.

**ПОРЯДОК ТИТРОВАНИЯ:** От раствора гидроксида натрия в колбе для титрования к раствору кислоты хлороводородной в бюретке.

**МЕТОДИКА:** В колбу для титрования переносят 10 мл раствора гидроксида натрия пипеткой, предварительно промытой водой очищенной и исследуемым раствором щелочи. Прибавляют 1-2 капли индикатора – раствора метилового оранжевого (раствор окрашивается в желтый цвет) и титруют из бюретки раствором хлороводородной кислоты с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л до появления бледно-розового окрашивания. Титрование проводят 2-3 раза, до получения сходящегося результата

№ п/п	Объем раствора гидроксида натрия	Объем раствора кислоты хлороводородной
1.	10 мл	
2.	10 мл	

$V \sim 0,1$  моль/л HCl ср.=

**РАБОТА № 4: *Определение массовой доли хлороводородной кислоты в фарм.препарате.***

**ЗАДАНИЕ:** Определить массовую долю хлороводородной кислоты в фарм.препарате, если для приготовления 1 л разведения было взято 10 мл исследуемого раствора кислоты, а на титрование 10 мл приготовленного разведения ушло в среднем ....мл раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л и поправочным коэффициентом равным.....(из работы № 3).  $M_m \text{ HCl} = 36,46$  г/моль,  $\rho \text{ HCl} = 1,038$  г/мл.

**ПОРЯДОК ТИТРОВАНИЯ:** От раствора хлороводородной кислоты в колбе для титрования к раствору гидроксида натрия в бюретке.

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ:** В колбу для титрования пипеткой переносят 10 мл приготовленного разведения кислоты хлороводородной (10:1000). Добавляют 1-2 капли индикатора – раствора метилового оранжевого (раствор окрашивается в розовый цвет) и титруют раствором гидроксида натрия с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л до появления оранжево-желтого окрашивания. Титрование проводят 2-3 раза, до получения сходящегося результата

№ п/п	Объем раствора кислоты хлороводородной	Объем раствора гидроксида натрия
1.	10 мл	
2.	10 мл	

$V \sim 0,1$  моль/л NaOH ср.=

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 11-12**

**ТЕМА: «МЕТОДЫ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ТИТРОВАНИЯ»**

**РАБОТА № 1: *Стандартизация рабочего раствора перманганата калия***

**ЗАДАНИЕ:** Определить титр, молярную концентрацию эквивалента и поправочный коэффициент  $\sim 0,1$  моль/л раствора перманганата калия, если на титрование 10 мл раствора щавелевой кислоты с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л и поправочным коэффициентом равным ..... ушло

в среднем ... мл раствора перманганата калия с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л. М м перманганата калия равна 158,04 г/моль.

**ПОРЯДОК ТИТРОВАНИЯ:** От раствора кислоты щавелевой в колбе для титрования к раствору перманганата калия в бюретке.

**МЕТОДИКА:** В колбу для титрования переносят 10 мл раствора кислоты щавелевой молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л пипеткой, предварительно промытой водой очищенной и раствором щавелевой кислоты. Прибавляют мерным цилиндром 10 мл разведенной серной кислоты. Смесь нагревают на плитке до 70-80 °С и горячий раствор титруют из бюретки раствором перманганата калия с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л до появления бледно-розового окрашивания, исчезающего в течение 2 минут. Титрование проводят 2-3 раза, до получения сходящегося результата.

№ п/п	Объем раствора кислоты щавелевой	Объем раствора перманганата калия
1.	10 мл	

**РАБОТА № 2: *Определение концентрации пероксида водорода в фарм.препарате***

**ЗАДАНИЕ:** Определить массовую долю химически чистого пероксида водорода в фарм.препарате, если для приготовления 200 разведения было взято 10 мл исследуемого раствора пероксида водорода, а на титрование 10 мл приготовленного разведения ушло в среднем .....мл раствора перманганата калия с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л и поправочным коэффициентом равным.....(из работы № 1). М м пероксида водорода равна 34,01 г/моль.

**ПОРЯДОК ТИТРОВАНИЯ:** От раствора пероксида водорода в колбе для титрования к раствору перманганата калия в бюретке.

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ:** В колбу для титрования пипеткой переносят 10 мл приго-товленного разведения пероксида водорода (10:200). Добавляют мерным цилиндром 10 мл разведенной серной кислоты и титруют раствором перманганата калия с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л до бледно-розового окрашивания. Титрование проводят 2-3 раза, до получения сходящегося результата

№ п/п	Объем раствора пероксида водорода	Объем раствора перманганата калия
1.	10 мл	

**РАБОТА № 3: *Определение концентрации йода в спиртовом растворе йода***

**ЗАДАНИЕ:** Определить массовую долю йода в спиртовом растворе, если на титрование 2 мл раствора йода ушло ..... мл раствора тиосульфата натрия с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л и поправочным коэффициентом равным ..... М.м.  $I_2 = 253,8$  г/моль.  $\rho I_2 = 1,235$  г/мл

**ПОРЯДОК ТИТРОВАНИЯ:** От раствора йода в колбе для титрования к раствору тиосульфата натрия в бюретке

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ:** В колбу для титрования (банку) с притертой пробкой пипеткой переносят 2 мл спиртового раствора йода и титруют из бюретки раствором тиосульфата натрия с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л до светло-желтого окрашивания, затем добавляют 10 капель индикатора – раствора крахмала (раствор синее) и продолжают титровать до обесцвечивания.

№ п/п	Объем спиртового раствора йода	Объем раствора тиосульфата натрия
1.	2 мл	

**РАБОТА № 4: *Определение содержания натрия тиосульфата в фарм. препарате***

**ЗАДАНИЕ:** Определить массовую долю тиосульфата натрия в фарм. препарате, если для приготовления 100 мл разведения была взята навеска массой \_\_\_\_\_ г, а на титрование 10 мл полученного раствора ушло \_\_\_ мл раствора йода с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л и поправочным коэффициентом равным 1,0 . Мм  $(Na_2S_2O_3 \cdot 5 H_2O) = 248,18$  г/моль.

**ПОРЯДОК ТИТРОВАНИЯ:** От раствора тиосульфата натрия в колбе для титрования к раствору йода в бюретке

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ:** В колбу для титрования пипеткой переносят 10 мл приготовленного раствора тиосульфата натрия, прибавляют 5 капель индикатора – раствора крахмала и титруют раствором йода с молярной концентрацией эквивалента  $\sim 0,1$  моль/л до появления устойчивого синего окрашивания, не исчезающего в течение 30 секунд.

№ п/п	Объем раствора тиосульфата натрия	Объем раствора йода
1.	10 мл	

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 13-14**  
**ТЕМА: «МЕТОД АРГЕНТОМЕТРИИ»**

**РАБОТА № 1 *Определение концентрации изотонического раствора хлорида натрия***

**ЗАДАНИЕ:** Определить массовую долю хлорида натрия в изотоническом растворе, если на титрование 1 мл раствора ушло .... мл раствора нитрата серебра с молярной концентрацией эквивалента 0,02 моль/л и поправочным коэффициентом равным 1,00.

М.м. (NaCl)= 58,44 г/моль.

**Прямое титрование по Мору**

**ПОРЯДОК ТИТРОВАНИЯ:** От раствора хлорида натрия в колбе для титрования к раствору нитрата серебра в бюретке

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ:** Пипеткой отмеривают 1 мл изотонического раствора хлорида натрия и переносят в колбу для титрования, добавляют мерным цилиндром 10 мл воды очищенной, добавляют 10 капель индикатора хромата калия и медленно титруют раствором нитрата серебра с молярной концентрацией эквивалента ~ 0,02 моль/л, непрерывно помешивая, до оранжево-желтого окрашивания осадка.

№ п/п	Объем раствора хлорида натрия	Объем раствора нитрата серебра
1.	1 мл	

**РАБОТА № 2 *Определение массовой доли йодида калия в концентрате для бюреточной системы: Раствора калия йодида 20%***

**ЗАДАНИЕ:** Определить процентное содержание йодида калия в исследуемом концентрате, если для приготовления 100 мл разведения взяли 5 мл концентрата, а на титрование 5 мл полученного раствора ушло ..... мл раствора нитрата серебра с молярной концентрацией эквивалента 0,02 моль/л и поправочным коэффициентом равным 1,00.

М KI = 166. 01 г/моль

ρ KI 20% = 1,1478 г/ мл

**Прямое титрование по Фаянсу**

**ПОРЯДОК ТИТРОВАНИЯ:** От раствора йодида калия в колбе для титрования к раствору нитрата серебра в бюретке

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ:**

1) Приготовление разведения: В мерную колбу на 100 мл пипеткой помещают 5 мл концентрата калия йодида и доводят объем водой очищенной до метки

2) Анализ: 5 мл приготовленного разведения пипеткой помещают в колбу для титрования, добавляют мерным цилиндром 20 мл воды

очищенной, 2-3 капли разведенной уксусной кислоты, 6-7 капель индикатора – раствора эозината натрия и титруют раствором нитрата серебра с молярной концентрацией эквивалента 0,02 моль/л до перехода желтой окраски осадка в ярко-розовую.

№ п/п	Объем раствора йодида калия	Объем раствора нитрата серебра
1.	5 мл	

**РАБОТА № 3 *Определение содержания бромида калия в фарм. препарате***

**ЗАДАНИЕ:** Определить процентное содержание химически чистого бромида калия в фарм. препарате, если для приготовления 1 л разведения была взята навеска бромида калия массой 3,5 г. К 10 мл полученного разведения добавили 20 мл раствора нитрата серебра с молярной концентрацией эквивалента 0,02 моль/л и поправочным коэффициентом равным 1,00, а на титрование остатка раствора нитрата серебра ушло ..... мл раствора роданида аммония с молярной концентрацией эквивалента 0,02 моль/л и поправочным коэффициентом равным 1,00.

$M_{\text{м KBr}} = 119,01 \text{ г/моль.}$

**Метод Фольгарда. Обратное титрование по остатку**

**ПОРЯДОК ТИТРОВАНИЯ:** От остатка нитрата серебра в колбе для титрования к раствору роданида аммония в бюретке

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ:** В колбу для титрования пипеткой переносят 10 мл раствора калия бромида (3,5 : 1000 ), прибавляют мерным цилиндром 5 мл 15% раствора азотной кислоты, 20 мл раствора нитрата серебра с молярной концентрацией эквивалента 0,02 моль/л ( из бюретки ) и 2 мл индикатора – раствора железо-аммониевых квасцов. Смесь осторожно перемешивают для коагуляции осадка бромида серебра. ( Проходит первая реакция ). После этого остаток нитрата серебра титруют раствором роданида аммония с молярной концентрацией эквивалента 0,02 моль/л до появления розового окрашивания раствора над осадком. ( Проходит вторая реакция ).

№ п/п	Объем раствора бромида	Объем раствора нитрата серебра
1.	10 мл	

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 15-16  
ТЕМА: «МЕТОД КОМПЛЕКСОМЕТРИИ»**

**РАБОТА № 1: Определение массовой доли хлорида кальция в концентрате для бюреточной системы: Раствор хлорида кальция 50%**

**ЗАДАНИЕ:** Определить массовую долю хлорида кальция в растворе, если для приготовления 100 мл разведения взяли 1 мл исследуемого раствора, а на титрование 10 мл полученного раствора ушло \_\_\_\_ мл раствора трилона Б с молярной концентрацией 0,05 моль/л и поправочным коэффициентом равным 1,00.

$\rho \text{CaCl}_2 = 1,226 \text{ г/мл}$ ,  $M \text{ м} (\text{CaCl}_2 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}) = 219,8 \text{ г/моль}$ .

**ПОРЯДОК ТИТРОВАНИЯ:** От раствора хлорида кальция в колбе для титрования к раствору трилона Б в бюретке.

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ:** 10 мл приготовленного разведения хлорида кальция (1:100) помещают в колбу для титрования (банку) с притертой пробкой, прибавляют 5 мл аммиачного буферного раствора, 5 капель индикатора – раствора хромового темно-синего и титруют при энергичном встряхивании раствором трилона Б с молярной концентрацией ~ 0,05 М до синего окрашивания.

№ п/п	Объем раствора кальция хлорида	Объем раствора трилона Б
1.	10 мл	

**РАБОТА № 2: Определение массовой доли цинка сульфата в концентрированном растворе для изготовления глазных капель: Раствор цинка сульфата 2%**

**ЗАДАНИЕ:** Определить массовую долю сульфата цинка в концентрированном растворе для изготовления глазных капель, если на титрование 5 мл раствора сульфата цинка ушло \_\_\_\_ мл раствора трилона Б с молярной концентрацией 0,05 моль/л и поправочным коэффициентом равным 1,00.  $M \text{ м} (\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}) = 287,54 \text{ г/моль}$ .

**ПОРЯДОК ТИТРОВАНИЯ:** От раствора сульфата цинка в колбе для титрования к раствору трилона Б в бюретке.

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ:** 5 мл раствора сульфата цинка помещают в колбу для титрования (банку) с притертой пробкой, прибавляют 5 мл аммиачного буферного раствора, 5 капель индикатора – раствора хромового темно-синего и титруют при энергичном встряхивании раствором трилона Б с молярной концентрацией 0,05 М до синего окрашивания.

№ п/п	Объем раствора сульфата цинка	Объем раствора трилона Б
1.	5 мл	

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 17-18**  
**ТЕМА: «ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА.**  
**МЕТОД РЕФРАКТОМЕТРИИ»**

**РАБОТА № 1: *Определение процентного содержания 50%хлорида кальция в концентрате для бюреточной системы.***

**РАБОТА № 2: *Определение процентного содержания глюкозы в растворе глюкозы 40% для инъекций***

**ЗАДАНИЕ:**

- 1) Определить показатель преломления исследуемого раствора по рефрактометру
- 2) Рассчитать массовую долю в % исследуемого вещества в растворе
- 3) Результаты работы оформить в виде таблицы

**ЭТАПЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ:**

1. Подготовить рефрактометр к работе
2. Определить показатель преломления воды очищенной (т.е. установить прибор на 0 – пункт) – должен быть равен 1,333.
3. Определить показатель преломления исследуемого раствора
4. Определить температуру, при которой проводились измерения
5. Рассчитать массовую долю исследуемого вещества в % в исследуемом растворе

$$\omega\% = \frac{n^{20} - n_0}{F},$$

$$n = n^t - (20^0 - t^0) \cdot 0,0002$$

F – посмотреть в таблице факторов прироста показателей преломления

6. Результаты работы занести в таблицу

№ п/п	Название раствора (на латинском языке)	Показатель преломления исследуемого раствора, температура, при которой проводились измерения, фактор прироста показателя преломления	Расчет массовой доли исследуемого вещества в растворе	Значение массовой доли, %
1.				
2.				



**ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 19**  
**ТЕМА: «ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА.**  
**ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА**  
**В АНАЛИЗЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ»**

**РАБОТА № 1: Идентификация веществ методом ТСХ по коэффициенту подвижности**

**ЗАДАНИЕ:**

- 1) Определить коэффициент подвижности исследуемого вещества по хроматограмме.
- 2) Определить исследуемый ион по  $R_f$ .
- 3) Результаты работы оформить в виде протокола.

**ЭТАПЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ:**

1. Подготовить камеру для хроматографирования.  
Поместить в камеру для хроматографирования систему растворителей: спирт – хлороформ (1:1). Закрывать камеру крышкой и оставить на 30 минут.
2. Подготовить пластинки для хроматографирования.  
Отметить линию старта и линию финиша на расстоянии 1 см от нижнего и верхнего края пластинки.
3. Нанести пробы исследуемого вещества на пластинки.  
На линию старта капилляром нанести пробы исследуемых веществ на расстоянии 1 см друг от друга.
4. Поместить пластинки в камеру для хроматографирования.  
Хроматографирование заканчивают, когда фронт элюента достигнет линии финиша.
5. После достижения элюентом линии финиша вынуть пластинки из камеры и высушить.
6. Детектирование пластинок.  
Обнаружение зон веществ осуществляют реактивом Драгендорфа при помощи распылителя.
7. Расчет коэффициента подвижности.
8. Определение исследуемого иона.

**РАБОТА № 2: Определение концентрации рибофлавина в растворе методом градуировочного графика**

**ЗАДАНИЕ:**

- 1) Приготовить серию стандартных растворов и определить их оптическую плотность.
- 2) Построить градуировочный график.
- 3) Определить оптическую плотность исследуемого раствора.

4) По построенному графику определить концентрацию рибофлавина в исследуемом растворе.

#### ЭТАПЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ:

1. Подготовить прибор к работе: включить в сеть, установить светофильтр, выбрать длину волны, выдержите колориметр 15 минут при открытой крышке кюветного отделения.

2. Приготовить серию стандартных растворов последовательным разведением.

3. Измерить оптическую плотность стандартных растворов.

4. Построить калибровочный график. По оси абсцисс откладываем значения концентраций, а по оси ординат – значения оптической плотности.

5. Измерить оптическую плотность исследуемого раствора.

6. Определить концентрацию исследуемого раствора по калибровочный графику.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее учебно-методическое пособие охватывает основные разделы аналитической химии, предусмотренные действующими учебными программами по данной дисциплине, и представляет собой практическое руководство к выполнению лабораторных работ.

Материал систематизирован и изложен в форме, удобной для изучения и усвоения. Использование пособия в учебном процессе будет способствовать закреплению теоретических знаний студентов о качественном анализе химических веществ, их свойствах, превращениях, а также о явлениях, которыми сопровождаются превращения одних веществ в другие. Выполнение заданий, требует серьезной работы с учебником и стимулирует самостоятельную работу студента.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Александрова, Э. А. Физико-химические методы анализа : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 344 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17722-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/533610>
2. Александрова, Э. А. Химические методы анализа : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 533 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17730-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/533631>

## ПРИЛОЖЕНИЕ

*Таблица 1*

**Стандартные энтальпии образования ( $\Delta H^{\circ}_{298}$ ), энтропии ( $\Delta S^{\circ}_{298}$ ) и энергии Гиббса образования ( $\Delta G^{\circ}_{298}$ ) некоторых веществ при 298 К (25 °С)**

<b>Вещество</b>	<b><math>\Delta H^{\circ}_{298}</math></b> кДж/моль	<b><math>\Delta S^{\circ}_{298}</math></b> Дж/моль·К	<b><math>\Delta G^{\circ}_{298}</math></b> кДж/моль
Al (к)	-	28,32	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (к)	-1676	50,9	-1580
C(графит)	-	5,7	-
CO (г)	-110,5	197,5	-137,1
CO <sub>2</sub> (г)	-393,5	213,7	-394,4
CH <sub>4</sub> (г)	-74,9	186,2	-50,8
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> (г)	226,8	200,8	209,2
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (г)	52,3	219,4	68,1
CH <sub>3</sub> OH(ж)	-238,6	126,8	-166,23
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH(г)	-235,3	278	-167,4
CaCO <sub>3</sub> (к)	-1207,1	92,9	-1128,7
CaO (к)	-635,5	39,7	-604,4
CaC <sub>2</sub> (к)	-62,7	70,3	-67,8
Ca(OH) <sub>2</sub> (к)	-986,2	83,4	-898,5
CuO (к)	-162	42,6	-129,4
Fe (к)	-	27,2	-
FeO (к)	-264,8	58,8	-244,3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (к)	-822,2	89,9	-740,8
H <sub>2</sub> (г)	-	130,6	-
H <sub>2</sub> O (г)	-241,8	188,7	-228,6
H <sub>2</sub> O (ж)	-285,8	70,1	-237,3
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (к)	-1279,9	110,5	-1119,9
NH <sub>3</sub> (г)	- 46,2	192,6	-16,7
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> (к)	-365,7	151,1	-183,9
NO (г)	90,3	210,6	86,7
NO <sub>2</sub> (г)	33,5	240,4	51,84
N <sub>2</sub> O(г)	82,1	220	104,2
O <sub>2</sub> (г)	-	205	-
PCl <sub>3</sub> (г)	-277	311,7	-286,3
PCl <sub>5</sub> (г)	-369,4	324,6	-362,9
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (к)	-1492	114,5	-1348,8
PbO <sub>2</sub> (к)	-276,6	76,4	-219

Таблица 2

## Плотность раствора соляной кислоты при 15°C

Плотность $\rho$ , г/мл	Массовая доля кислоты $\omega$ , %
1,100	20,01
1,105	20,97
1,110	21,92
1,115	22,86
1,120	23,82
1,125	24,78
1,130	25,75
1,135	26,70
1,140	27,66
1,145	28,61
1,150	29,57
1,155	30,55
1,160	31,52
1,165	32,49
1,170	33,46
1,175	34,42
1,180	35,39
1,185	36,31
1,190	37,23
1,195	38,16
1,200	39,11

Таблица 3

## Значения электроотрицательностей важнейших элементов

H 2,1						
Li 0,98	Be 1,5	B 2,0	C 2,5	N 3,07	O 3,5	F 4,0
Na 0,93	Mg 1,2	Al 1,6	Si 1,9	P 2,2	S 2,6	Cl 3,0
K 0,91	Ca 1,04	Ga 1,8	Ge 2,0	As 2,1	Se 2,5	Br 2,8
Rb 0,89	Sr 0,99	In 1,5	Sn 1,7	Sb 1,8	Te 2,1	I 2,6

Таблица 4

**Стандартные электродные потенциалы ( $E^\circ$ ) при 25 °С и  
электродные реакции для некоторых металлов**

Электрод	Электродная реакция	$E^\circ$ , В	Электрод	Электродная реакция	$E^\circ$ , В
Li <sup>+</sup> /Li	Li <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> = Li	-3,045	Cd <sup>2+</sup> /Cd	Cd <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> = Cd	-0,403
Rb <sup>+</sup> /Rb	Rb <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> = Rb	-2,925	Co <sup>2+</sup> /Co	Co <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> = Co	-0,277
K <sup>+</sup> /K	K <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> = K	-2,924	Ni <sup>2+</sup> /Ni	Ni <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> = Ni	-0,250
Cs <sup>+</sup> /Cs	Cs <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> = Cs	-2,923	Sn <sup>2+</sup> /Sn	Sn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> = Sn	-0,136
Ba <sup>2+</sup> /Ba	Ba <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> = Ba	-2,906	Pb <sup>2+</sup> /Pb	Pb <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> = Pb	-0,126
Ca <sup>2+</sup> /Ca	Ca <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> = Ca	-2,866	Fe <sup>3+</sup> /Fe	Fe <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> = Fe	-0,036
Na <sup>+</sup> /Na	Na <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> = Na	-2,714	2H <sup>+</sup> /H <sub>2</sub>	2H <sup>+</sup> + 2e <sup>-</sup> = H <sub>2</sub>	0,000
Mg <sup>2+</sup> /Mg	Mg <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> = Mg	-2,363	Bi <sup>3+</sup> /Bi	Bi <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> = Bi	+0,215
Al <sup>3+</sup> /Al	Al <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> = Al	-1,662	Cu <sup>2+</sup> /Cu	Cu <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> = Cu	+0,337
Ti <sup>2+</sup> /Ti	Ti <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> = Ti	-1,628	Ag <sup>+</sup> /Ag	Ag <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> = Ag	+0,799
Mn <sup>2+</sup> /Mn	Mn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> = Mn	-1,180	Hg <sup>2+</sup> /Hg	Hg <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> = Hg	+0,854
Zn <sup>2+</sup> /Zn	Zn <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> = Zn	-0,763	Pt <sup>2+</sup> /Pt	Pt <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> = Pt	+1,190
Cr <sup>3+</sup> /Cr	Cr <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> = Cr	-0,744	Au <sup>3+</sup> /Au	Au <sup>3+</sup> + 3e <sup>-</sup> = Au	+1,498
Fe <sup>2+</sup> /Fe	Fe <sup>2+</sup> + 2e <sup>-</sup> = Fe	-0,440	Au <sup>+</sup> /Au	Au <sup>+</sup> + e <sup>-</sup> = Au	+1,691

Таблица 5

**Качественные реакции на катионы и анионы**

Катион	Характерные реакции
Ag <sup>+</sup>	$\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} = \text{AgCl}\downarrow + \text{NaNO}_3$ <p>Выпадает осадок белого цвета.</p> $2\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{CrO}_4 = \text{Ag}_2\text{CrO}_4\downarrow + 2\text{NaNO}_3$ <p>Выпадает осадок желтого цвета.</p>
Pb <sup>2+</sup>	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KI} = \text{PbI}_2\downarrow + 2\text{KNO}_3$ <p>Выпадает осадок желтого цвета.</p>
Ba <sup>2+</sup>	$\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{CrO}_4 = \text{BaCrO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$ <p>Выпадает осадок белого цвета нерастворимый в уксусной кислоте.</p>
Ca <sup>2+</sup>	$\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \xrightarrow{t^\circ} \text{CaC}_2\text{O}_4\downarrow + 2\text{HCl}$

	Выпадает осадок белого цвета.
$\text{Al}^{3+}$	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{NaOH}(\text{недостаток}) = 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$ <p>Выпадает осадок белого цвета.</p> $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{NaOH}(\text{избыток}) = \text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$ <p>Осадок растворяется в избытке раствора щелочи.</p> $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6] + \text{NH}_4\text{Cl}(\text{нас.р-р}) = \text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + \text{NH}_3 + \text{NaCl} + \text{NaOH}$ <p>Вновь выпадает осадок белого цвета.</p>
$\text{Zn}^{2+}$	$\text{ZnSO}_4 + 2\text{NaOH}(\text{недостаток}) = \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ <p>Выпадает осадок белого цвета.</p> $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH}(\text{избыток}) = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ <p>Осадок растворяется в избытке раствора щелочи.</p> $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + 4\text{NH}_4\text{Cl}(\text{нас.р-р}) = [\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2 + 2\text{NaCl} + 4\text{H}_2\text{O}$ <p>Не наблюдается выпадение осадка – этой реакцией катион <math>\text{Zn}^{2+}</math> отличается от катиона <math>\text{Al}^{3+}</math>.</p>
$\text{Cr}^{3+}$	$\text{CrCl}_3 + 3\text{NaOH}(\text{недостаток}) = \text{Cr}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{NaCl}$ <p>Выпадает осадок зеленого цвета.</p> $\text{Cr}(\text{OH})_3 + 3\text{NaOH}(\text{избыток}) = \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$ <p>Осадок растворяется в избытке раствора щелочи.</p>
$\text{Fe}^{2+}$	$\text{FeSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ <p>Выпадает осадок белого цвета.</p> $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$ <p>Осадок бурет на воздухе.</p> $\text{FeSO}_4 + \text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] = \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]\downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4$ <p>Выпадает осадок синего цвета.</p>
$\text{Fe}^{3+}$	$\text{FeCl}_3 + \text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] = \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]\downarrow + 3\text{KCl}$ <p>Выпадает осадок синего цвета.</p>

	$\text{FeCl}_3 + 3\text{NH}_4\text{CNS} = \text{Fe}(\text{CNS})_3 + 3\text{NH}_4\text{Cl}$ <p>Роданид железа(III) – темно-красного цвета.</p>
$\text{Cu}^{2+}$	$\text{CuSO}_4 + 4\text{NH}_4\text{OH} = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4] \text{SO}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ <p>Образуется комплексная соль фиолетового цвета.</p>
$\text{NH}_4^+$	$\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \xrightarrow{t^\circ} \text{NH}_3 \uparrow + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ <p>Ощущается неприятный запах.</p>
$\text{CO}_3^{2-}$	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CO}_2 \uparrow + 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
$\text{SiO}_3^{2-}$	$\text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{NH}_4\text{OH} = \text{H}_2\text{SiO}_3 \downarrow + \text{NH}_4\text{Cl}$ <p>Выпадает в осадок гель кремниевой кислоты.</p>
$\text{Cl}^-$	$\text{KCl} + \text{AgNO}_3 = \text{AgCl} \downarrow + \text{KNO}_3$ <p>Выпадает осадок белого цвета.</p> $\text{AgCl} + 2\text{NH}_4\text{OH} = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl} + 2\text{H}_2\text{O}$ <p>Осадок растворяется в избытке раствора аммиака.</p>
$\text{I}^-$	$2\text{KI} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{PbI}_2 \downarrow + 2\text{KNO}_3$ <p>Выпадает осадок желтого цвета.</p>
$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaCl}$ <p>Выпадает осадок белого цвета.</p>
$\text{S}^{2-}$	$\text{Na}_2\text{S} + 2\text{AgNO}_3 = \text{Ag}_2\text{S} \downarrow + 2\text{NaNO}_3$ <p>Выпадает осадок черного цвета.</p>
$\text{CH}_3\text{COO}^-$	$2\text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{SO}_4 = 2\text{CH}_3\text{COOH} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ <p>Ощущается запах уксусной кислоты.</p>



Таблица 6

## Лекарственные препараты на основе неорганических веществ

Ион	Лекарственные средства и наполнители	Лекарственные препараты
<b>Первая аналитическая группа катионов</b>		
$\text{Li}^+$	$\text{LiCO}_3$ , крахмал, $\text{NaCl}$	Психотропные средства
$\text{Na}^+$	$\text{NaCl}$ , $\text{NaHCO}_3$ , $\text{Na}_3\text{PO}_4$	Растворы для плазмозамещающих жидкостей, противокашлевые препараты, антацидные, слабительные средства
$\text{K}^+$	$\text{KCl}$ , вода, цитраты, тартраты, карбонаты	Антиаритмические средства, противокашлевые препараты
$\text{NH}_4^+$	$\text{NH}_4\text{Cl}$ , вода, цитраты, карбонаты	Противокашлевые препараты
<b>Вторая аналитическая группа катионов</b>		
$\text{Ag}^+$	$\text{AgNO}_3$	Антимикробные средства
$\text{Hg}_2^{2+}$	$\text{Hg}(\text{NH}_2)\text{Cl}$ , $\text{HgO}$ , стеараты $\text{Ca}$	Антисептические мази, противовирусные противовоспалительные средства
$\text{Pb}^{2+}$	$\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COOH})_2$ , вода	Противовоспалительные средства местного применения
<b>Третья аналитическая группа катионов</b>		
$\text{Ca}^{2+}$	$\text{CaCl}_2$ , вода	Диуретическое, кровоостанавливающее средство
$\text{Sr}^{2+}$	Ранеловая кислота, $\text{SrCl}_2$	Радиоизотопные ( $^{89}\text{Sr}$ ) и противоревматические препараты
$\text{Ba}^{2+}$	$\text{BaSO}_4$	Рентгеноконтрастное вещество
<b>Четвертая аналитическая группа катионов</b>		
$\text{Zn}^{2+}$	$\text{ZnO}$ , $\text{ZnSO}_4$ , стеараты $\text{Mg}$ и $\text{Ca}$ , вода	Антисептик, микроэлементные добавки
$\text{Al}^{3+}$	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , $\text{AlPO}_4$ , вода, бензоаты, сахара	Антацидные средства
$\text{As}^{3+}$	$\text{As}_2\text{O}_3$ , танин	Местное некротизирующее средство
$\text{Cr}^{3+}$	Пиколинат $\text{Cr}$	Катализатор метаболических процессов
$\text{Sn}^{2+}$ , $\text{Sn}^{4+}$	-	Гомеопатическое средство
<b>Пятая аналитическая группа катионов</b>		
$\text{Mg}^{2+}$	$\text{MgO}$ , $\text{MgSO}_4$ , $\text{MgCO}_3$ , бензоаты	Антацидные, спазмолитические средства
$\text{Sb}^{3+}$	Тартраты $\text{Sb}$ и $\text{K}$	Гомеопатическое средство
$\text{Bi}^{3+}$	$\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{BiK}_3\text{O}_{14}$ , цитрат	Гастропротектор
$\text{Mn}^{2+}$	$\text{Mn}^{2+}$ , цитрат	Микроэлементные добавки
$\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$	Аскорбиновая кислота, $\text{FeSO}_4$ , $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , $\text{MgO}$ , тальк	Стимуляторы гемопоэза, оболочки таблеток, витаминные препараты
<b>Шестая аналитическая группа катионов</b>		
$\text{Cu}^{2+}$	$\text{CuSO}_4$ , тальк, стеарат магния	Антисептик

<b>Cd<sup>2+</sup></b>	CdCl	Гомеопатическое средство
<b>Co<sup>2+</sup></b>	C <sub>12</sub> H <sub>12</sub> Cl <sub>2</sub> Co N <sub>4</sub> O <sub>2</sub> , вода	Стимуляторы гемопоэза
<b>Ni<sup>2+</sup></b>	NiSO <sub>4</sub>	В составе комплексных препаратов, не более 0,1 мг
<b>Анионы</b>		
<b>F<sup>-</sup></b>	NaF	Противокариесные препараты
<b>Cl<sup>-</sup></b>	HCl, Cl	Основная часть солевых растворов, наполнителей
<b>I<sup>-</sup></b>	I <sub>2</sub> , NaI, KI	Антисептические, комплексные и витаминные препараты
<b>Br<sup>-</sup></b>	NaBr, KBr	Седативные средства, комплексные препараты
<b>CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>	NaHCO <sub>3</sub> , карбонаты	Различные препараты
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup></b>	CHONO <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ONO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> , NaNO <sub>2</sub>	Кардиопрепараты и препараты на основе серебра
<b>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	MgSO <sub>4</sub> , ZnSO <sub>4</sub> и другие	Различные препараты
<b>SO<sub>3</sub><sup>2-</sup></b>	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	Стабилизатор лекарственных препаратов
<b>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup></b>	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , вода	Антидот при отравлениях
<b>S<sup>2-</sup></b>	SeS	Антисептические мази
<b>PO<sub>4</sub><sup>3-</sup></b>	AlPO <sub>4</sub> , Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Различные препараты
<b>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup></b>	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> , H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> , вода, NaCl, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Антисептические средства
<b>тарtrat -OOC- CH(OH)- CH(OH)- COO<sup>-</sup></b>	Метапролола тарtrat, магний, калий	Кардиопрепараты и наполнители
<b>цитрат -OOCCH<sub>2</sub>- C(OH)(COO -)-CH<sub>2</sub>COO<sup>-</sup></b>	Цитраты Mg, Ca, Na	Различные препараты
<b>бензоат C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COO<sup>-</sup></b>	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COO Na	Различные препараты
<b>салицилат Орто-НО- C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>-COO<sup>-</sup></b>	Салицилат Mg,	Противовоспалительные препараты
<b>ацетат CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup></b>	CH <sub>3</sub> COOK, вода	Диуретик

**ШАМАНОВА Олеся Абакировна**

## **АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ**

*Учебно-методическое пособие по практическим работам  
для обучающихся 2 курса по специальности  
33.05.01 «Фармация»*

Корректор Темирлиева Р.М.  
Редактор Темирлиева Р.М.

Сдано в набор  
Формат 60x84/16  
Бумага офсетная.  
Печать офсетная.  
Усл. печ. л.  
Заказ №  
Тираж 100 экз.

Оригинал-макет подготовлен в Библиотечно-издательском  
центре СевКавГА  
369000, г. Черкесск, ул. Ставропольская, 36