

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
ОДЕССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И. И. МЕЧНИКОВА
ФАКУЛЬТЕТ ХИМИИ И ФАРМАЦИИ

Щербакова Т. М., Гузенко Е. М.,
Рахлицкая Е. М., Чеботарев А. Н.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Часть 1. Качественный анализ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для иностранных студентов II курса
факультета химии и фармации
специальности 226 «Фармация, промышленная фармация»

ОДЕССА
ОНУ
2021

УДК 543.2:543-4:543.06

Рекомендовано ученым советом
факультета химии и фармации ОНУ имени И. И. Мечникова.
Протокол № 10 от 11.05.2021 г.

Рецензенты:

Р. Е. Хома, доктор химических наук, доцент кафедры аналитической и токсикологической химии Одесского национального университета имени И. И. Мечникова;

Т. А. Киосе, кандидат химических наук, доцент кафедры неорганической химии и химической экологии Одесского национального университета имени И. И. Мечникова.

Щербакова Т. М.

Аналитическая химия. Ч. 1. Качественный анализ : метод. указания для иностранных студентов II курса ф-та химии и фармации специальности 226 «Фармация, промышленная фармация» / Т. М. Щербакова, Е. М. Гузенко, Е. М. Рахлицкая, А. Н. Чеботарёв. – Одесса : Одес. нац. ун-т им. И. И. Мечникова, 2021. – 84 с.

Методические указания составлены в соответствии с программой курса «Аналитическая химия» (раздел «Качественный анализ») и содержат методики обнаружения катионов, анионов и их смесей, уравнения реакций, условия их выполнения и соответствующие аналитические эффекты, а также тестовые задания.

Рекомендованы иностранным студентам естественных факультетов при подготовке к лабораторным занятиям по учебной дисциплине «Аналитическая химия».

УДК 543.2:543-4:543.06

© Щербакова Т. М., Гузенко Е. М., Рахлицкая Е. М., Чеботарёв А. Н., 2021
© Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Лабораторная работа №1. Аналитический эффект (сигнал) реакции. Классификация катионов и анионов	5
<i>Тестовые задания к лабораторной работе № 1</i>	11
2. Лабораторная работа № 2. Реакции обнаружения катионов I-III аналитических групп	13
2.1. Реакции катионов I аналитической группы (K^+ , Na^+ , NH_4^+)	13
2.2. Реакции катионов II аналитической группы (Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+})	17
2.3. Реакции катионов III аналитической группы (Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+})	21
<i>Тестовые задания к лабораторной работе № 2</i>	25
3. Лабораторная работа № 3. Реакции обнаружения катионов IV-VI аналитических групп	27
3.1. Реакции катионов IV аналитической группы (Cr^{3+} , Zn^{2+} , Al^{3+})	27
3.2. Реакции катионов V аналитической группы (Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+})	35
3.3. Реакции катионов VI аналитической группы (Cu^{2+} , Hg^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+})	41
<i>Тестовые задания к лабораторной работе № 3</i>	48
4. Лабораторная работа № 4. Реакции обнаружения анионов I-III аналитических групп и некоторых органических анионов	50
4.1. Реакции анионов I аналитической группы	50
4.2. Реакции анионов II аналитической группы	64
4.3. Реакции анионов III аналитической группы	70
4.4. Аналитические реакции некоторых органических анионов	76
<i>Тестовые задания к лабораторной работе № 4</i>	79
Список рекомендованной литературы	81

ВВЕДЕНИЕ

Аналитической химией называют науку о методах определения качественного и количественного состава веществ или их смесей по интенсивности аналитического сигнала.

Аналитическая химия разрабатывает теоретические основы методов исследования химического состава веществ и их практического использования.

Идентификация компонентов и определение качественного состава вещества или смеси веществ являются предметом качественного анализа. Определение содержания (количества или концентрации) составных частей веществ – задача количественного анализа.

Аналитическая химия является основой для дальнейшего изучения будущими специалистами фармации профильных дисциплин: фармацевтической химии, технологии лекарств, токсикологической химии и др.

В методических указаниях «Аналитическая химия. Часть 1. Качественный анализ» приведены основные материалы из раздела аналитической химии, посвященном качественному химическому анализу катионов, анионов и их смесей. Методики обнаружения включают описание выполнения химических реакций, уравнения реакций и соответствующие аналитические эффекты. Приведены реакции обнаружения катионов I – VI аналитических групп (по кислотно-основной классификации), анионов I – III аналитических групп и некоторых органических анионов.

В конце каждой лабораторной работы приведены тестовые задания, соответствующие лицензионному интегрированному экзамену «Крок-1».

В методических указаниях предоставлен список рекомендуемой литературы.

1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ (СИГНАЛ) РЕАКЦИИ.

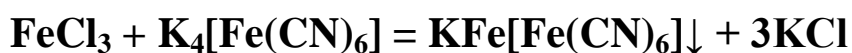
КЛАССИФИКАЦИЯ КАТИОНОВ И АНИОНОВ

При обнаружении какого-либо компонента фиксируют появление аналитического сигнала – образование осадка, изменение окраски, выделение газа и др. Для получения аналитического сигнала в аналитической химии используют химические реакции разных типов (кислотно-основные, окислительно-восстановительные, комплексообразования), разные процессы, например, осаждение, а также разнообразные химические и физические свойства самих веществ или продуктов их реакций.

Аналитический эффект реакции

Образование осадка

1. Реакция хлорида железа(III) FeCl_3 с гексацианоферратом(II) калия $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$



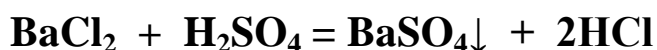
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 1-3 капли раствора Fe^{3+} , не касаясь пипеткой стенок пробирки;
- 2) добавляют 1-2 капли реагента гексацианоферрата(II) калия $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$;
- 3) наблюдают образование осадка синего цвета.

Наблюдения _____

2. Реакция хлорида бария BaCl_2 с сульфатной (серной) кислотой H_2SO_4



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 1-3 капли раствора Ba^{2+} , не касаясь пипеткой стенок пробирки;

- 2) добавляют 1-2 капли реагента сульфатной кислоты H_2SO_4 ;
- 3) наблюдают образование осадка белого цвета.

Наблюдения _____

Выделение газа

1. Реакция хлорида аммония NH_4Cl с гидроксидом натрия NaOH

При взаимодействии растворов аммониевых солей со щелочами при нагревании выделяется газообразный аммиак (NH_3).



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 1-3 капли раствора NH_4Cl , не касаясь пипеткой стенок пробирки;
- 2) добавляют 1-2 капли реагента гидроксида натрия NaOH ;
- 3) выделение аммиака обнаруживают по покраснению фенолфталеиновой или посинению лакмусовой бумажки, увлажненной дистиллированной водой.

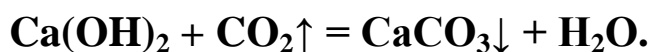
Наблюдения _____

2. Реакция карбоната кальция CaCO_3 с соляной (хлоридной) кислотой HCl .

При действии кислот на карбонаты выделяется углекислый газ (CO_2)



При пропускании CO_2 через раствор известковой воды ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) образуется осадок CaCO_3 .



При дальнейшем пропускании CO_2 осадок CaCO_3 растворяется вследствие образования гидрокарбоната кальция



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 1-3 капли раствора CaCO_3 , не касаясь пипеткой стенок пробирки;

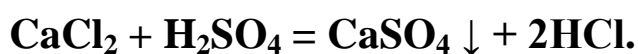
- 2) добавляют 1-2 капли реагента соляной (хлоридной) кислоты HCl;
- 3) пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой, газ, который выделяется пропускают через известковый раствор.

Наблюдения

Микрокристаллоскопические реакции

1. Реакция хлорида кальция CaCl₂ с сульфатной (серной) кислотой H₂SO₄.

Ионы SO₄²⁻ из концентрированных растворов солей кальция осаждают Ca²⁺ в виде игольчатых кристаллов гипса.



Условия выполнения: микрокристаллоскопические реакции выполняют на предметном стекле. Кристаллы рассматривают под микроскопом.

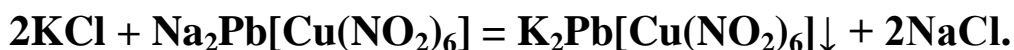
Выполнение реакции:

- 1) на предметное стекло наносят каплю раствора хлорида кальция CaCl₂ и каплю раствора реагента сульфатной (серной) кислоты H₂SO₄;
- 2) результат проверяют через 30 минут; под микроскопом наблюдают образование игольчатых кристаллов гипса.

Наблюдения

2. Реакция хлорида калия KCl с гексацианоферратом(II) натрия-свинца Na₂Pb[Cu(NO₂)₆].

Ионы K⁺ с гексацианоферратом(II) натрия-свинца Na₂Pb[Cu(NO₂)₆] образуют черные кубические кристаллы.



Условия выполнения: микрокристаллоскопические реакции выполняют на предметном стекле. Кристаллы рассматривают под микроскопом.

Выполнение реакции:

- 1) на предметное стекло наносят каплю раствора хлорида калия KCl и каплю раствора реагента гексацианоферрата(II) натрия-свинца Na₂Pb[Cu(NO₂)₆];

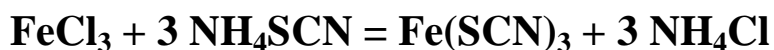
2) результат проверяют через 30 минут; под микроскопом наблюдают образование черных кубических кристаллов гексацианоферрата(II) калия-свинца $K_2Pb[Cu(NO_2)_6]$.

Наблюдения _____

Изменение цвета раствора

1. Реакция хлорида железа(III) $FeCl_3$ с роданидом аммония NH_4SCN или калия $KSCN$

Ионы Fe^{3+} с роданидом аммония (NH_4SCN) или калия ($KSCN$) образуют в кислой среде комплексное соединение - раствор кроваво-красного цвета.



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 1-3 капли раствора Fe^{3+} , не касаясь пипеткой стенок пробирки;
- 2) добавляют 1-2 капли реагента роданида аммония NH_4SCN ;
- 3) наблюдают образование комплексного соединения - раствор приобретает кроваво-красный цвет.

Наблюдения _____

Окрашивание пламени

Выполнение:

Платиновую петлю, закрепленную в специальном держателе, прокалывают в пламени горелки, затем помещают в пробирку с HCl и промывают в дистиллированной воде. На петлю набирают анализируемую соль и вносят в пламя горелки. Наблюдают окрашивание пламени и записывают наблюдения в таблицу 1.

Таблица 1

Окрашивание пламени соединениями некоторых элементов

Катион	Цвет пламени	Наблюдение
Na^+	желтый	
K^+	фиолетовый	
Ca^{2+}	кирпично-красный	
Ba^{2+}	желто-зеленый	
Sr^{2+}	малиновый	
Cu^{2+} (сульфат)	зеленый	
Cu^{2+} (хлорид)	зелено-голубой	
Cu^{2+} (ацетат)	изумрудно-зеленый	
Pb^{2+}	голубой	

В настоящее время наиболее распространенной классификацией катионов по группам является кислотно-основная (табл. 2), а для анионов применяется классификация, основанная на образовании малорастворимых солей бария и серебра (табл. 3).

Таблица 2

Классификация катионов по кислотно-основному методу

Группа	Катионы	Групповой реагент	Образующиеся соединения	Наблюдение
I	$\text{K}^+, \text{Na}^+, \text{NH}_4^+$	отсутствует		
II	$\text{Ag}^+, \text{Pb}^{2+}, \text{Hg}_2^{2+}$	2 н раствор HCl	Осадок AgCl , PbCl_2 , Hg_2Cl_2	
III	$\text{Ca}^{2+}, \text{Sr}^{2+}, \text{Ba}^{2+}$	2 н раствор H_2SO_4	Осадок CaSO_4 , SrSO_4 , BaSO_4	
IV	$\text{Zn}^{2+}, \text{Al}^{3+}, \text{Cr}^{3+}$	Избыток 4 н раствора NaOH	Раствор $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$, $[\text{Al}(\text{OH})_6]^{3-}$, $[\text{Cr}(\text{OH})_6]^{3-}$	

Группа	Катионы	Групповой реагент	Образующиеся соединения	Наблюдение
V	Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{3+} , Fe^{2+}	Избыток 25 % раствора NH_4OH	Осадок $Mg(OH)_2$, $Mn(OH)_2$, $Fe(OH)_3$, $Fe(OH)_2$	
VI	Cu^{2+} , Co^{2+} , Hg^{2+} , Ni^{2+}	Избыток 25 % раствора NH_4OH	Раствор $[Cu(NH_3)_4]^{2+}$, $[Co(NH_3)_4]^{2+}$, $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$	

Таблица 3

Классификация анионов

Группа	Анионы	Групповой реагент	Образующиеся соединения	Наблюдение
I	SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , $S_2O_3^{2-}$, CO_3^{2-} , $C_2O_4^{2-}$, $B_4O_7^{2-}$ (BO_2^-), PO_4^{3-} , AsO_4^{3-} , AsO_3^{3-} , CrO_4^{2-} , F^- , SiO_3^{2-}	$BaCl_2$ в нейтральной или слабокислой среде	Соли Ba^{2+} не растворимы в H_2O , растворимы в кислотах (кроме $BaSO_4$)	
II	Cl^- , Br^- , I^- , S^{2-} , BrO_3^- , CN^- , SCN^-	$AgNO_3$ в присутствии HNO_3	Соли Ag^+ не растворимы в H_2O , растворимы в HNO_3	
III	NO_3^- , NO_2^- , CH_3COO^-	отсутствует	Соли Ba^{2+} и Ag^+ растворимы в H_2O	

Тестовые задания к лабораторной работе № 1

1. Как называются реакции и реагенты, позволяющие при определенных условиях определить данные ионы в присутствии других ионов?

- A) специфическими
- B) избирательными
- C) групповыми
- D) характерными
- E) общими

2. Укажите параметры, которые характеризуют чувствительность аналитической реакции:

- A) все указанные параметры
- B) минимальный объем предельно разбавленного раствора
- C) предельное разведение
- D) открываемый минимум
- E) предельная концентрация

3. Фармакопейной является реакция окрашивания пламени. Наличие какого катиона, окрашивающего пламя, маскирует выявление всех других катионов?

- A) Na^+
- B) K^+
- C) Ca^{2+}
- D) Sr^{2+}
- E) Ba^{2+}

4. Какой катион находится в растворе, если при нагревании со щелочью выделяется газ с резким запахом?

- A) Аммония
- B) Серебра (I)
- C) Ртуты (II)
- D) Ртуты (I)
- E) Свинца (II)

5. Для определения качественного состава препарата на образец исследуемого раствора подействовали 2 М раствором HCl. Выпал белый осадок, растворимый в водном растворе аммиака. На наличие каких катионов указывает этот аналитический эффект:

- A) Аргентума(I)
- B) Свинца(II)
- C) Ртуты(I)
- D) Ртуты(II)
- E) Олова(II)

6. Какой аналитический эффект ожидается при действии калия гексацианоферрата(II) на катионы Ca^{2+} :

- A) образование белого мелкокристаллического осадка
- B) образование желто-зеленых кристаллов
- C) окрашивание раствора в коричневый цвет
- D) образование комплексного соединения синего цвета
- E) образование белого студенистого осадка

7. Катионы Fe^{3+} образуют с тиоцианат-ионами комплексные соединения. Какой аналитический эффект при этом наблюдается?

- A) раствор окрашивается в красный цвет
- B) раствор окрашивается в синий цвет
- C) выпадает осадок красного цвета
- D) образуется "берлинская лазурь"
- E) образуется коричневое кольцо

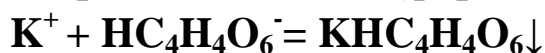
2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 РЕАКЦИИ ОБНАРУЖЕНИЯ КАТИОНОВ I-III АНАЛИТИЧЕСКИХ ГРУПП

2.1. Реакции катионов I аналитической группы (K^+ , Na^+ , NH_4^+)

Групповой реагент для катионов I аналитической группы отсутствует

Реакции ионов калия (K^+)

1. Реакция с винной кислотой $H_2C_4H_4O_6$ или гидротартратом натрия $NaHC_4H_4O_6$ (фармакопейная).



Условия выполнения:

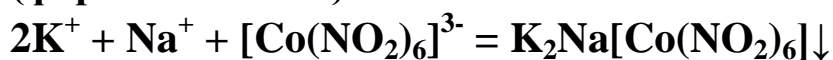
- слабокислая или нейтральная среда раствора ($pH = 5-7$) для создания которой добавляют CH_3COONa ;
- достаточно большая концентрация K^+ в растворе;
- ведение реакции на холоду.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 5 капель раствора соли K^+ ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора CH_3COONa ;
- 3) добавляют 5 капель раствора $H_2C_4H_4O_6$ или $NaHC_4H_4O_6$;
- 4) полученный раствор в пробирке перемешивают стеклянной палочкой до образования осадка белого цвета.

Наблюдения _____

2. Реакция с натрий гексанитрокобальтатом(III) $Na_3[Co(NO_2)_6]$ (фармакопейная).



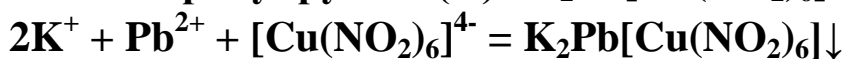
Условия выполнения: $pH < 7$

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора соли K^+ ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора $Na_3[Co(NO_2)_6]$;
- 3) образуется осадок желтого цвета.

Наблюдения _____

3. Микрокристаллоскопическая реакция с динатрийплюмбум(II) гексанитрокупруатом(II) $\text{Na}_2\text{Pb}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]$.



Условия выполнения: слабокислая или нейтральная среда раствора (pH = 5-7).

Выполнение реакции:

- 1) на предметное стекло помещают каплю раствора соли K^+ ;
- 2) добавляют каплю раствора $\text{Na}_2\text{Pb}[\text{Cu}(\text{NO}_2)_6]$;
- 3) оставляют стекло на 5-10 минут для образования и формирования кристаллов;
- 4) черные кристаллы кубической формы рассматривают под микроскопом.

Наблюдения _____

4. Реакция окрашивания пламени (фармакопейная)

Соли калия окрашивают бесцветное пламя горелки в фиолетовый цвет, а при рассматривании через синее стекло – в пурпурно-красный.

Выполнение:

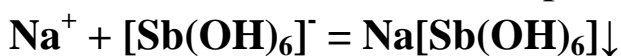
Для удаления мешающих веществ специальный держатель с платиновой петлей прокалывают в пламени горелки, обрабатывают хлороводородной кислотой HCl и промывают дистиллированной водой.

Набирают анализируемую соль, вносят в пламя горелки и наблюдают окрашивание пламени.

Наблюдения _____

Реакции ионов натрия (Na^+)

1. Реакция с калий гексагидроксостибиатом(V) $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$:



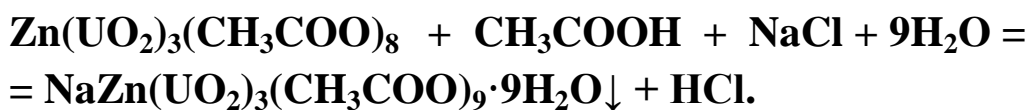
Условия выполнения: охлаждение растворов и потирание стеклянной палочкой внутренних стенок пробирки; нейтральная среда.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 2-3 капли раствора соли Na^+ ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$;
- 3) пробирку помещают в стакан с холодной водой или льдом;
- 4) стеклянной палочкой потирают внутренние стенки пробирки для образования белого осадка.

Наблюдения _____

2. Микрорекристаллоскопическая реакция с цинктриуранилоктаацетатом $\text{Zn}(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_8$ (фармакопейная):



Условия выполнения: на предметном стекле.

Выполнение реакции:

- 1) на предметное стекло помещают каплю раствора соли Na^+ ;
- 2) добавляют каплю раствора $\text{Zn}(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_8$;
- 3) оставляют стекло для образования и формирования кристаллов на 5-10 минут;
- 4) кристаллы, имеющие вид правильных октаэдров или тетраэдров желто-зеленого цвета, рассматривают под микроскопом.

Наблюдения _____

3. Реакция окрашивания пламени (фармакопейная)

Соли натрия окрашивают бесцветное пламя горелки в желтый цвет.

Выполнение:

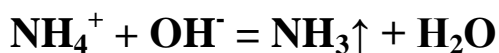
Для удаления мешающих веществ специальный держатель с платиновой петлей прокалывают в пламени горелки, обрабатывают хлороводородной кислотой HCl и промывают дистиллированной водой.

Набирают анализируемую соль, вносят в пламя горелки и наблюдают окрашивание пламени.

Наблюдения _____

Реакции ионов аммония (NH₄⁺)

1. Реакция со щелочами NaOH или KOH (фармакопейная):



Условия выполнения: реакция проходит при нагревании.

Выполнение реакции:

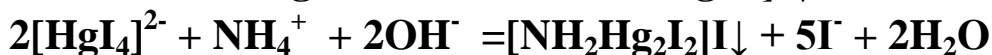
- 1) в пробирку вносят 2-3 капли раствора NH₄⁺;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора NaOH;
- 3) пробирку фиксируют в держатель для пробирок;
- 4) подогревают в пламени горелки до выделения газообразного NH₃↑.

Выделение аммиака проверяют:

- а) по запаху;
- б) с помощью влажной лакмусовой бумажки, которая окрашивается в синий цвет (лакмусовая бумажка не должна прикасаться к стенкам пробирки).

Наблюдения _____

1. Реакция с реактивом Несслера (K₂[HgI₄]+KOH).



Условия выполнения: реакцию выполняют при pH = 9.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 2-3 капли раствора соли NH₄⁺;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора (K₂[HgI₄] + KOH);
- 3) наблюдают образование красно-бурого или желто-бурого осадка.

Наблюдения _____

3. Реакция солей аммония при нагревании

Соли аммония при высокой температуре разлагаются. Соли летучих кислот – разлагаются полностью, например NH₄Cl.

Соли нелетучих кислот – разлагаются частично, например (NH₄)₂SO₄.

Условия выполнения: осторожно нагревают пробирку с солью аммония в пламени горелки (выполняет лаборант).

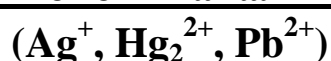
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят сухую соль NH₄Cl (~ 0,5 г);

- 2) закрепляют пробирку в держатель для пробирок;
- 3) осторожно нагревают пробирку по всей длине;
- 4) наблюдают за разложением соли;
- 5) к отверстию пробирки подносят смоченную в воде лакмусовую бумажку. При наличии газообразного аммиака – лакмусовая бумажка меняет цвет на синий.

Наблюдения _____

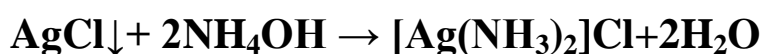
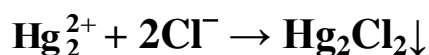
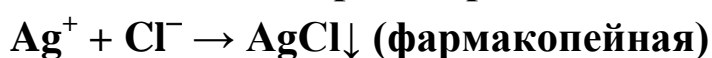
2.2. Реакции катионов II аналитической группы



Групповой реагент для катионов II аналитической группы – хлороводородная кислота HCl или ее растворимые соли.

Реакции Ag⁺, Hg₂²⁺, Pb²⁺ - катионов

1. Реакция с хлороводородной кислотой (HCl):



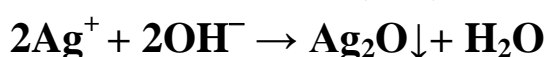
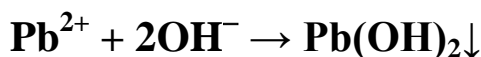
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

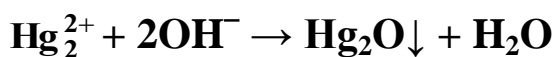
Выполнение реакции:

- 1) в три отдельные пробирки добавляют по 2-3 капли растворов солей Ag⁺, Hg₂²⁺, Pb²⁺;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора HCl;
- 3) наблюдают окраску образующихся осадков: AgCl – белый, Hg₂Cl₂ – белый, PbCl₂ – белый;
- 4) изучают действие на осадки растворов NH₄OH и избытка HCl.

Наблюдения _____

2. Реакция со щелочами (NaOH):





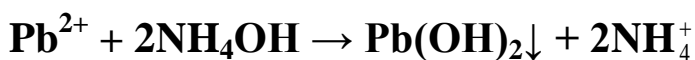
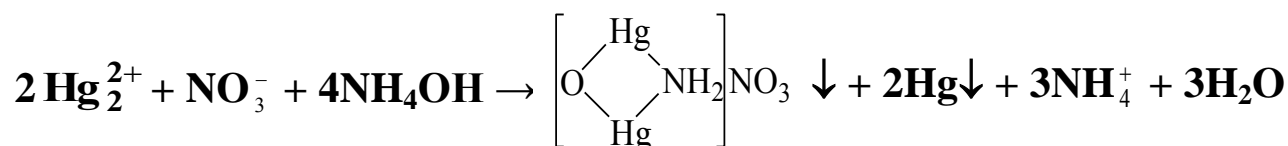
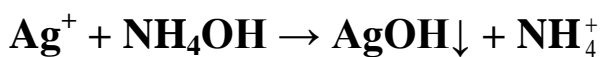
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в три отдельные пробирки добавляют по 2-3 капли растворов солей Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+} ;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора NaOH ;
- 3) наблюдают окраску образующихся осадков: $\text{Pb}(\text{OH})_2$ – белый, Ag_2O – бурый, Hg_2O – черный;
- 4) изучают действие на осадки раствора HNO_3 .

Наблюдения _____

3. Реакция с аммоний гидроксидом (NH_4OH):



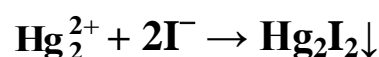
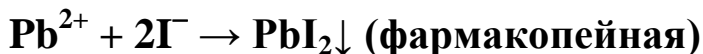
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в три отдельные пробирки добавляют 2-3 капли растворов солей Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+} ;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора NH_4OH ;
- 3) наблюдают окраску образующихся осадков;
- 4) изучают действие на осадки избытка раствора NH_4OH .

Наблюдения _____

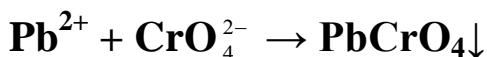
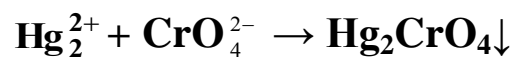
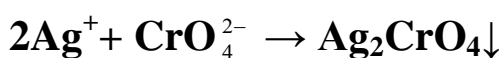
4. Реакция с калий йодидом (KI):



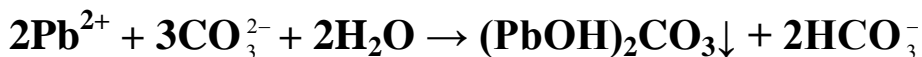
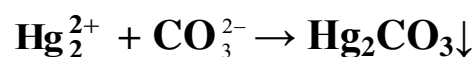
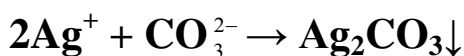
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в три отдельные пробирки добавляют по 2-3 капли растворов солей Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+} ;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора KI ;
- 3) наблюдают окраску образующихся осадков: AgI – желтый, PbI_2 – золотисто-желтый, Hg_2I_2 – зеленый.

Наблюдения _____**5. Реакция с калий хроматом (K_2CrO_4) или натрий хроматом (Na_2CrO_4):****Условия выполнения:** реакция выполняется в пробирке.**Выполнение реакции:**

- 1) в три отдельные пробирки добавляют по 2-3 капли растворов солей Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+} ;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора K_2CrO_4 ;
- 3) наблюдают окраску образующихся осадков: Ag_2CrO_4 – кирпично-красный, Hg_2CrO_4 – красный, PbCrO_4 – желтый.

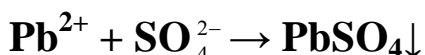
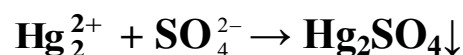
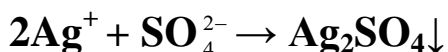
Наблюдения _____**6. Реакция с карбонат-анионами CO_3^{2-} :****Условия выполнения:** реакция выполняется в пробирке.**Выполнение реакции:**

- 1) в три отдельные пробирки добавляют по 2-3 капли растворов солей Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+} ;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора, содержащего анионы CO_3^{2-} ;

3) наблюдают окраску образующихся осадков: Ag_2CO_3 – желтый, Hg_2CO_3 – желтый, $(\text{PbOH})_2\text{CO}_3$ – белый.

Наблюдения _____

7. Реакция с сульфат-анионами SO_4^{2-} :



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

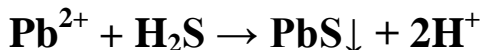
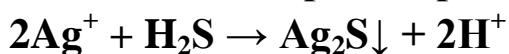
1) в три отдельные пробирки добавляют по 2-3 капли растворов солей Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+} ;

2) добавляют 1-2 капли раствора, содержащего анионы SO_4^{2-} ;

3) наблюдают окраску образующихся осадков: Ag_2SO_4 – белый, Hg_2SO_4 – белый, PbSO_4 – белый.

Наблюдения _____

8. Реакция с сероводородом (H_2S):



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

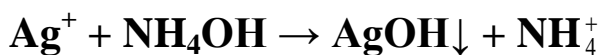
1) в три отдельные пробирки добавляют по 2-3 капли растворов солей Ag^+ , Hg_2^{2+} , Pb^{2+} ;

2) добавляют 1-2 капли раствора, содержащего анионы S^{2-} ;

3) наблюдают окраску образующихся осадков: Ag_2S – черный, PbS – черный, HgS – черный.

Наблюдения _____

9. Реакция Ag^+ с восстановителями (формальдегид, Mn^{2+} , Sn^{2+}) (реакция «серебряного зеркала») (фармакопейная):



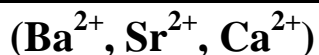
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 3-4 капли раствора AgNO_3 , прибавляют несколько капель раствора NH_4OH до растворения выпавшего осадка Ag_2O ;
- 2) прибавляют несколько капель разбавленного раствора формальдегида и слегка нагревают;
- 3) наблюдают выделение блестящей зеркальной пленки металлического серебра на стенках пробирки.

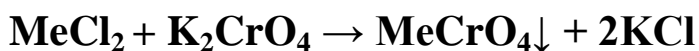
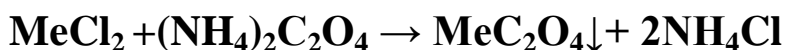
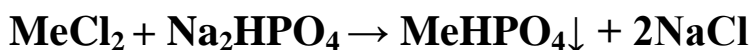
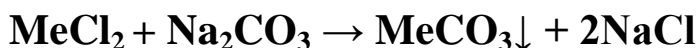
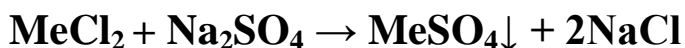
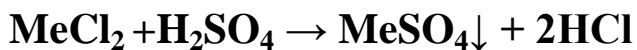
Наблюдения _____

2.3. Реакции катионов III аналитической группы



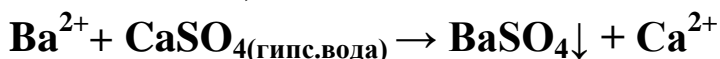
Групповой реагент для катионов III аналитической группы – сульфатная кислота H_2SO_4 .

Общие реакции:



Реакции Ва²⁺-катиона

1. Реакция с гипсовой водой (насыщенный водный раствор гипса CaSO₄·2H₂O).



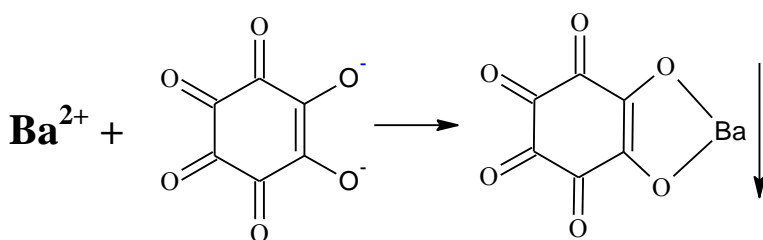
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 1-3 капли раствора соли Ва²⁺, не касаясь пипеткой стенок пробирки;
- 2) добавляют 1-2 капли насыщенного водного раствора гипса CaSO₄·2H₂O;
- 3) наблюдают образование осадка ВаSO₄ белого цвета.

Наблюдения _____

2. Реакция Ва²⁺ с родизонатом натрия



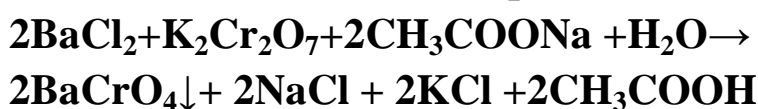
Условия выполнения: реакция выполняется на фильтровальной бумаге.

Выполнение реакции:

- 1) на фильтровальную бумагу вносят одну каплю раствора соли Ва²⁺;
- 2) добавляют 1 каплю реагента – родизаната натрия;
- 3) наблюдают образование пятна красного цвета;
- 4) изучают действие кислот H₂SO₄ и HCl на родизонат бария.

Наблюдения _____

3. Реакция Ва²⁺ с калий хроматом:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

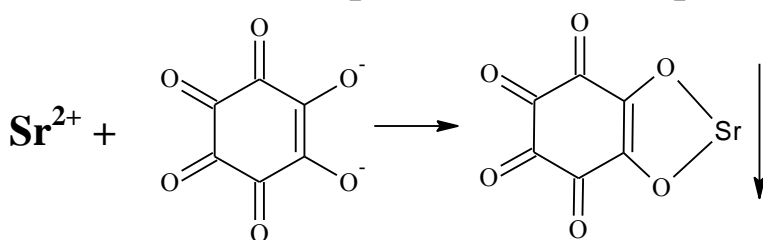
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 1-3 капли раствора соли Ba^{2+} , не касаясь пипеткой стенок пробирки;
- 2) добавляют 1-2 капли реагента – $K_2Cr_2O_7$;
- 3) наблюдают окраску образующегося осадка.
- 4) исследуют отношение осадка к действию HCl и CH_3COOH .

Наблюдения _____

Реакции Sr^{2+} - катиона

1. Реакция Sr^{2+} с родизонатом натрия:



Условия выполнения: реакция выполняется на фильтровальной бумаге.

Выполнение реакции:

- 1) на фильтровальную бумагу вносят одну каплю раствора соли Sr^{2+} ;
- 2) добавляют 1 каплю реагента – родизаната натрия;
- 3) наблюдают образование пятна красного цвета.

Наблюдения _____

2. Реакция с гипсовой водой (насыщенный водный раствор гипса $CaSO_4 \cdot 2H_2O$):



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке. Осадок $SrSO_4$ образуется медленно (помутнение раствора).

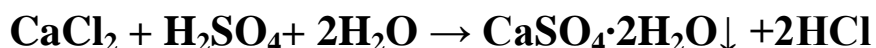
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 1-3 капли раствора соли Sr^{2+} , не касаясь пипеткой стенок пробирки;
- 2) добавляют 1-2 капли насыщенного водного раствора гипса $CaSO_4 \cdot 2H_2O$;
- 3) наблюдают образование осадка $SrSO_4$ белого цвета.

Наблюдения _____

Реакции Ca^{2+} - катиона

1. Реакция с сульфатной кислотой (H_2SO_4):



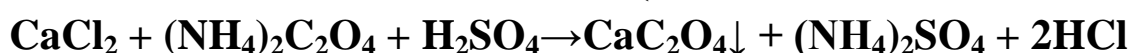
Условия выполнения: реакция выполняется на предметном стекле.

Выполнение реакции:

- 1) на предметное стекло помещают каплю раствора соли Ca^{2+} ;
- 2) добавляют каплю раствора H_2SO_4 ;
- 3) оставляют стекло на 5-10 минут для образования и формирования кристаллов;
- 4) иглообразные кристаллы гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ рассматривают под микроскопом.

Наблюдения _____

2. Реакция с оксалат-анионами ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$):



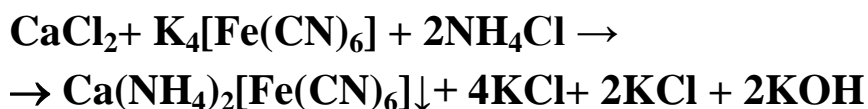
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 2-3 капли раствора соли Ca^{2+} , не касаясь пипеткой стенок пробирки;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$;
- 3) наблюдают образование белого кристаллического осадка, растворимого в минеральных кислотах и не растворимого в разбавленной уксусной кислоте CH_3COOH .

Наблюдения _____

3. Реакция с калий гексацианоферратом(II) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 2-3 капли раствора соли Ca^{2+} , не касаясь пипеткой стенок пробирки;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$;

3) наблюдают образование белого кристаллического осадка, растворимого в минеральных кислотах.

Наблюдения _____

Тестовые задания к лабораторной работе № 2

1. В лаборатории необходимо идентифицировать катион аммония.

Можно использовать раствор:

- A) Реактива Несслера
- B) Калия хромата
- C) Цинкуранилацетата
- D) Реактива Чугаева
- E) Натрия сульфата

2. Исследуемый раствор содержит катионы калия и аммония.

Укажите реагент, позволяющий обнаружить в этом растворе катионы аммония.

- A) Калия тетраiodомеркурат(II)
- B) Натрия хлорид
- C) Натрия ацетат
- D) Калия гексацианоферрат(II)
- E) Цинкуранилацетат

3. Укажите, какая реакция является фармакопейной для идентификации соли NaCl:

- A) Реакция окрашивания пламени в желтый цвет
- B) Реакция выделения газа при добавлении H_2SO_4
- C) Появление резкого запаха при добавлении H_2SO_4
- D) Охлаждение раствора при растворении кристаллов NaCl
- E) Органолептическая реакция по вкусу раствора

4. Химик-аналитик проводит качественный анализ катионов второй аналитической группы. Какой реагент используют для разделения хлоридов серебра и ртути?

- A) Раствор аммиака

- В) Раствор хлористоводородной кислоты
- С) Раствор гидроксида натрия
- Д) Раствор нитрата натрия
- Е) Раствор хлорида калия

5. К исследуемому раствору добавили 1 М раствор серной кислоты. Выпал осадок белого цвета, который растворяется в щелочах. Это свидетельствует о присутствии в растворе:

- А) катионов свинца
- В) катионов кальция
- С) катионов бария
- Д) катионов серебра
- Е) катионов ртути(I)

6. Катионы кальция входят в состав некоторых фармацевтических препаратов. Фармакопейной реакцией для обнаружения катиона кальция является реакция с раствором:

- А) аммония оксалатом
- В) кислоты хлороводородной
- С) калия йодида
- Д) аммония гидроксида
- Е) натрия гидроксида

7. В качественном анализе при осаждении сульфатов катионов третьей аналитической группы (Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}) с целью уменьшения растворимости сульфатов в раствор добавляют:

- А) этиловый спирт
- В) дистиллированную воду
- С) бензол
- Д) хлороформ
- Е) амиловый спирт

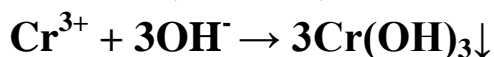
3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 РЕАКЦИИ ОБНАРУЖЕНИЯ КАТИОНОВ IV-VI АНАЛИТИЧЕСКИХ ГРУПП

3.1. Реакции катионов IV аналитической группы (Cr^{3+} , Zn^{2+} , Al^{3+})

Групповой реагент для катионов IV аналитической группы – избыток концентрированного раствора NaOH.

Реакции ионов хрома (III) (Cr^{3+})

1. Реакция со щелочами (NaOH, KOH):



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

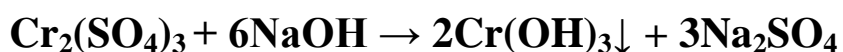
- 1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Cr^{3+} ;
- 2) добавляют 1 каплю раствора щелочи NaOH и наблюдают образование серо-зеленого осадка гидроксида хрома, который обладает амфотерными свойствами;
- 3) затем добавляют 5 капель раствора щелочи NaOH и наблюдают растворение осадка.

Наблюдения _____

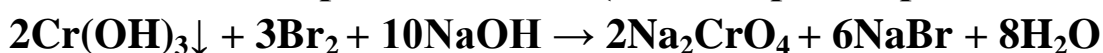
2. Реакции окисления хрома (III) Cr^{3+} в хром (VI)

В щелочной среде происходит окисление с образованием хромат-ионов CrO_4^{2-} , которые дают желтую окраску.

2.1. Реакция с пероксидом водорода H_2O_2



2.2. Реакция с бромной водой (водный раствор Br_2).



Условия выполнения: реакции выполняются в пробирках.

Выполнение реакций:

- 1) в 2 пробирки пипеткой вносят по 2 капли раствора соли Cr^{3+} ;

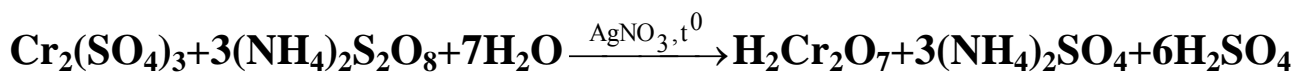
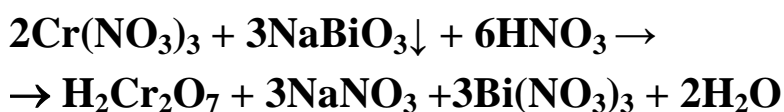
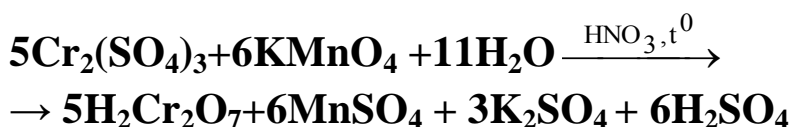
2) добавляют по 5 капель раствора щелочи NaOH (образовавшийся серо-зеленый осадок $\text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow$ должен раствориться);

3) в 1-ю пробирку добавляют 2-3 капли H_2O_2 и подогревают на водяной бане, а во 2-ю пробирку добавляют 2-3 капли бромной воды. Наблюдают переход окраски из зеленой в желтую.

Наблюдения

В кислой среде происходит окисление хрома(III) Cr^{3+} до дихромат-ионов $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$.

2.3. При действии KMnO_4 , NaBiO_3 (в присутствии разбавленной азотной кислоты HNO_3) или $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ (в присутствии катализатора AgNO_3) зеленые или фиолетовые растворы хрома(III) окисляются в соединения хрома(VI) – дихроматы ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$), окрашенные в оранжевый цвет.



Условия выполнения: реакции выполняются в пробирках.

Выполнение реакций:

1) в 3 пробирки пипеткой вносят по 2 капли раствора соли Cr^{3+} ;

2) в 1-ю пробирку добавляют 1-2 капли раствора HNO_3 , 1-2 капли раствора KMnO_4 , перемешивают и нагревают. Наблюдают переход окраски из зеленой в оранжевую. При больших концентрациях KMnO_4 выпадает бурый осадок $\text{MnO}(\text{OH})_2$.

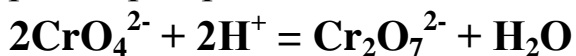
3) во 2-ю пробирку добавляют 3-4 капли HNO_3 , немного порошка NaBiO_3 и наблюдают переход окраски из зеленой в оранжевую.

4) в 3-ю пробирку добавляют 2-3 капли HNO_3 , 5-6 капель $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, 1-2 капли раствора AgNO_3 , перемешивают и нагревают. Наблюдают переход окраски из зеленой в оранжевую.

Наблюдения

2.4. Реакция образования надхромовой кислоты

При действии H_2O_2 на подкисленные растворы хромата или дихромата образуется надхромовая кислота H_2CrO_6 , в результате чего раствор окрашивается в синий цвет:



В водном растворе надхромовая кислота очень неустойчива. Она разлагается с образованием Cr^{3+} и синяя окраска быстро переходит в зеленую. Для стабилизации синей окраски к реакционной смеси добавляют смесь диэтилового эфира и амилового спирта и перемешивают.

Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора соли Cr^{3+} ;
- 2) добавляют 4-5 капель раствора NaOH ;
- 3) добавляют 2-3 капли 3%-го раствора H_2O_2 и нагревают до изменения зеленой окраски раствора аквакомплекса Cr^{3+} в желтую (цвет хромат-ионов CrO_4^{2-}).
- 4) желтый раствор нагревают до кипения, а затем охлаждают под струей холодной воды;
- 5) добавляют 5 капель пероксида водорода;
- 6) добавляют ~ 0,5 мл смеси диэтилового эфира и амилового спирта, перемешивают и прибавляют по каплям раствор H_2SO_4 (1 моль/л). Верхний органический слой окрашивается в интенсивно синий цвет.

Наблюдения _____

Реакции ионов цинка (Zn^{2+})

1. Реакция со щелочами (NaOH , KOH):



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

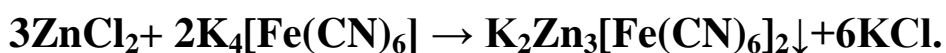
- 1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Zn^{2+} ;

2) добавляют 1 каплю раствора щелочи NaOH и наблюдают образование белого осадка гидроксида цинка, который обладает амфотерными свойствами;

3) затем добавляют 5 капель раствора щелочи NaOH и наблюдают растворение осадка.

Наблюдения _____

2. Реакция с гексацианоферратом(II) калия $K_4[Fe(CN)_6]$:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

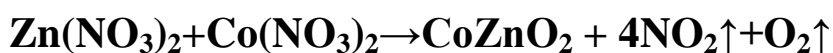
Выполнение реакции:

1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Zn^{2+} ;

2) добавляют 2 капли раствора $K_4[Fe(CN)_6]$, нагревают и наблюдают образование белого осадка.

Наблюдения _____

3. Реакция образования "зелени Ринмана:



Условия выполнения: реакция выполняется «сухим путем».

Выполнение реакции:

1) на небольшой кусочек фильтровальной бумаги наносят 1-2 капли раствора соли $Zn(NO_3)_2$ и 1 каплю $Co(NO_3)_2$;

2) фильтровальную бумагу высушивают и озоляют (помещают в фарфоровый тигель и вносят в пламя газовой горелки);

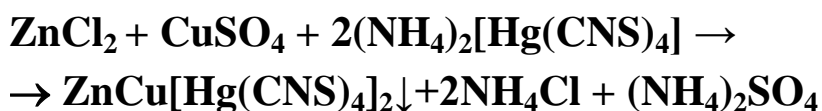
3) наблюдают образование золы зеленого цвета "зелени Ринмана".

Наблюдения _____

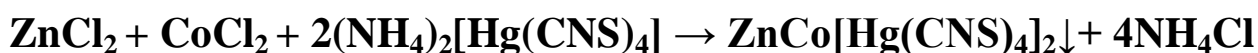
4. Микрорисаллоскопическая реакция с

тетратиоцианатомеркуратом(II) аммония $(NH_4)_2[Hg(CNS)_4]$.

Ионы Zn^{2+} с $(NH_4)_2[Hg(CNS)_4]$ в присутствии солей меди(II) образуют фиолетовый кристаллический осадок:



В присутствии солей кобальта(II) образуется голубой или темно-синий кристаллический осадок:



Условия выполнения: реакция выполняется на предметном стекле.

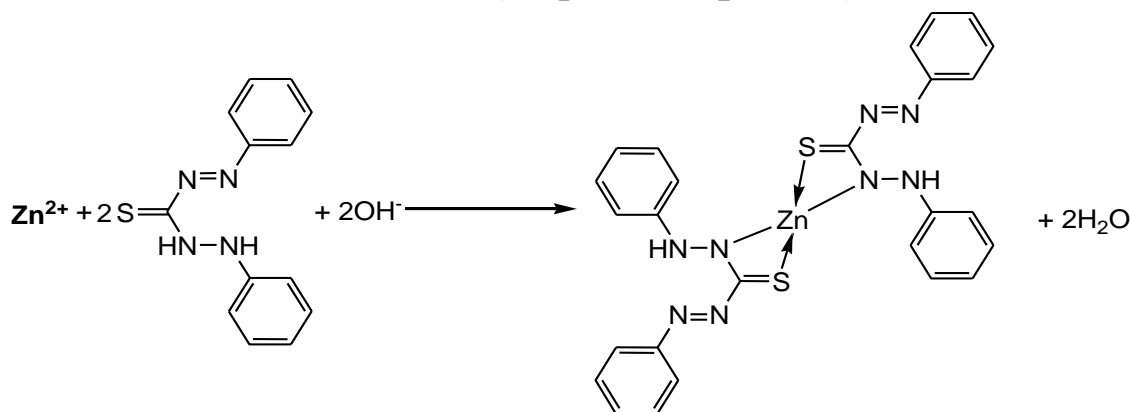
Выполнение реакции:

1) на предметное стекло помещают 1 каплю раствора соли цинка Zn^{2+} , добавляют 1 каплю уксусной кислоты CH_3COOH , 1 каплю раствора CuSO_4 или CoCl_2 и 1 каплю $(\text{NH}_4)_2[\text{Hg}(\text{CNS})_4]$;

2) рассматривают выпавшие кристаллы под микроскопом.

Наблюдения _____

5. Реакция с дитизоном (дифенилкарбазон):



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

1) в пробирку пипеткой вносят 5 капель раствора соли Zn^{2+} ;

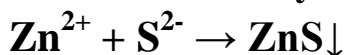
2) добавляют 2-3 капли раствора щелочи NaOH до растворения выпавшего белого осадка гидроксида цинка $\text{Zn}(\text{OH})_2$;

3) добавляют 5 капель хлороформного раствора дитизона, пробирку встряхивают несколько раз;

4) после расслоения смеси хлороформный слой окрашивается в красный цвет.

Наблюдения _____

6. Реакция с сульфид-ионами:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

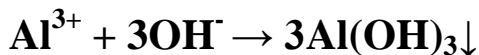
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора соли Zn^{2+} ;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора $(NH_4)_2S$;
- 3) наблюдают образование белого осадка.

Наблюдения _____

Реакции ионов алюминия (Al^{3+})

1. Реакция со щелочами (NaOH, KOH):



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке

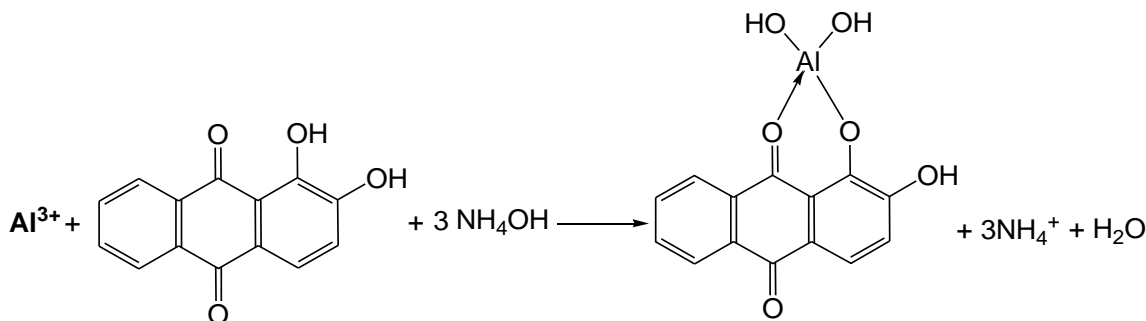
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Al^{3+} ;
- 2) добавляют 1 каплю раствора щелочи NaOH и наблюдают образование белого осадка гидроксида алюминия, который обладает амфотерными свойствами;
- 3) затем добавляют 5 капель раствора щелочи NaOH и наблюдают растворение осадка.

Наблюдения _____

2. Реакция с ализарином.

Ализарин (1,2-диоксиантрахинон) образует с гидроксидом алюминия $Al(OH)_3$ внутрикомплексное соединение – ализаринат алюминия ярко-красного цвета (алюминиевый лак):



С ализарином реагирует много других катионов, поэтому ее проводят капельным методом в присутствии $K_4[Fe(CN)_6]$.

Условия выполнения: реакция выполняется на фильтровальной бумаге.

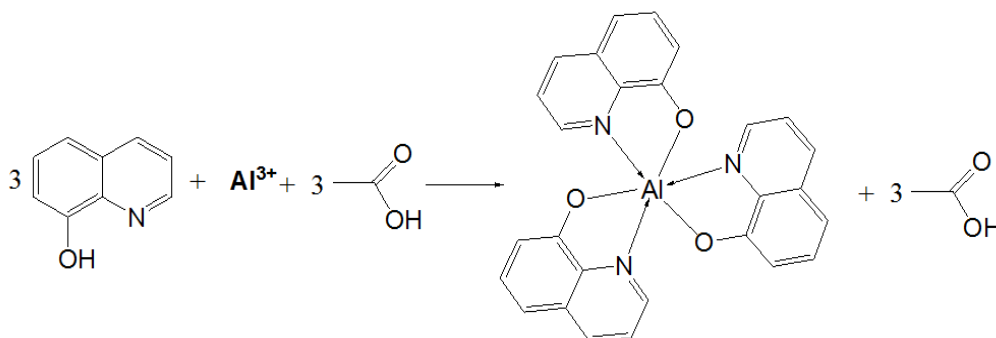
Выполнение реакции:

- 1) на фильтровальную бумагу наносят сначала 1 каплю раствора $K_4[Fe(CN)_6]$, а затем 1-2 капли раствора соли Al^{3+} ;
- 2) фильтровальную бумагу держат 1-2 минуты в парах аммиака NH_3 для образования $Al(OH)_3$;
- 3) на пятно наносят 1 каплю раствора ализарина и снова держат бумагу в парах аммиака;
- 4) пятно окрашивается в фиолетовый цвет (цвет ализарина);
- 5) бумагу высушивают, наносят на нее 1-2 капли раствора уксусной кислоты CH_3COOH и снова высушивают. Пятно становится розово-красным.

Наблюдения _____

3. Реакция с 8-оксихинолином:

8-Оксихинолин с ионами алюминия при pH 5 (ацетатный буферный раствор $CH_3COOH+CH_3COONa$) образует комплексное малорастворимое соединение (хелат) желто-зеленого цвета.



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Al^{3+} ;
- 2) добавляют 2 капли ацетатного буферного раствора $CH_3COOH+CH_3COONa$ (pH 5), 2-3 капли раствора 8-оксихинолина;
- 3) наблюдают образование кристаллического желто-зеленого осадка.

Наблюдения _____

4. Реакция с ацетатом натрия

Катионы алюминия с ацетатом натрия при нагревании образуют белый осадок основной соли алюминия:



Осадок растворяется в избытке гидроксида калия или натрия:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

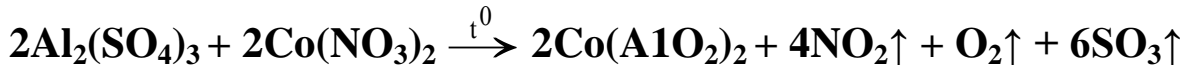
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Al^{3+} ;
- 2) добавляют 2 капли ацетата натрия CH_3COONa ;
- 3) наблюдают образование белого осадка.

Наблюдения _____

5. Реакция с нитратом кобальта

Реакция выполняется «сухим» способом. Нитрат кобальта при прокаливании с солями алюминия образует алюминат кобальта синего цвета, который называют "тенарова синь":



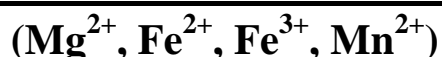
Условия выполнения: реакция выполняется «сухим» путем.

Выполнение реакции:

- 1) на полоску фильтровальной бумаги наносят 1-2 капли раствора соли $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ и 1-2 капли разбавленного раствора $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$;
- 2) фильтровальную бумагу высушивают, помещают в фарфоровый тигель и озоляют на газовой горелке;
- 3) образуется зола синего цвета "тенарова синь".

Наблюдения _____

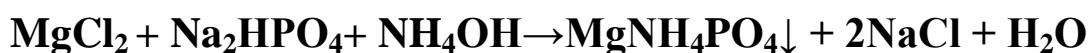
3.2. Реакции катионов V аналитической группы



Групповой реагент для катионов V аналитической группы – избыток концентрированного раствора NH₄OH.

Реакции катионов Mg²⁺

1. Микрокристаллоскопическая реакция с гидрофосфатом натрия:



Условия выполнения: реакция выполняется на предметном стекле.

Выполнение реакции:

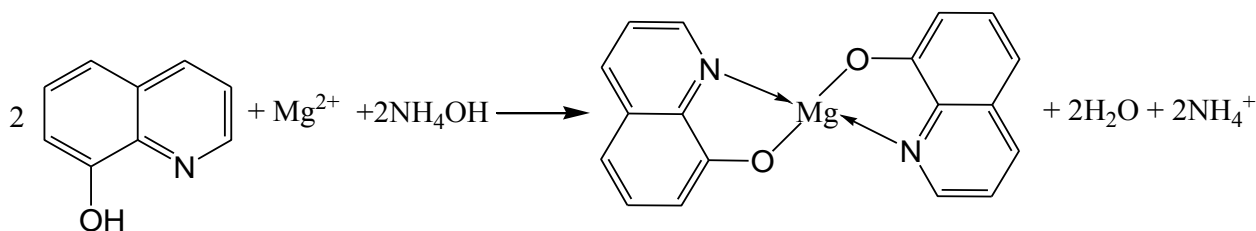
1) на предметное стекло помещают 1 каплю раствора соли магния Mg²⁺, 1 каплю NH₄OH, 1 каплю NH₄Cl и смешивают;

2) рядом с этой смесью помещают 1 каплю раствора Na₂HPO₄ и соединяют их стеклянной палочкой, потирая по стеклу. Смесью подсушивают и охлаждают.

2) рассматривают выпавшие кристаллы под микроскопом.

Наблюдения _____

2. Реакция с 8-оксихинолином C₉H₆NO:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Mg²⁺;

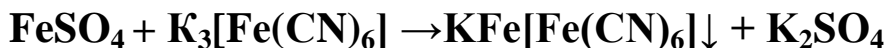
2) добавляют 1 каплю раствора хлорида аммония NH₄Cl, 2 капли раствора 8-оксихинолина и 2 капли раствора гидроксида аммония NH₄OH;

3) наблюдают образование зеленовато-желтого кристаллического осадка.

Наблюдения _____

Реакции катионов Fe²⁺

1. Реакция с гексацианоферратом(III) калия (красная кровяная соль).



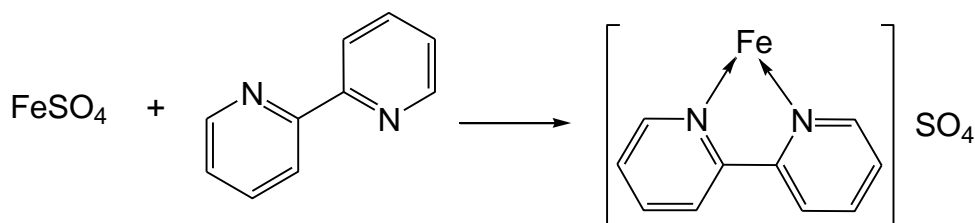
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Fe²⁺;
- 2) добавляют 1 каплю разбавленного раствора сульфатной кислоты H₂SO₄, 1 каплю раствора K₃[Fe(CN)₆];
- 3) наблюдают образование темно-синего осадка "турнбулевой сини".

Наблюдения _____

2. Реакция с 2,2-дипиридилем:



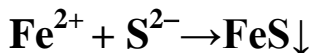
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Fe²⁺;
- 2) добавляют 2 капли раствора 2,2-дипиридила;
- 3) наблюдают образование темно-красного комплексного соединения.

Наблюдения _____

3. Реакция с сульфидом аммония:



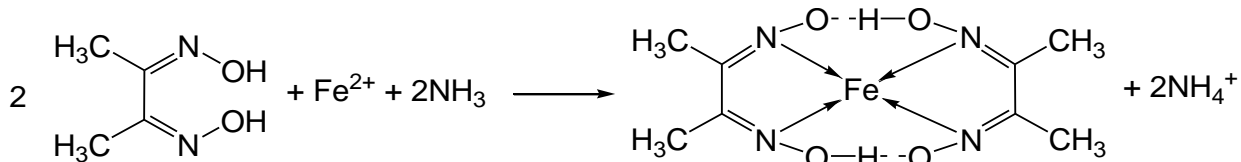
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Fe²⁺;
- 2) добавляют 2 капли раствора сульфида аммония (NH₄)₂S;
- 3) наблюдают образование черного осадка.

Наблюдения _____

4. Реакция с диметилглиоксимом (реактив Чугаева):



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

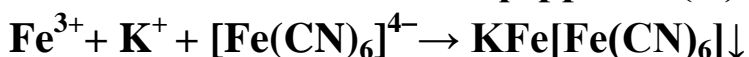
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Fe^{2+} ;
- 2) добавляют 1 каплю раствора гидроксида аммония NH_4OH и 2 капли раствора диметилглиоксима;
- 3) наблюдают образование розово-красного комплексного соединения.

Наблюдения _____

Реакции катионов Fe^{3+}

1) Реакция с гексацианоферратом(II) калия:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Fe^{3+} ;
- 2) добавляют 1 каплю раствора $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$;
- 3) наблюдают образование темно-синего осадка, который имеет тривиальное название "берлинская лазурь".

Наблюдения _____

2. Реакция с тиоцианатом (роданидом) аммония NH_4SCN :



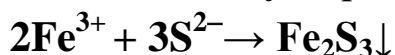
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 1 каплю раствора соли Fe^{3+} ($\text{pH} \approx 3$);
- 2) добавляют 2 капли раствора тиоцианата (роданида) аммония NH_4SCN ;
- 3) наблюдают образование красного комплексного соединения.

Наблюдения _____

3. Реакция с сульфидом натрия:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

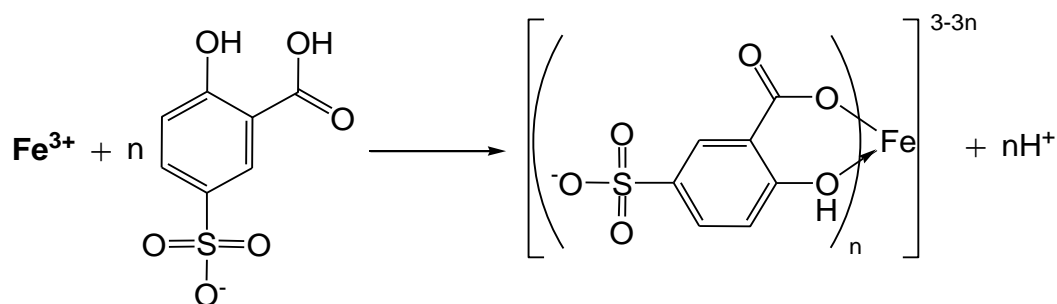
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Fe^{3+} ;
- 2) добавляют 2 капли раствора сульфида натрия Na_2S ;
- 3) наблюдают образование черного осадка.

Наблюдения _____

4. Действие сульфосалициловой кислоты

Катионы железа(III) образуют с сульфосалициловой кислотой комплексные окрашенные соединения различного состава в зависимости от pH раствора: При $\text{pH} < 3$ ($[\text{FeSal}]$ – фиолетовый; при $\text{pH} = 4 \div 9$ ($[\text{Fe}(\text{Sal})_2]^{2-}$ – красный; при $\text{pH} = 9 \div 12$ ($[\text{Fe}(\text{Sal})_3]^{3-}$ – желтый.



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

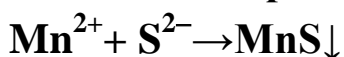
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Fe^{3+} ;
- 2) добавляют 2 капли раствора сульфосалициловой кислоты;
- 3) наблюдают образование красного комплексного соединения.

Наблюдения _____

Реакции катионов Mn^{2+}

1. Реакция с растворами сульфидов $(\text{NH}_4)_2\text{S}$:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

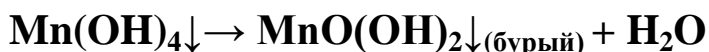
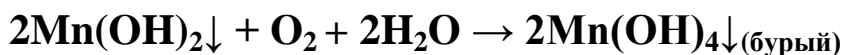
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Mn^{2+} ;
- 2) добавляют 2 капли раствора сульфида аммония $(\text{NH}_4)_2\text{S}$;

3) наблюдают образование осадка телесного цвета.

Наблюдения _____

2. Реакция со щелочами (NaOH, KOH):



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

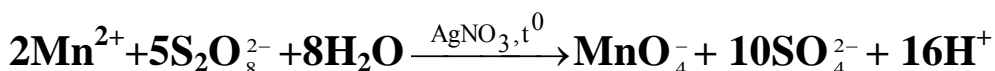
- 1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Mn^{2+} ;
- 2) добавляют 2 капли раствора NaOH;
- 3) наблюдают образование белого осадка, который на воздухе быстро становится бурым.

Наблюдения _____

3. Реакции с окислителями

При действия сильных окислителей Mn^{2+} окисляется до аниона MnO_4^- , имеющего в растворах малиновую окраску.

3а. Реакция с пероксодисульфатом аммония (персульфат аммония) $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ в кислой среде:



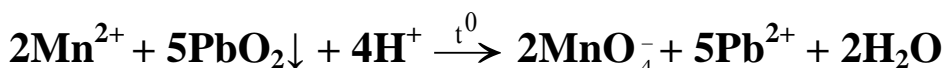
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 5-7 капель насыщенного раствора $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$;
- 2) добавляют 10 капель раствора азотной кислоты HNO_3 ; 2-3 капли раствора AgNO_3 и 1-2 капли концентрированного раствора H_3PO_4 ;
- 3) смесь нагревают и прибавляют 1 каплю соли Mn^{2+} ; раствор окрашивается в малиновый цвет.

Наблюдения _____

3б. Реакция с диоксидом свинца присутствии азотной кислоты HNO_3 :



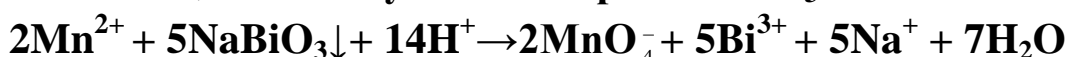
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят небольшое количество PbO_2 и прибавляют 7-10 капель раствора HNO_3 ;
- 2) смесь нагревают и добавляют 1 каплю соли Mn^{2+} и опять нагревают;
- 3) раствор окрашивается в малиновый цвет.

Наблюдения _____

3в. Реакция с висмутатом натрия NaBiO_3 :



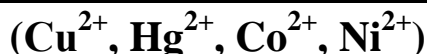
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 5 капель раствора HNO_3 и несколько кристаллов NaBiO_3 ;
- 2) смесь перемешивают и прибавляют 1-2 капли соли Mn^{2+} (не MnCl_2);
- 3) раствор окрашивается в малиновый цвет.

Наблюдения _____

3.3. Реакции катионов VI аналитической группы

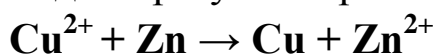


Групповой реагент для катионов VI аналитической группы – избыток концентрированного раствора NH_4OH .

Реакции катионов Cu^{2+}

1. Реакция восстановления меди(II) металлами до металлической меди

При нанесении на металлическую пластинку (Fe, Zn, Al) подкисленного серной или хлороводородной кислотой раствора соли меди образуется красноватое пятно металлической меди:



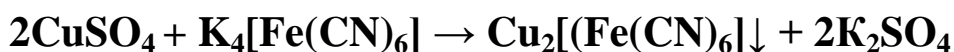
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 3-4 капли раствора соли Cu^{2+} ; добавляют 1-2 капли серной или хлороводородной кислоты;
- 2) погружают кусочек металлического Fe, Zn или Al;
- 3) наблюдают образование красного слоя металлической меди на поверхности металлов.

Наблюдения _____

2. Реакция с гексацианоферратом(II) калия $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.



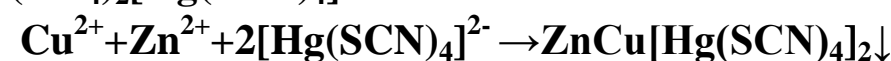
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 3-4 капли раствора соли Cu^{2+} ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$;
- 3) наблюдают образование красно-бурого осадка.

Наблюдения _____

3. Реакция с тетратиоцианатомеркуратом(II) аммония $(\text{NH}_4)_2[\text{Hg}(\text{CNS})_4]$.



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

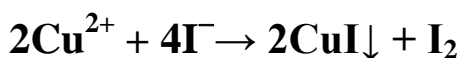
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Cu^{2+} ;
- 2) добавляют 2 капли раствора соли Zn^{2+} и 2-3 капли раствора $(\text{NH}_4)_2[\text{Hg}(\text{CNS})_4]$;
- 3) наблюдают образование фиолетового кристаллического осадка.

Наблюдения _____

4. Реакция с иодидом калия KI

При действии иодида калия на ион Cu^{2+} выделяется свободный йод, а Cu^{2+} , восстанавливается иодидом до Cu^+ , образует с иодидом белый осадок CuI :



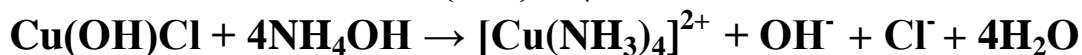
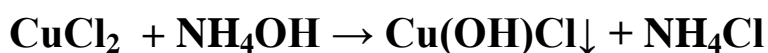
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Cu^{2+} ;
- 2) добавляют 2 капли раствора KI;
- 3) наблюдают одновременное образование белого осадка и выделение свободного йода.

Наблюдения _____

5. Реакция с водным раствором аммиака:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 3-5 капель раствора соли Cu^{2+} и прибавляют по каплям раствор аммиака при перемешивании смеси;
- 2) вначале выпадает голубовато-зеленый осадок основной соли меди(II);
- 3) который затем растворяется с образованием ярко-синего раствора.

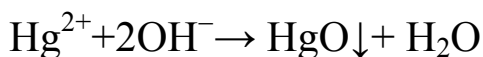
Наблюдения _____

6. Реакция окрашивания пламени

Соли меди(II) окрашивают пламя газовой горелки в зеленый цвет.

Реакции катионов Hg²⁺

1. Реакция со щелочами (NaOH, KOH):



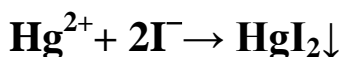
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Hg²⁺;
- 2) добавляют 2 капли раствора NaOH;
- 3) наблюдают образование желтого осадка.

Наблюдения _____

2. Реакция с иодидом калия:



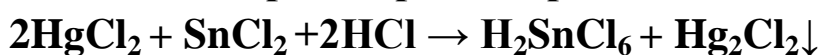
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора соли Hg²⁺;
- 2) добавляют 1 каплю раствора KI;
- 3) наблюдают образование осадка оранжево-красного цвета.

Наблюдения _____

3. Реакция с раствором хлорида олова(II):



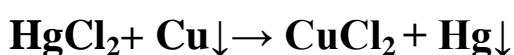
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора соли HgCl₂;
- 2) добавляют по каплям солянокислый раствор SnCl₂;
- 3) наблюдают образование белого осадка, который быстро темнеет.

Наблюдения _____

4. Реакция с металлической медью:



Условия выполнения: реакция выполняется на медной пластинке или проволоке

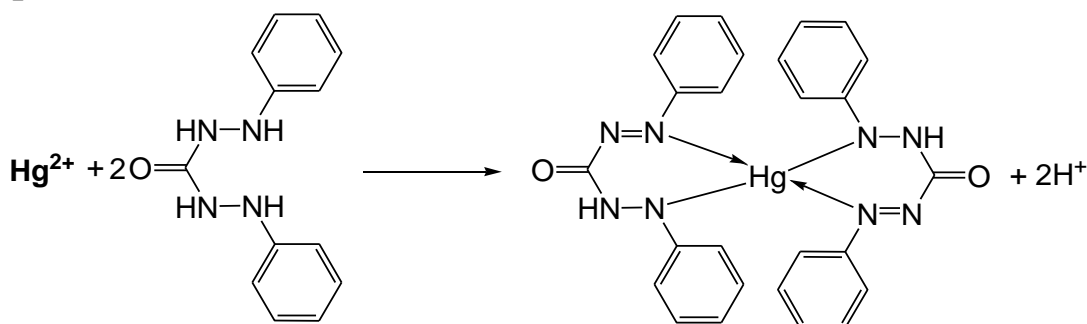
Выполнение реакции:

- 1) на медную пластинку помещают 1 каплю раствора соли Hg^{2+} ;
- 2) на пластинке через 4-5 минут образуется черное пятно металлической ртути;
- 3) при потирании пятна стеклянной палочкой появляется блестящее пятно амальгамы меди.

Наблюдения

5. Реакция с дифенилкарбазидом

Дифенилкарбазид с ионами ртути(II) в 0,2 М растворе азотной кислоты образует внутрикомплексное соединение сине-фиолетового цвета:



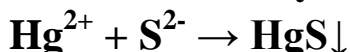
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Hg^{2+} ;
- 2) добавляют 1 каплю раствора азотной кислоты HNO_3 и 1 каплю раствора дифенилкарбазида;
- 3) наблюдают образование внутрикомплексного соединения сине-фиолетового цвета.

Наблюдения

6. Реакция с сульфид-ионами:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

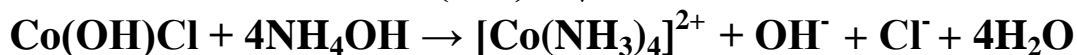
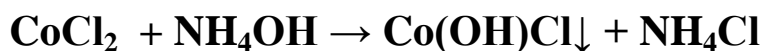
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора соли Hg^{2+} ;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора Na_2S ;
- 3) наблюдают образование коричнево-черного осадка.

Наблюдения

Реакции ионов Co^{2+}

1. Реакция с аммиаком:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

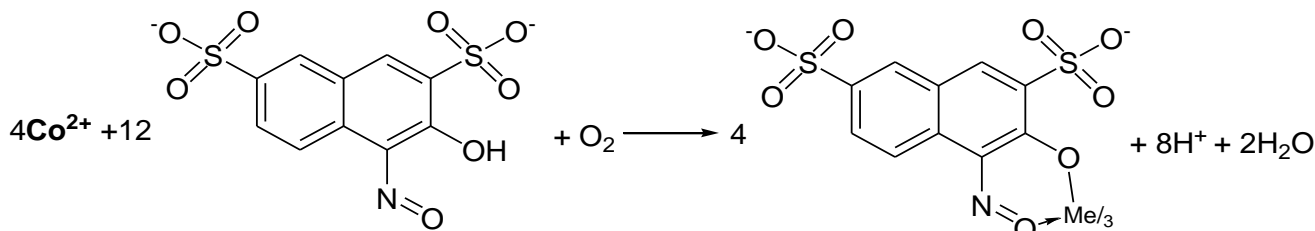
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 3-5 капель раствора соли Co^{2+} и прибавляют по каплям раствор аммиака при перемешивании смеси;
- 2) вначале выпадает синий осадок основной соли кобальта(II);
- 3) который затем растворяется с образованием раствора желтого цвета.

Наблюдения _____

2. Реакция с α -нитрозо- β -нафтолом (нитрозо-R-соль, реактив Ильинского)

В кислой среде происходит окисление Co^{2+} до Co^{3+} , который образует с нитрозо-R-солью внутрикомплексное соединение красного цвета:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора соли Co^{2+} ;
- 2) добавляют 2 капли ацетатного буферного раствора и 2 капли раствора нитрозо-R-соли;
- 3) наблюдают образование соединения красного цвета.

Наблюдения _____

3. Реакция с тиоцианатом аммония:



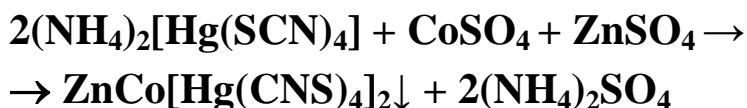
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора соли Co^{2+} ;
- 2) добавляют 5-7 капель раствора NH_4SCN , 5-6 капель амилового спирта и смесь встряхивают;
- 3) верхний слой органической фазы окрашивается в синий цвет.

Наблюдения _____

4. Реакция с тетрароданомеркуратом(II) аммония $(\text{NH}_4)_2[\text{Hg}(\text{SCN})_4]$:



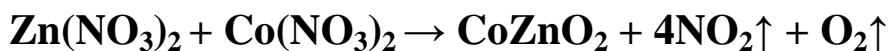
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 4-5 капель раствора соли Co^{2+} ;
- 2) добавляют 1 каплю раствора соли Zn^{2+} и 3-4 капли раствора $(\text{NH}_4)_2[\text{Hg}(\text{SCN})_4]$;
- 3) наблюдают образование кристаллического осадка синего цвета.

Наблюдения _____

5. Реакция образования "зелени Ринмана":



Условия выполнения: реакция выполняется «сухим путем».

Выполнение реакции:

- 1) на небольшой кусочек фильтровальной бумаги нанести 1-2 капли раствора соли $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ и 1 каплю $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$;
- 2) фильтровальную бумагу высушивают и озоляют (помещают в фарфоровый тигель и вносят в пламя газовой горелки);
- 3) образуется зола зеленого цвета "зелень Ринмана".

Наблюдения _____

Реакции катионов Ni^{2+}

1. Реакция со щелочами (NaOH , KOH):



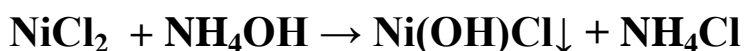
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2 капли раствора соли Ni^{2+} ;
- 2) добавляют 2 капли раствора NaOH ;
- 3) наблюдают образование светло-зеленого осадка.

Наблюдения _____

2. Реакция с водным раствором аммиака:



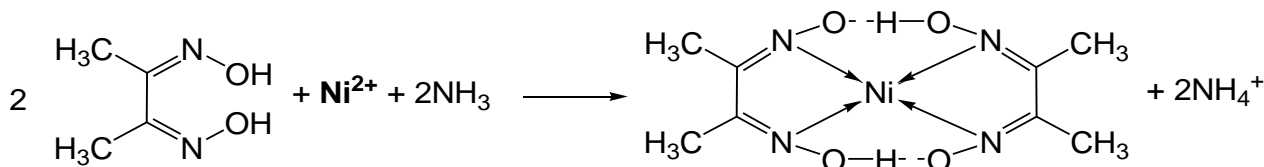
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 3-5 капель раствора соли Ni^{2+} и прибавляют по каплям раствор аммиака при перемешивании смеси;
- 2) вначале выпадает светло-зеленый осадок основной соли никеля(II);
- 3) который затем растворяется с образованием раствора синего цвета.

Наблюдения _____

3. Реакция с диметилглиоксимом (реакция Чугаева):



3.а. Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 3-4 капли раствора соли Ni^{2+} ;
- 2) добавляют 3-4 капли концентрированного раствора аммиака и 1 каплю раствора диметилглиоксима;
- 3) наблюдают образование розово-красного осадка.

Наблюдения _____

3.б. Условия выполнения: реакция выполняется капельным путем на фильтровальной бумаге.

Выполнение реакции:

- 1) на листок фильтровальной бумаги наносят 1 каплю раствора соли Ni^{2+} ;

- 2) добавляют 1 каплю раствора диметилглиоксима;
- 3) бумагу держат над склянкой с концентрированным раствором аммиака до появления розово-красного пятна.

Наблюдения _____

Тестовые задания к лабораторной работе № 3

1. Для каких катионов IV аналитической группы (кислотно-основная классификация) при нагревании с избытком раствора щелочи и пероксидом водорода, осадок не образуется, но раствор приобретает желтую окраску?

- A) хрома(III)
- B) олова(II)
- C) олова(IV)
- D) цинка
- E) алюминия

2. Какое общее свойство соединений катионов Al^{3+} , Zn^{2+} , Cr^{3+} , Sn^{2+} объединяет их в IV аналитическую группу (кислотно-основная классификация)?

- A) амфотерность гидроксидов
- B) нерастворимость солей в воде
- C) хорошая растворимость некоторых солей
- D) растворимость гидроксидов в кислотах
- E) растворимость гидроксидов в избытке раствора аммиака

3. Фильтровальная бумага, пропитанная раствором кобальта(II) нитрата и исследуемым раствором после сжигания образует пепел синего цвета. Это доказывает наличие ионов:

- A) Al^{3+}
- B) Cr^{3+}
- C) Ni^{2+}
- D) Sb^{3+}
- E) Zn^{2+}

4. В химико-аналитической лаборатории проводят идентификацию катионов алюминия с помощью реакции с ализарином с образованием «алюминиевого лака». Какой цвет имеет образующееся соединение?

- A) ярко-красный
- B) ярко-фиолетовый
- C) ярко-зеленый
- D) ярко-синий
- E) ярко-желтый

5. При действии диметилглиоксима на раствор, содержащий катионы VI аналитической группы (кислотно-основная классификация) наблюдали малиновую окраску осадка. Какой катион обусловил этот аналитический эффект?

- A) катион никеля(II)
- B) катион ртути(II)
- C) катион меди(II)
- D) катион кадмия(II)
- E) катион кобальта(II)

6. Качественной реакцией для определения соединений Cr(VI) является образование соединения, окрашивающего слой эфира в голубой цвет. Укажите формулу этого соединения хрома:

- A) H_2CrO_6
- B) CrO_3
- C) Cr_2O_3
- D) CrO
- E) NaCrO_2

7. Желтая и красная кровяные соли являются специфическими реагентами на катионы Fe^{3+} и Fe^{2+} соответственно. Укажите их формулы.

- A) $\text{K}_4[\text{F}(\text{CN})_6]$, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$
- B) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, K_2CrO_4

- С) $K_2[HgI_4]$, K_3PO_4
D) $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$, $Fe[Fe(CN)_6]_2$
E) $Fe_3[PO_4]_2$, $FePO_4$

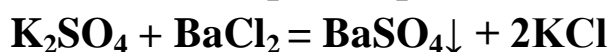
4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 РЕАКЦИИ ОБНАРУЖЕНИЯ АНИОНОВ I-III АНАЛИТИЧЕСКИХ ГРУПП И НЕКОТОРЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ АНИОНОВ

4.1. Реакции анионов I аналитической группы (сульфат SO_4^{2-} , сульфит SO_3^{2-} , тиосульфат $S_2O_3^{2-}$, карбонат CO_3^{2-} , оксалат $C_2O_4^{2-}$, тетраборат $B_4O_7^{2-}(BO_2^-)$, фосфат PO_4^{3-} , арсенат AsO_4^{3-} , арсенит AsO_3^{3-} , фторид F^- , силикат SiO_3^{2-})

Групповым реагентом для анионов I аналитической группы является $BaCl_2$ в нейтральной или слабощелочной среде.

Реакции SO_4^{2-} - аниона

1. Реакция с растворами солей бария (фармакопейная):



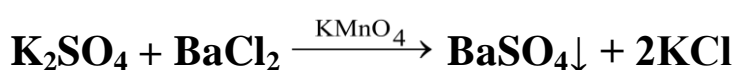
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, pH = 5-7.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора SO_4^{2-} ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора $BaCl_2$;
- 3) образуется осадок белого цвета нерастворимый в кислотах и щелочах.

Наблюдения _____

2. Реакция с ионами бария в присутствии $KMnO_4$:



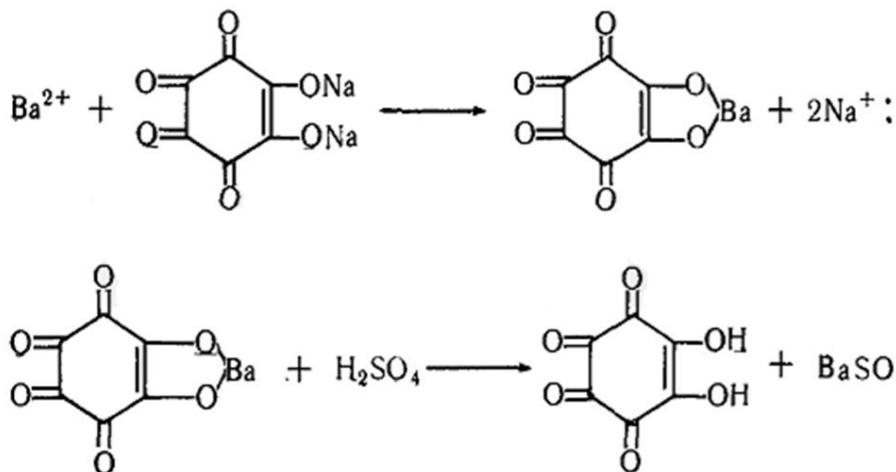
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, pH = 5-7.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора SO_4^{2-} ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора KMnO_4 ;
- 3) добавляют 2-3 капли раствора BaCl_2 ;
- 4) образуется осадок розового цвета.

Наблюдения _____

3. Реакция с родизонатом бария:



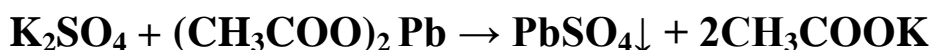
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} = 5-7$.

Выполнение реакции:

- 1) на фильтровальную бумагу наносят каплю раствора Ba^{2+} ;
- 2) добавляют каплю раствора родизоната натрия, пятно окрашивается в красный цвет;
- 3) добавляют 2-3 капли раствора SO_4^{2-} ;
- 4) происходит обесцвечивание пятна.

Наблюдения _____

4. Реакция с ионами Pb^{2+} :



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} = 5-7$.

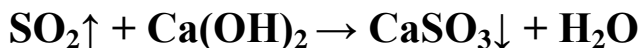
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора SO_4^{2-} ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$;
- 3) образуется осадок белого цвета.

Наблюдения _____

Реакции SO_3^{2-} - аниона

1. Действие минеральных кислот:



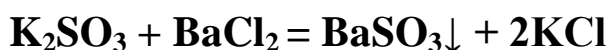
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} < 7$, кислая среда.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 2-3 капли раствора SO_3^{2-} ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора HCl ;
- 3) пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой, свободную часть которой помещают в пробирку с раствором $\text{Ca}(\text{OH})_2$;
- 4) наблюдают помутнение раствора (образуется $\text{CaSO}_3\downarrow$).

Наблюдения _____

2. Реакция с растворами солей бария:



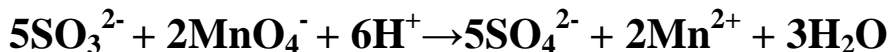
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} = 5-7$.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора SO_3^{2-} ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора BaCl_2 ;
- 3) образуется осадок белого цвета.

Наблюдения _____

3. Реакция с раствором KMnO_4 :



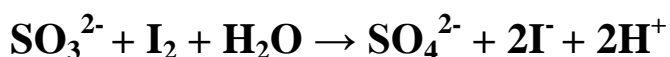
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} < 7$.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 2-3 капли раствора SO_3^{2-} ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора H_2SO_4 ;
- 3) добавляют 2-3 капли раствора KMnO_4 ;
- 4) наблюдают обесцвечивание раствора KMnO_4 .

Наблюдения _____

4. Реакция с раствором иода:



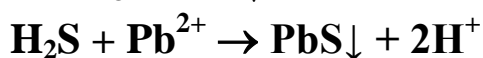
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, рН = 5-7.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 2-3 капли раствора SO_3^{2-} ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора I_2 ;
- 3) наблюдают обесцвечивание раствора I_2 .

Наблюдения _____

5. Реакция с металлическим цинком:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, рН < 7.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 2-3 капли раствора SO_3^{2-} ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора HCl ;
- 3) в пробирку помещают гранулу Zn ;
- 4) наблюдают образование газа H_2S с характерным запахом или фиксируют выделение газа по почернению бумаги, на которую нанесли раствор соли Pb^{2+} .

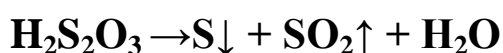
Наблюдения _____

6. Реакция с органическими красителями

Фуксин и малахитовый зеленый (и некоторые другие органические красители) обесцвечиваются нейтральными растворами сульфитов. Кислые растворы сначала нейтрализуют гидрокарбонатом натрия, а щелочные – пропусканием углекислого газа до обесцвечивания фенолфталеина.

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

1. Реакция разложения тиосульфатов кислотами (фармакопейная):



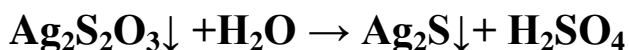
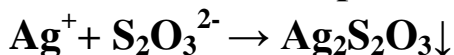
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, рН < 7.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 3-4 капли раствора $S_2O_3^{2-}$;
- 2) добавляют 3-4 капли раствора HCl , выделяется газ $SO_2\uparrow$;
- 3) наблюдают помутнение раствора вследствие выделения элементарной серы и ощущается запах диоксида серы SO_2 .

Наблюдения _____

2. Реакция с нитратом серебра (фармакопейная):



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $pH = 5-7$.

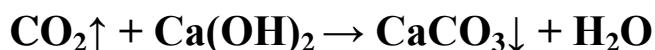
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора $S_2O_3^{2-}$;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора $AgNO_3$;
- 3) образуется осадок черного цвета.

Наблюдения _____

Реакции CO_3^{2-} - аниона

1. Действие минеральных кислот (фармакопейная):



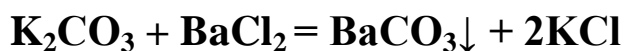
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $pH < 7$.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 2-3 капли раствора CO_3^{2-} ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора HCl , выделяется газ $CO_2\uparrow$;
- 3) пробирку закрывают пробкой с газоотводной трубкой, свободную часть которой помещают в пробирку с раствором $Ca(OH)_2$;
- 4) наблюдают помутнение раствора $Ca(OH)_2$ (образуется осадок $CaCO_3$);
- 5) при дальнейшем пропускании $CO_2\uparrow$ осадок растворяется и образуется $Ca(HCO_3)_2$, растворимый в воде.

Наблюдения _____

2. Реакция с растворами солей бария:



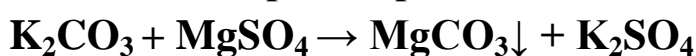
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, pH = 5-7.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора CO_3^{2-} ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора BaCl_2 ;
- 3) образуется осадок белого цвета.

Наблюдения _____

3. Реакция с растворами солей магния (фармакопейная).



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, pH = 5-7.

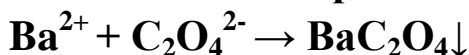
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора CO_3^{2-} ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора MgSO_4 ;
- 3) образуется осадок белого цвета.

Наблюдения _____

Реакции $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ оксалат-аниона

1. Реакция с хлоридом бария BaCl_2 :



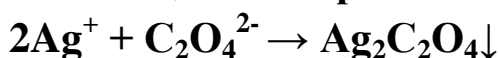
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора оксалат-аниона $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора BaCl_2 ;
- 3) образуется осадок белого цвета.

Наблюдения _____

2. Реакция с нитратом серебра AgNO_3 :



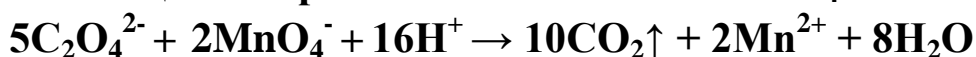
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора оксалат-аниона $C_2O_4^{2-}$;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора $AgNO_3$;
- 3) образуется осадок белого цвета.

Наблюдения _____

3. Реакция с перманганатом калия $KMnO_4$



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $pH < 7$, нагревание.

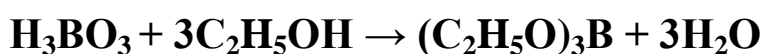
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора оксалат-аниона $C_2O_4^{2-}$;
- 2) добавляют 3-5 капель раствора H_2SO_4 , нагревают смесь до $\sim 70-80^\circ C$ и по каплям прибавляют разбавленный раствор $KMnO_4$;
- 3) раствор обесцвечивается и наблюдается выделение пузырьков газа.

Наблюдения _____

Реакции $B_4O_7^{2-}$ - аниона

1. Окрашивание пламени горелки сложными эфирами борной кислоты (фармакопейная):



Условия выполнения: реакция выполняется в фарфоровой чашке, $pH < 7$.

Выполнение реакции:

- 1) в фарфоровую чашку помещают 4-6 капель раствора буры $Na_2B_4O_7$ и выпаривают досуха;
- 2) к сухому остатку после его охлаждения до комнатной температуры прибавляют 2-3 капли концентрированной серной кислоты и 5-6 капель этанола;
- 3) смесь перемешивают и поджигают, пламя окрашивается в зеленый цвет.

Наблюдения _____

2. Реакция с куркумином (фармакопейная)

Борная кислота и бораты при взаимодействии с красителем куркумином в кислой среде образуют куркуминовый комплекс розового или темно-красного цвета (в зависимости от концентрации борной кислоты), который в щелочной или аммиачной среде изменяет окраску на зеленовато-черную или синевато-черную.

Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

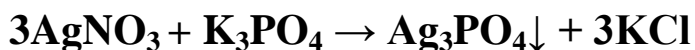
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 4-6 капель раствора буры $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ и 2-3 капли раствора HCl ;
- 2) в раствор погружают высушенную куркумовую бумагу, выдерживают 1 минуту и высушивают; желтая окраска куркумина изменяется на темно-красную;
- 3) бумагу смачивают раствором аммиака; окраска бумаги изменяется на зеленовато-черную или синевато-черную.

Наблюдения _____

Реакции PO_4^{3-} - аниона

1. Реакция с нитратом серебра (фармакопейная):



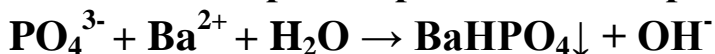
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} = 5-7$.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора PO_4^{3-} ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора AgNO_3 ;
- 3) образуется осадок жёлтого цвета.

Наблюдения _____

2. Реакция с растворами солей бария:



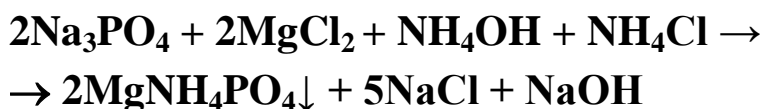
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} = 5-7$.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора PO_4^{3-} ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора BaCl_2 ;
- 3) образуется осадок белого цвета.

Наблюдения _____

3. Действие магниальной смеси (фармакопейная):



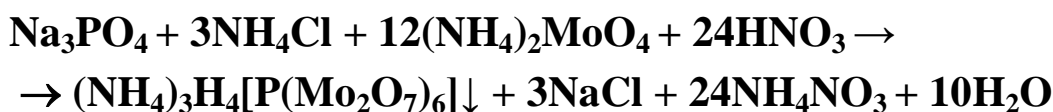
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, pH > 7.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора Mg^{2+} ;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора NH_4Cl ;
- 3) добавляют 1-2 капли раствора NH_4OH ;
- 4) добавляют 2-3 капли раствора PO_4^{3-} ;
- 5) образуется осадок белого цвета.

Наблюдения _____

4. Действие молибденовой жидкости $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4 + \text{HNO}_3$:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, pH < 7.

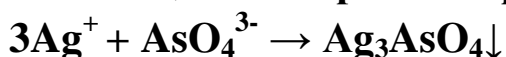
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора PO_4^{3-} ;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора NH_4Cl ;
- 3) добавляют 2-3 капли молибденовой жидкости;
- 4) образуется осадок желтого цвета.

Наблюдения _____

Реакции AsO_4^{3-} - аниона

1. Реакция с нитратом серебра AgNO_3 (фармакопейная):



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

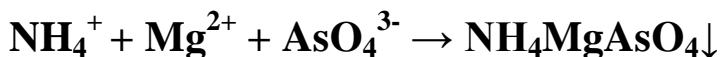
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 3-5 капель раствора Na_3AsO_4 ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора AgNO_3 ;

3) образуется осадок коричневого цвета.

Наблюдения _____

2. Реакция с магниальной смесью (фармакопейная):



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 3-5 капель раствора Na_3AsO_4 ;
- 2) добавляют 3-5 капель магниальной смеси (или 2-3 капли раствора MgSO_4 , 1-2 капли раствора аммиака и 4-5 капель раствора NH_4Cl);
- 3) образуется белый мелкокристаллический осадок.

Наблюдения _____

3. Реакция с сульфидами (фармакопейная):



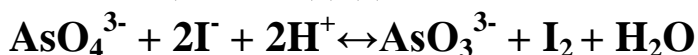
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 3-5 капель раствора Na_3AsO_4 ;
- 2) добавляют 3-5 капель раствора концентрированной HCl и прибавляют по каплям раствор сульфида аммония или сероводородную воду до выпадения желтого осадка;
- 3) образуется желтый осадок.

Наблюдения _____

4. Реакция с иодидами:



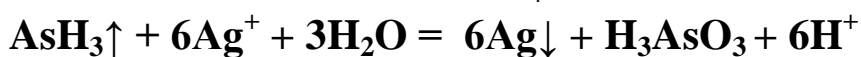
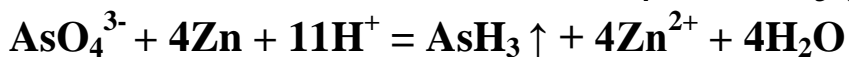
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 3-5 капель раствора Na_3AsO_4 ;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора концентрированной HCl , 3-4 капли раствора иодида калия KI и 2-3 капли раствора крахмала (или 7-10 капель хлороформа);
- 3) раствор окрашивается в синий цвет (хлороформенный слой приобретает красно-фиолетовую окраску).

Наблюдения _____

5. Реакция восстановления AsO_4^{3-} до AsH_3 (фармакопейная):



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

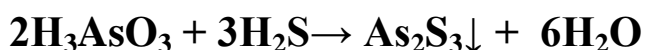
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 3-5 капель раствора Na_3AsO_4 ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора концентрированной HCl и одну гранулу цинка;
- 3) пробирку закрывают фильтровальной бумагой, смоченной раствором AgNO_3 ;
- 4) на фильтровальной бумаге появляется черное пятно мелкодисперсного металлического серебра.

Наблюдения _____

Реакции AsO_3^{3-} -аниона

1. Реакция с сульфид-ионами в кислой среде (фармакопейная):



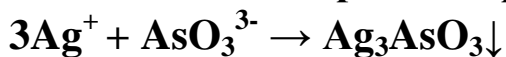
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 3-4 капли раствора Na_3AsO_3 ;
- 2) добавляют 4-5 капель раствора концентрированной HCl и прибавляют по каплям раствор сульфида натрия или сероводородную воду до выпадения желтого осадка;
- 3) образуется желтый осадок.

Наблюдения _____

2. Реакция с нитратом серебра AgNO_3 (фармакопейная):



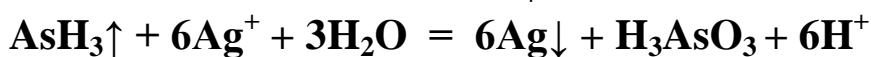
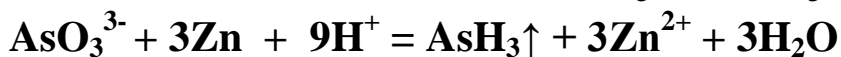
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 3-5 капель раствора Na_3AsO_3 ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора AgNO_3 ;
- 3) образуется осадок желтого цвета.

Наблюдения _____

3. Реакция восстановления AsO_3^{3-} до AsH_3 (фармакопейная):



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

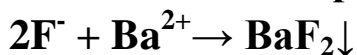
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 3-5 капель раствора Na_3AsO_3 ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора концентрированной HCl и одну гранулу цинка;
- 3) пробирку закрывают фильтровальной бумагой, смоченной раствором AgNO_3 ;
- 4) на фильтровальной бумаге появляется черное пятно мелкодисперсного металлического серебра.

Наблюдения _____

Реакции F^- -аниона

1. Реакция с хлоридом бария:



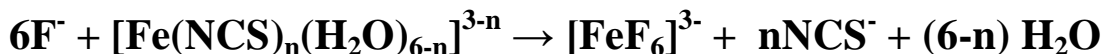
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 3-4 капли раствора фторида натрия или калия;
- 2) прибавляют по каплям раствор хлорида бария;
- 3) образуется белый объемистый осадок.

Наблюдения _____

2. Реакция с тиоцианатными комплексами железа(III):



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

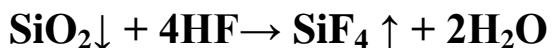
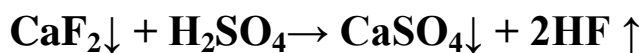
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора соли железа(III);
- 2) прибавляют одну каплю разбавленного раствора тиоцианата калия KNCS , раствор окрашивается в красный цвет вследствие образования тиоцианатных комплексов железа;

3) к полученному раствору прибавляют по каплям раствор фторида калия до обесцвечивания раствора.

Наблюдения _____

3. Реакция образования SiF_4 :



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

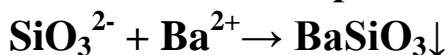
Выполнение реакции:

- 1) в сухую пробирку помещают небольшое количество фторида кальция (натрия и др.);
- 2) добавляют 4-5 капель концентрированной серной кислоты H_2SO_4 ;
- 3) вносят в пробирку каплю воды на проволочной петле и наблюдают ее помутнение.

Наблюдения _____

Реакции SiO_3^{2-} -аниона

1. Реакция с хлоридом бария.



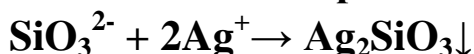
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 3-4 капли раствора силиката натрия или калия;
- 2) прибавляют по каплям раствор хлорида бария;
- 3) образуется белый осадок.

Наблюдения _____

2. Реакция с нитратом серебра:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

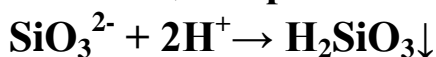
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 3-4 капли раствора силиката натрия или калия;

- 2) прибавляют по каплям раствор нитрата серебра;
- 3) образуется желтый осадок.

Наблюдения _____

3. Реакция с разбавленными кислотами:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 3-4 капли раствора силиката натрия или калия;
- 2) прибавляют по каплям раствор разбавленной серной или соляной кислоты;
- 3) образуется прозрачный студенистый осадок.

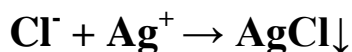
Наблюдения _____

4.2. Реакции анионов II аналитической группы **(хлорид Cl^- , бромид Br^- , иодид I^- , сульфид S^{2-} , бромат BrO_3^- ,** **цианид CN^- , тиоцианат (роданид) SCN^-)**

Групповым реагентом для анионов II аналитической группы является AgNO_3 в присутствии разбавленной азотной кислоты.

Реакции Cl^- -аниона

1. Реакция с раствором AgNO_3 (фармакопейная):



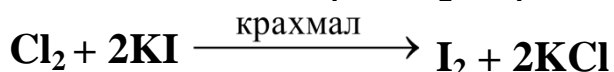
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} = 5-7$.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора Cl^- ;
- 2) добавляют 2-3 капли AgNO_3 ;
- 3) образуется осадок белого цвета $\text{AgCl} \downarrow$, растворимый в водном растворе аммиака NH_3 .

Наблюдения _____

2. Реакция с раствором KMnO_4 :



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} < 7$.

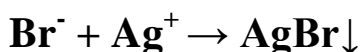
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора Cl_2 ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора H_2SO_4 ;
- 3) добавляют 2-3 капли раствора KMnO_4 ;
- 4) выделение Cl_2 фиксируют по посинению йодкрахмальной бумаги.

Наблюдения _____

Реакции Br^- - аниона

1. Реакция с раствором AgNO_3 (фармакопейная):



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} = 5-7$.

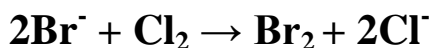
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора Br^- ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора AgNO_3 ;
- 3) образуется осадок жёлтого цвета $\text{AgBr}\downarrow$, труднорастворимый в водном растворе аммиака NH_3 .

Наблюдения _____

2. Реакция с хлорной водой (фармакопейная):

Сильные окислители (хлорная вода, KMnO_4 , MnO_2 , KBrO_3 и другие), в кислой среде окисляют бромид-ионы до брома.



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} < 7$.

Выполнение реакции:

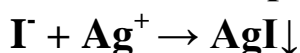
- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора Br^- ;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора H_2SO_4 ;
- 3) добавляют 2-3 капли хлорной воды;
- 4) образуется Br_2 , придающий раствору жёлтый цвет;

4) добавляют 4-5 капель хлороформа CHCl_3 и смесь встряхивают; нижний органический слой окрашивается в светло-коричневый цвет, а окраска водной фазы становится светло-желтой.

Наблюдения _____

Реакции Γ^- - аниона

1. Реакция с раствором AgNO_3 (фармакопейная):



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} = 5-7$.

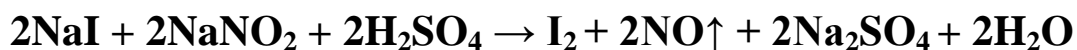
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора Γ^- ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора AgNO_3 ;
- 3) образуется осадок жёлтого цвета $\text{AgI} \downarrow$, нерастворимый в водном растворе аммиака NH_3 .

Наблюдения _____

2. Реакция с раствором NaNO_2 (фармакопейная):

Окислители (NaNO_2 , FeCl_3 , хлорная вода, KMnO_4 , MnO_2 , KBrO_3 и другие), в кислой среде окисляют иодид-ионы до иода.



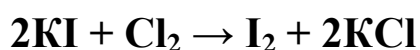
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} < 7$.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора Γ^- ;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора H_2SO_4 ;
- 3) добавляют 2-3 капли раствора NaNO_2 ;
- 4) образуется I_2 , придающий раствору жёлто-коричневый цвет;
- 5) добавляют 4-5 капель хлороформа CHCl_3 и смесь встряхивают; нижний органический слой окрашивается в фиолетовый цвет, а окраска водной фазы становится светло-коричневой.

Наблюдения _____

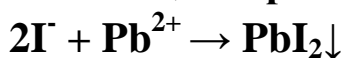
3. Реакция с хлорной водой:



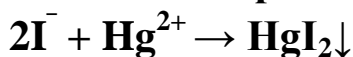
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} < 7$.

Выполнение реакции:

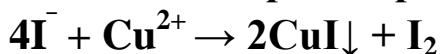
- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора KI;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора H₂SO₄;
- 3) добавляют 2-3 капли хлорной воды;
- 4) образуется I₂ коричневого цвета;
- 5) добавляют 3-5 капель хлороформа и встряхивают смесь; органический слой окрашивается в фиолетовый цвет.

Наблюдения _____**4. Реакция с растворами солей Pb²⁺:****Условия выполнения:** реакция выполняется в пробирке, рН = 5-7.**Выполнение реакции:**

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора I⁻;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора Pb²⁺;
- 3) образуется осадок жёлтого цвета.

Наблюдения _____**5. Реакция с растворами солей Hg²⁺:****Условия выполнения:** реакция выполняется в пробирке, рН = 5-7.**Выполнение реакции:**

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора I⁻;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора Hg²⁺;
- 3) образуется осадок оранжевого цвета.

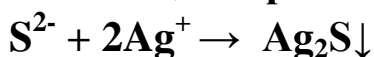
Наблюдения _____**6. Реакция с растворами солей Cu²⁺:****Условия выполнения:** реакция выполняется в пробирке, рН = 5-7.**Выполнение реакции:**

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора I⁻;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора Cu²⁺;
- 3) образуется осадок телесного цвета.

Наблюдения _____

Реакции S²⁻-аниона

1. Реакция с раствором AgNO₃:



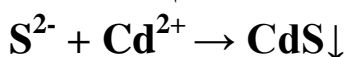
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, pH = 5-7.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора S²⁻;
- 2) добавляют 2-3 капли AgNO₃;
- 3) образуется осадок чёрного цвета.

Наблюдения _____

2. Реакция с солями Cd²⁺:



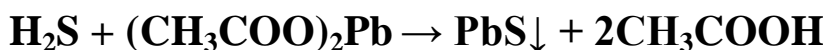
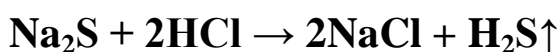
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, pH = 5-7.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора S²⁻;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора Cd²⁺;
- 3) образуется осадок жёлтого цвета.

Наблюдения _____

3. Действие кислот:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, pH < 7.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора S²⁻;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора HCl;
- 3) выделяется H₂S, который определяют по характерному запаху или почернению бумаги, на которую нанесен раствор соли Pb²⁺.

Наблюдения _____

4. Действие раствора нитропрусида натрия:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, pH = 5-7.

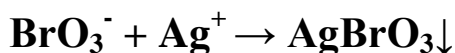
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора S^{2-} ;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора нитропруссид натрия;
- 3) образуется соединение красно-фиолетового цвета.

Наблюдения _____

Реакции BrO_3^- -аниона

1. Реакция с раствором $AgNO_3$:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

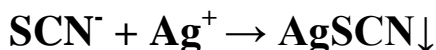
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора $KBrO_3$;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора $AgNO_3$;
- 3) образуется бледно-желтый осадок.

Наблюдения _____

Реакции SCN^- - аниона

1. Реакция с раствором $AgNO_3$:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора $KSCN$;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора $AgNO_3$;
- 3) образуется белый аморфный осадок.

Наблюдения _____

2. Реакция с солями кобальта(II):



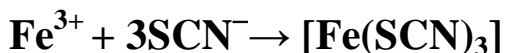
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора соли Co^{2+} ;
- 2) добавляют 5-7 капель раствора NH_4SCN , 5-6 капель амилового спирта и смесь встряхивают;
- 3) верхний слой органической фазы окрашивается в синий цвет.

Наблюдения _____

3. Реакция с тиоцианатом (роданидом) аммония NH_4SCN :



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 1 каплю раствора соли Fe^{3+} ($\text{pH} \approx 3$);
- 2) добавляют 2 капли раствора тиоцианата (роданида) аммония NH_4SCN ;
- 3) наблюдают образование красного комплексного соединения.

Наблюдения _____

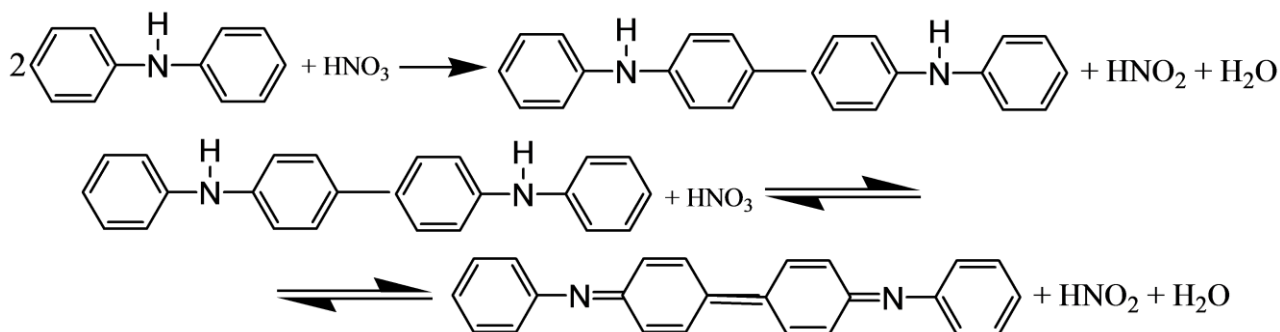
4.3. Реакции анионов III аналитической группы (нитрат NO_3^- , нитрит NO_2^- , ацетат CH_3COO^-)

Групповой реагент для анионов III аналитической группы отсутствует.

Реакции NO_3^- -аниона

1. Реакция с дифениламином (фармакопейная)

С дифениламином реагируют как нитрат-анионы NO_3^- так и нитрит-анионы NO_2^- , образуя соединения синего цвета.



Условия выполнения: на предметном стекле, $\text{pH} < 7$.

Выполнение реакции:

- 1) на предметное стекло наносят каплю раствора NO_3^- ;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора дифениламина;
- 3) образуется соединение синего цвета.

Наблюдения _____

2. Реакция с металлическим Zn или Al (фармакопейная):



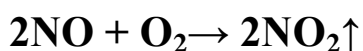
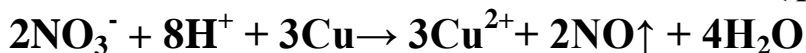
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} > 7$.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора NO_3^- ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора NaOH ;
- 3) добавляют гранулу металлического Zn ;
- 4) выделение аммиака фиксируют по запаху или по посинению лакмусовой бумаги.

Наблюдения _____

3. Реакция с металлической медью Cu (фармакопейная):



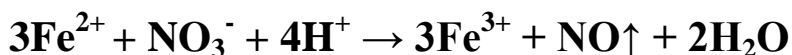
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} < 7$.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора NO_3^- ;
- 2) добавляют 3-4 капли концентрированной H_2SO_4 ;
- 3) добавляют металлическую медь и осторожно нагревают пробирку;
- 4) выделяются буро-желтые пары $\text{NO}_2\uparrow$.

Наблюдения _____

4. Реакция с сульфатом железа(II) и концентрированной серной кислотой:



Условия выполнения: реакция выполняется на стеклянной пластинке, $\text{pH} < 7$.

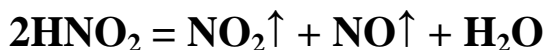
Выполнение реакции:

- 1) на поверхность стеклянной пластинки наносят 1 каплю раствора NO_3^- ;
- 2) добавляют 1 кристаллик FeSO_4 и 1 каплю концентрированной H_2SO_4 ;
- 3) около кристалла образуется буро-коричневое пятно.

Наблюдения _____

Реакции NO₂⁻-аниона

1. Реакция с сильными кислотами (фармакопейная):



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, pH < 7.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 2-3 капли раствора NO₂⁻;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора HCl;
- 3) наблюдают образование оксидов азота (буро-желтые пары).

Наблюдения _____

2. Реакция с KMnO₄:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, pH < 7.

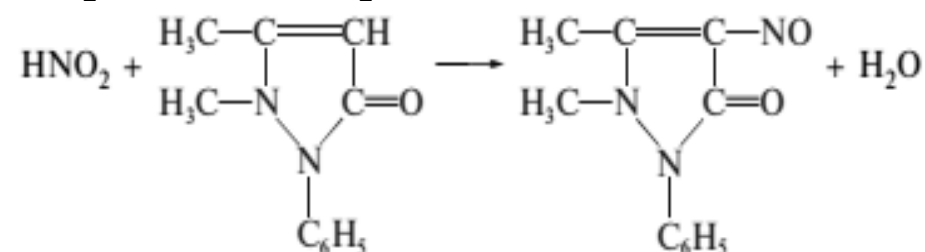
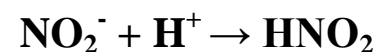
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 2-3 капли раствора NO₂⁻;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора H₂SO₄;
- 3) добавляют 2-3 капли раствора KMnO₄;
- 4) наблюдают обесцвечивание KMnO₄.

Наблюдения _____

3. Реакция с антипирином (фармакопейная)

Нитрит-ионы NO₂⁻ реагируют с антипирином в кислой среде с образованием нитрозоантипирина изумрудно-зелёного цвета, а нитрат-ионы NO₃⁻ в данных условиях с антипирином не реагируют:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, pH < 7.

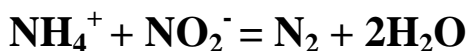
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора NO₂⁻;

- 2) добавляют 1-2 капли раствора H_2SO_4 ;
- 3) добавляют 2-3 капли раствора антипирина;
- 4) наблюдают образование соединения изумрудно-зелёного цвета.

Наблюдения _____

4. Реакция с раствором хлорида аммония NH_4Cl :



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, нагревание.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 2-3 капли раствора NO_2^- ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора NH_4Cl ;
- 3) наблюдают выделение пузырьков азота.

Наблюдения _____

5. Реакция с металлическим алюминием:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} > 7$.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 2-3 капли раствора NO_2^- ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора NaOH ;
- 3) в пробирку помещают гранулу Al ;
- 4) выделение аммиака фиксируют по запаху или по посинению лакмусовой бумаги.

Наблюдения _____

6. Реакция с KI :



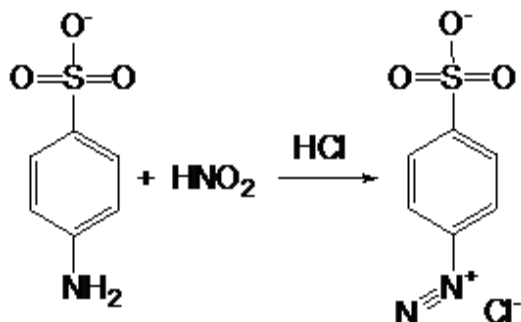
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} < 7$.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 2-3 капли раствора KI ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора H_2SO_4 ;
- 3) добавляют 3-4 капли хлороформа и 2-3 капли раствора NaNO_2 , смесь встряхивают;
- 4) наблюдают окрашивание органического слоя в фиолетовый цвет за счет образования I_2 .

Наблюдения _____

7. Реакция с реактивом Грисса:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, pH = 5-7.

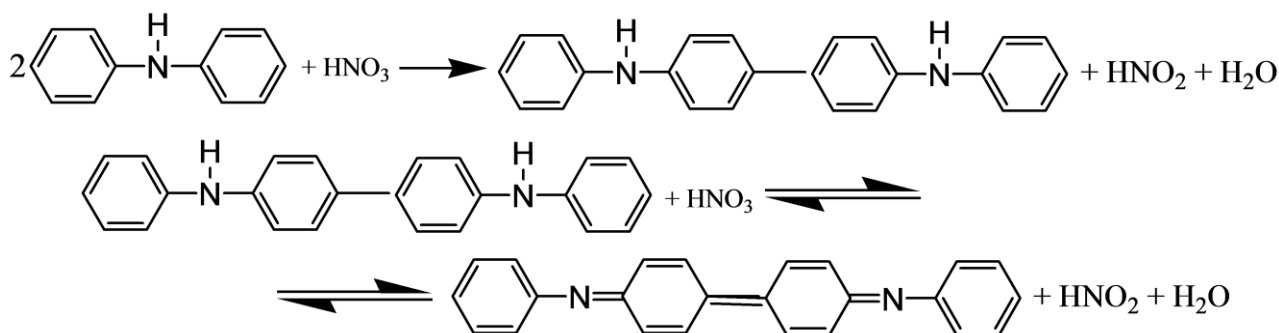
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку вносят 2-3 капли раствора NO_2^- , разбавляют водой;
- 2) добавляют 2 капли раствора реактива Грисса;
- 3) наблюдают образование соединения ярко-красного цвета.

Наблюдения _____

8. Реакция с дифениламином (фармакопейная)

С дифениламином реагируют как нитрит-анионы NO_2^- , так и нитрат-анионы NO_3^- , образуя соединения синего цвета



Условия выполнения: на предметном стекле, pH < 7.

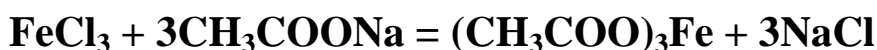
Выполнение реакции:

- 1) на предметное стекло наносят каплю раствора NO_2^- ;
- 2) добавляют 1-2 капли раствора дифениламина;
- 3) образуется соединение синего цвета.

Наблюдения _____

Реакции ацетат-аниона CH_3COO^-

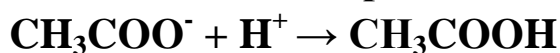
1. Реакция с FeCl_3 (фармакопейная):



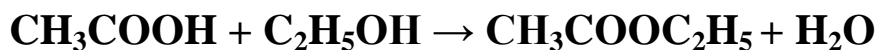
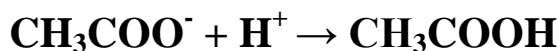
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, pH = 5-7.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора CH_3COO^- ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора FeCl_3 ;
- 3) образуется соединение красно-бурого цвета.

Наблюдения _____**2. Реакция с минеральными кислотами:****Условия выполнения:** реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} < 7$.**Выполнение реакции:**

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора соли CH_3COONa ;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора HCl ;
- 3) образование уксусной кислоты фиксируют по запаху.

Наблюдения _____**3. Реакция образования уксусноэтилового эфира (фармакопейная):****Условия выполнения:** реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} < 7$, нагревание.**Выполнение реакции:**

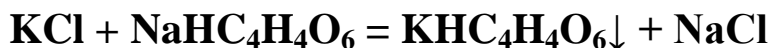
- 1) в пробирку пипеткой вносят 4-5 капель концентрированного раствора CH_3COONa ;
- 2) добавляют 4-5 капель раствора концентрированной H_2SO_4 ; 1-2 капли раствора AgNO_3 (катализатор); 4-5 капель этанола;
- 3) при нагревании ощущается характерный запах уксусноэтилового эфира.

Наблюдения _____

4.4. Аналитические реакции некоторых органических анионов
**(тарtrat $C_4H_4O_6^{2-}$, цитрат $C_6H_5O_7^{3-}$, бензоат $C_6H_5COO^-$,
оксалат $C_2O_4^{2-}$ и салицилат $C_7H_5O_3^-$ ионов)**

Реакции тарtrat-аниона $C_4H_4O_6^{2-}$

1. Реакция с растворами солей калия (фармакопейная):



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, pH = 5-7.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора тарtrat-аниона;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора KCl;
- 3) трут стеклянной палочкой о стенки пробирки;
- 4) образуется осадок белого цвета.

Наблюдения _____

2. Реакция с резорцином (фармакопейная).

Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, pH < 7.

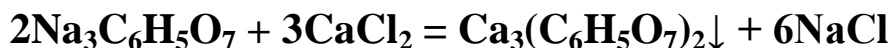
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора тарtrat-аниона;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора H_2SO_4 ;
- 3) добавляют 1-2 капли раствора резорцина;
- 3) образуется соединение красного цвета.

Наблюдения _____

Реакции цитрат-аниона $C_6H_5O_7^{3-}$

1. Реакция с раствором $CaCl_2$ (фармакопейная):



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, нагревание.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора цитрат-аниона;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора $CaCl_2$ и нагревают;
- 3) образуется осадок белого цвета.

Наблюдения _____

2. Реакция с уксусным ангидридом (фармакопейная)

Цитрат-анион $C_6H_5O_7^{3-}$ при взаимодействии с уксусным ангидридом $(CH_3CO)_2O$ образует продукт реакции красного цвета.

Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, нагревание.

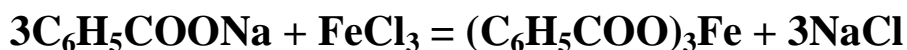
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 3-4 капли раствора цитрат-аниона;
- 2) добавляют 3-4 капли уксусного ангидрида и осторожно нагревают смесь;
- 3) через 1-2 минуты появляется красная окраска раствора.

Наблюдения _____

Реакции бензоат-аниона $C_6H_5COO^-$

1. Реакция с $FeCl_3$ (фармакопейная):



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, рН = 5-7.

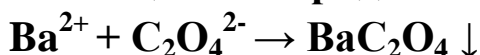
Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора бензоат-аниона;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора $FeCl_3$;
- 3) образуется осадок жёлто-розового цвета.

Наблюдения _____

Реакции оксалат-аниона $C_2O_4^{2-}$

1. Реакция с хлоридом бария $BaCl_2$:



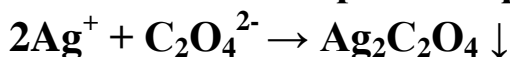
Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора оксалат-аниона;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора $BaCl_2$;
- 3) образуется осадок белого цвета.

Наблюдения _____

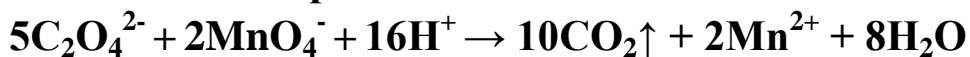
2. Реакция с нитратом серебра $AgNO_3$:



Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора оксалат-аниона;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора AgNO_3 ;
- 3) образуется осадок белого цвета.

Наблюдения _____**3. Реакция с перманганатом калия KMnO_4 :**

Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} < 7$, нагревание.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора оксалат-аниона;
- 2) добавляют 3-5 капель раствора H_2SO_4 , нагревают смесь до ~ 70 - 80°C и по каплям прибавляют разбавленный раствор KMnO_4 ;
- 3) раствор обесцвечивается и наблюдается выделение пузырьков газа.

Наблюдения _____**Реакции салицилат-аниона $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_3^-$** **1. Реакция с FeCl_3 (фармакопейная):**

Условия выполнения: реакция выполняется в пробирке, $\text{pH} = 5-7$.

Выполнение реакции:

- 1) в пробирку пипеткой вносят 2-3 капли раствора салицилат-аниона;
- 2) добавляют 2-3 капли раствора FeCl_3 ;
- 3) образуются соединения от сине-фиолетового до красно-фиолетового цвета.

Наблюдения _____

Тестовые задания к лабораторной работе № 4

1. Какой ион при нагревании с металлическим цинком в кислой среде образует газ арсин, который вызывает появление желто-бурого пятна на бумаге, пропитанной солями ртути(II):

- A) AsO_4^{3-}
- B) PO_4^{3-}
- C) S^{2-}
- D) NO_3^-
- E) SO_4^{2-}

2. Аналитик провел реакцию на тиосульфат-ионы с минеральными кислотами. Укажите аналитический эффект реакции.

- A) помутнение раствора и выделения газа с характерным запахом, который обесцвечивает йодную воду
- B) образование зеленого осадка
- C) образование черного осадка
- D) образование красного осадка
- E) образование синего осадка

3. Химик-аналитик проводит обнаружение фосфат-ионов с помощью фармакопейной реакции, в результате которой образовался желтый осадок. Какой реактив использовал специалист?

- A) серебра нитрат
- B) натрия нитрат
- C) калия хлорид
- D) калия нитрат
- E) соляную кислоту

4. Какие анионы с раствором нитрата серебра образуют осадок, растворимый в 12% -ом растворе аммония карбоната?

- A) хлорид-ионы
- B) бромид-ионы
- C) сульфид-ионы

- D) йодид-ионы
- E) тиоцианат-ионы

5. Какие анионы с солями железа(II) в присутствии концентрированной серной кислоты образуют бурое кольцо?

- A) нитрат-ионы
- B) ацетат-ионы
- C) бромат-ионы
- D) цитрат-ионы
- E) тиоцианат-ионы

6. Для идентификации нитрат-ионов в раствор добавили раствор дифениламина и концентрированную серную кислоту. Какой аналитический эффект во время этого наблюдается?

- A) синее окрашивание раствора
- B) желтый осадок
- C) синий осадок
- D) белый осадок
- E) зеленое окрашивание раствора

7. Химик-аналитик проводит фармакопейную реакцию на салицилат-ион с FeCl_3 в кислой среде. Какого цвета образуется соединение?

- A) красно-фиолетового
- B) синего
- C) голубого
- D) зеленого
- E) желтого

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чеботарев А. Н., Рахлицкая Е. М., Гузенко Е. М., Щербакова Т. М. Аналитическая химия. Часть 1. Качественный и количественный химический анализ: Методическое пособие для самостоятельной работы иностранных студентов II курса факультета химии и фармации специальности 226 «Фармация, промышленная фармация». - Одесса : Одес. нац. ун-т им. И. И. Мечникова, 2020. – 116 с.
2. Чеботарев А. Н., Щербакова Т.М., Гузенко Е. М., Рахлицкая Е. М. Аналитическая химия. Ч. 2. Количественный анализ : методическое пособие для самостоятельной работы студентов II курса ф-та химии и фармации специальности 226 «Фармация, промышленная фармация» – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2020. – 228 с.
3. Золотов Ю. А. (ред.) Основы аналитической химии. Том 1. Общие вопросы. Методы разделения. Учебник для вузов в 2-х томах. – М. : Высшая школа, 2002. – 351 с.
4. Золотов Ю. А. (ред.) и др. Основы аналитической химии. Кн. 2: Методы химического анализа. Учебник для вузов в 2-х томах. – М. : Высшая школа, 2002. – 494 с.
5. Основы аналитической химии. Практическое руководство: Учеб. Пособие для вузов / В. И. Фадеева и др.; Под ред. Ю. А. Золотова. – М.: Высш. шк., 2001. – 463 с.
6. Болотов В. В. Аналитическая химия. – Харьков : Золотые страницы, 2001. – 455 с.
7. Харитонов Ю. А. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ. – М.: Высш. шк., 2001. – 615 с.
8. Пономарев В. Д. и др. Аналитическая химия. Ч. 1: Теоретические основы. Качественный анализ. – М. : Высшая школа, 1982. – 301 с.
9. Алексеев В. И. Курс качественного химического полумикроанализа. – М. : Химия, 1973. – 584 с.

10. Москвин Л. Н., Родинков О. В. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии: учебник. – 2 изд. Долгопрудный : Издательский дом «Интеллект», 2012. – 352 с.
11. Луцевич Д. Д., Мороз А. С., Грибальська О. В., Огурцов В. В. Аналітична хімія. – Київ : Медицина, 2009. – 416 с.
12. Базель Я. Р., Воронич О. Г., Кормош Ж. О. Практичний курс з аналітичної хімії. – Луцьк : Вежа, 2004. – 256 с.
13. Юрченко О. І., Бугаєвський О. А., Дрозд А. В., Мельник В. В., Холін Ю. В. Аналітична хімія. Загальні положення. Якісний та кількісний аналіз: навчальний посібник. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2013. – 344 с.
14. Лабораторные работы по фармацевтической химии. Под ред. В. Г. Беликова. – М. : Высшая школа. – 1989. – 376 с.
15. Чеботарьов О. М., Рахлицька О. М., Гузенко О. М., Щербак ова Т. М. Аналітична хімія. Частина 1. Хімічні методи якісного та кількісного аналізу: практикум для самостійної роботи. - Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2019. – 168 с.

Навчальне видання

Щербакова Тетяна Михайлівна,
Гузенко Олена Михайлівна,
Рахлицька Олена Михайлівна,
Чеботарьов Олександр Миколайович

АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ

Частина 1. Якісний аналіз

Методичні вказівки
для іноземних студентів II курсу
факультету хімії і фармації
спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація»

Російською мовою
В авторській редакції

Підп. до друку. 09.12.2021. Формат 60x84/16.
Ум.-друк. арк. 4,77. Тираж 14 пр.
Зам. № 2393.

Видавець і виготовлювач
Одеський національний університет
імені І.І. Мечникова

Україна, 65982, м. Одеса, вул. Єлісаветинська, 12
Тел.: (048)723 28 39, E-mail: druk@onu.edu.ua