

**ФГБОУ ВО «СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра химии и защиты растений

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Ф.И. студента _____

Факультет _____

Курс _____

Группа _____

Преподаватель _____

Ставрополь

2022

УДК 543.061 (062) Рекомендовано к изданию методической комиссией
ББК 24.1.я 7 факультета экологии и ландшафтной архитектуры
Ф50 Ставропольского ГАУ
(протокол № 1 от 29 августа 2022 г.)

Рецензенты:

Белик Е.В., кандидат химических наук, доцент, ФГБОУ ВО СтГМУ
Денисова Е.В., кандидат биологических наук, доцент ФГАОУ ВО СКФУ

Авторский коллектив:

Волосова Е.В., кандидат биологических наук, доцент
Шипуля А.Н., кандидат химических наук, доцент
Пашкова Е.В., кандидат технических наук, доцент
Безгина Ю.А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Глазунова Н.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Аналитическая химия и физико-химические методы исследования: лабораторный практикум / сост. Е.В. Волосова, А.Н. Шипуля, Е.В. Пашкова, Ю.А. Безгина, Н.Н. Глазунова – Ставрополь, 2022

Изучение дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы исследования» способствует формированию основ научного мировоззрения у современных студентов. Настоящий лабораторный практикум предназначена для оказания методической помощи в выполнении лабораторных работ по разделам программы курса «Аналитическая химия и физико-химические методы исследования».

Адресована студентам аграрных вузов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавриата 05.03.06 Экология и природопользование и 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья очной и заочной форм обучения.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРАВИЛА РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ	4
Раздел I. Качественный анализ	7
Работа № 1 Первая аналитическая группа катионов (K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} и др.)	7
Работа № 2 Вторая аналитическая группа катионов (Ca^{2+} , Ba^{2+} и др.)	10
Работа № 3 Третья аналитическая группа катионов (Al^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} и др.)	13
Работа № 4 Четвертая аналитическая группа катионов (Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+} , Cu^{2+} , Hg^{2+})	17
Работа № 5 Анализ анионов (SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} - 1-я группа; Cl^- , Br^- , I^- - 2-я группа; NO_3^- - 3-я группа)	22
Вопросы для подготовки к контрольной точке № 1	25
Раздел II. Количественный анализ	27
Работа № 6 Определение содержания бария в анализируемом растворе методом осаждения	27
Работа № 7 Определение карбонатной жесткости воды методом кислотно-основного титрования	30
Работа № 8 Определение содержания хлорид-иона методом argentометрического титрования	36
Работа № 9 Определение содержания иона кальция методом комплексометрического титрования	39
Вопросы для подготовки к контрольной точке № 2	41
Рекомендуемый перечень тем рефератов	43
Рекомендуемый перечень вопросов итогового контроля по дисциплине «Аналитическая химия и физико-химические методы исследования»	45
Приложения	48

ПРАВИЛА РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ

Для работы в лаборатории отводится рабочий стол на 1-2 студентов, который необходимо содержать в чистоте и порядке, не загромождать посторонними для данной работы предметами.

1. Химические реактивы хранят в определенном для каждого вещества месте, в закрытых банках, склянках и других толстостенных сосудах. На каждой банке должна быть наклеена этикетка с точными названиями и формулой вещества, и подробной характеристикой (концентрация, плотность, чистота и т. п.). Запрещается хранить склянки с реактивами без пробок, без этикеток или в неисправной и непригодной таре.

2. Ядовитые химические вещества хранят в отдельных запирающихся шкафчиках в строгом соответствии со специальными правилами и инструкциями по их хранению.

3. При работе с реактивами следует соблюдать частоту и аккуратность, выполнять следующие **правила:**

а) склянки и банки с жидкими и сухими реактивами держать всегда закрытыми; открывать их только при взятии реактивов и сразу же закрывать;

б) закрывать склянки и банки нужно их же пробками или крышками, ни в коем случае нельзя закрывать их пробками или крышками, взятыми от других сосудов, так как при этом реактивы загрязняются и становятся непригодными для использования;

в) если взято больше реактива, чем требуется, нельзя высыпать или вылить излишек обратно в сосуд, в котором он хранится, ибо таким образом можно загрязнить весь запас реактива;

г) реактивы общего пользования не следует уносить на свой рабочий стол; надо соблюдать установленный порядок в расположении сосудов с реактивами, как общего, так и индивидуального пользования;

д) остатки растворов солей серебра выливают в специальные банки, находящиеся в вытяжных шкафах;

е) при взятии жидких реактивов склянку с жидкостью держат так, чтобы этикетка всегда оставалась сверху и жидкость не попадала на нее;

ж) при взятии реактива пробку или крышку надо держать в руке или положить на стол, так чтобы входящая в горло склянки сторона пробки или внутренняя часть крышки не касалась стола;

з) во всех случаях (за исключением тех, когда указана точная мера) надо брать самую минимальную дозу реактивов (например, раствора 1—2 капли);

и) категорически запрещается пробовать реактивы на вкус, так как многие из них ядовиты;

к) растворы, содержащие соли ртути, сливают в специальные банки; их нельзя выливать в раковину, так как соли ртути реагируют с чугуном труб, выделяя металлическую ртуть, собирающуюся в коленах коммуникации; при ремонтных работах она выливается и отравляет воздух парами ртути;

л) нельзя хранить растворы щелочей и концентрированных кислот в стеклянной тонкостенной посуде: стекло разъедается и легко разбивается.

5. Остатки крепких кислот выливают в специальные банки.

6. Горячие предметы следует ставить только на асбестовую сетку, но не прямо на стол.

7. В лаборатории необходимо соблюдать тишину и дисциплину.
8. В случае неудачи опыта следует продумать все сначала, посоветоваться с преподавателем и снова приступить к работе.
9. Для записи хода лабораторных работ каждый должен иметь тетрадь, на обложке, которой нужно указать свою фамилию, факультет и номер группы.
10. После окончания работы следует вымыть посуду и привести в порядок рабочее место. Только убедившись, что все убрано, горелки и электроприборы выключены - можно уходить из лаборатории.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

1. В лаборатории обязательно должны быть огнетушитель, ящик с песком, одеяло и аптечка с медикаментами.
2. При работе с ядовитыми, огне- и взрывоопасными веществами в лаборатории должно находиться не менее двух человек, чтобы при необходимости оказать помощь пострадавшему.
3. Нельзя зажигать какие-либо газы или пары, не убедившись предварительно испытанием, что они не содержат примеси воздуха, так как смесь всякого горючего газа с воздухом в определенных объемах взрывается.
4. При работе с горючими газами следует обращать особое внимание на такие газы, как водород, оксид углерода (II), сероводород, светильный газ, метан, этан, этилен, пропан, ацетилен и др.
5. Категорически запрещается оставлять и хранить в газометре водород, ацетилен, этилен, метан и другие газы, образующие с воздухом гремучую смесь.
6. Смесь ацетилена с кислородом нельзя воспламенять даже в открытых цилиндрах!
7. При разбавлении концентрированных кислот, особенно серной, следует вливать кислоту в воду, а не наоборот.
8. Если пролита низкокипящая жидкость, нужно немедленно погасить все газовые горелки и выключить электроплитки; пролитое вещество засыпать песком или собрать тряпками, затем песок и тряпки удалить; место, где была пролита жидкость, хорошо промыть водой.
9. Ни в коем случае нельзя засасывать едкие и ядовитые жидкости в пипетку ртом во избежание ожога полости рта или отравления. Концентрированные щелочи, кислоты и другие едкие или ядовитые вещества набирают в пипетку с помощью резиновой груши, специальных автоматических пипеток или шприца.
10. Встряхивать жидкости следует только в закрытой посуде; закрывать отверстие пробирки пальцем запрещается.
11. Взвешивать ядовитые вещества разрешается только под тягой. Все работы с концентрированными кислотами, щелочами и другими едкими и ядовитыми веществами производят в резиновых перчатках и защитных очках. При работе с токсичными и агрессивными веществами следует заблаговременно подготовить нейтрализующие и дегазирующие средства, которые размещают поблизости от места выполнения опытов.
12. Вставляя стеклянную трубку в просверленную пробку, нужно смочить трубку и держать пальцами возможно ближе к вставляемому в пробку концу.
13. Горючие, легко воспламеняющиеся и низко кипящие жидкости (сероуглерод, эфир, ацетон, бензин и т.п.) следует хранить в толстостенных склянках или

других сосудах, помещенных в железный, выложенный асбестом и плотно закрывающийся ящик.

14. Литий, натрий и калий хранят под слоем керосина или масла, не содержащих влаги; на эти вещества не должна попасть вода или другие вещества, способные вступить с ними в химическую реакцию. Даже при соприкосновении с влажной кожей или одеждой калий и натрий воспламеняются и могут причинить ожоги. Все работы с ними необходимо производить в защитных очках и в перчатках на чистом, сухом столе. Выбрасывать обрезки натрия и калия в мусорные ящики, банки, ведра, корзины и т. п., а также в канализацию нельзя.

15. Ртуть хранят в толстостенных плотно закрывающихся сосудах. Переливание ртути и наполнение ею приборов производят только над ванной или кюветой, так чтобы не пролить ртуть на стол или на пол. Пролитую ртуть нужно немедленно собрать водоструйным вакуумным насосом с присоединенной к нему «ловушкой» (склянкой Дрекселя), заполненной водой; на второе отверстие ловушки надевают резиновый шланг, который подводят к ртути и засасывают ее насосом в ловушку. Небольшие капли ртути собирают пластинками из меди или белой жести. Приставшие к амальгамированной поверхности капельки ртути стряхивают в сосуд с водой и плотно закрывают резиновой пробкой. Недопустимо выливать ртуть в канализацию.

Категорически запрещается брать ртуть руками, а также отсасывать ее ртом.

При очистке от ртути после обычного промывания и тщательного ополаскивания водой посуду следует промыть 3%-ным раствором иодида калия. В барометрах и других приборах, где ртуть находится в открытых сосудах, во избежание испарения ртути необходимо заливать ее 1-2 миллиметровым слоем чистого глицерина или вазелинового масла.

16. Ввиду огнеопасности и ядовитости белого фосфора необходимо проявлять при работе осторожность и строго соблюдать правила обращения с ним. Хранить фосфор следует под водой в толстостенной банке коричневого стекла с притертой пробкой или с пробкой, залитой парафином, брать его только щипцами или пинцетом. Резать фосфор следует только в толстостенном сосуде (фарфоровая ступка, толстостенный кристаллизатор, плоскодонная фарфоровая чашка) и под водой, лучше при температуре 25-30°C (не выше, так как при 44°C фосфор плавится). В холодной воде фосфор хрупок и при резании крошится. Отрезанные и вынутые из воды кусочки белого фосфора перед употреблением следует высушить, слегка отжимая кусочек фосфора между листами фильтровальной бумаги, сложенной в несколько слоев. При этом не следует сильно нажимать на фосфор, тереть его бумагой.

17. Опыты, которые сопровождаются вспышками, взрывами, разбрызгиванием веществ, проводят за подвижным экраном из стекла или пластика.

Кроме изложенных выше указаний по технике безопасности в описании соответствующих опытов указаны дополнительные меры предосторожности, которые необходимо соблюдать, подготавливая и выполняя опыты.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1
ПЕРВАЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГРУППА КАТИОНОВ
(K⁺, Na⁺, NH₄⁺, Mg²⁺ и др.)

Цель: Провести качественный анализ катионов 1-ой аналитической группы.

Задачи:

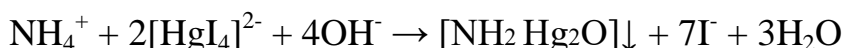
1. Изучить частные качественные реакции на катионы 1-ой аналитической группы.
2. Исследовать действие группового реагента.

Последовательность хода анализа смеси катионов первой группы с ее обоснованием и указанием химических реакций.

1. Ход анализа начинают с обнаружения иона аммония дробным методом реактивом Несслера (тетраиодиомеркуратом (II) калия), т.к. эта реакция является специфической, ей не мешают другие ионы. Кроме того ион NH₄⁺, будет мешать обнаружению K⁺ и Na⁺ и о его присутствии необходимо знать заранее. Реактив Несслера – смесь K₂[HgI₄]₄ и KOH, выделяет из раствора солей аммония _____ осадок иодида оксодимеркураммония.



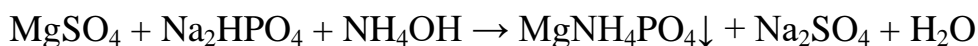
или в ионной форме:



2. Обнаружение иона магния.

Обнаружению Mg²⁺ другие катионы первой группы не мешают, и он тоже обнаруживается дробным методом.

Гидрофосфат натрия Na₂HPO₄ в присутствии NH₄OH и NH₄Cl с ионом Mg²⁺ образует _____ кристаллический осадок фосфата магния аммония.



или в ионной форме:



3. Удаление иона аммония.

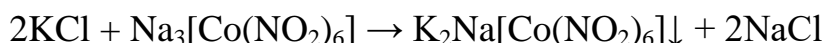
Ион аммония необходимо удалить из исследуемого раствора, т.к. он мешает обнаружению ионов калия и натрия.

Удаление NH_4^+ основано на термическом разложении солей аммония с образованием газообразных продуктов.

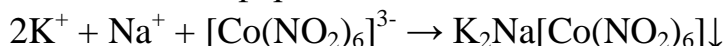


4. Обнаружение иона калия.

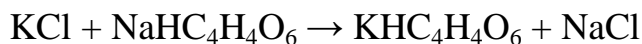
В центрифугате, не содержащего NH_4^+ , гексанитрокобальтат (III) натрия $\text{Na}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ при взаимодействии с ионом калия в нейтральной или уксуснокислой среде образует осадок _____ цвета гексанитрокобальтат (III) натрия - калия - $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$.



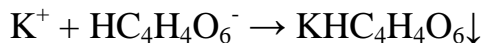
или в ионной форме:



Гидротартрат натрия $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ выделяет из нейтрального раствора, содержащего K^+ , _____ мелкокристаллический осадок гидротартрата калия $\text{KHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$.



или в ионной форме

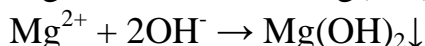
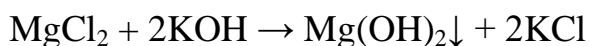


5. Удаление иона магния.

Если в растворе был обнаружен магний, то его необходимо удалить, т.к. он мешает обнаружению натрия.

Удаление Mg^{2+} основано на трудной растворимости $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

При добавлении к центрифугату раствора KOH (но не NaOH !!!) Mg^{2+} осаждается в виде _____ аморфного осадка гидроксида магния.



6. Обнаружение иона натрия в центрифугате, который не содержит NH_4^+ и Mg^{2+} .

Гексагидроксостибиат (V) калия $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$ осаждает из нейтрального раствора, содержащего Na^+ , _____ кристаллический осадок гексагидроксостибиата (V) натрия $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$.

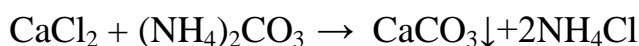
ЛАБОРАТОНАЯ РАБОТА № 2
ВТОРАЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГРУППА КАТИОНОВ
(Ca²⁺, Ba²⁺ и др.)

Цель: Провести качественный анализ катионов 2-ой аналитической группы.

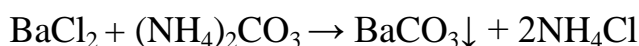
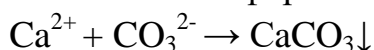
Задачи:

1. Изучить частные качественные реакции на катионы 2-ой аналитической группы.
2. Исследовать действие группового реагента.

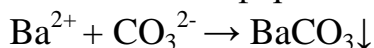
1. Отделение катионов второй группы от первой в виде труднорастворимых в воде карбонатов при помощи группового реактива (NH₄)₂CO₃, карбонаты катионов первой группы хорошо растворимы и при этом остаются в растворе.



или в ионной форме:

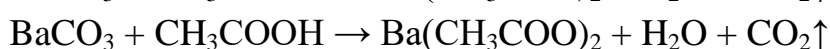
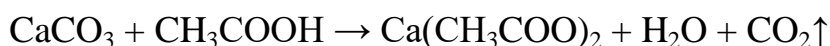


или в ионной форме:



Основное требование при отделении ионов – это полнота отделения.

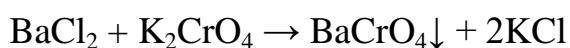
2. Растворение осадка карбонатов кальция и бария в уксусной кислоте:



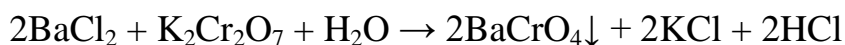
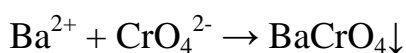
3. Обнаружение иона бария.

Поскольку барий мешает обнаружению кальция реакцией с оксалатом аммония (NH₄)₂C₂O₄, т.к. образует с этим реактивом _____ осадок, то необходимо узнать, присутствует ли он в растворе.

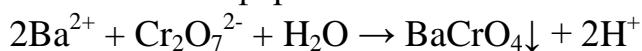
Хромат калия K₂CrO₄ и дихромат (бихромат) калия K₂Cr₂O₇ образуют с катионом бария _____ кристаллический осадок хромата бария BaCrO₄:



или в ионной форме:



или в ионной форме:

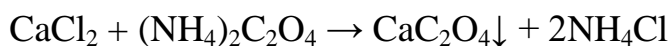


4. Отделение иона бария перед обнаружением кальция.

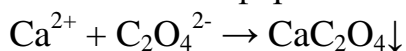
Осуществляется добавлением к анализируемому раствору хромата или дихромата калия. Ba^{2+} осаждается в виде труднорастворимого хромата (реакции указаны выше), а хромат и дихромат кальция хорошо растворимы и ион кальция остается в растворе.

5. Обнаружение иона кальция в растворе (центрифугате), который не содержит катион бария.

Оксалат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ с катионом кальция образует _____ кристаллический осадок оксалата кальция CaC_2O_4 .



или в ионной форме:



Вопросы, изучаемые при подготовке к занятию:

1. Какие катионы относятся ко второй аналитической группе?
2. В какой последовательности выполняют операции в ходе анализа смеси катионов второй и первой группы? Дать пояснение.
3. Что является групповым реактивом на катионы второй группы, почему его действие ведут в присутствии NH_4OH , NH_4Cl , при нагревании раствора до $50\div 70^\circ\text{C}$.
4. Качественная реакция на катион бария. Почему при взаимодействии катиона бария с дихромат-ионом образуется осадок хромата бария?
5. Качественная реакция на катион кальция.
6. Биологическое значение катионов 2-ой группы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3
ТРЕТЬЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГРУППА КАТИОНОВ
(Al³⁺, Fe²⁺, Fe³⁺, Mn²⁺, Zn²⁺ и др.)

Цель: Провести качественный анализ катионов 3-ой аналитической группы.

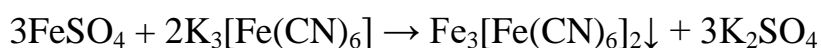
Задачи:

1. Изучить частные качественные реакции на катионы 3-ой аналитической группы.
2. Исследовать действие группового реагента.

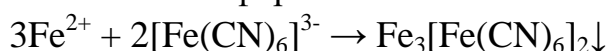
1. Обнаружение иона железа (II).

Катионы Fe²⁺, Fe³⁺, Mn²⁺ имеют специфические реакции, поэтому их обнаруживают в начале хода анализа в отдельных порциях задачи.

Реактивом на Fe²⁺ является гексацианоферрат (III) калия K₃[Fe(CN)₆], с Fe²⁺ образует _____ осадок турнбулевой сини (гексацианоферрат (III) железа (II)):

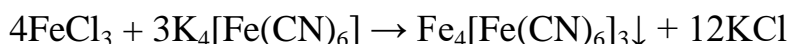


или в ионной форме:

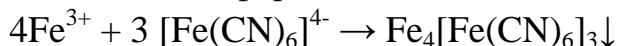


2. Обнаружение иона железа (III).

Реактивом на Fe³⁺ является гексацианоферрат (II) калия K₄[Fe(CN)₆], с Fe³⁺ он образует _____ осадок берлинской лазури (гексацианоферрат (II) железа (III)):



или в ионной форме:

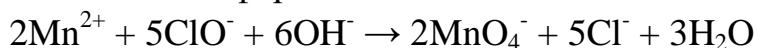


3. Обнаружение иона марганца (II).

Реактивом на Mn²⁺ служит щелочной раствор гипохлорита натрия NaClO. С Mn²⁺ он образует перманганат натрия NaMnO₄, который окрашивает раствор в малиново-фиолетовый цвет:

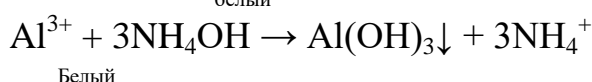
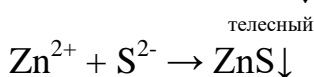
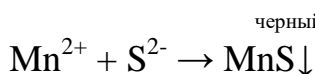
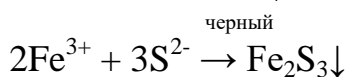
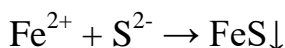


или в ионной форме:

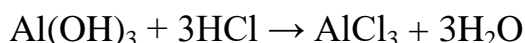
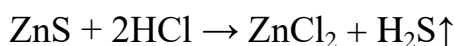
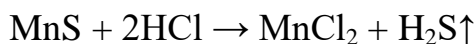
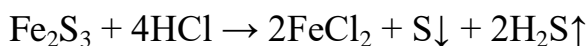
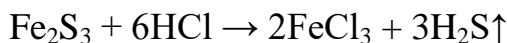
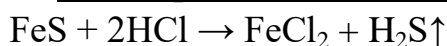


4. Отделение катионов третьей группы от катионов второй и первой групп.

При действии группового реактива $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ в присутствии NH_4OH , NH_4Cl и нагревании, катионы 3-й группы Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} осаждаются в виде сульфидов, а Al^{3+} в виде гидроксида, т.к. произведение растворимости $\text{Al}(\text{OH})_3$ будет достигнуто раньше, чем произведение растворимости сульфида алюминия. Катионы 1-й и 2-й групп остаются при этом в растворе.



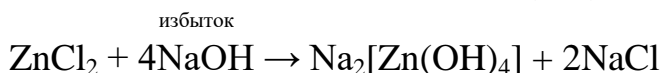
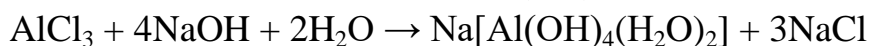
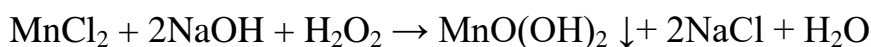
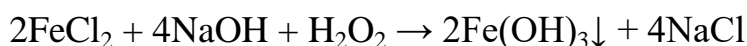
5. Растворение осадка катионов 3-й группы в HCl:



6. Отделение Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} от Al^{3+} и Zn^{2+} в полученном солянокислом растворе.

Отделение основано на амфотерном характере гидроксидов Al^{3+} и Zn^{2+} , которые растворяются в избытке щелочи.

При добавлении щелочи и пероксида водорода к солянокислому раствору гидроксиды железа и марганца выпадают в осадок, а алюминий и цинк в виде $[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]^-$ и $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ остаются в растворе:



избыток

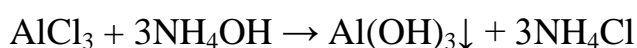
Осадок отделяют и отбрасывают, а в центрифугате открывают Al^{3+} и Zn^{2+} .

7. Обнаружение иона алюминия.

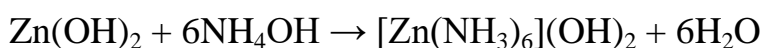
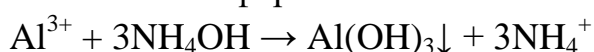
Сначала действием HCl разрушаем комплексный ион и получаем ион Al^{3+}



NH_4OH в присутствии NH_4Cl с Al^{3+} образует _____ хлопьевидный осадок $\text{Al}(\text{OH})_3$. Гидроксид цинка $\text{Zn}(\text{OH})_2$ в осадок не выпадает, т.к. он растворяется в избытке NH_4OH и солях аммония.



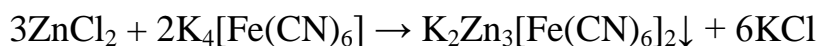
или в ионной форме:



8. Обнаружение иона цинка.

Действием HCl разрушаем комплексный ион $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$ и получаем ион Zn^{2+} .

Гексацианоферрат (II) калия $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ с ионом Zn^{2+} образует _____ кристаллический осадок двойной соли $\text{K}_2\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$.



Вопросы, изучаемые при подготовке к занятию:

1. Какие катионы относятся к третьей аналитической группе, их общая характеристика, биологическое значение?
2. Действие группового реактива на третью группу. С какой целью добавляют NH_4OH , NH_4Cl , нагревают раствор?
3. Почему при осаждении катионов третьей группы сульфидом аммония катион алюминия осаждается в виде гидроксида алюминия?
4. На чем основано отделение катионов алюминия и цинка от катионов железа и марганца?
5. Почему катионы железа и марганца можно обнаружить в начале хода анализа перед отделением третьей группы? Качественные реакции на данные катионы.
6. На каком свойстве гидроксида алюминия основано обнаружение Al^{3+} в присутствии Zn^{2+} .
7. Последовательность хода анализа смеси катионов третьей группы с отделением от второй и первой групп, ее обоснование.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4
ЧЕТВЕРТАЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГРУППА КАТИОНОВ
(Ag⁺, Pb²⁺, Hg₂²⁺, Cu²⁺, Hg²⁺)

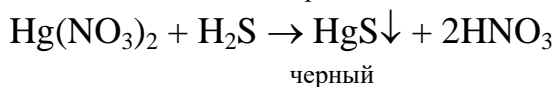
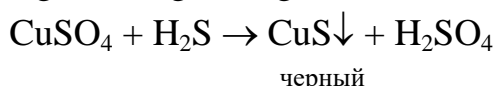
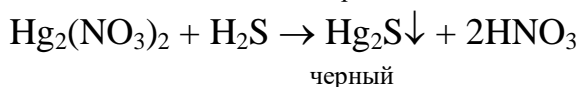
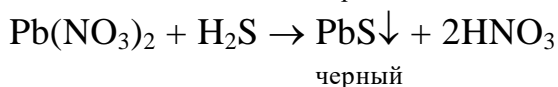
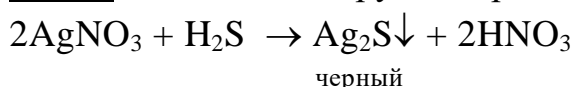
Цель: Провести качественный анализ катионов 4-ой аналитической группы.

Задачи:

1. Изучить частные качественные реакции на катионы 4-ой аналитической группы.
2. Исследовать действие группового реагента.

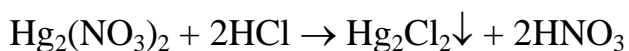
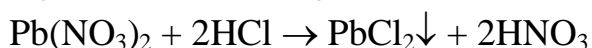
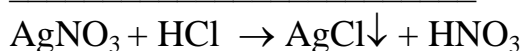
У сульфидов катионов 4-й группы значения произведения растворимости (ПР) настолько малы, что превышаются не только при действии сульфидом аммония, но и при пропускании сероводорода, дающего гораздо меньше сульфид – ионов. Превышаются значения ПР сульфидов 4-й группы даже в присутствии сильных кислот, подавляющих диссоциацию сероводородной кислоты.

Групповым реактивом 4-й группы служит сероводород в кислой среде (HCl). Катионы 3-й группы при этом не осаждаются.



Катионы 4-й группы по растворимости хлоридов делятся на две подгруппы.

В подгруппу серебра входят Ag⁺, Hg₂²⁺ и Pb²⁺, дающие с хлороводородной кислотой мало растворимые в воде хлориды. **К подгруппе меди относятся Cu²⁺, Hg²⁺,** хлориды которых растворимы в воде, _____ цвета.

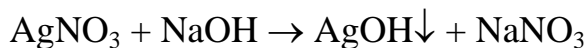


КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ КАТИОНОВ 4 ГРУППЫ

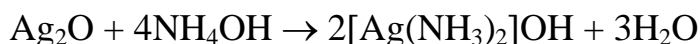
Реакции катиона Ag⁺

В водных растворах Ag⁺ бесцветен.

1. **Едкие щелочи** образуют с ионом Ag^+ _____ осадок Ag_2O , который образуется вследствие распада получающегося первоначально неустойчивого гидроксида серебра:

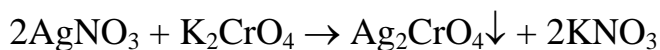


Осадок растворим в NH_4OH с образованием комплексного соединения гидроксид диамминсеребра:

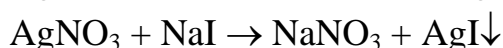
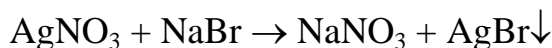
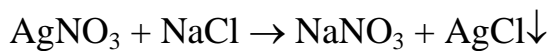


Реакцию проводят в присутствии NH_4Cl

2. **Хромат калия K_2CrO_4** образует с ионом серебра _____ цвета осадок Ag_2CrO_4 :



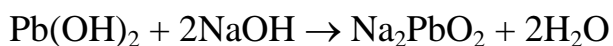
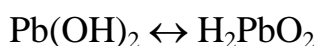
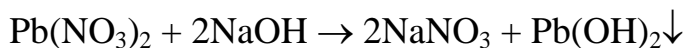
3. **Растворы хлоридов, бромидов, иодидов** (ионы Cl^- , Br^- , I^-) образуют с Ag^+ осадки: _____ $\text{AgCl}\downarrow$, _____ $\text{AgBr}\downarrow$ и $\text{AgI}\downarrow$:



Реакции катиона Pb^{2+}

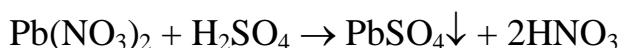
В водных растворах Pb^{2+} бесцветен.

1. **Едкие щелочи и NH_4OH** образуют с Pb^{2+} _____ осадок гидроксида свинца (II) $\text{Pb}(\text{OH})_2$, который растворим в избытке щелочи, т.к. обладает амфотерными свойствами:

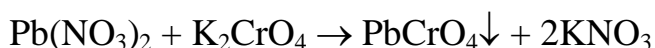


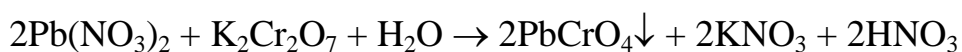
плюмбит натрия

2. **Серная кислота** и растворимые сульфаты (ион SO_4^{2-}) осаждают Pb^{2+} в виде _____ осадка $\text{PbSO}_4\downarrow$



3. **Хромат калия K_2CrO_4** и бихромат калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ образуют с Pb^{2+} хромат свинца – осадок _____ цвета:





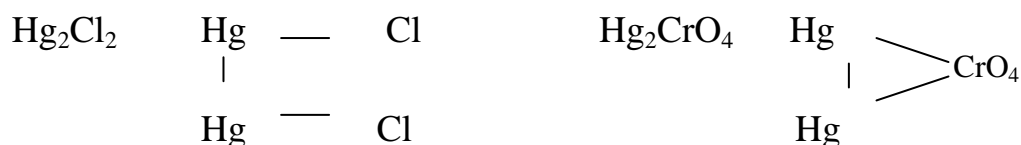
4. **Иодид калия KI** с Pb^{2+} образует _____ осадок PbI_2 :
 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KI} \rightarrow \text{PbI}_2\downarrow + 2\text{KNO}_3$

Реакции катионов ртути (в учебных целях не выполнять!!!).

В водных растворах ионы ртути бесцветны. Соли ртути ядовиты! Работать с ними осторожно.

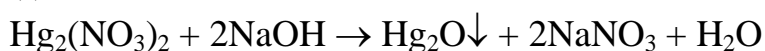
Различают соединения двухвалентной ртути Hg^{2+} и соединения, в которых ртуть электрохимически одновалентна – Hg_2^{2+} .

В соединениях с одновалентной ртутью, ртуть соединяется между собой:

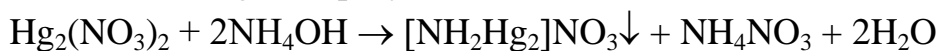


Реакции катионов Hg_2^{2+}

1. **Щелочи** выделяют из растворов солей Hg_2^{2+} черный осадок оксида ртути (I):



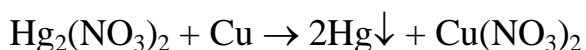
2. **NH_4OH** с Hg_2^{2+} образует белый осадок комплексной соли:



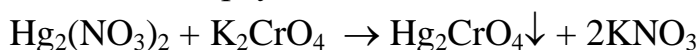
Осадок легко разлагается с выделением черной свободной ртути:



3. Восстановление Hg_2^{2+} до металлической ртути более активными металлами:

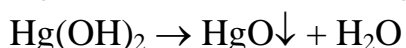
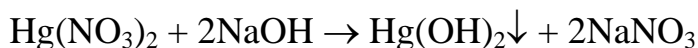


4. **Хромат калия K_2CrO_4** осаждает Hg_2^{2+} в виде красного осадка хромата одновалентной ртути:



Реакции Hg^{2+}

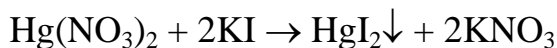
1. **Едкие щелочи** с Hg^{2+} образуют желтый осадок HgO :



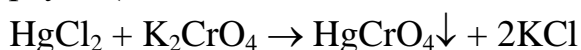
2. NH_4OH осаждает Hg^{2+} в виде белого осадка комплексной соли:



3. KI образует с Hg^{2+} оранжево-красный осадок HgI_2 :



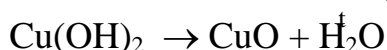
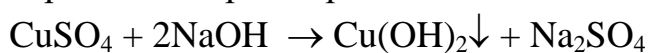
4. **Хромат калия K_2CrO_4** образует с катионом Hg^{2+} желтый осадок хромата ртути (II):



Реакции катиона Cu^{2+}

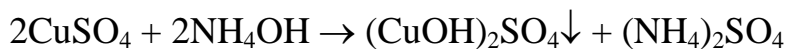
Растворы солей меди _____ или _____ цвета.

1. **Едкие щелочи** образуют с Cu^{2+} _____ осадок $\text{Cu}(\text{OH})_2$, чернеющий при нагревании вследствие превращения в CuO :



2. NH_4OH с Cu^{2+} реагирует следующим образом:

а) при недостатке NH_4OH образуется осадок основной соли _____ цвета



б) избыток NH_4OH переводит основной сульфат меди в комплексную соль – сульфат тетрааммин-меди (II), сообщаящий раствору _____ цвет:



Вопросы, изучаемые при подготовке к занятию:

1. Какие катионы относятся к 4-ой аналитической группе? Чем они отличаются от катионов 3-ей группы?
2. Что является групповым реактивом (реагентом) на катионы 4-ой группы? В виде каких соединений осаждаются данные катионы?
3. По растворимости каких соединений 4-ая группа делится на две подгруппы? Какие катионы относятся к подгруппе серебра, а какие – к подгруппе меди?
4. Какие катионы 4-ой группы выпадают в осадок при действии HCl ?
5. Какова растворимость в воде гидроксидов, карбонатов, фосфатов, хроматов катионов 4-ой группы, напишите молекулярные формулы данных соединений?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

АНАЛИЗ АНИОНОВ

(SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} - 1-я группа; Cl^- , Br^- , I^- - 2-я группа; NO_2^- , NO_3^- - 3-я группа)

Цель: Провести качественный анализ анионов.

Задачи:

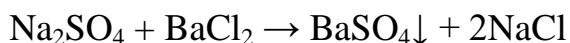
1. Познакомиться с различными классификациями анионов.
2. Изучить частные качественные реакции на анионы разных аналитических групп.

Анализ анионов имеет свои особенности. В отличие от катионов анионы обычно не мешают обнаружению друг друга. Поэтому многие из них обнаруживают дробным методом в отдельных порциях исследуемого раствора.

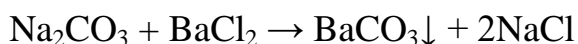
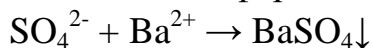
Последовательность хода анализа смеси анионов 1-3-й групп с указанием химических реакций.

1. Обнаружение сульфат-иона.

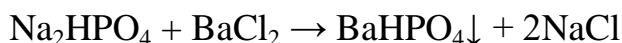
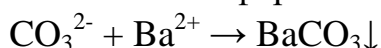
Хлорид бария $BaCl_2$ в нейтральной или слабощелочной среде осаждает анионы 1-й группы в виде труднорастворимых солей бария:



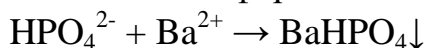
или в ионной форме:



или в ионной форме:



или в ионной форме:



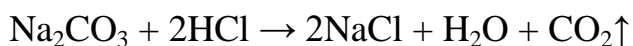
В присутствии щелочей или NH_4OH , переводящих ион HPO_4^{2-} в PO_4^{3-} , получается средняя соль:



Осадки $BaCO_3$, $BaHPO_4$, $Ba_3(PO_4)_2$ растворяются в HCl , а осадок $BaSO_4$ не растворяется. На этом основано обнаружение SO_4^{2-} в присутствии CO_3^{2-} , PO_4^{3-}

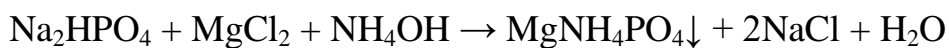
2. Обнаружение карбонат-иона.

Кислоты (HCl , H_2SO_4) разлагают карбонаты с выделением оксида углерода (IV):



3. Обнаружение фосфат-иона.

Магнезиальная смесь ($\text{MgCl}_2 + \text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$) выделяет из растворов гидрофосфата натрия и фосфата натрия _____ кристаллический осадок фосфата магния – аммония:

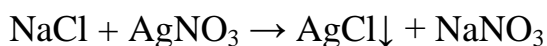


или в ионной форме:

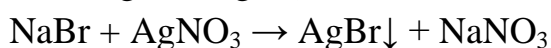
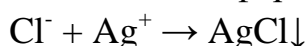


4. Обнаружение хлорид-иона.

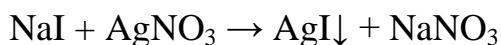
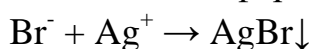
Нитрат серебра образует с анионами 2-й группы галогениды серебра, которые не растворимы в воде и разбавленной азотной кислоте:



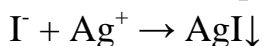
или в ионной форме:



или в ионной форме:

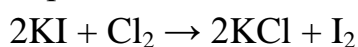


или в ионной форме:

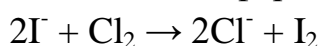


5. Обнаружение иодид - иона и бромид - иона в одной пробирке.

При одновременном присутствии I^- и Br^- хлорная вода сначала окисляет I^- с образованием свободного йода:

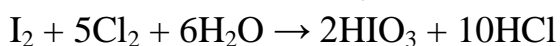


или в ионной форме:



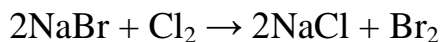
I_2 трудно растворим в воде, но хорошо растворим в бензоле (C_6H_6), четыреххлористом углероде (CCl_4). При этом органический растворитель окрашивается в фиолетовый цвет.

При дальнейшем прибавлении к исследуемому раствору хлорной воды, ее избыток окисляет получившийся йод до иодноватой кислоты:

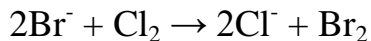


Фиолетовая окраска органического растворителя в результате этого процесса обесцвечивается.

После этого хлорная вода содержится в необходимом количестве для окисления Br^- с выделением свободного брома, окрашивающего слой органического растворителя в красновато-бурый цвет:



или в ионной форме:



6. Обнаружение нитрат-иона.

Дифениламин $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$ окисляется ионом NO_3^- до продукта, имеющего _____ окраску.

Вопросы, изучаемые при подготовке к занятию:

1. Классификация анионов на три аналитических группы. Указать групповые реактивы.
2. На чем основано обнаружение SO_4^{2-} в присутствии CO_3^{2-} и PO_4^{3-} ?
3. Какой аналитической реакцией обнаруживают CO_3^{2-} в ходе анализа?
4. Какой аналитической реакцией обнаруживают PO_4^{3-} в ходе анализа?
5. На чем основано обнаружение Cl^- в присутствии Br^- и I^- ?
6. На чем основано обнаружение I^- и Br^- хлорной водой при совместном их присутствии?
7. Какой аналитической реакцией обнаруживают NO_3^- в ходе анализа?

Зачтено _____ Подпись преподавателя _____

**ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ
К КОНТРОЛЬНЫМ ТОЧКАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЯ»**

I. Раздел «Качественный анализ»

1. Задача качественного анализа. Аналитические реакции. Аналитический сигнал. Сущность качественного анализа. Привести примеры.
2. На чем основано деление четвертой аналитической группы на две подгруппы. Привести реакции осаждения серебра.
3. Аналитические реакции, проводимые «сухим» и «мокрым» путем, привести пример. Что обнаруживают аналитические реакции при анализе раствора.
4. Качественная реакция на катион аммония с реактивом Несслера.
5. Специфические аналитические реакции, привести примеры.
6. Качественная реакция на катион магния с гидрофосфатом натрия в присутствии гидроксида аммония.
7. Селективные аналитические реакции, привести пример.
8. Качественная реакция на катион калия.
9. Аналитические реакции обнаружения ионов и аналитические реакции отделения ионов, привести примеры.
10. Качественная реакция на катион кальция.
11. Условия проведения аналитической реакции на примере реакции катиона натрия.
12. Качественная реакция на катион бария с бихроматом калия.
13. Дробный ход анализа. Привести примеры реакций на катионы железа (II), железа (III), марганца (II).
14. Качественная реакция на катион свинца (II) с иодидом калия.
15. Систематический ход анализа. Составить последовательность действий в ходе анализа смеси катионов первой группы и обосновать ее.
16. Качественная реакция на катион железа (III).
17. Групповой реагент, на чем основано его действие? Привести пример отделения третьей аналитической группы катионов от второй.
18. Качественная реакция на катион железа (II).
19. Основное требование к реакциям отделения ионов (на примере осаждения второй группы катионов), объясните условия осаждения.
20. Качественная реакция на катион марганца с гипохлоритом натрия.
21. Классификация катионов на четыре аналитические группы. Указать групповые реагенты.
22. Качественная реакция на катион меди (II) с гидроксидом аммония.
23. Классификация анионов на три аналитические группы, указать групповые реагенты.
24. Качественная реакция на катион ртути (II) с медью.
25. Почему при обнаружении катиона бария бихроматом калия получается осадок хромата бария? Составить уравнения реакций.
26. На чем основано отделение катионов железа (II), железа (III), марганца (II) от алюминия и цинка. Привести реакции.
27. Почему при осаждении третьей аналитической группы сульфидом аммония в присутствии гидроксида аммония, алюминий осаждается в виде гидроксида, а не в

виде сульфида? Привести реакции осаждения третьей аналитической группы катионов.

28. Общая характеристика катионов четвертой аналитической группы, их биологическая роль.

29. Почему для осаждения катионов четвертой аналитической группы используем сероводородную кислоту, а не сульфид аммония? Привести реакции осаждения катионов четвертой аналитической группы.

30. Общая характеристика катионов третьей аналитической группы, их биологическая роль.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ БАРИЯ В АНАЛИЗИРУЕМОМ
РАСТВОРЕ МЕТОДОМ ОСАЖДЕНИЯ**

Цель: Определить содержание бария в анализируемом растворе методом осаждения.

Задачи:

1. Ознакомление с методами гравиметрического анализа.
2. Приобретение навыков взвешивания на аналитических весах.
3. Приобретение навыков расчетов результатов в гравиметрическом анализе.

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование операции</i>	<i>Выполнение операции</i>
1	Осаждение Ba^{2+}	<p>1.1. Приготовить р-р осадителя: в коническую колбу отмерить 5 мл 2Н. раствора H_2SO_4 и добавить дистиллированной воды до 30 мл.</p> <p>1.2. Нагреть на песчаной бане анализируемый раствор и раствор осадителя почти до кипения, но не кипятить!!!</p> <p>1.3. Прилить горячий раствор осадителя каплями по палочке при непрерывном перемешивании к анализируемому раствору.</p> <p>1.4. Дать отстояться осадку и проверить полноту осаждения: добавить по стенке стакана 1 каплю осадителя.</p> <p>1.5. Поставить стакан с осадком на песчаную баню (теплую) на 20 мин. для созревания осадка. Затем снять стакан и медленно охладить.</p>
2	Промывание и фильтрование осадка	<p>2.1. Приготовить фильтровальную установку.</p> <p>2.2. Осторожно слить на фильтр, отстоявшийся прозрачный раствор над осадком (декантация).</p> <p>2.3. Нагреть приблизительно до 60^0 промывную жидкость, состав которой 5-10 мл 2Н. H_2SO_4 на 500 мл воды.</p> <p>2.4. Промыть осадок от хлорид-ионов 2-3 раза горячей промывной жидкостью порциями 15-20 мл методом декантации.</p> <p>Промывать осадок до отрицательной реакции на хлорид-ион.</p>

		2.5. Количественно перенести осадок на фильтр: к промытому осадку добавить 5-10 мл дистиллированной воды, перемешать и взмученный осадок перенести на фильтр по палочке, стенки стакана смыть водой и протереть палочкой с резиновым наконечником.
3	Высушивание осадка	Для того, чтобы фильтр легко отделился от воронки, подсушить воронку с осадком в сушильном шкафу при t° 105-110 $^{\circ}$ C 5-7 мин.
4	Прокаливание осадка	4.1. Взвесить пустой тигель на аналитических весах с точностью 0,0001г. 4.2. Поместить фильтр с осадком в тигель. 4.3. Прокалить тигель в муфельной печи при t° 850 $^{\circ}$ C до белого цвета (в течении 20-30 мин) до постоянной массы. 4.4. Охладить тигель в эксикаторе (5-10 мин.) до 25 $^{\circ}$ C.
5	Взвешивание	Взвесить тигель с осадком на аналитических весах.

Расчет

1. Определяем массу прокаленного осадка BaSO₄ (гравиметрическая форма осадка):

$$m_3(\text{BaSO}_4) = m_2 (\text{тигель} + \text{BaSO}_4) - m_1(\text{пустой тигель}) = \dots\dots\dots(\text{г}).$$

2. Определяем молярную массу BaSO₄:

$$M (\text{BaSO}_4) = \quad \quad \quad \text{г/моль}$$

3. Определяем массу Ba²⁺, содержащегося в гравиметрической форме осадка BaSO₄, т.е. в m₃ (BaSO₄):

из молярной массы BaSO₄ имеем:

$$\begin{array}{ll} \text{BaSO}_4 & - \quad M \text{ Ba}^{2+} \\ m_3(\text{BaSO}_4) & - \quad x \text{ г Ba}^{2+} \end{array}$$

$$x =$$

Столько же Ba²⁺ содержится в исследуемом растворе.

Ответ задачи: $m(\text{Ba}^{2+}) = \dots\dots\dots$ (г)

Вопросы, изучаемые при подготовке к занятию:

1. В чем заключается сущность гравиметрического анализа?
2. Перечислите условия осаждения кристаллических и аморфных веществ?
3. Что такое форма «осаждаемая форма» и «гравиметрическая форма»?
4. В чем сущность метода декантации? С какой целью используют промывание этим методом?
5. Что значит: прокалывать тигель до постоянной массы?
6. Какие требования предъявляются гравиметрической форме?
7. Что такое беззольный фильтр? Опишите процессы фильтрования и промывания осадка.

Зачтено _____ Подпись преподавателя _____

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАРБОНАТНОЙ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ МЕТОДОМ
КИСЛОТНО-ОСНОВНОГО ТИТРОВАНИЯ

Цель: Приготовить и стандартизировать раствор хлороводородной кислоты; определить нормальную концентрации (C_n) и титра (Т) приготовленного раствора HCl по раствору тетрабората натрия, определить карбонатную жесткость воды.

Задачи:

1. Ознакомление с методом кислотно-основного титрования.
2. Освоение методики приготовления и стандартизации растворов кислот и основных приемов расчетов, используемых в процессе приготовления растворов кислот заданной концентрации.
3. Приобретение навыков расчетов результатов прямого титрования.
4. Выработка навыков приемов пересчета, используемых при разных способах выражения концентрации.

При выполнении данных анализов титриметрическим методом в качестве титрованного раствора используется стандартизированный раствор хлороводородной (соляной) кислоты.

Поэтому работа складывается из выполнения нескольких заданий: приготовление приблизительно 0,1N. раствора хлороводородной кислоты, стандартизация этого раствора, определение щелочи в растворе, определение карбонатной жесткости воды.

Задание 1. Приготовление 250 мл приблизительно 0,1N. раствора HCl из раствора HCl с плотностью 1,1 г/см³ (г/мл).

Пояснение. Чтобы приготовить заданный раствор, необходимо решить задачу по определению объема раствора HCl с плотностью 1,1 г/см³, требуемого для приготовления 250 мл 0,1N. раствора HCl.

Решение.

1) Определяем массу (г) хлороводорода, содержащегося в 250 мл 0,1N. раствора HCl:

а) Определяем молярную массу HCl:

$$M(\text{HCl}) = \quad \text{г/моль}$$

б) Определяем молярную массу эквивалента HCl:

$$M_{\text{э}}(\text{HCl}) = \frac{M(\text{HCl})}{\text{основность к-ты}} = \quad \text{г/моль}$$

в) Определяем массу HCl в растворе:

$$C_n(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M_{\text{Э}}(\text{HCl}) \cdot V_{p-pa}}$$

$$m(\text{HCl}) = C_n \cdot M_{\text{Э}}(\text{HCl}) \cdot V_{p-pa} = \quad \text{г.}$$

2) Определяем массу раствора HCl с плотностью 1,1 г/см³, в котором содержится 0,91 г хлороводорода. По химическому справочнику определяем, какая массовая доля в % HCl (процентная концентрация) соответствует плотности раствора 1,1 г/см³. Это 20% раствор, т.е. $\omega\%(p-pa) = 20\%$

Из формулы $\omega\%$ определяем массу раствора: /

$$\omega\%(HCl) = \frac{m(HCl) \cdot 100\%}{m(p-pa)}$$

$$m(p-pa) = \frac{m(HCl) \cdot 100\%}{\omega(HCl)} = \quad \text{г.}$$

3) Определяем объем (мл) 4,55 г раствора HCl с плотностью 1,1 г/см³ (20% p-p):

$$\rho = \frac{m}{V}$$

ρ - плотность раствора, г/см³;

m - масса раствора, г

V — объем раствора (см³), можно в мл.

Нельзя отождествлять 1 мл и 1см³, т.к. 1 мл равен 1,000028 см³. На практике этой разницей обычно пренебрегают и считают, что 1мл равен 1см³.

$$V = \frac{m}{\rho} = \quad \text{мл.}$$

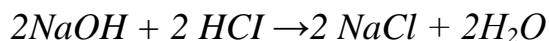
Приготовление раствора HCl: взять мерную колбу объемом 250 мл, цилиндром отмерить в колбу рассчитанный объем раствора HCl с плотностью 1,1 г/см³ и до метки содержимое колбы довести дистиллированной водой, колбу закрыть пробкой и раствор тщательно перемешать.

Задание 2. Определение нормальной концентрации (C_n) и титра (Т) приготовленного раствора HCl по 0,1 Н. раствору тетрабората натрия $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ (стандартизация раствора).

Химизм процесса титрования:



Щелочь NaOH титруется кислотой HCl:



В ходе титрования равновесие гидролиза $Na_2B_4O_7$ смещается вправо и все до полного гидролиза соли.

Из суммарного уравнения:



видно, что в результате реакции накапливается слабая ортоборная кислота. Следовательно, pH раствора в точке эквивалентности будет несколько меньше семи и для титрования следует взять индикатор метиловый оранжевый.

Ход анализа:

1. Готовим бюретки к работе: слить из бюреток воду, ополоснуть каждую бюретку соответствующим этикетке раствором (одну бюретку 0,1N. раствором $Na_2B_4O_7$, другую приготовленным раствором HCl), с помощью воронки каждую бюретку наполнить соответствующим раствором выше нулевого деления, заполнить раствором оттянутую трубку (пипетку), вытеснив из нее пузырьки воздуха, после этого убрать воронку и выпустить лишний раствор, установив нижний мениск его на нулевом делении.

2. В коническую колбу из бюретки наливаем 10 мл 0,1N. раствора $Na_2B_4O_7$ и добавляем 1 каплю метилового оранжевого. Цвет индикатора будет желтый, т.к. среда щелочная.

3. В другой конической колбе готовим раствор «свидетеля». Для этого надо отмерить в колбу из бюретки 20 мл дистиллированной воды, прибавить 1 каплю метилового оранжевого и 1 - 2 капли приготовленного раствора HCl. Раствор приобретает розовое окрашивание. До такой окраски будем титровать раствор $Na_2B_4O_7$.

4. Коническую колбу с раствором $Na_2B_4O_7$ помещаем под бюретку с приготовленным раствором HCl и начинаем титрование. Титрование заканчиваем при переходе желтой окраски в бледно-розовую. По шкале бюретки определяем объем раствора HCl, который пошел на титрование, и записываем результаты анализа.

Титрование повторяем два раза. Для расчета берем среднее значение. Каждое новое титрование необходимо начинать с нулевого деления уровня раствора в бюретке.

Результаты анализа:

V - объем раствора HCl, пошедший на титрование, мл

$$V_{HCl} = \text{_____ мл (1)}$$

$$V_{HCl} = \text{_____ мл (2)}$$

$$V(\text{HCl})_{\text{среднее}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \text{_____ мл}$$

1. Определяем нормальную концентрацию приготовленного раствора HCl:

$$C_n(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl}) = C_n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) \cdot V(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7),$$

где

$$C_n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = 0.1 \text{ моль/л};$$

$$V(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = 10 \text{ мл};$$

$V(\text{HCl})$ - среднее значение

$$C_n(\text{HCl}) = \frac{C_n(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) \cdot V(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7)}{V(\text{HCl})} = \text{..... моль/л}$$

3. Определяем титр раствора HCl:

$$M_{\text{э}}(\text{HCl}) = 36,5 \text{ г/моль}$$

$$T_{\text{HCl}} = \frac{C_n(\text{HCl}) \cdot M_{\text{э}}(\text{HCl})}{1000} = \text{..... г/моль}$$

Задание 3. Определение карбонатной жесткости водопроводной воды.

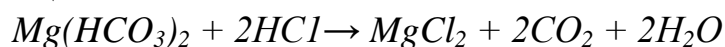
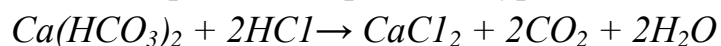
Жесткость обусловлена присутствием в воде растворимых солей кальция и магния.

Карбонатная жесткость зависит от содержания в воде гидрокарбонатов кальция и магния, количественно ее выражают числом милли моль эквивалентов (ммоль-экв) данных солей, содержащихся в 1 литре воды.

Исходя из определения нормальной концентрации раствора, карбонатная жесткость (Ж) - это нормальная концентрация гидрокарбонатов кальция

и магния в воде, умноженная на 1000. Ее можно определить титрованием воды раствором HCl.

Химизм процесса выражается уравнениями:



Ход анализа:

1. Уровень раствора HCl в бюретке доводим до нулевого деления.
2. В коническую колбу цилиндром отмеряем 100 мл водопроводной воды и прибавляем 2-3 капли метилового оранжевого.
3. Титруем воду раствором HCl из бюретки до перехода желтой окраски индикатора в бледно-розовую. Титрование повторить 2 - 3 раза. Объемы растворов HCl, пошедших на титрование записать в результаты анализа и для расчетов взять среднее значение.

Результаты:

$$V_{HCl} = \text{_____ мл (1)}$$

$$V_{HCl} = \text{_____ мл (2)}$$

$$V(HCl)_{\text{среднее}} = \frac{V_1 + V_2}{2} = \text{_____ мл}$$

Расчет:

$$C_{\text{н солей}} \cdot V_{\text{солей}} = C_{\text{н HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}$$

$$V_{\text{солей}} = V_{H_2O} = 100 \text{ мл}$$

$C_{\text{н HCl}}$ — берем из задания №2

$$C_{\text{н солей}} = \frac{C_{\text{н (HCl)}} \cdot V_{\text{HCl}}}{V_{H_2O}}$$

$$Ж = \frac{C_{\text{н (HCl)}} \cdot V_{\text{HCl}}}{V_{H_2O}} \cdot 1000 = \text{..... ммоль - экв / л}$$

ЛАБОРАТРИНАЯ РАБОТА № 8

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРИД-ИОНОВ МЕТОДОМ АРГЕНТОМЕТРИЧЕСКОГО ТИТРОВАНИЯ

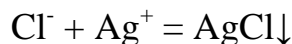
Цель: определить содержания хлорид-ионов методом аргентометрического титрования.

Задачи:

1. Ознакомление с методом аргентометрического титрования.
2. Приобретение навыков расчетов результатов прямого титрования.
3. Выработка навыков приемов пересчета, используемых при разных способах выражения концентрации.

Титриметрические определения хлоридов основаны на реакциях образования осадков малорастворимых соединений. Не все реакции сопровождающиеся выпадением осадков применимы в объемном анализе. В этих реакциях пригодны только некоторые реакции, удовлетворяющие определенным условиям. Реакция должна протекать строго по уравнению и без побочных процессов. Образующийся осадок должен быть практически нерастворимым и выпадать достаточно быстро, без образования пересыщенных растворов. К тому же необходимо иметь возможность определять конечную точку титрования с помощью индикатора.

Аргентометрия - объемный аналитический метод, основанный на реакциях осаждения ионов галогенов катионами серебра с образованием малорастворимых галогенидов:



Наиболее распространено аргентометрическое определение хлора по *методу Мора*. Сущность его состоит в прямом титровании жидкости раствором нитрата серебра с индикатором хроматом калия до побурения осадка.

Индикатор метода Мора - раствор K_2CrO_4 дает с нитратом серебра красный осадок хромата серебра Ag_2CrO_4 , но растворимость осадка ($6,2 \cdot 10^{-3}$ моль/л) гораздо больше растворимости хлорида серебра ($1,33 \cdot 10^{-5}$ моль/л). Поэтому при титровании раствором нитрата серебра в присутствии хромата калия красный осадок хромата серебра появляется лишь после добавления избытка ионов Ag^+ , когда все хлорид-ионы уже осаждены. При этом всегда к анализируемой жидкости приливают раствор нитрата серебра, а не наоборот.

Ход анализа.

Примерное содержание хлор-иона в воде определяют по осадку или мути в соответствии с требованиями таблицы:

Характеристика осадка или мути	Содержание Cl^- , г/л
Опалесценция или слабая муть	0,001 ÷ 0,01
Сильная муть	0,01 ÷ 0,05
Образуются хлопья, осаждаются не сразу	0,05 ÷ 0,1

Характеристика осадка или мути	Содержание Cl ⁻ , г/л
Белый объемный осадок	Более 0,1

Задание. Количественное определение Cl⁻.

Отбирают 100,0 мл испытуемой воды в коническую колбу и прибавляют 1 мл раствора хромата калия. Пробу титруют раствором нитрата серебра до появления оранжевого оттенка.

Обработка результатов. Массовую концентрацию хлор-иона (C_{Cl⁻}), г/л, вычисляют по формуле:

$$C_{Cl^-} = \frac{T_{AgNO_3/Cl^-} \cdot K \cdot V(AgNO_3) \cdot 1000}{V_{пр}}$$

где T_{AgNO_3/Cl^-} - титр AgNO₃ по Cl⁻ (количество хлор-иона, соответствующее 1 мл раствора нитрата серебра), г/мл;

K - поправочный коэффициент к титру раствора нитрата серебра;

$V(AgNO_3)$ - количество нитрата серебра, израсходованное на титрование, мл;

$V_{пр}$ - объем пробы, взятый для определения, мл.

Исходные данные: $T_{AgNO_3/Cl^-} = 0,0005$ г/мл; $K = 0,9345$;

$V_{пр} = 100,0$ мл; $V(AgNO_3) = 2,79$ мл

Расход AgNO₃ на титрование

№ пробы	1	2	3	4
$V_1(AgNO_3)$, мл				
$V_2(AgNO_3)$, мл				
$V_{ср}(AgNO_3)$, мл				
C_{Cl^-}				

Расчет:

Заключение.

**По нормативам содержание хлоридов (Cl⁻) в питьевой воде не должно превышать 0,35 г/л. Проведя анализы и обработав результаты, установили, что содержание хлор-иона в пробах г/л, что соответствует/ не соответствует нормам ГОСТа.*

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ИОНА КАЛЬЦИЯ МЕТОДОМ КОМПЛЕКСОМЕТРИЧЕСКОГО ТИТРОВАНИЯ

Цель: Определить содержание иона кальция методом комплексометрического титрования.

Задачи:

1. Освоение приемов комплексометрического титрования.
2. Определить содержание кальция в водопроводной воде.

Ход анализа.

Отбирают 100,0 мл испытуемой воды в коническую колбу и прибавляют 2 мл гидроксида натрия, выжидают 5 минут. В качестве индикатора вводят хром темно-синий и пробу медленно титруют раствором трилона Б 0,1 моль/дм до изменения цвета раствора из вишнево-красного в фиолетовый – синий.

Обработка результата:

массовую концентрацию ионов кальция мг/л, вычисляют по формуле:

$$X = \frac{V_1 M \cdot 40.08 \cdot 1000}{V_2}$$

где V_1 – объём раствора комплексона, пошедший на титрование, мл

M – молярная концентрация комплексона III = 0,05 моль/л

40, 08 молярная масса иона кальция, г/моль

V_2 – объём пробы, взятый на анализ, мл

--

Расход трилона Б на титрование

№ пробы	1	2	3	4
V_1 (тр.Б), мл				
V_2 (тр. Б), мл				
$V_{ср}$ (тр. Б), мл				
$C_{\text{Кальция}}$				

Расчет:

--

Заключение.

**ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ
К КОНТРОЛЬНЫМ ТОЧКАМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЯ»**

II. Раздел «Количественный анализ»

1. Задача количественного анализа, классификация методов (дать определения). Средняя проба для анализа, навеска вещества для анализа.
2. Химическая посуда. Химические методы анализа, их классификация, дать определения.
3. Классификация химических методов анализа: гравиметрические и титриметрические.
4. Сущность гравиметрического метода анализа. Достоинства и недостатки.
5. Условия, которые необходимо соблюдать при осаждении осадков.
6. Требования к осаждаемой и весовой форме осадка.
7. Зависимость точности гравиметрического анализа от величины навески анализируемого вещества.
8. Стадии, которыми характеризуется процесс образования осадков.
9. Условия получения крупнокристаллических осадков.
10. Условия получения аморфных осадков.
11. Влияние порядка приливания раствора осадителя и скорости осаждения осадка.
12. Соосаждение и виды соосаждения.
13. Способы снижения эффекта соосаждения.
14. Правила фильтрования и промывания осадков.
15. Сущность титриметрического анализа. Достоинства и недостатки метода.
16. Типы химических реакций, используемых в титриметрическом анализе.
17. Требования к реакциям в титриметрическом анализе.
18. Определения: эквивалент, фактор эквивалентности, молярная масса эквивалента. Форма записи.
19. Определения: количество вещества, понятие «моль», молярная масса вещества.
20. Расчет количества эквивалентов в реакциях нейтрализации, окисления - восстановления, осаждения и комплексообразования.
21. Способы выражения концентраций, используемых в количественном анализе.
22. Молярная концентрации вещества, пересчет на молярную концентрацию эквивалента и массовую концентрацию.
23. Молярная концентрация эквивалента вещества (нормальная), пересчет на молярную и массовую концентрации вещества.
24. Массовые концентрации: титр рабочего раствора, условный титр рабочего раствора, титр по определяемому веществу, %, г/дм³, ppm.
25. Формулы расчета количества эквивалентов, исходя из различных способов выражения концентраций и массы вещества.
26. Способы приготовления стандартных растворов.
27. Установка концентрации растворов. Использование установочных веществ.
28. Требования, предъявляемые к установочным веществам.
29. Установочные вещества в реакциях нейтрализации, окисления - восстанов-

ления, комплексообразования, осаждения. Написание реакций взаимодействия установочных веществ с определяемым веществом.

30. Приемы титрования в титриметрическом методе анализа.

31. Формулировка и запись закона эквивалентности.

32. Условия применения и осуществления прямого метода титрования. Формула для расчета количества вещества.

33. Условия применения и осуществления метода обратного титрования (титрование по остатку). Формула для расчета количества вещества.

34. Метод отдельных навесок и метод пипетирования, аликвотная доля, фактор аликвотности.

35. Физико - химические методы анализа, их классификация (дать определения)

36. Потенциометрические методы анализа; используемые приборы. Сущность потенциометрического титрования, определение конца, расчетная формула для определения нормальной концентрации и титра исследуемого раствора.

37. Фотоэлектроколориметрия, сущность метода, стандартные растворы. Последовательность операции в ходе анализа (на примере определения Cu). Используемые приборы.

38. Кондуктометрия. Сущность кондуктометрического титрования. Расчетная формула для определения нормальной концентрации и титра исследуемого раствора.

39. Определение объёма раствора, пошедшего на титрование в методах потенциометрического и кондуктометрического титрования.

40. Колоночная адсорбционная хроматография. Качественная и количественная идентификация разделяемых веществ.

41. Тонкослойная хроматография. Сущность метода, аппаратное оформление. Установление химической природы и количества компонентов.

42. Распределительная хроматография. Сущность метода, аппаратное оформление. Бумажная хроматография. Установление химической природы и количества компонентов.

43. Классификация, назначение и основы метода газовой хроматографии. Принципиальная схема газового хроматографа и техника выполнения анализа.

44. Представить закон Бугера-Ламберта-Бера в линейном и степенном виде. Аддитивность оптической плотности. Связь оптической плотности с пропусканием. Молярный коэффициент поглощения. Ограничения и условия применимости закона.

45. Описать метод атомно - абсорбционной спектроскопии. Перечислить способы атомизации вещества. Электротермическая атомизация. Пламенно-эмиссионная спектроскопия. Различие между атомно - абсорбционной и пламенно-эмиссионной. Преимущества и недостатки методов.

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ РЕФЕРАТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ»

1. Адсорбционные индикаторы.
2. Анализ веществ растительного и животного происхождения.
3. Анализ полимерных материалов.
4. Аналитическая служба как система.
5. Индикаторные реакции и индикаторные вещества в кинетических методах анализа.
6. Использование неводных растворителей в химическом анализе.
7. Капельный анализ: современные варианты.
8. Мембранные методы разделения.
9. Методы разложения проб минеральной и органической природы.
10. Модифицированные и иммобилизованные аналитические реагенты.
11. Оптимизация методов первичной обработки и хранения проб.
12. Планирование и оптимизация эксперимента.
13. Проблемы анализа веществ высокой чистоты.
14. Проблемы оптимизации чувствительности и селективности в титриметрическом анализе.
15. Разделение и концентрирование на основе процессов химического осаждения и соосаждения.
16. Разделение методами отгонки и дистилляции.
17. Современные методы исследования комплексообразования в гомогенных и гетерофазных системах.
18. Сорбционные методы концентрирования веществ.
19. Статистика в аналитической химии.
20. Термогравиметрия как метод химического анализа и метод исследования веществ.
21. Ферментативные и иммунохимические методы анализа.
22. Флуоресцентные и хемилюминесцентные индикаторы.
23. Функции кислотности веществ. Твердые кислоты и основания.
24. Хелатные комплексы в химическом анализе.
25. Химические методы в анализе лекарственных препаратов.
26. Экстракционные методы разделения и концентрирования.
27. Электрогравиметрические методы анализа.
28. Электромиграционные методы разделения.
29. Электрохимические методы разделения и концентрирования.
30. Эффекты ионной силы и побочных реакций в химическом равновесии.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА

Реферат включает: подготовку реферата (**обязательно**), доклада и презентации (**по желанию**) по теме реферата.

Реферат пишется от руки или распечатывается на компьютере на одной стороне белой бумаги формата А4. Общий объем реферата должен составлять не менее 30 страниц.

При оформлении текста реферата следует учитывать, что открывается работа **титульным листом**. Титульный лист реферата кроме названия реферата должен содержать сведения об учреждении образования, факультете, кафедре и дисциплине,

по которой выполнен реферат. На титульном листе указывают фамилию, курс, группу исполнителя, фамилию преподавателя дисциплины, а также место и год выполнения работы (**приложение**).

Главный критерий качества работы – полнота и комплексность освещения темы. Каждый раздел работы должен начинаться с соответствующего заголовка по оглавлению с нумерацией каждой страницы. **Реферат, не соответствующий указанным требованиям, возвращается на доработку.** Оформленный реферат должен быть сброшюрован.

Преподаватель принимает у студента реферат **в строго определенный срок** (устанавливается индивидуально для каждого направления подготовки). За правильно оформленный реферат преподаватель выставляет студенту **10 баллов** к рейтингу в БРС.

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ

1. Предмет, задачи, значение аналитической химии. Классификация методов анализа.
2. Отбор и подготовка пробы к анализу
3. Метрологические характеристики методик анализа.
4. Скорость реакций в химическом анализе. Быстрые и медленные реакции. Скорость определяющая стадия. Факторы, влияющие на скорость. Управление реакциями и процессами в аналитической химии.
5. Реакции кислотно-основного взаимодействия. Протолитическая теория кислот и оснований Бренстеда-Лоури. Электронная теория Льюиса. Теория Усановича и др. Кислотно-основные свойства растворителя.
6. Константы кислотности и основности, ионное произведение растворимости. Равновесие в водных растворах кислот и оснований, расчет рН растворов. Величина рН как условие проведения аналитических реакций.
7. Буферные растворы, их использование в аналитической химии.
8. Кислотно-основные индикаторы. Теория индикаторов. Интервал перехода окраски индикатора.
9. Гидролиз солей, его роль в анализе. Факторы, влияющие на глубину протекания гидролитических реакций.
10. Свойства комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Использование комплексообразования для определения, маскирования ионов, для растворения осадков, для измерения потенциала. Особенности комплексообразования органических веществ.
11. Основные направления использования органических реагентов в химическом анализе, наиболее распространенные химические реагенты. Комплексоны. Общие свойства комплексанатов. Использование комплексона III.
12. Основные неорганические и органические окислители и восстановители, используемые в анализе. Окислительно-восстановительные потенциалы и направление ОВР. Количественная характеристика полноты протекания ОВР.
13. Скорость и механизм протекания реакций окисления-восстановления. Редокс индикаторы. Использование реакций окисления-восстановления.
14. Осадки и их свойства. Кристаллические и аморфные осадки. Свойства осадков и причины их загрязнения: соосаждение, адсорбция, окклюзия. Фракционное осаждение. Условия получения чистых осадков.
15. Произведение растворимости, произведение активностей и растворимость электролита. Правила произведения растворимости. Условия выпадений осадков.
16. Полнота осаждения и факторы, влияющие на полноту осаждения: влияние одноименных ионов.
17. Задача качественного анализа. Аналитические реакции, привести примеры. Сущность качественного анализа.

18. Аналитическое реакции, проводимые «сухим» и «мокрым» путем, привести примеры.
19. Специфические аналитические реакции, привести примеры.
20. Селективные аналитические реакции, пример.
21. Условия проведения аналитической реакции на примере катиона натрия.
22. Систематический ход анализа. Составить последовательность действий в ходе анализа смеси катионов I группы и обосновать ее.
23. Аналитические реакции обнаружения ионов и аналитические реакции отделения ионов, привести примеры.
24. Дробный ход анализа. Привести примеры реакций на катионы железа (II), железа (III), марганца (II).
25. Групповой реагент, на чем основано его действие? Привести примеры отделения III группы от II-ой.
26. Классификация катионов на четыре аналитической группы, указать групповые реагенты.
27. Общая характеристика катионов III-ей группы, их биологическая роль.
28. Общая характеристика катионов IV-ой группы, их биологическая роль. Классификация анионов на три аналитические группы, указать групповые реагенты.
29. Основные понятия и методы количественного анализа.
30. Гравиметрический метод анализа Классификация химических методов анализа. Сущность гравиметрического анализа. Область применения.
31. Операции гравиметрического анализа: отбор средней пробы, перекристаллизация, взятие навески вещества, растворение анализируемого вещества, осаждение, фильтрование, соосаждение, промывание осадка, высушивание и прокаливание осадка.
32. Титриметрический анализ: классификация методов, сущность методов, измерительная посуда. Способы выражения состава растворов и вычисление в различных методах титриметрического анализа.
33. Основные понятия: титрование, точка эквивалентности, конец титрования, стандартные и стандартизированные растворы. Первичные стандарты и требования, предъявляемые к ним. Фиксаналы. Точность титриметрического анализа. Источники погрешностей.
34. Кислотно-основное титрование. Сущность метода.
35. Физико-химические методы анализа. Классификация методов.
36. Сущность фотометрического анализа. Фотоколориметрические методы. Сущность колориметрического анализа. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Оптическая плотность раствора.
37. Устройство ФЭК-56 М. Применение фотометрического анализа.
38. Потенциометрический метод анализа. Сущность метода. Область его применения.
39. Гальванический элемент. Индикаторный электрод. Электрод сравнения. ЭДС гальванического элемента.

40. Методы потенциометрического анализа. Потенциометрические методы определения концентрации водородных ионов. РН-метр.
41. Потенциометрическое титрование. Кривые потенциометрического титрования с использованием реакций нейтрализации. Способы нахождения конечной точки титрования.
42. Кондуктометрический метод анализа. Сущность метода, область его применения, преимущества. Электропроводность растворов электролитов. Кондуктометрическое титрование. Кривая кондуктометрического титрования. Определение конечной точки титрования.
43. Сущность хроматографического анализа.
44. Классификация методов хроматографического анализа. Методы получения хроматограмм. Типы стационарных и подвижных фаз.
45. Ионообменная хроматография.
46. Газовая хроматография
47. Распределительная хроматография.
48. Применение хроматографии для определения и разделения неорганических и органических веществ.
49. Спектроскопические методы анализа. Общая характеристика метода. Классификация.
50. Основные методы рентгеноспектральноэмиссионного анализа. Пределы обнаружения в методах рентгеноспектрального анализа.
51. Качественный и количественный рентгеноспектральный анализ.
52. Методы оптической спектрометрии: атомно-эмиссионный, атомно-абсорбционный, атомно-флуоресцентный.
53. Биологические методы анализа Аналитические индикаторы в биологических методах анализа.
54. Микроорганизмы как аналитические индикаторы.
55. Анализ органических и биологических объектов.

ПРИЛОЖЕНИЕ

1. Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПЕРИОДЫ	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																			
	A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	A VII B	A VIII B	VIII			B								
1	(H)																			
2	Li Lithium Литий	Be Beryllium Бериллий	B Borum Бор	C Carbonium Углерод	N Nitrogenium Азот	O Oxygenium Кислород	F Fluorium Фтор	Ne Neon Неон												
3	Na Natrium Натрий	Mg Magnesium Магний	Al Aluminium Алюминий	Si Silicium Кремний	P Phosphorus Фосфор	S Sulfur Сера	Cl Chlorium Хлор	Ar Argon Аргон												
4	K Kalium Калий	Ca Calcium Кальций	Sc Scandium Скандий	Ti Titanium Титан	V Vanadium Ванадий	Cr Chromium Хром	Mn Manganum Марганец	Fe Ferrum Железо	Co Cobaltum Кобальт	Ni Niccolum Никель										
	Cu Cuprum Медь	Zn Zincum Цинк	Ga Gallium Галлий	Ge Germanium Германий	As Arsenicum Мышьяк	Se Selenium Селен	Br Bromum Бром	Kr Krypton Криптон												
5	Rb Rubidium Рубидий	Sr Strontium Стронций	Y Yttrium Иттрий	Zr Zirconium Цирконий	Nb Niobium Ниобий	Mo Molybdaenum Молибден	Tc Technetium Технеций	Ru Ruthenium Рутений	Rh Rhodium Родий	Pd Palladium Палладий										
	Ag Argentum Серебро	Cd Cadmium Кадмий	In Indium Индий	Sn Stannum Олово	Sb Stibium Сурьма	Te Tellurium Теллур	I Iodum Иод	Xe Xenon Ксенон												
6	Cs Cesium Цезий	Ba Barium Барий	La* Lanthanum Лантан	Hf Hafnium Гафний	Ta Tantalum Тантал	W Wolframium Вольфрам	Re Rhenium Рений	Os Osmium Осмий	Ir Iridium Иридий	Pt Platinum Платина										
	Au Aurum Золото	Hg Hydrargyrum Ртуть	Tl Thallium Таллий	Pb Plumbum Свинец	Bi Bismuthum Висмут	Po Polonium Полоний	At Astatium Астат	Rn Radon Радон												
7	Fr Francium Франций	Ra Radium Радий	Ac** Actinium Актиний	Rf Rutherfordium Фезерфордий	Db Dubnium Дубний	Sg Seaborgium Сиборгий	Bh Bohrium Борий	Hs Hassium Хассий	Mt Meitnerium Мейтнерий											
	R_2O	RO	R_2O_3	RO_2	R_2O_5	RO_3	R_2O_7	RO_4												
				RH_4	RH_3	RH_2	RH													
ЛАНТАНОИДЫ*	Ce Cesium Церий	Pr Praseodymium Прозеродим	Nd Neodymium Неодим	Pm Promethium Прометий	Sm Samarium Самарий	Eu Europium Европий	Gd Gadolinium Гадолиний	Tb Terbium Тербий	Dy Dysprosium Диспрозий	Ho Holmium Гольмий	Er Erbium Эрбий	Tm Thulium Тулий	Yb Ytterbium Иттербий	Lu Lutetium Лютеций						
АКТИНОИДЫ**	Th Thorium Торий	Pa Protactinium Протактиний	U Uranium Уран	Np Neptunium Нептуний	Pu Plutonium Плутоний	Am Americium Америций	Cm Curium Кюрий	Bk Berkelium Берклий	Cf Californium Калифорний	Es Einsteinium Эйнштейний	Fm Fermium Фермий	Md Mendelevium Менделеевий	No Nobelium Нобелий	Lr Lawrencium Лавренсий						



2. Таблица растворимости кислот, оснований и солей в воде

Растворимость кислот, оснований и солей в воде																							
Катионы \ Анионы	H ⁺	Li ⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Ni ²⁺	Co ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Cu ²⁺	
ОН ⁻		Р	Р	Р	Р	Р	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	-	-	-	Н	Н	Н
Cl ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Р	М	Р	Р
Br ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	М	М	Р	Р
I ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	-	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	М	-
S ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	-	-	Н	-	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
SO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	-	-	Н	-	Н	Н	Н	Н	Н	Н	-	-	Н	-	-
SO ₄ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Н	М	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	М	Р	Н	Р	Р
PO ₄ ³⁻	Р	Н	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
CO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	-	-	Н	-	Н	Н	Н	Н	Н	Н	-	Н	-	-	
SiO ₃ ²⁻	Н	Р	Р	Р	-	Н	Н	Н	Н	-	Н	Н	-	-	Н	Н	-	-	-	Н	-	Н	
NO ₃ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	-	Р
CH ₃ COO ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	Р	Р

Электрохимический ряд напряжений металлов

Li...Rb...K...Ba...Sr...Ca...Na...Mg...Al...Mn...Zn...Cr...Fe...
 Cd...Co...Ni...Sn...Pb...H...Sb...Bi...Cu...Hg...Ag...Pd...Pt...Au

3. Сульфидная классификация катионов и анионов

Аналитическая группа	Катионы, составляющие группу	Групповой реагент	Характеристика группы
I	NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} и др.	Группового реагента нет	Карбонаты, сульфиды растворимы в воде
II	Ca^{2+} , Ba^{2+} и др. ²⁺	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	Карбонаты не растворимы в воде, сульфиды растворимы в воде
III	Al^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} и др.	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$	Сульфиды не растворимы в воде, но растворимы в разбавленных кислотах. Карбонаты не растворимы в воде
IV	Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+} , Cu^{2+} , Hg^{2+} и др. По растворимости хлоридов IV группа делится на две подгруппы Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+} - подгруппа серебра Cu^{2+} , Hg^{2+} - подгруппа меди.	H_2S в присутствии HCl	Сульфиды не растворимы в воде и не растворимы в разбавленных кислотах. 1-я подгруппа - хлориды не растворимы в воде; 2-я подгруппа - хлориды растворимы в воде.
Ход анализа смеси катионов всех четырех групп начинают с отделения четвертой группы с последующим ее анализом, затем отделение третьей, второй групп и остается первая группа.			

Аналитическая группа	Анионы, составляющие группу	Групповой реагент	Характеристики группы
I	SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} и др.	BaCl_2 в нейтральной или слабощелочной среде	Соли бария не растворимы в воде, но растворяются в разбавленных кислотах, исключение составляет BaSO_4 .
II	Cl^- , Br^- , I^- и др.	AgNO_3 в присутствии HNO_3	Соли серебра не растворимы в воде и в HNO_3 .
III	NO_3^- и др.	Группового реагента нет	Соли бария и серебра растворимы в воде.

4. Таблица изменения окраски индикаторов

Изменение окраски индикаторов в зависимости от среды

<i>Название индикатора</i>	<i>В нейтральной среде</i>	<i>В щелочной среде</i>	<i>В кислотной среде</i>
Лакмус	Фиолетовый	Синий	Красный
МетилОранж	Оранжевый	Желтый	Красно-розовый
Фенолфталеин	Бесцветный	Малиновый	Бесцветный

5. Образец оформления титульного листа реферата

**ФГБОУ ВО СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра химии и защиты растений

РЕФЕРАТ

Дисциплина: **Аналитическая химия (или Аналитическая химия и физико-химические методы исследования)**

Тема: « _____ »

Выполнил:
студент факультета агробиологии и
земельных ресурсов,
3 курса, 7 группы,
направление 19.03.02 ППРС
Иванов В.В.

Проверила:
к.б.н., доцент Волосова Е.В.

Ставрополь, 2023

ВОЛОСОВА Елена Владимировна
ШИПУЛЯ Анна Николаевна
ПАШКОВА Елена Валентиновна
БЕЗГИНА Юлия Александровна
ГЛАЗУНОВА Наталья Николаевна