

**ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет
кафедра химии и защиты растений**

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ по аналитической химии

Ставрополь, 2019

ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет
Кафедра химии и защиты растений

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ по аналитической химии

Студент _____

Факультет _____

Курс _____

Группа _____

ФИО преподавателя _____

Ставрополь, 2019

УДК 546 (076)
ББК 24.1.я 7
Л 50

Рекомендован к изданию методической комиссией факультета экологии и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО СтГАУ (протокол № 1 от 29 августа 2018 г.)

Рецензенты:

доктор биологических наук доцент И.О. Лысенко
кандидат химических наук, доцент Е.В. Белик

Авторский коллектив:

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

Лабораторный практикум по аналитической химии / сост. Е.В. Пашкова, Е.В. Волосова, А.Н. Шипуля, Ю.А. Безгина, Н.Н. Глазунова – Ставрополь: СЕКВОЯ, 2019 – 96 с.

Настоящий лабораторный практикум предназначен для выполнения лабораторных работ по программе дисциплины «Неорганическая и аналитическая химия» (раздел - Аналитическая химия). В процессе подготовки к лабораторным занятиям с помощью лекционного материала и учебно-методической литературы студент должен изучить и ответить на теоретические вопросы касающиеся разделов качественного и количественного анализа, сделать соответствующие записи в практикуме, после проведения лабораторных работ необходимо оформить полученные данные в виде рисунков и таблиц, сделать из анализ и дать заключение. В лабораторный практикум также включены тестовые задания для контроля по пройденным разделам с целью закрепления и систематизации полученных знаний, умений и навыков студентов, предусмотренных при изучении данной учебной дисциплины.

Лабораторный практикум адресован студентам аграрных вузов, обучающихся по специальности 36.05.01 - Ветеринария (очной и заочной формы обучения).

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Введение в лабораторный практикум

Правила работы, техники безопасности и обращения с реактивами в химической лаборатории

Химическая посуда, приборы и оборудование

Тестовые задания для контроля

Раздел 2. Качественный анализ. Классификация катионов и анионов на аналитические группы

Работа № 1 Первая аналитическая группа катионов (K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} и др.)

Работа № 2 Вторая аналитическая группа катионов (Ca^{2+} , Ba^{2+} и др.)

Работа № 3 Третья аналитическая группа катионов (Al^{3+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} и др.)

Работа № 4 Четвертая аналитическая группа катионов (Ag^+ , Pb^{2+} , Hg_2^{2+} , Cu^{2+} , Hg^{2+})

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)

Тестовые задания для контроля

Раздел 3. Количественный анализ. Химические методы анализа

Работа № 6 Определение содержания бария в анализируемом растворе $BaCl_2$ методом гравиметрического осаждения

Работа № 7 Определение карбонатной жесткости воды методом кислотно-основного титрования

Тестовые задания для контроля

Раздел 4. Количественный анализ. Физико-химические методы анализа.

Работа № 8 Определение концентрации меди в анализируемом растворе $CuSO_4$ фотоколориметрическим методом

Работа № 9 Определение концентрации $NaOH$ в растворе методом потенциометрического титрования

Работа № 10 Определение концентрации HCl в растворе методом кондуктометрического титрования

Тестовые задания для контроля

Примерный перечень вопросов для подготовки к контрольным точкам

Рекомендуемый перечень тем рефератов

Требования к оформлению реферата

Учебно-методическое обеспечение

Рекомендуемый перечень вопросов итогового контроля

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторные занятия являются важным этапом в изучении аналитической химии. Использование лабораторного практикума способствует глубокому усвоению учебного материала, приучает студентов кратко и четко излагать суть рассматриваемых вопросов, овладевают навыками и техникой химического эксперимента, формирует умение анализировать фактический материал.

В лабораторном практикуме нужно кратко описывать опыты, приводить формулы и расчеты, составлять уравнения химических реакций и выводы. Правильное ведение практикума дает ценный материал для подготовки к экзамену по курсу аналитической химии. В лабораторный практикум включены самостоятельные задания для студентов в виде тестов для закрепления и систематизации полученных знаний, умений и навыков, предусмотренных при изучении аналитической химии.

Настоящий практикум является основным рабочим документом студента при выполнении лабораторно-практических занятий. Подготовка к занятию должна начинаться с изучения лекционного материала и разделов учебной литературы, которая указана в практикуме. В конце лабораторной работы необходимо провести анализ полученных данных и сделать заключение.

В конце занятия лабораторный практикум студент должен сдать преподавателю на проверку.

РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ В ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

ПРАВИЛА РАБОТЫ, ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ И ОБРАЩЕНИЯ С РЕАКТИВАМИ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

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 выливать 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, вы-

деляя 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.

4. Остатки крепких кислот выливают в специальные банки.

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

6. В лаборатории необходимо соблюдать тишину и дисциплину.

7. В случае неудачи опыта следует продумать все сначала, посоветоваться с преподавателем и снова приступить к работе.

8. Для записи хода лабораторных работ каждый должен иметь тетрадь, па обложке которой нужно указать свою фамилию, факультет и номер группы.

9. 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.

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.

8. 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 Дрекслея), 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.

Оказание первой помощи

При ранениях. Различают ранения: а) с повреждением вен и б) с повреждением артерий. В первом случае кровь из раны вытекает медленно, во втором бьет струей. При ранении руки без повреждения артерии удаляют кровь вокруг раны ватой, смоченной слабым раствором спирта или раствором перманганата калия. Затем смазывают рану настойкой йода и перевязывают чистым бинтом. В случае сильного кровотечения следует туго перевязать рану выше пореза жгутом или толстой резиновой трубкой, завязав ее узлом. Для этой цели можно также использовать веревку, полотенце или, наконец, носовой платок, скрутив его жгутом. Удалив кровь с кожи вокруг раны, накладывают несколько слоев стерильной марли и толстый слой ваты и бинтуют. Пострадавшего следует немедленно отправить в амбулаторию.

При глубоком порезе лица или другого места, на которое нельзя наложить жгут, на место ранения накладывают большой кусок марли - тампон; его следует держать крепко прижатым к ране, чтобы задержать кровь. Пострадавшего необходимо немедленно отправить к врачу.

При ожогах. При ожоге горячей жидкостью или горячим предметом обожженное место, если возможно, следует немедленно погрузить в свежеприготовленный раствор перманганата калия. Концентрация раствора должна быть тем больше, чем сильнее ожог. Затем смазать обожженное место мазью от ожога или вазелиновым маслом, или же присыпать пищевой содой и забинтовать. Очень хорошее средство при небольших ожогах - винный спирт. Смочив вату спиртом, прикладывают ее к месту ожога на 2-3 мин. В случае серьезного ожога на значительном участке кожи прикладывают ко всей обожженной поверхности компресс из раствора перманганата калия или танина и немедленно отправляют пострадавшего к врачу.

При ожоге рук или лица серной кислотой необходимо быстро смыть кислоту большим количеством воды, а затем 10%-ным раствором соды. Ни в коем случае нельзя смывать кислоту мылом, так как выделяющиеся при этом жирные кислоты не позволяют хорошо удалить кислоту. При ожогах фтороводородной кислотой пользуются 2%-ным раствором CaCl_2 или 20%-ной суспензией оксида магния в глицерине. Ожоги, причиненные горящим фосфором, чрезвычайно болезненны и очень медленно заживают. Обожженное место немедленно и тщательно промывают раствором перманганата калия (1: 10) или медного купороса (1: 10), после этого водой, а затем накладывают компресс из ваты, пропитанной 2%-ным раствором медного купороса. Рану, образовавшуюся от ожога, нельзя лечить мазью от ожогов или маслом, так как белый фосфор растворим в жирах, и таким путем еще больше распространится по коже. Не ограничиваясь принятыми мерами первой помощи, необходимо, не откладывая, обра-

таться к врачу, так как возможно отравление фосфором через рану. Едкие щелочи сильно действуют на кожу и, особенно на слизистые оболочки. Очень опасно попадание даже мельчайших частиц щелочи в глаза. При поражении тела и глаз щелочью смывают ее водой до тех пор, пока участок, на который она попала, не перестанет быть скользким. Затем промывают 2%-ным (по объему) раствором уксусной кислоты. При поражении кислотами глаза промывают большими количествами воды, а затем 2%-ным раствором гидрокарбоната натрия (питьевая сода). При ожоге полости рта щелочью следует прополоскать рот 3%-ным раствором борной кислоты, а при ожогах кислотой — 5%-ным раствором гидрокарбоната натрия. Оксид кальция (негашеная известь) вызывает раздражение слизистых оболочек и кожи, обжигает (очень опасно попадание в глаза). Первая помощь та же, что и при поражении щелочами.

При отравлениях.

Аммиаком. Немедленно вдыхать пары уксусной кислоты. Затем принять внутрь молоко, белок, лимонный сок или уксус.

Оксидами азота. Вдыхать чистый кислород. Обратиться к врачу.

Бромом. При отравлении парами брома умеренно вдыхать пары аммиака или нюхать слабый раствор сероводородной воды. При ожоге бромом рук или лица промыть обожженное место раствором тиосульфата натрия и наложить ланолин или другой жир. Обратиться к врачу.

Бензином, бензолом. Дать рвотное, затем произвести искусственное дыхание и растирание тела. Дать валериановые капли.

Йодной настойкой. Принимать внутрь крахмальный клейстер или 1%-ный раствор тиосульфата натрия: сразу 100 мл, а затем 2 - 3 раза через каждые 10 мин по столовой ложке.

Метиловым спиртом. Немедленно дать вдыхать кислород. Срочно вызвать скорую помощь.

Оксидом углерода (II). Больного немедленно перевести в хорошо проветриваемое помещение, дать вдыхать кислород. При затрудненном дыхании применить искусственное дыхание. Немедленно вызвать врача.

Ртутными соединениями. В случае растворимых ртутных соединений немедленно вызвать рвоту. До прибытия врача больному дать молоко и яичный белок, предварительно смешав их. Хорошо также дать взвесь активированного угля в воде. Нужна немедленная медицинская помощь.

Свинцовыми соединениями. Принять внутрь раствор сульфата натрия (1:10) или сульфата магния (1:10) в теплой воде, а также молоко, яичный белок, большое количество активированного угля в воде.

Сероводородом. В легких случаях - свежий воздух, в тяжелых - искусственное дыхание, кислород.

Оксидом серы (IV). Пострадавшего вывести на свежий воздух; если отравление тяжелое, применить искусственное, дыхание.

Парами дисульфида углерода (сероуглеродом). Пострадавшего немедленно перевести в другое помещение, на свежий воздух, тотчас же вызвать врача. До прихода врача — теплые ванны, молоко, искусственное дыхание.

Серной кислотой. Немедленно вызвать врача, так как необходимо промывание желудка. Дать выпить раствор жженой магнезии MgO (15,0 г в 1 л воды),

затем раствор яичного белка (пять белков на 1 л воды). **Вызывать рвоту противопоказано.**

Синильной кислотой, цианидом калия. Дать рвотное и немедленно вызвать скорую помощь. До ее прибытия делать искусственное дыхание, холодное обливание затылка (с высоты 50 см) и растирание. Поить концентрированным раствором глюкозы или сахара.

Соляной или уксусной кислотой. Дать оксид кальция, жженую магнезию в воде, молоко. При стесненном дыхании применить искусственное дыхание. Обратиться к врачу. **Вызывать рвоту противопоказано.**

Фосфором. При отравлении фосфором вызвать рвоту, приняв раствор 1 г медного купороса в 2—3 л воды. Давать больному кусочки льда. Молоко и жиры противопоказаны.

Фтороводородной кислотой. Немедленно вызвать врача, так как необходимо промывание желудка. Дать молоко, яичный белок, раствор хлорида кальция (10:200). **Вызывать рвоту противопоказано.**

Хлором. Пострадавшего вывести на свежий воздух. Давать нюхать смесь слабого раствора аммиака с винным спиртом.

Хромовой кислотой. Пить молоко, яичный белок, раствор гашеной извести $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в сахарной воде. Обратиться к врачу. **Вызывать рвоту противопоказано.** Щавелевой кислотой. Дать оксид кальция (жженую магнезию) в сахарной воде или тертый мел, взболтанный с водой, карбонат магния MgCO_3 . Обратиться к врачу.

Правила обращения с реактивами

Классификация реактивов

В количественном анализе следует применять более чистые реактивы.

В зависимости от количества примесей отечественные реактивы делят на *химически чистые* (х.ч.) - содержат не более 0,05% примесей, *чистые для анализа* (ч.д.а.) - не более 0,1% примесей, *чистые* (ч.) - 1,0 - 0,1%, *очищенные* (оч.) и «*технические*» (техн.). В последние десятилетия распространены реактивы *особой чистоты* (ос.ч.) и *высшей очистки* (в. оч.). Допустимое содержание примесей устанавливается ГОСТом и указывается на этикетке.

Не следует использовать неизвестные или сомнительные реактивы. При работе следует применять реактив именно той марки, которая указана в прописи. Одну и ту же серию определений, включая и градуировку, необходимо выполнять с реактивом одной и той же партии (номер партии указан на этикетке).

Правила работы с реактивами

Твердые реактивы

1. Реактив берут из банки фарфоровым или стеклянным шпателем. Металлический шпатель применять не рекомендуется.

2. Просыпавшийся на стол реактив нельзя высыпать обратно в ту же банку во избежание загрязнений.

3. Взвешивать реактивы можно только в сухом стакане или на часовом стекле.

4. Отобранную порцию реактива следует пересыпать в чистый и высушенный стакан или бюкс с крышкой; хранить сухие вещества в бумаге ни в коем случае нельзя.

Жидкие реактивы

1. Растворы хранят в склянках, снабженных пробкой (лучше, стеклянной) и четкой этикеткой с указанием названия реактива, его формулы, марки, концентрации и даты приготовления. Применение Г корковых и резиновых пробок нежелательно. В крайнем случае, резиновые пробки перед употреблением надо прокипятить в воде.

2. Растворы веществ, разлагающихся на свету, нужно хранить в темных или желтых склянках.

3. Растворы аммиака и едких щелочей не рекомендуется хранить в стеклянной посуде, так как они при этом загрязняются веществами, перешедшими в раствор из стекла, — соединениями натрия, кальция, кремниевой кислотой и др. Лучше хранить аммиак и щелочи в посуде из полиэтилена.

4. Нельзя класть пробки, закрывающие растворы, прямо на стол; отлитый из склянки реактив нельзя возвращать обратно в склянку и т. д.

5. Все растворы следует готовить на дистиллированной воде, а при определении микропримесей и при работе с особо чистыми веществами пользоваться только дважды перегнанной водой — *бидистиллятом*.

ХИМИЧЕСКАЯ ПОСУДА, ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

При полумикроанализе используют массу и объем исследуемого вещества соответственно 0,05-0,5 г и 1-10 мл. Анализ таких малых количеств исследуемого вещества требует специального оборудования и посуды.

1. Пробирки

-цилиндрическая

-коническая

Большинство аналитических операций проводят в цилиндрических и конических пробирках. Конические пробирки называются также центрифужными, так как используются для центрифугирования. Они не всегда удобны в практике полумикроанализа, поскольку в них трудно растворять и промывать уплотненный на дне осадок, полученный после центрифугирования. Однако в таких пробирках легко обнаружить осадок и определить его характер: цвет, кристалличность. Цилиндрические и конические пробирки ставят в специальный штатив (рис 1).

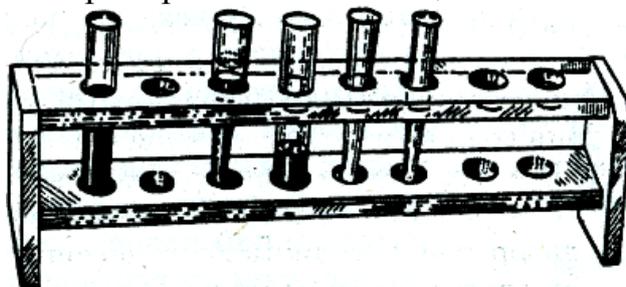


Рис.1. Штатив для пробирок

2. **Капиллярная пипетка** (рис. 2). Представляет собой стеклянную трубку, нижний конец которой оттянут в капилляр. На верхний конец трубки надет резиновый колпачок или резиновая трубка, плотно закрытая с одного конца стеклянным шариком или отрезком оплавленной стеклянной палочки. Длина пипетки 80-90 мм, емкость около 1 мл.



Рис. 2 Капиллярная пипетка

3. Стеклопалочки. Обычно их диаметр 3-5 мм, длина 7-10 см. Они должны быть хорошо оплавлены.

4. Промывалка (рис. 3). Представляет собой плоскодонную колбу из стекла. Колбу закрывают пробкой (лучше резиновой) с двумя отверстиями, в которые вставляют две стеклянные трубки. Одна из них - короткая, изогнутая под тупым углом, служит для вдвигания в колбу воздуха, конец ее находится почти под самой пробкой. Другая трубка - длинная, доходит до самого дна колбы. Ее верхний конец загнут под углом 60-70°, нижний почти касается дна колбы. Верхний конец длинной трубки соединяется с помощью резиновой трубки длиной 4-5 см с короткой стеклянной трубкой, оттянутой на конце в капилляр. Этим достигается подвижность верхней части длинной трубки, что позволяет изменять направление струи жидкости, вытекающей из промывалки. Струя должна быть достаточно тонкой. Иногда в качестве промывалки используют полиэтиленовую банку, в крышке которой просверлено отверстие. Сквозь это отверстие пропускают стеклянную трубку до самого дна банки, а верхний конец загибают под углом 60—70°С. Если надавить на стенку полиэтиленовой банки правой рукой, то вода начнет вытекать из верхнего конца трубки, оттянутого в капилляр. На наш взгляд, такой промывалкой пользоваться гораздо удобнее, чем промывалкой из стекла

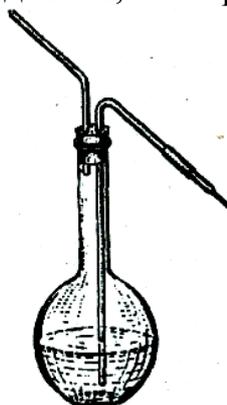


Рис. 3. Промывалка

5. Капельная пластинка (рис. 4). Это фарфоровая пластинка с несколькими углублениями. На ней удобно выполнять цветные реакции, сопровождающиеся характерной окраской осадка или раствора. На капельной пластинке можно проводить параллельно несколько реакций, очищать и мыть ее легче, чем пробирку.

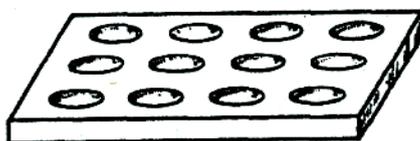


Рис. 4 Капельная пластинка

6. Часовые стекла (рис. 5). Их диаметр 4 - 5 см; они должны быть как можно более выпуклыми. Из пары часовых стекол с пришлифованными краями делают газовую камеру (рис. 6), с помощью которой обнаруживают различные газы. На вогнутую поверхность верхнего стекла помещают влажную реактивную бумажку, а реакцию проводят на нижнем стекле.



Рис. 5 Часовое стекло



Рис. 6 Газовая камера

7. Фарфоровые чашки (рис. 7). Они служат для выпаривания или нагревания раствора, их емкость - 6-10 мл.



Рис. 7. Фарфоровая чашка для выпаривания раствора

8. Центрифуга (рис. 8). Предназначена для отделения осадка от раствора. Используется центробежная сила, развиваемая при быстром движении ротора центрифуги.

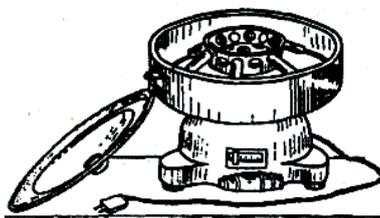


Рис. 8. Центрифуга

9. Водяная баня (рис. 9). Служит для нагревания реакционной смеси в пробирке, которую погружают в кипящую водяную баню. Кипящую водяную баню используют также для упаривания жидкости до небольшого объема.

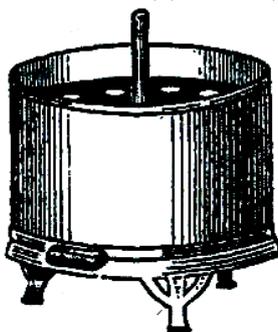


Рис 9. Водяная баня

Лабораторные технические и аналитические весы

Весы являются важнейшим прибором в химической лаборатории, так как ни один анализ не обходится без определения массы вещества и химической посуды, в которую помещают взвешиваемое вещество.

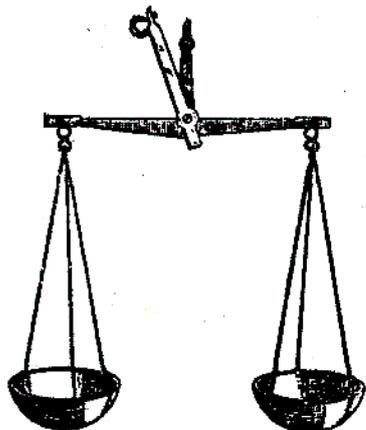


Рис. 10. Аптечные весы

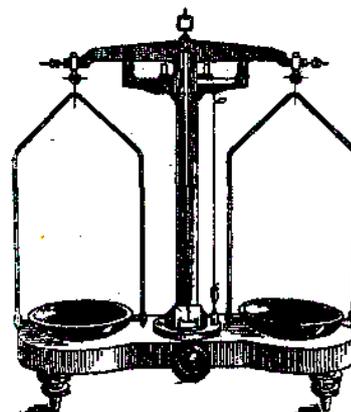


Рис. 11. Лабораторные технические весы

Для удобства классификации традиционно выделяют общелабораторные, или технические весы, и лабораторные аналитические весы. Технические весы предназначены для технических анализов и взвешивания навесок, не требующих высокой точности. Среди *технических* весов различают весы аптечные ВА-4 (рис. 10) и собственно технические весы (рис 11), иногда называемые теххимическими весами. Максимальная нагрузка аптечных весов не превышает 100 г. Их вешают на штатив или на палец левой руки. У ненагруженных и уравновешенных весов стрелка должна находиться в строго вертикальном положении.

Для более точного взвешивания применяют лабораторные технические весы (см. рис. 11). Они более совершенны и их максимальная нагрузка может составлять от 200 г до нескольких килограммов. Они дают возможность взвешивать с точностью до 10 мг.

Лабораторные *аналитические* весы имеют, по сравнению с техническими, повышенную чувствительность и точность. Наиболее часто в лабораториях используют аналитические весы АДВ-200 и ВЛР-200 (рис. 12). Отличительная особенность этих весов заключается в том, что они имеют специальные устройства (демпферы), с помощью которых быстро прекращаются колебания коромысла и стрелки. В этих весах имеется устройство для навешивания на коромысло и снятия с него малых разновесок (массой от 10 до 990 мг), а также световой экран для отсчета положения стрелки весов.

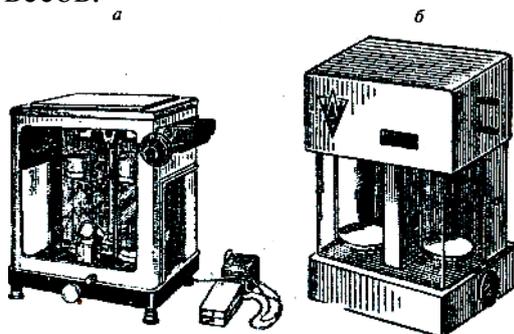


Рис. 12. Аналитические весы: а - АДВ-200; б - ВЛР-200

Максимальная (или предельная) нагрузка этих весов 200 г. Весы АДВ-200 позволяют взвешивать с точностью до 0,0001-0,0002 г; весы ВЛР-200 - с точностью до 0,00005 г.

Правильные весы всегда показывают одинаковые результаты при нескольких взвешиваниях одного и того же предмета, или при одинаковых массах (гирях) на двух чашках коромысло сохраняет первоначальное положение.

Чувствительность весов считают достаточной при отклонении стрелки на 3-5 делений при перегрузке в 1 мг. Для взвешивания на демпферных аналитических весах используется специальный аналитический разновес, который хранится в специальной коробке с гнездами для каждой гирьки (рис. 13). Аналитический разновес имеют гирьки 50, 20, 10, 10, 10, 5, 2, 1, 1, 1*m* или 50, 20, 20, 10, 5, 2, 2, 1 г. Миллиграммовых разновесов нет. Как упоминалось выше, они заменены специальными кольцами, которые подвешены внутри весов. В коробке имеется также пинцет, при помощи которого берут гирьки.

Для микроанализа применяются аналитические весы (*микровесы*) для взвешивания веществ от 0,01 до 0,001 мг (от 0,00001 до 0,000001 г), их предельная нагрузка 20 г. Они снабжены приспособлением для наблюдения за отклонением стрелки. При взвешивании пользуются специальным разновесом, предназначенным для таких весов.

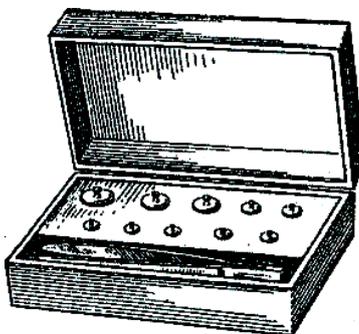


Рис. 13. Аналитический разновес

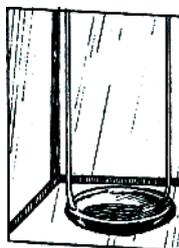


Рис. 14. Автоматические аналитические весы

В настоящее время в химических лабораториях используются односташечные автоматические демпфируемые весы с цифровой индикацией (рис. 14), работающие на компенсационном принципе. В процессе взвешивания масса груза компенсируется кольцами-разновесами до тех пор, пока коромысло весов не придет в равновесие. Процесс установления равновесия ускоряется при механическом или электромагнитном демпфировании.

Мытье химической посуды

Применяемая при аналитических работах химическая стеклянная посуда должна быть чистой. Она считается чистой, если на ее стенках не образуется отдельных капель и вода оставляет равномерную тончайшую пленку.

Если на стенках посуды (пробирки, стакана, колбы) или на дне имеются приставшие частицы осадка, то их удаляют с помощью специальных щеток, в быту называемых ершами. При работе с ершом надо следить за тем, чтобы его нижний конец не ударялся о дно, так как им можно выбить дно пробирки.

Наиболее широко в химической лаборатории распространено мытье посуды *хромовой смесью*. Для приготовления данной смеси к насыщенному раствору дихромата калия при непрерывном перемешивании очень медленно приливают концентрированную серную кислоту с массовой долей 96-98 %. Хорошо приготовленная хромовая смесь имеет темно-оранжевый цвет и сиропообразную консистенцию. Она считается непригодной для мытья посуды, если станет темно-зеленого цвета. Налив хромовую смесь в сосуд, и вращая его, смачивают ею все стенки. Смесь является сильным окислителем, на чем и основано ее действие при отмывании стенок посуды от различных загрязнений. После обработки посуды хромовой смесью посуду промывают водопроводной водой и затем несколько раз ополаскивают дистиллированной. Надо внимательно следить за тем, чтобы вода стекала равномерно со стенок посуды.

После обработки сосуда хромовой смесью ее выливают в тот же сосуд, в котором она хранилась. Сосуд закрывают стеклянной пробкой.

Хромовую смесь *не применяют*, если посуда загрязнена *парафином, керосином, воском, минеральными маслами*. В этих случаях посуду, прежде всего, моют *органическими растворителями*. Надо избегать попадания в хромовую смесь спиртов - этилового или метилового. Спирты окисляются, а дихромат-ионы $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ восстанавливаются до Cr^{3+} , в результате чего раствор приобретает зеленую окраску и делается непригодным для дальнейшего применения.

Кроме хромовой смеси используют и другие способы мытья посуды. В частности, на практике применяют *теплый насыщенный раствор соды, горячий мыльный раствор, раствор фосфата натрия с массовой долей его 10%*, а также *порошки для стирки белья*. После этих средств надо очень тщательно ополаскивать посуду водопроводной, а затем дистиллированной водой. Если требуется особенно чистая посуда то, ее предварительно моют каким-либо способом, затем обрабатывают горячим водяным паром в течение одного часа.

Сушат стеклянную посуду или на деревянных колышках, укрепленных на вертикально установленной доске, или в сушильных шкафах.

Для анализа берут все части растений, стараясь, чтобы они были равномерно представлены в пробе. Отобрав представительную первичную пробу сухих материалов, ее измельчают, перемешивают и сокращают до размеров лабораторной пробы. Сокращение обычно проводят *квартованием*. Для этого измельченную пробу высыпают на ровную поверхность, перемешивают, разравнивают в форме квадрата и делят квадрат по диагонали на четыре части. Две противоположные части отбрасывают, а с двумя другими частями продолжают квартование до получения необходимой лабораторной пробы. Из лабораторной пробы отбирают аналитические пробы, которые подвергают дальнейшей аналитической обработке после взвешивания на технических или аналитических весах.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

1. При попадании кислоты на кожу необходимо:

1. Промыть кожу 2 %-ным раствором гидрокарбоната натрия, а затем водой.
2. Промыть кожу 2 %-ным раствором борной или уксусной кислоты, а затем водой.
3. Смыть попавшую кислоту на кожу струёй воды
4. Смыть вещество сильной струёй воды, а затем промыть 2%-ным раствором гидрокарбоната натрия.

2. При попадании раствора щелочи на кожу необходимо:

1. Смыть попавшую на кожу щелочь струёй воды.
2. Смыть вещество сильной струёй воды, а затем промыть 2 %-ным раствором борной кислоты.
3. Промыть кожу 3 %-ным раствором гидрокарбоната натрия, а затем водой.
4. Промыть кожу 2 %-ным раствором борной или уксусной кислоты, а затем водой.

3. При разбавлении концентрированных растворов кислот нужно:

1. Быстро вливать кислоту в воду.
2. Вливать воду в кислоту.
3. Постепенно вливать кислоту в воду, перемешивая раствор.
4. Порядок сливания растворов не имеет значения.

4. Для нагревания жидкостей используют:

1. Тонкостенную посуду
2. Толстостенную посуду
3. Мерные цилиндры
4. Фарфоровые стаканы

5. Пробирки перед нагреванием запрещается наполнять жидкостью:

1. Более чем на $1/3$
2. Более чем на $2/3$
3. Более чем на $1/2$
4. Более чем на $3/4$

6. Для остывания сильно нагретых фарфоровых чашек их помещают на следующий предмет:

1. Металлическое основание штатива.
2. Керамическую пластинку.
3. Кусок дерева.
4. Любой находящийся поблизости предмет.

7. Аппарат Киппа используют в лаборатории для получения:

1. Водорода и углекислого газа.
2. Озона и кислорода.
3. Азота и хлора.

4. Этилена и метана.

8. Работать с летучими и легковоспламеняющимися жидкостями можно:

1. В кабинете без вытяжного устройства.
2. Около открытой форточки.
3. На открытом воздухе.
4. Только в вытяжном шкафу.

9. Концентрированная серная кислота очень хорошо поглощает влагу. Как называют это свойство? Выберите правильный ответ:

- а) гигроскопичность;
- б) электропроводность;
- в) нелетучесть;
- г) окислительная способность.

10. Верны ли следующие суждения о правилах безопасной работы в химической лаборатории и с препаратами бытовой химии?

А. В лаборатории наличие кислоты в растворе определяют на вкус.

Б. При работе с препаратами бытовой химии, содержащими щёлочь, необходимо использовать резиновые перчатки.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

11. Верны ли следующие суждения о правилах безопасной работы в химической лаборатории и хранения веществ в быту?

А. При попадании раствора кислоты на кожу, её следует промыть водой и обработать раствором пищевой соды.

Б. Легковоспламеняющиеся жидкости, например ацетон, разрешается хранить только в холодильнике.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

12. Верны ли суждения о назначении лабораторной посуды и оборудования?

А. Для измерения объёма жидкости используют мерный цилиндр.

Б. Ступка с пестиком предназначены для измельчения твёрдых веществ.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

13. Верны ли следующие суждения о правилах безопасной работы в лаборатории?

А. При получении кислорода из раствора пероксида водорода необходимо использовать резиновые перчатки.

Б. При растворении соды в воде необходимо надеть защитные очки.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

14. Верны ли следующие суждения о способах разделения смесей?

А. Для разделения смеси речного песка и железных опилок можно использовать магнит.

Б. Для отделения осадка от раствора можно использовать фильтровальную бумагу.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

15. Верны ли суждения об экологической безопасности?

А. Не рекомендуется употреблять в пищу плодоовощные культуры, выращенные вблизи железных дорог и автомобильных магистралей.

Б. Овощные растения, выращенные с использованием избытка минеральных удобрений, не представляют опасности для организма человека.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

16. Верны ли суждения о безопасном обращении с химическими веществами?

А. Разбитый ртутный термометр и вытекшую из него ртуть следует выбросить в мусорное ведро.

Б. Красками, содержащими ионы свинца, не рекомендуется покрывать детские игрушки и посуду.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

17. Верны ли суждения об экологической безопасности химических производств?

А. Выбросы сернистого газа, образующегося в процессе получения серной кислоты, положительно влияют на здоровье человека, растительный и животный мир.

Б. Отходы переработки свинцовых руд не представляют угрозы для окружающей среды и здоровья человека.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

18. Верны ли следующие суждения о правилах безопасной работы в химической лаборатории?

А. Мерный цилиндр нельзя использовать для нагревания раствора кислоты.

Б. С разрешения учителя в школьной лаборатории можно работать одному.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

19. Верны ли следующие суждения о правилах безопасной работы в химической лаборатории?

А. В лаборатории нельзя знакомиться с запахом веществ.

Б. Серную кислоту следует растворять в горячей воде.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

20. Верны ли следующие суждения об обращении с растворами щелочей?

А. При попадании раствора щелочи на кожу рук его надо смыть водой.

Б. При попадании раствора щелочи на кожу рук его надо смыть раствором соды.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

21. Верны ли следующие суждения о правилах безопасной работы в химической лаборатории?

А. В мензурке можно нагревать воду.

Б. Горящий натрий можно тушить водой.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

22. Верны ли следующие суждения о правилах безопасной работы в химической лаборатории?

А. В лаборатории нельзя знакомиться с запахом веществ.

Б. Воду можно кипятить в любой стеклянной посуде.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

23. Верны ли следующие суждения о способах хранения щелочных металлов в лаборатории?

А. Щелочные металлы хранят в плотно закрытых стеклянных банках без применения дополнительных веществ.

Б. Калий хранят под слоем керосина.

- 1) Верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

24. Верны ли следующие утверждения о правилах работы в лаборатории?

А. На любой посуде, в которой хранятся вещества, должны быть этикетки с названиями или формулами веществ.

Б. Опыты с горючими и едкими веществами необходимо проводить в очках - собственных или лабораторных.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

25. Верны ли следующие утверждения о правилах безопасной работы в лаборатории?

А. Чтобы погасить пламя спиртовки, его следует задуть.

Б. При нагревании пробирки с раствором её следует располагать строго вертикально.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

26. Верны ли следующие утверждения о правилах безопасной работы в лаборатории?

А. При проведении опытов с концентрированными растворами кислот и щелочей необходимо всегда надевать резиновые перчатки.

Б. опыты с летучими, ядовитыми веществами проводят только под тягой.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) верны оба утверждения
- 4) оба утверждения неверны

27. Установите соответствие между емкостью и её назначением: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ЕМКОСТЬ

- А) пипетка
- Б) бюретка
- В) делительная воронка
- Г) колба Вюрца

НАЗНАЧЕНИЕ

- 1) составная часть прибора для перегонки
- 2) разделение не смешивающихся жидкостей
- 3) разбавление растворов кислот
- 4) отбор раствора определенного объема
- 5) измерение объема растворов

28. Установите соответствие между емкостью и её назначением: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ЕМКОСТЬ

- А) хлоркальциевая трубка
- Б) прямой холодильник
- В) делительная воронка
- Г) мерный цилиндр

НАЗНАЧЕНИЕ

- 1) составная часть прибора для перегонки
- 2) разделение не смешивающихся жидкостей
- 3) постепенное прикапывание раствора
- 4) осушение газов
- 5) измерение объема растворов

29. Установите соответствие между емкостью и её назначением: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ЕМКОСТЬ

- А) мерный стакан
- Б) колба Бунзена
- В) пробирка
- Г) фарфоровая ступка

НАЗНАЧЕНИЕ

- 1) проведение химических реакций в малых объемах
- 2) вакуумная фильтрация
- 3) измерение объема растворов
- 4) разделение не смешивающихся жидкостей
- 5) измельчение твердых веществ

РАЗДЕЛ 2. КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ.

КЛАССИФИКАЦИЯ КАТИОНОВ И АНИОНОВ

Таблица 1. Сульфидная классификация катионов

Аналитическая группа	Катионы, составляющие группу	Групповой реагент	Характеристика группы
I	NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} и др.	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

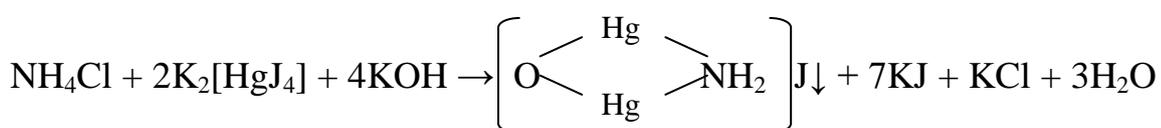
Таблица 2. Классификация анионов

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

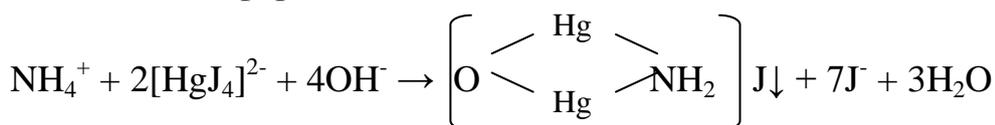
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1
ПЕРВАЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГРУППА КАТИОНОВ
(K⁺, Na⁺, NH₄⁺, Mg²⁺ и др.)

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, 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[HgJ₄]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.



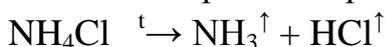
или в ионной форме:



3. Удаление иона аммония.

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

Удаление NH₄⁺ основано на термическом разложении солей аммония с образованием газообразных продуктов.



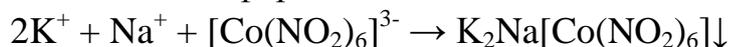
4. Обнаружение иона калия.

В центрифугате, не содержащего NH₄⁺, гексанитрокобальтат (III) натрия Na₃[Co(NO₂)₆] при взаимодействии с ионом калия в нейтральной или уксуснокис-

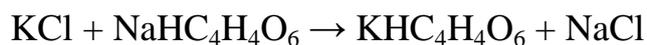
лой среде образует осадок _____ цвета гексанитрокобальтат (III) натрия - калия - $K_2Na[Co(NO_2)_6]$.



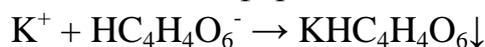
или в ионной форме:



Гидротартрат натрия $NaHC_4H_4O_6$ выделяет из нейтрального раствора, содержащего K^+ , _____ мелкокристаллический осадок гидротартрата калия $KHC_4H_4O_6$.



или в ионной форме

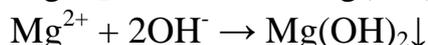
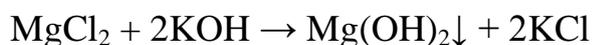


5. Удаление иона магния.

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

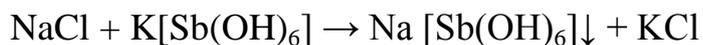
Удаление Mg^{2+} основано на трудной растворимости $Mg(OH)_2$.

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

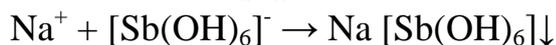


6. Обнаружение иона натрия в центрифугате, который не содержит NH_4^+ и Mg^{2+} .

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



или в ионной форме:



Контрольная задача № ____.

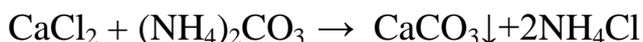
Анализ смеси катионов первой аналитической группы в исследуемом растворе (K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Mg^{2+})

Сокращения: К – капля, Н – нормальная концентрация

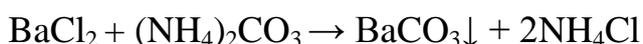
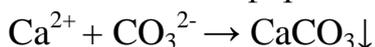
№ операции	Название операции	Реактив	Выполнение операции	Внешний эффект в присутствии иона	Внешний эффект в задаче	Вывод
1	2	3	4	5	6	7
1.	Обнаружение NH_4^+	Реактив Несслера	<u>На предметном стекле:</u> 1К. раствора задачи + 2К. реактива Несслера	Красно-бурый осадок		
2.	Обнаружение Mg^{2+}	Na_2HPO_4	<u>В цилиндрическую пробирку:</u> 2К. раствора задачи + 2К. NH_4Cl + 4К. Na_2HPO_4 + 4К. 2Н. NH_4OH . На холоду, при потирании стеклянной палочкой.	Белый кристаллический осадок		
3.	Удаление NH_4^+	Выпаривание раствора и прокаливание сухого остатка.	<u>В тигель:</u> 10-12К. задачи, выпарить, сухой остаток прокалить до прекращения выделения белого «дыма». Сделать пробу на полноту удаления NH_4^+ . Для этого на предметное стекло палочкой поместить крупинку сухого остатка + 1К. H_2O + 1-2К. реактива Несслера. Добившись полного удаления NH_4^+ , охладить тигель, растворить осадок в 5-6К. H_2O . Если появится муть, раствор перенести в коническую пробирку, отцентрифугировать, осадок отбросить, в центрифугате открыть K^+ и Na^+ .			
4.	Обнаружение K^+	$Na_3[Co(NO_2)_6]$	<u>На предметном стекле:</u> 1К. центрифугата (нейтрального или слабокислого) + 2К. $Na_3[Co(NO_2)_6]$. Если в задаче NH_4^+ отсутствует, то берут 1К. задачи.	Желтый кристаллический осадок		
5.	Удаление Mg^{2+}	КОН	Если в задаче есть Mg^{2+} , то его необходимо удалить из центрифугата перед обнаружением Na^+ . <u>В коническую пробирку</u> поместить 3-4К. центрифугата и 1-2К. 2Н. раствора КОН, нагреть на водяной бане. Осадок $Mg(OH)_2$, отцентрифугировать, проверить полноту осаждения и отбросить. Центрифугат нейтрализовать раствором CH_3COOH и открыть Na^+ .			

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

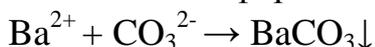
1. Отделение катионов второй группы от первой в виде труднорастворимых в воде карбонатов при помощи группового реактива (NH₄)₂CO₃, карбонаты катионов первой группы хорошо растворимы и при этом остаются в растворе.



или в ионной форме:



или в ионной форме:



Основное требование при отделении ионов – это полнота отделения.

Для достижения полноты отделения катионов 2-ой группы их осаждение ведут при следующих условиях:

а) в присутствии NH₄OH

В водных растворах (NH₄)₂CO₃ сильно гидролизован как соль слабого основания и слабой кислоты:



Ион HCO₃⁻ образует с катионами второй группы Ba(HCO₃)₂ и Ca(HCO₃)₂, которые растворимы в воде. Полнота осаждения при этом не будет достигнута. Чтобы избежать образование гидрокарбонатов, осаждение катионов второй группы ведут в присутствии NH₄OH, который смещает равновесие гидролиза (NH₄)₂CO₃ влево.

б) при нагревании раствора до 50 ÷ 70 °С.

Карбонат аммония (NH₄)₂CO₃ в результате разложения содержит карбаминат аммония NH₂COONH₄, не дающий осадка с катионами второй группы:

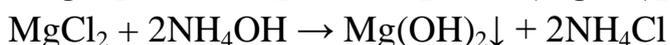
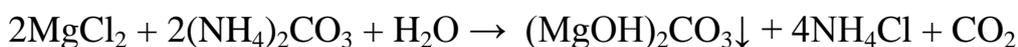


При нагревании раствора до 50 ÷ 70 °С равновесие смещается влево.

Кроме того, нагревание способствует превращению аморфного осадка карбонатов в кристаллический, легче отделяемый центрифугированием.

в) при добавлении к раствору NH₄Cl.

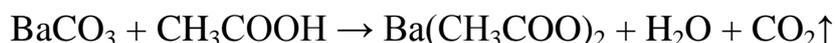
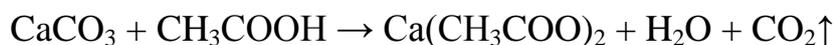
При действии карбоната аммония, в присутствии NH₄OH, помимо катионов второй группы частично осаждается ион Mg²⁺ в виде гидроксида магния и его основной соли:



В хлориде аммония карбонат гидроксомагния и гидроксид магния растворяются и ион Mg^{2+} остается в растворе с первой группой катионов.

Итак, катионы 2-ой группы осаждают карбонатом аммония в присутствии NH_4OH , NH_4Cl , при нагревании до $50 \div 70^\circ C$.

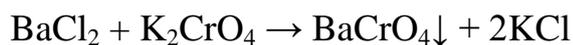
2. Растворение осадка карбонатов кальция и бария в уксусной кислоте:



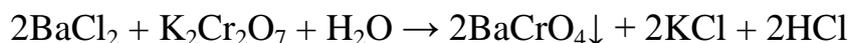
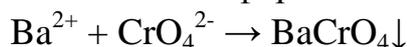
3. Обнаружение иона бария.

Поскольку барий мешает обнаружению кальция реакцией с оксалатом аммония $(NH_4)_2C_2O_4$, т.к. образует с этим реактивом _____ осадок, то необходимо узнать, присутствует ли он в растворе.

Хромат калия K_2CrO_4 и дихромат (бихромат) калия $K_2Cr_2O_7$ образуют с катионом бария _____ кристаллический осадок хромата бария $BaCrO_4$:



или в ионной форме:



или в ионной форме:

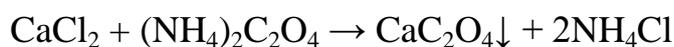


4. Отделение иона бария перед обнаружением кальция.

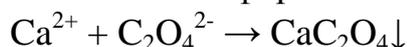
Осуществляется добавлением к анализируемому раствору хромата или дихромата калия. Ba^{2+} осаждается в виде труднорастворимого хромата (реакции указаны выше), а хромат и дихромат кальция хорошо растворимы и ион кальция остается в растворе.

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

Оксалат аммония $(NH_4)_2C_2O_4$ с катионом кальция образует _____ кристаллический осадок оксалата кальция CaC_2O_4 .



или в ионной форме:



Контрольная задача № ____.
Анализ смеси катионов второй аналитической группы
(Ca²⁺, Ba²⁺) с отделением от первой группы катионов.

Сокращения: К – капля, Н. – нормальная концентрация.

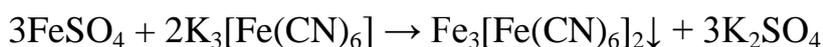
№ операции	Название операции	Реактив	Выполнение операции	Внешний эффект в присутствии иона	Внешний эффект в задаче	Вывод
1	2	3	4	5	6	7
1	Обнаружение NH ₄ ⁺	Реактив Несслера	<u>На предметном стекле:</u> 1К. задачи + 2К. реактива Несслера	Красно-бурый осадок		
2	Отделение катионов 2 группы от катионов 1 группы.	(NH ₄) ₂ CO ₃	<u>В коническую (центрифужную) пробирку:</u> 12-15К. задачи + NH ₄ OH до запаха + 2-3К. 2Н.раствора NH ₄ Cl + нагреть до 60 ⁰ -70 ⁰ + 8-10К. группового реактива (NH ₄) ₂ CO ₃ + перемешать + отцентрифугировать. Не отделяя раствор от осадка, проверить полноту осаждения, добавлением 1К. раствора (NH ₄) ₂ CO ₃ к раствору над осадком. При появлении мути добавить еще 2-3К. (NH ₄) ₂ CO ₃ , перемешать, снова отцентрифугировать, проверить полноту осаждения. Добившись полного осаждения 2 группы катионов, нагреть жидкость с осадком на бане, отцентрифугировать, центрифугат перенести в другую пробирку. Осадок промыть 1 раз горячей водой.			
3	Растворение осадка (CaCO ₃ , BaCO ₃)	CH ₃ COOH	<u>В коническую пробирку с осадком:</u> добавить 6-8К. раствора CH ₃ COOH + нагреть на водяной бане до растворения осадка	растворение осадка		
4	Обнаружение Ba ²⁺	K ₂ CrO ₄ или K ₂ Cr ₂ O ₇	<u>В цилиндрическую пробирку:</u> перенести 2-3К. уксусно – кислого раствора из конической пробирки + 2К. K ₂ CrO ₄	желтый кристаллический осадок		

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

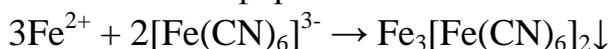
1. Обнаружение иона железа (II).

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⁺ он образует _____ осадок турнбулевой сини (гексацианоферрат (III) железа (II)):

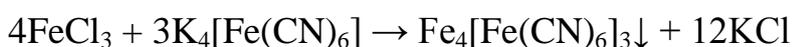


или в ионной форме:

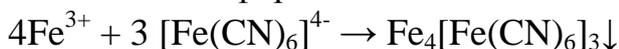


2. Обнаружение иона железа (III).

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:

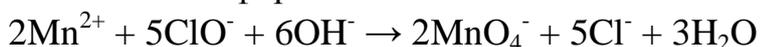


3. Обнаружение иона марганца (II).

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

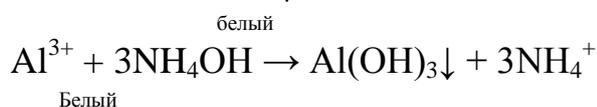
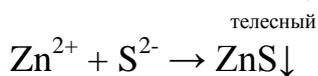
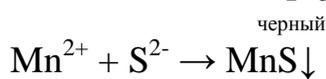
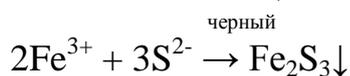
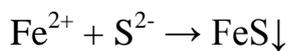


или в ионной форме:



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

При действии группового реактива (NH₄)₂S в присутствии NH₄OH, NH₄Cl и нагревании, катионы 3-й группы Fe²⁺, Fe³⁺, Mn²⁺, Zn²⁺ осаждаются в виде сульфидов, а Al³⁺ в виде гидроксида, т.к. произведение растворимости Al(OH)₃ будет достигнуто раньше, чем произведение растворимости сульфида алюминия. Катионы 1-й и 2-й групп остаются при этом в растворе.

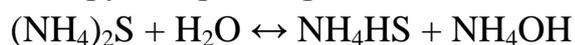


Для достижения полноты отделения катионов 3-й группы их осаждение ведут при следующих условиях:

а. в присутствии NH_4OH

Сульфиды и гидроксиды катионов 3-й группы растворимы в сильных кислотах, которые образуются в результате гидролиза растворимых солей данных катионов. Гидроксид аммония добавляют для нейтрализации этих кислот.

Кроме того, NH_4OH добавляют для подавления гидролиза группового реактива, в результате которого образуется гидросульфид – ион, а гидросульфиды катионов 3-й группы растворимы в воде и полнота осаждения не будет достигнута.



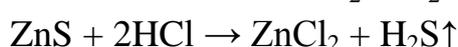
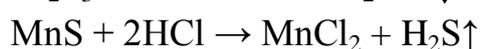
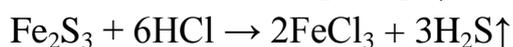
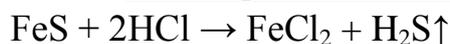
б. в присутствии NH_4Cl и нагревании раствора

Сульфиды некоторых катионов 3-й группы легко переходят в коллоидное состояние и остаются в растворе. Чтобы предупредить это нежелательное явление, осаждение ведут из горячего раствора в присутствии электролита – коагулятора NH_4Cl . Хлорид аммония прибавляют еще и для того, чтобы после введения NH_4OH из раствора не выпал осадок $\text{Mg}(\text{OH})_2$.

в. свежеприготовленные реактивы $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ и NH_4OH

Данные реактивы, поглощая CO_2 , из воздуха, частично превращаются в карбонат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. При этом вместе с 3-й группой будут осаждаться катионы 2-й группы.

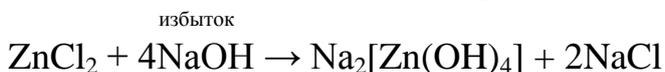
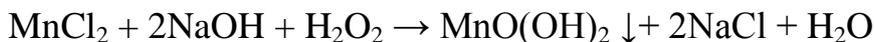
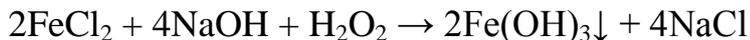
5. Растворение осадка катионов 3-й группы в HCl :



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

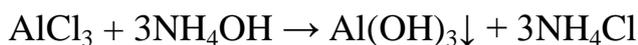
Осадок отделяют и отбрасывают, а в центрифугате открывают Al^{3+} и Zn^{2+} .

7. Обнаружение иона алюминия.

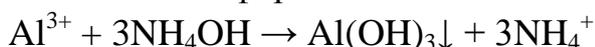
Сначала действием HCl разрушаем комплексный ион и получаем ион Al^{3+}



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.



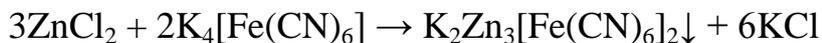
или в ионной форме:



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 $\text{K}_2\text{Zn}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$.



Контрольная задача № _____.

**Анализ смеси катионов третьей аналитической группы
(Al³⁺, Fe²⁺, Fe³⁺, Mn²⁺, Zn²⁺) в исследуемом растворе с отделением от первой и
второй группы**

Сокращения: К. – капля, Н. – нормальная концентрация.

№ операции	Название операции	Реактив	Выполнение операции	Внешний эффект в присутствии иона	Внешний эффект в задаче	Вывод
1	2	3	4	5	6	7
1	Обнаружение NH ₄ ⁺	Реактив Несслера	<u>На предметном стекле:</u> 1К. раствора задачи + 2К. реактива Несслера	Красно-бурый осадок		
2	Обнаружение Fe ²⁺	K ₃ [Fe(CN) ₆]	<u>В цилиндрическую пробирку:</u> 2К. р-ра задачи + 1 к. HCl + 1К. K ₃ [Fe(CN) ₆]	Синий осадок		
3	Обнаружение Fe ³⁺	K ₄ [Fe(CN) ₆]	<u>В цилиндрическую пробирку:</u> 2К. р-ра задачи + 1К. HCl + 1К. K ₄ [Fe(CN) ₆]	Синий осадок		
4	Обнаружение Mn ²⁺	NaClO	<u>В цилиндрическую пробирку:</u> 1К. р-ра задачи + 1К. р-ра CuSO ₄ (катализатор) + 16 К. <u>щелочного</u> р-ра NaClO + нагреть до кипения на водяной бане + осадок должен отстояться	Малиново-фиолетовый раствор		
5	Отделение катионов 3 группы от катионов 2 и 1 групп	(NH ₄) ₂ S	<u>В коническую (центрифужную) пробирку:</u> 15К. р-ра задачи + 2Н. р-р NH ₄ OH до запаха + 4 К. р-ра NH ₄ Cl + нагреть до кипения + 10К. (NH ₄) ₂ S + отцентрифугировать + проверить полноту осаждения. В центрифугате содержатся катионы 1 и 2 групп. В осадке - катионы 3-й группы	Осадок катионов 3-й группы		
6	Растворение осадка 3-й группы катионов	HCl	<u>В конической пробирке:</u> осадок промыть небольшим количеством теплой воды и растворить в HCl (1:1). Солянокислый раствор перенести в цилиндрическую пробирку	Растворение Осадка		

7	Отделение Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} от катионов Al^{3+} и Zn^{2+}	$NaOH + H_2O_2$	<u>В коническую пробирку:</u> 6-8 К. солянокислого раствора + 5-6 К. конц. р-ра $NaOH$ + 3 К. H_2O_2 + нагреть на водяной бане + отцентрифугировать + проверить полноту осаждения. Осадок содержащий Fe^{3+} , Mn^{2+} отбросить. В центрифугате обнаруживать Al^{3+} и Zn^{2+}	Осадок содержащий Fe^{3+} и Mn^{2+}		
8	Обнаружение Al^{3+}	NH_4OH	<u>В цилиндрическую пробирку:</u> $\frac{1}{2}$ часть центрифугата + 1 К. фенолфталеина (окраска малиновая) + HCl (1:1) до обесцвечивания р-ра + 6 К. NH_4OH + немного сухой соли NH_4Cl + нагреть на бане до кипения (3 мин. кипятить).	Образование белых хлопьев		
9	Обнаружение Zn^{2+}	$K_4[Fe(CN)_6]$	<u>В цилиндрическую пробирку:</u> оставшаяся часть центрифугата + 1К. фенолфталеина + HCl (1:1) до обесцвечивания р-ра + 5-6 К. $K_4[Fe(CN)_6]$	Образование белого осадка		

Ответ задачи № _____

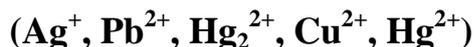
Вопросы, изучаемые при подготовке к занятию:

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.

Для заметок

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

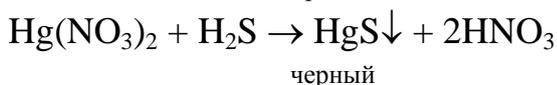
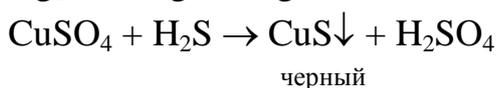
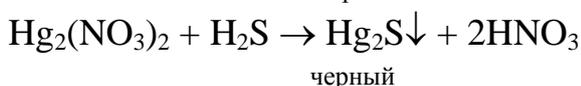
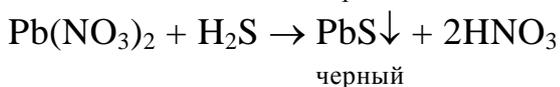
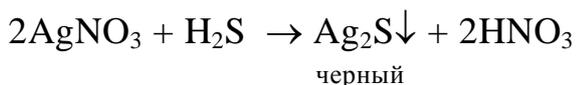
ЧЕТВЕРТАЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГРУППА КАТИОНОВ



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.

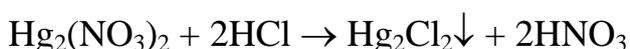
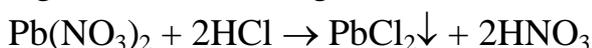
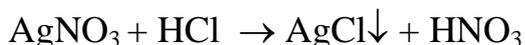
Групповым реактивом 4-й группы служит сероводород в кислой среде (HCl).

Катионы 3-й группы при этом не осаждаются.



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

В подгруппу серебра входят Ag^+ , Hg_2^{2+} и Pb^{2+} , дающие с хлороводородной кислотой мало растворимые в воде хлориды. К подгруппе меди относятся Cu^{2+} , Hg^{2+} , хлориды которых растворимы в воде, _____ цвета.

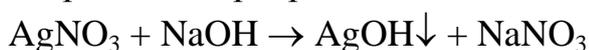


Мало растворимы в воде также гидроксиды, фосфаты и карбонаты катионов 4-й группы.

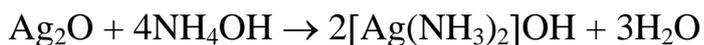
Качественные реакции катионов 4 группы

В водных растворах Ag^+ бесцветен.

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

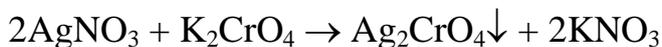


Осадок растворим в NH_4OH с образованием комплексного соединения гидроксид диамминсеребра:

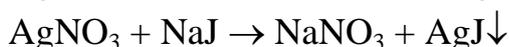
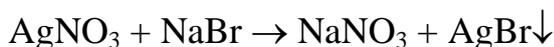
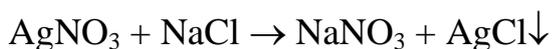


Реакцию проводят в присутствии NH_4Cl

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



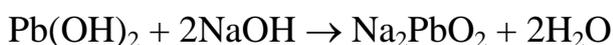
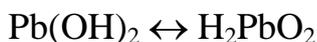
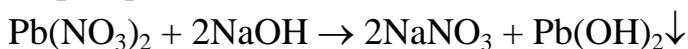
3. **Растворы хлоридов, бромидов, иодидов** (ионы Cl^- , Br^- , I^-) образуют с Ag^+ осадки: _____ $\text{AgCl}\downarrow$, _____ $\text{AgBr}\downarrow$ и $\text{AgI}\downarrow$:



Реакции катиона Pb^{2+}

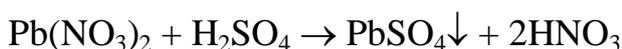
В водных растворах Pb^{2+} бесцветен.

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:

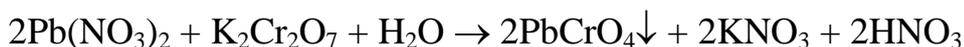
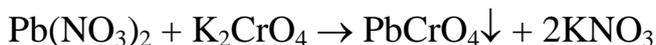


плюмбит натрия

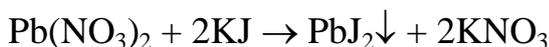
2. **Серная кислота** и растворимые сульфаты (ион SO_4^{2-}) осаждают Pb^{2+} в виде _____ осадка $\text{PbSO}_4\downarrow$



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 :



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):



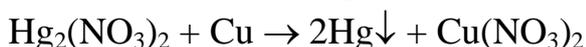
2. **NH_4OH** с Hg_2^{2+} образует белый осадок комплексной соли:



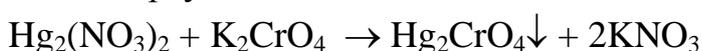
Осадок легко разлагается с выделением черной свободной ртути:



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

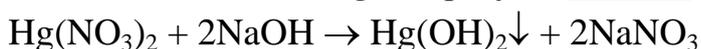


4. **Хромат калия K_2CrO_4** осаждает Hg_2^{2+} в виде красного осадка хромата одновалентной ртути:



Реакции Hg^{2+}

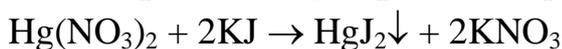
1. **Едкие щелочи** с Hg^{2+} образуют желтый осадок HgO :



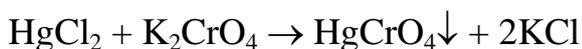
2. **NH_4OH** осаждает Hg^{2+} в виде белого осадка комплексной соли:



3. **KJ** образует с Hg^{2+} оранжево-красный осадок HgJ_2 :



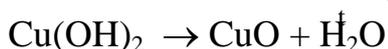
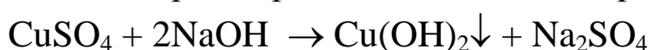
4. **Хромат калия K_2CrO_4** образует с катионом Hg^{2+} желтый осадок хромата ртути (II):



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 :



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

АНАЛИЗ АНИОНОВ

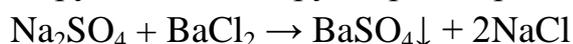
(SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} - 1-я группа; Cl^- , Br^- , I^- - 2-я группа; NO_3^- - 3-я группа)

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.

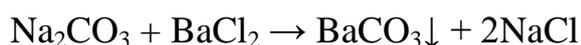
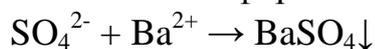
Последовательность хода анализа смеси анионов 1-3-й групп с указанием химических реакций.

1. Обнаружение сульфат-иона.

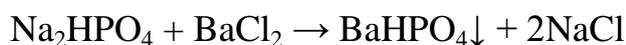
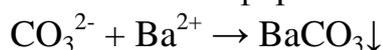
Хлорид бария BaCl_2 в нейтральной или слабощелочной среде осаждает анионы 1-й группы в виде труднорастворимых солей бария:



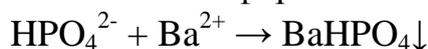
или в ионной форме:



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 , $\text{Ba}_3(\text{PO}_4)_2$ растворяются в HCl , а осадок BaSO_4 не растворяется. На этом основано обнаружение SO_4^{2-} в присутствии CO_3^{2-} , PO_4^{3-} .

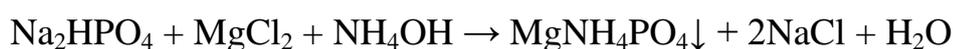
2. Обнаружение карбонат-иона.

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:

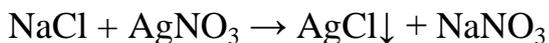


или в ионной форме:

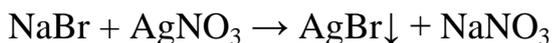
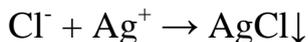


4. Обнаружение хлорид-иона.

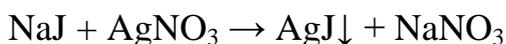
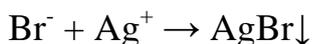
Нитрат серебра образует с анионами 2-й группы галогениды серебра, которые не растворимы в воде и разбавленной азотной кислоте:



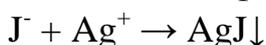
или в ионной форме:



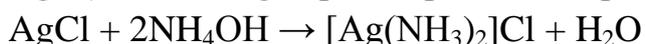
или в ионной форме:



или в ионной форме:

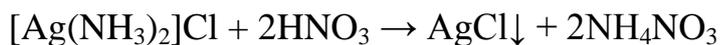


При добавлении к осадку анионов 2-ой группы NH_4OH (реактив для растворения AgCl) осадок AgCl растворяется с образованием хлорида диаммин–серебра (I).



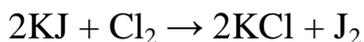
Осадки AgJ , AgBr не растворяются, но AgBr растворяется в избытке NH_4OH .

К раствору (центрифугату), содержащему Cl^- прибавляют HNO_3 , комплексный ион $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$ разрушается в результате образования более прочного катиона NH_4^+ и хлорид серебра снова выпадает в осадок:

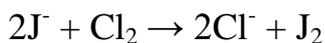


5. Обнаружение иодид - иона и бромид - иона в одной пробирке.

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



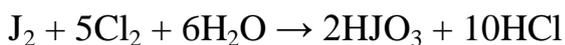
или в ионной форме:



J_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.

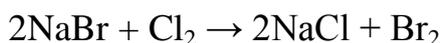
Реакцию проводят в растворе, подкисленном 2Н. серной кислотой, т.к. в щелочной среде окраска йода обесцвечивается.

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

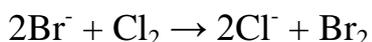


Фиолетовая окраска органического растворителя в результате этого процесса обесцвечивается.

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 $(C_6H_5)_2NH$ окисляется ионом NO_3^- до продукта, имеющего _____ окраску.

Контрольная задача № _____ Анализ смеси анионов в исследуемом растворе

Сокращения: К. – капля, Н. – нормальная концентрация.

№ операции	Название операции	Реактив	Выполнение Операции	Внешний эффект в присутствии иона	Внешний эффект в задаче	Вывод
1	Обнаружение SO_4^{2-}	$BaCl_2$ и HCl	<u>В цилиндрическую пробирку:</u> 2-3К. задачи + 3-4К. $BaCl_2$. Образование белого осадка укажет на присутствие 1-й группы анионов. К осадку с раствором прилить 2-3К. HCl , если осадок не растворяется, то в растворе присутствует SO_4^{2-} .	Белый осадок не растворяется в HCl .		
2	Обнаружение CO_3^{2-}	HCl	<u>В цилиндрическую пробирку:</u> 5К. задачи + 5К. 2Н. HCl , выделение пузырьков CO_2 укажет на присутствие CO_3^{2-} .	Пузырьки газа (CO_2)		
3	Обнаружение PO_4^{3-}	Магнезиальная смесь ($MgCl_2 + NH_4OH + NH_4Cl$)	<u>В цилиндрическую пробирку:</u> 2-3К. задачи + 3-4К. магнезиальной смеси. Образование белого осадка укажет на присутствие PO_4^{3-} .	Белый кристаллический осадок.		

4	Обнаружение Cl^-	AgNO_3	<u>В коническую пробирку:</u> 5К. задачи + 1К. HNO_3 + 5К. AgNO_3 . Образование осадка укажет на присутствие анионов 2-ой группы. Осадок отцентрифугировать, центрифугат перенести в другую пробирку (он не нужен). Осадок промыть 2 раза водой и растворить в 5 К. реактива для растворения AgCl . Анион Cl^- перейдет в раствор, отцентрифугировать. Центрифугат перенести в другую пробирку и добавить 3-5 к. 2H.NHNO_3 . Появление мути укажет на присутствие Cl^- .	Помутнение раствора		
5	Обнаружение I^-	Хлорная вода (Cl_2)	<u>В цилиндрическую пробирку:</u> 2К. задачи + 1К. H_2SO_4 + 5К. CCl_4 + 3-4К. хлорной воды, хорошо встряхнуть. Фиолетовое окрашивание CCl_4 укажет на присутствие I^-	Фиолетовое окрашивание капли четыреххлористого углерода (CCl_4)		
6	Обнаружение Br^-	Хлорная вода (Cl_2)	<u>В пробирку, где открывали I^-,</u> прилить несколько капель хлорной воды до обесцвечивания йода, затем добавить еще несколько капель хлорной воды. Окрашивание CCl_4 в красновато-бурый цвет укажет на присутствие Br^- .	Красновато-бурое окрашивание CCl_4		
7	Обнаружение NO_3^-	Дифениламин $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$	<u>В цилиндрической пробирке</u> двумя каплями задачи смочить стенки пробирки и добавить 1К. дифениламина. Синее окрашивание на стенках укажет на присутствие NO_3^-	Синее окрашивание на стенках пробирки.		

Ответ задачи № _____

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?

Для заметок

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

1. Впишите правильный ответ.

... - это качественный анализ когда ионы обнаруживаются с помощью специфических реакций, в отдельных порциях исследуемого раствора в любой последовательности.

2. Впишите правильный ответ

... - это ход анализа аналитических реакций в строго определенной последовательности.

3. Впишите правильный ответ

На ... проводят реакции "капельным" способом.

4. Впишите правильный ответ

.... - это раздел аналитической химии, который изучает методы качественного анализа веществ.

5. Укажите правильный ответ

Аналитическая реакция - это реакция

1. обнаружения компонентов
2. разложения веществ
3. обмена веществ
4. происходящая с выделением тепла

6. Укажите правильный ответ

По сульфатной классификации число аналитических групп катионов равно

1. 8
2. 6
3. 4
4. 2

7. Впишите правильный ответ

Анализ анионов проводят ... методом в отдельных порциях исследуемого раствора

8. Укажите правильный ответ

Ко второй аналитической группе катионов относятся:

1. $\text{Ba}^{2+}; \text{Ca}^{2+}$
2. $\text{Al}^{3+}; \text{Fe}^{3+}; \text{Mn}^{2+}; \text{Zn}^{2+}$
3. $\text{NH}_4^+; \text{K}^+; \text{Na}^+; \text{Mg}^{2+}$
4. $\text{Ag}^+; \text{Pb}^{2+}; \text{Hg}_2^+; \text{Cu}^{2+}; \text{Hg}^{2+}$

9. Укажите правильный ответ

К третьей аналитической группе катионов относятся:

1. $\text{Ba}^{2+}; \text{Ca}^{2+}$
2. $\text{Al}^{3+}; \text{Fe}^{3+}; \text{Mn}^{2+}; \text{Zn}^{2+}$
3. $\text{NH}_4^+; \text{K}^+; \text{Na}^+; \text{Mg}^{2+}$
4. $\text{Ag}^+; \text{Pb}^{2+}; \text{Hg}_2^+; \text{Cu}^{2+}; \text{Hg}^{2+}$

10. Укажите правильный ответ

К четвертой аналитической группе катионов относятся:

1. $\text{Ba}^{2+}; \text{Ca}^{2+}$
2. $\text{Al}^{3+}; \text{Fe}^{3+}; \text{Mn}^{2+}; \text{Zn}^{2+}$
3. $\text{NH}_4^+; \text{K}^+; \text{Na}^+; \text{Mg}^{2+}$
4. $\text{Ag}^+; \text{Pb}^{2+}; \text{Hg}_2^+; \text{Cu}^{2+}; \text{Hg}^{2+}$

11. Укажите правильный ответ

К анионам первой аналитической группы относятся:

1. $\text{SO}_4^{2-}; \text{PO}_4^{3-}; \text{CO}_3^{2-}$
2. $\text{Cl}^-; \text{Br}^-; \text{J}^-$
3. NO_3^-
4. $\text{SO}_3^{2-}; \text{NO}_2^-; \text{S}^{2-}$

12. Укажите правильный ответ

К третьей аналитической группе анионов относятся:

1. $\text{SO}_4^{2-}; \text{PO}_4^{3-}; \text{CO}_3^{2-}$
2. $\text{Cl}^-; \text{Br}^-; \text{J}^-$
3. NO_3^-
4. $\text{SO}_3^{2-}; \text{NO}_2^-; \text{S}^{2-}$

13. Укажите правильный ответ

Групповой реактив на катионы третьей группы является:

1. $(\text{NH}_4)_2\text{S}$
2. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$
3. H_2S в присутствии HCl
4. групповой реактив отсутствует

14. Укажите правильный ответ

Качественной реакцией на катион аммония является реакция реактивом:

1. Несслера
2. Na_2HPO_4
3. KOH



15. Укажите правильный ответ

Для обнаружения нитрат иона используют аналитическую реакцию с реактивом

1. Cl_2 ((H_2O))
2. BaCl_2
3. $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{NH}$
4. AgNO_3

16. Установить соответствие между аналитической группой анионов и анионами, составляющими эту группу

- | | |
|-------------|---|
| 1. 1 группа | 1. NO_3^- |
| 2. 2 группа | 2. $\text{Cl}^-; \text{Br}^-; \text{I}^-$ |
| 3. 3 группа | 3. $\text{SO}_4^{2-}; \text{PO}_4^{3-}; \text{CO}_3^{2-}$ |
| | 4. $\text{SO}_3^{2-}; \text{NO}_2^-; \text{S}^{2-}$ |

17. Установить последовательность анализа смеси катионов первой аналитической группы в исследуемом растворе:

1. обнаружение NH_4^+
2. обнаружение Na^+
3. обнаружение K^+
4. обнаружение Mg^{2+}

18. Установить соответствие между действием группового реактива на отдельную группу анионов:

- | | |
|-------------|--|
| 1. 1 группа | 1. H_2SO_4 |
| 2. 2 группа | 2. H_2S в кислой среде |
| 3. 3 группа | 3. $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ |
| 4. 4 группа | 4. групповой реактив отсутствует |
| | 5. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ |

19. Установить соответствие между действием группового реактива на отдельную группу анионов:

- | | |
|---------------------|---|
| 1. 1 группа анионов | 1. отсутствует групповой реактив |
| 2. 2 группа анионов | 2. BaCl_2 |
| 3. 3 группа анионов | 3. AgNO_3 в присутствии HNO_3 |
| | 4. HCl |

21. Установите соответствие между солью металла и окраской пламени, которую они дают: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СОЛЬ

- А) соли кальция
- Б) соли натрия
- В) соли калия
- Г) соли меди

ОКРАСКА ПЛАМЕНИ

- 1) кирпично-красное
- 2) зеленое
- 3) фиолетовое
- 4) синее
- 5) желтое

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А Б В Г

22. Установите соответствие между солью металла и окраской пламени, которую они дают: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СОЛЬ

- А) соли натрия
- Б) соли стронция
- В) соли бария
- Г) соли кальция

ОКРАСКА ПЛАМЕНИ

- 1) кирпично-красное
- 2) желто-зеленое
- 3) фиолетовое
- 4) желтое
- 5) красное

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А Б В Г

23. Установите соответствие между ионом и реактивом, используемым для его качественного определения: к позиции, обозначенной буквой, подберите позицию, обозначенную цифрой.

ИОН

- А) катион железа(III)
- Б) катион меди
- В) катион кальция
- Г) анион хлора

РЕАКТИВ ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- 1) гексацианно феррат(II) калия
- 2) азотная кислота
- 3) нитрат серебра
- 4) оксалат аммония
- 5) гидроксид калия

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А Б В Г

24. Установите соответствие между ионом и реактивом, используемым для его качественного определения: к позиции, обозначенной буквой, подберите позицию, обозначенную цифрой.

ИОН

- А) катион бария
- Б) сульфат анион
- В) катион железа(II)
- Г) катион свинца

РЕАКТИВ ДЛЯ КАЧЕСТВЕННО-
ГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- 1) хромат калия
- 2) гексацианно феррат(III) калия
- 3) гидроксид натрия
- 4) ацетат меди(II)
- 5) хлорид бария

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А Б В Г

25. Установите соответствие между ионом и реактивом, используемым для его качественного определения: к позиции, обозначенной буквой, подберите позицию, обозначенную цифрой.

ИОН

- А) катион аммония
- Б) катион алюминия
- В) катион серебра
- Г) катион меди

РЕАКТИВ ДЛЯ КАЧЕСТВЕННО-
ГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ

- 1) серная кислота
- 2) реактив Несслера
- 3) хлорид натрия
- 4) гидроксид натрия
- 5) гидроксид аммония

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А Б В Г

**РАЗДЕЛ 3. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ.
ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

Определение содержания бария в анализируемом растворе BaCl_2 методом гравиметрического осаждения

№ п/п	Наименование Операции	Выполнение операции	Результат
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° 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> <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.</p>	

3	Высушивание осадка	Для того, чтобы фильтр легко отделился от воронки, подсушить воронку с осадком в сушильном шкафу при t^0 105-110°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^0 850°C до белого цвета (в течении 20-30 мин) до постоянной массы. 4.4. Охладить тигель в эксикаторе (5-10 мин.) до 25°C.	m_1 (тигля) =(г)
5	Взвешивание	Взвесить тигель с осадком на аналитических весах.	m_2 (тигель+BaSO ₄) = (г) после

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:

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

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

из молярной массы BaSO₄ имеем:

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

$$x =$$

Столько же Ba²⁺ содержится в исследуемом растворе.

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

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 7.
Определение карбонатной жесткости воды методом
кислотно-основного титрования

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

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

Задание 1. Приготовление 250 мл приблизительно 0,1Н. 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 0,1Н. раствора HCl.

Решение.

1) Определяем массу (г) хлороводорода, содержащегося в 250 мл 0,1Н. 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:

$$C_{\text{н}}(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M_{\text{э}}(\text{HCl}) \cdot V_{\text{р-ра}}}$$

$$m(\text{HCl}) = C_{\text{н}} \cdot M_{\text{э}}(\text{HCl}) \cdot V_{\text{р-ра}} = \quad \text{г.}$$

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. $\omega\%(p\text{-ра}) = 20\%$

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

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

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

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

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

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 Na₂B₄O₇ (стандартизация раствора).

Химизм процесса титрования:



Щелочь NaOH титруется кислотой HCl:



В ходе титрования равновесие гидролиза Na₂B₄O₇ 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 0,1Н. раствором Na₂B₄O₇, 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 0,1Н. раствора Na₂B₄O₇ и до-

бавляем 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 Na₂B₄O₇.

4. Коническую колбу с раствором Na₂B₄O₇ 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

$$V_{HCl} = \text{_____ мл (1)}$$

$$V_{HCl} = \text{_____ мл (2)}$$

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

1. Определяем нормальную концентрацию приготовленного раствора HCl:

$$C_n(HCl) \cdot V(HCl) = C_n(Na_2B_4O_7) \cdot V(Na_2B_4O_7),$$

где

$$C_n(Na_2B_4O_7) = 0.1 \text{ моль/л};$$

$$V(Na_2B_4O_7) = 10 \text{ мл};$$

V(HCl) - среднее значение

$$C_n(HCl) = \frac{C_n(Na_2B_4O_7) \cdot V(Na_2B_4O_7)}{V(HCl)} = \text{.....моль/л}$$

3. Определяем титр раствора HCl:

$$M_3(HCl) = 36,5 \text{ г/моль}$$

$$T_{HCl} = \frac{C_n (HCl) \cdot M_o (HCl)}{1000} = \dots\dots\dots g / \text{моль}$$

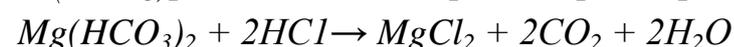
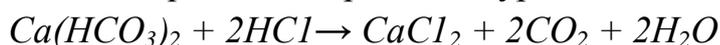
Задание 3. Определение карбонатной жесткости водопроводной воды.

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:

$$V_{HCl} = \dots\dots\dots \text{мл (1)}$$

$$V_{HCl} = \dots\dots\dots \text{мл (2)}$$

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

Расчет:

$$C_n \text{ солей} \cdot V_{\text{солей}} = C_n \text{ HCl} \cdot V_{HCl}$$

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

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

1. Впишите правильный ответ

Титриметрические методы - это методы анализа, которые основаны на точном измерении объема раствора реактива, затраченного на реакцию с раствором определяемого вещества.

2. Укажите правильный ответ

Нормальная концентрация исследуемого раствора рассчитывается на основании закона

1. сохранения массы веществ
2. эквивалентов
3. постоянства состава веществ
4. Авогадро

3. Впишите правильный ответ

Нормальная концентрация раствора показывает число растворенного вещества в 1 литре раствора

4. Впишите правильный ответ

Титр раствора - это масса растворенного вещества в граммах, содержащаяся в раствора

5. Укажите правильный ответ

Для точного измерения объемов жидкости используют измерительную посуду

1. тигель
2. воронка
3. бюретка
4. чашка Петри

6. Установить последовательность установки прибора для титрования:

1. под колбой белый лист бумаги
2. укрепляют бюретку
3. штатив
4. под бюреткой помещают коническую колбу

7. Впишите правильный ответ

Титрование это раствора из бюретки в раствор в конической колбе.

8. Впишите правильный ответ

При титровании сначала раствор из бюретки приливают, непрерывно перемешивания титруемый раствор вращением колбы

9. Укажите правильный ответ

Титрование прекращают в момент окончания реакции в конической колбе, который называется

1. деликантацией

2. точкой эквивалентности
3. пептизацией
4. коагуляцией

10. Укажите правильный ответ

Конец титрования определяется

1. выделением газа
2. выделением осадка
3. изменением окраски
4. образованием малодиссоциируемого вещества

11. Укажите правильный ответ

Объем раствора, пошедшего на титрование определяют по изменению физического показателя

1. количества электричества
2. оптической плотности
3. напряжения
4. потенциала электропроводности

12. Впишите правильный ответ

Титрованные растворы - это растворы, ... которых заранее известен

13. Укажите правильный ответ

Стандартные растворы - это те, которые готовят:

1. по точной навеске вещества
2. готовят по навеске, которая содержит примеси
3. изменяют свою массу в результате поглощения вещества из воздуха
4. изменяют свою массу в результате взаимодействия с примесями воды

14. Укажите правильный ответ

Основное условие индикаторов - изменять окраску в зависимости от:

1. повышения температуры
2. понижения температуры
3. изменения давления
4. pH среды

15. Введите правильный ответ

Область перехода индикатора - это, в пределах которого индикатор изменяет свою окраску.

16. Впишите правильный ответ

График зависимости параметра системы, связанного с концентрацией титруемого вещества от состава раствора в процессе титрования называется

17. Укажите правильный ответ

К химическим методам количественного анализа относятся:

1. весовой

2. хроматографический
3. кондуктометрический
4. фотометрический

18. Укажите правильный ответ

Гравиметрический метод анализа заключается с выделением вещества в чистом виде и его

1. растворением
2. взвешиванием
3. охлаждением
4. нагреванием

19. Укажите правильный ответ

Аналитическим сигналом в гравиметрии является

1. объем
2. давление
3. температура
4. масса

20. Установить последовательность в процессе подготовки пробы для гравиметрического анализа

1. перемешивание
2. измельчение
3. взятие навески
4. квартование

21. Укажите правильный ответ

Важным условием в переведении навески вещества в раствор является

1. повышение давления
2. уменьшение давления
3. выбор катализатора
4. выбор растворителя для полного растворения вещества

22. Установить последовательность действий при промывании осадка методом декантации

1. дают осадку осесть
2. приливают в стакан с осадком промывную жидкость
3. сливают просветленную жидкость по палочке на фильтр
4. перемешивают раствор

23. Установить последовательность действий при количественном переносе осадка на фильтр

1. в стакан с осадком наливают промывную жидкость
2. взмучивают осадок
3. полученную суспензию сливают на фильтр по стеклянной палочке
4. осадок на фильтре промывают

24. Укажите правильный ответ

Осадок с фильтром высушивают в

1. муфельной печи
2. сушильном шкафу
3. вытяжном шкафу
4. эксикаторе

25. Укажите правильный ответ

Осадок прокаливают в фарфоровых тиглях, при $t = 1500 \text{ C}$ в

1. сушильном шкафу
2. эксикаторе
3. вытяжном шкафу
4. муфельной печи

26. Установить последовательность операций в гравиметрическом анализе:

отбор средней пробы вещества и подготовке ее к анализу

1. фильтрация
2. растворение
3. осаждение определяемого элемента
4. вычисление результатов анализа
5. взятие навески
6. промывание осадка
7. высушивание и прокаливание осадка
8. взвешивание

27. Укажите правильный ответ

Осаждение определенного иона - это получение

1. осадка
2. газообразного вещества
3. труднорастворимого соединения
4. окрашенного раствора

28. Впишите правильный ответ

Высушивание осадка проводят для отделения ... с осадком от воронки.

29. Укажите правильный ответ

Эксикатор необходим для

1. нагревания веществ
2. образования осадка
3. выделения газа
4. охлаждения веществ

РАЗДЕЛ 4. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ.
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

ЛАБОРАТРАНАЯ РАБОТА № 8

**Определение концентрации меди в анализируемом растворе CuSO₄
фотоколориметрическим методом**

Медь относится к числу металлов, которые обладают хромофорными (дающими цвет) свойствами. Поэтому среди многочисленных методов определения меди имеются как методы, основанные на использовании окрашенных реагентов с хромофорными группами, так и методы, в которых применяются бесцветные реагенты. К числу последних относится метод, основанный на получении аммиаката меди с измерением интенсивности синей окраски последнего. Медь с аммиаком образует несколько комплексов с различным координационным числом. В обычных условиях колориметрического определения получают $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ и $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$.

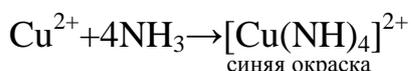
Приборы: работа может быть выполнена на фотоэлектроколориметрах ФЭК-56М, КФК.

Реактивы:

- стандартный раствор соли меди. В 1 мл раствора содержится 1,0 мг меди.
- Аммиак - 10%-ный водный раствор.

Посуда: мерные колбы на 50 мл; мерные цилиндры на 25 мл; бюретки.

Ход анализа:



В мерные колбочки на 50 мл из бюретки наливают по 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0; 12 мл соответственно стандартного раствора соли меди, нейтрализуют по каплям аммиаком до появления слабой мути, после чего в каждую колбу добавляют еще 15 мл аммиака из бюретки и разбавляют водой из бюретки до 50 мл.

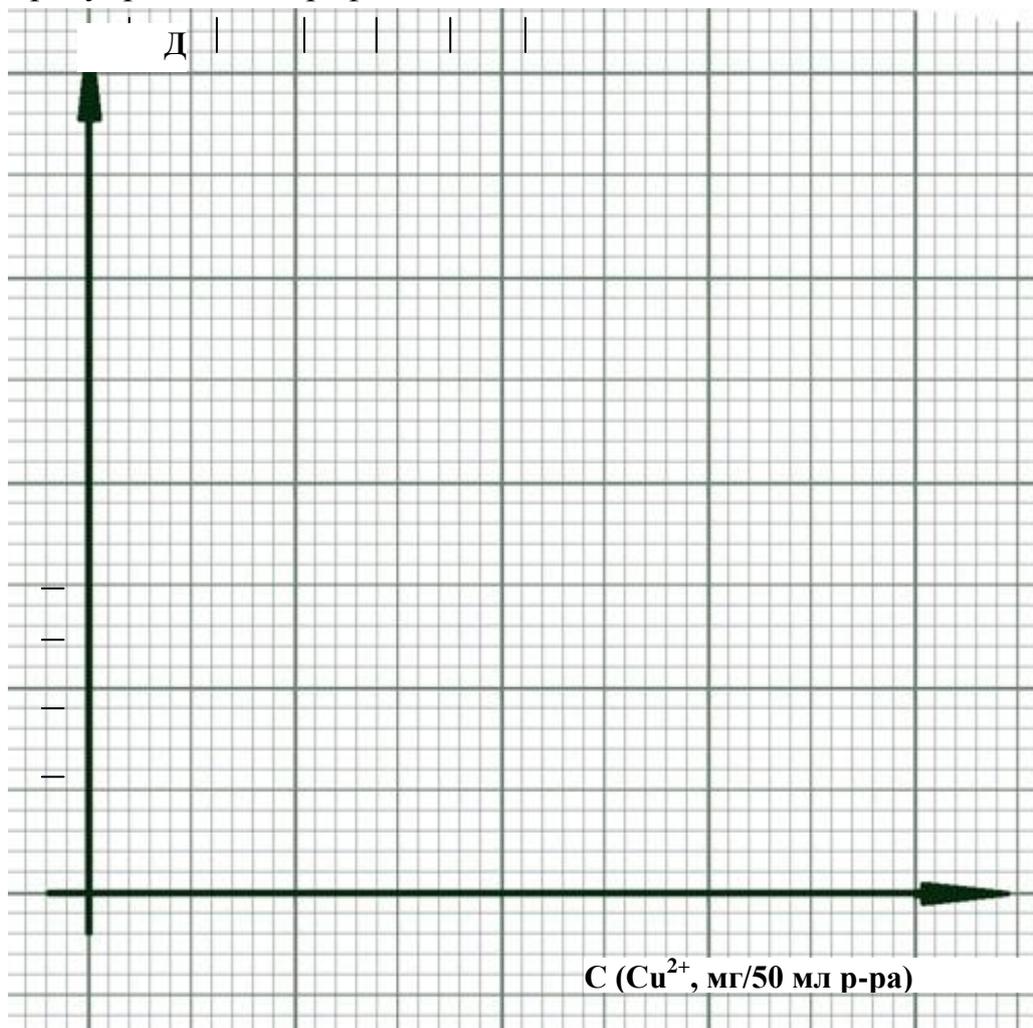
Перемешивают раствор и измеряют оптическую плотность с красным светофильтром, в кюветах с толщиной поглощающего слоя 20мм. Раствор сравнения (холостая проба) – вода.

Данные вносятся в таблицу (1мл р-ра CuSO₄ содержит 1 мг Cu²⁺).

<i>№ колбы</i>	<i>Объем, мл стандартного раствора CuSO₄</i>	<i>Концентрация мг меди/50мл</i>	<i>Объем 10% р-ра аммиака, мл</i>	<i>Д, оптическая плотность</i>
1	2	2,0	15	
2	4	4,0	15	
3	6	6,0	15	
4	8	8,0	15	
5	10	10,0	15	
6	12	12,0	15	

На основании полученных значений оптической плотности строят градуировочный график, откладывая по оси абсцисс концентрацию иона меди - C (мг/50 мл раствора), по оси ординат значение оптической плотности (D).

Градуировочный график



Контрольная задача. Получить у преподавателя раствор контрольной задачи в мерной колбе. Нейтрализовать его по каплям аммиаком до появления слабой мутности после чего в колбу добавить еще 15 мл аммиака из бюретки и разбавить водой из бюретки до 50 мл. Оптическую плотность измерить в тех же условиях.

Результат:

$D_x = \dots\dots\dots$,

C_x определяем по градуировочному графику.

$C_x(Cu^{2+}) = \dots\dots\dots$ мг/50 мл р-ра.

Вопросы, изучаемые при подготовке к занятию:

1. Сущность колориметрического метода анализа.
2. Какая зависимость существует между интенсивностью окраски раствора

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

Определение концентрации NaOH в анализируемом растворе методом потенциометрического титрования

Порядок выполнения работы:

1. Отмерить в стакан из бюретки 25 мл анализируемого раствора щелочи.
2. Поместить в стакан хлорсеребряный и стеклянный электроды.
3. Измерить pH исходного раствора с точностью до 1 pH (показания по нижней шкале pH – метра).
4. Титровать исследуемый раствор 0,1 н HCl. Для этого медленно при перемешивании приливать раствор HCl и следить за показаниями pH – метра. Записать объем раствора HCl, пошедший на титрование при достижении $\text{pH} = 7$.
5. Таким образом, грубо установили эквивалентный объем $V_{\text{экв}}$ HCl, соответствующей точке эквивалентности.
6. Проводим точное титрование с построением кривой потенциометрического титрования. Для этого в стакан для титрования вновь отмеряем 25 мл исследуемого раствора щелочи (предварительно ополоснув стакан дистиллированной водой). Далее приливаем 0,1 н HCl в соответствии с прилагаемой таблицей. Добавляют кислоту до достижения $\text{pH} \sim 4$.

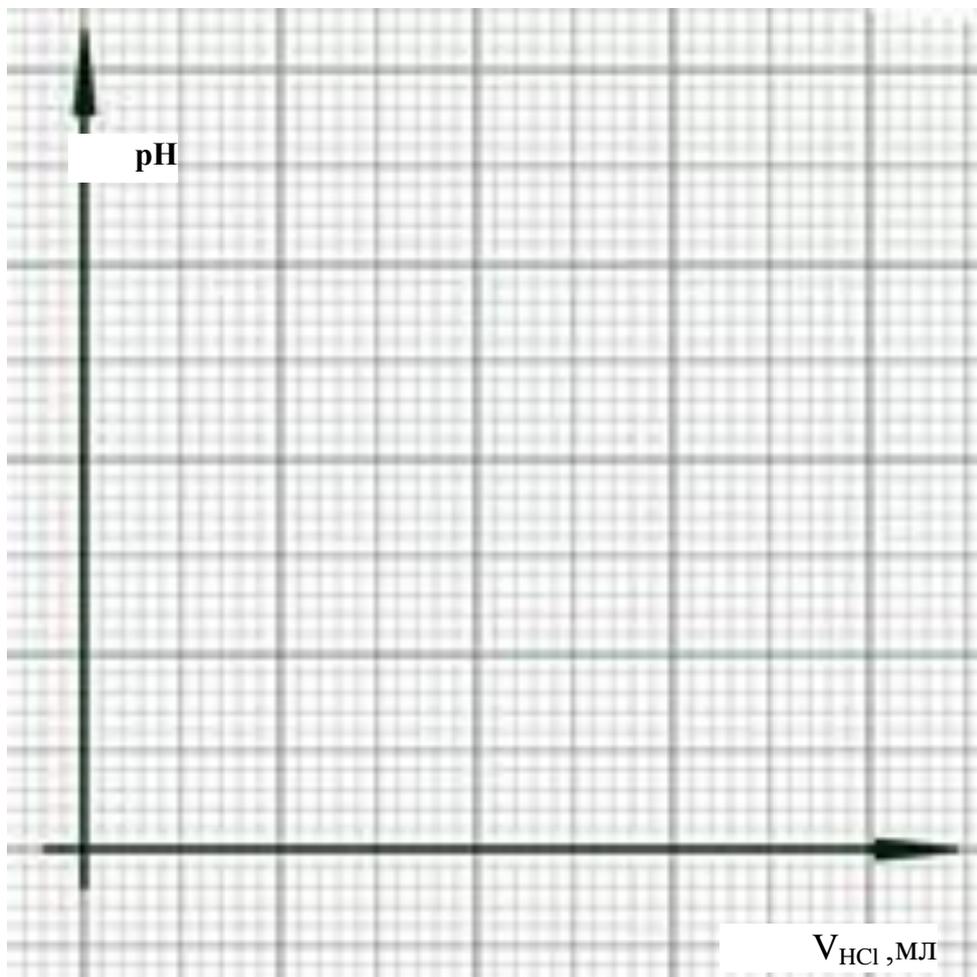
Объем приливаемого HCl, (мл)	Объем всего раствора, (мл)	Значение pH
0		
5		
5		
5		
5		
1		
1		
1		
1		
0,5		
0,5		
0,5		
0,5		
1		
1		
2		

7. По полученным данным построить график – кривую титрования.
8. Графически определить объем кислоты в точке эквивалентности $V_{\text{эКВ}}$ при $\text{pH} = 7$.
9. Рассчитать концентрацию щелочи в исследуемом растворе, исходя из закона эквивалентов:

$$V_{\text{HCl}} \cdot N_{\text{HCl}} = V_{\text{NaOH}} \cdot N_{\text{NaOH}}$$

где: N – нормальная концентрация, моль-эКВ/литр

V – объем, мл



10. Сделать выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 10

Определение концентрации кислоты HCl в анализируемом растворе методом кондуктометрического титрования

Порядок выполнения работы:

1. В электролитическую ячейку из бюретки или мерной пипеткой наливают 5 мл р-ра HCl, добавляют дистиллированную воду до погружения электродов в р-р. Раствор хорошо перемешивают. Над электролитической ячейкой в штативе укрепляют бюретку с 0,1N. раствором NaOH (титрованный раствор).

2. Электроды электролитической ячейки соединяют с клеммами (R_x) реохордного моста Р-38, предназначенного для измерения $\frac{l_2}{l_1}$ титруемого раствора. Вводят известное сопротивление 10 Ом и измеряют $\frac{l_2}{l_1}$ кислоты в электролитической ячей-

ке. Результат записывают в таблицу.

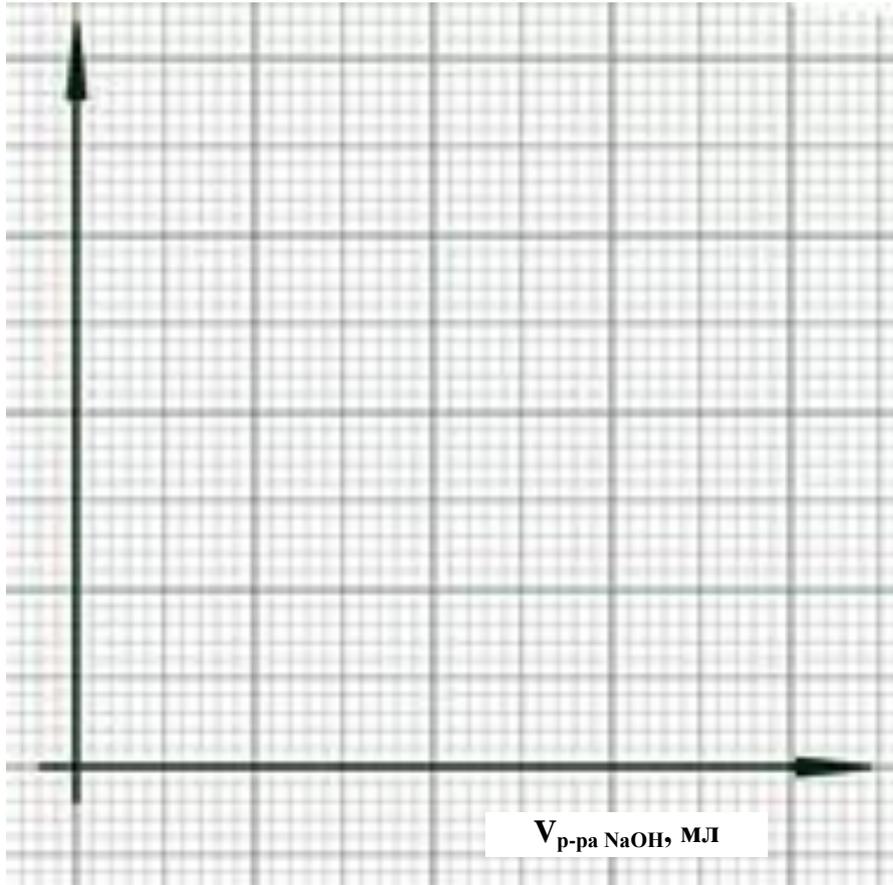
3. Титруют кислоту щелочью (грубое и точное титрование). Для этого в электролитическую ячейку с кислотой определенными порциями приливают раствор NaOH из бюретки и после перемешивания раствора, после каждой порции NaOH, измеряют $\frac{l_2}{l_1}$. Результаты записывают в таблицу.

Результаты измерений:

V порции р-ра NaOH, мл	Всего добавлено р-ра NaOH, мл	$\frac{l_2}{l_1}$	R_M	$R_x = R_M \cdot \frac{l_2}{l_1}$
0	0			
2	2			
1	3			
1	4			
0,5	4,5			
0,5	5,0			
0,5	5,5			
0,5	6,0			
1	7			
1	8			
1	9			

4. Вычисляем R_x , записываем в таблицу
5. Строим график в координатах $R_x - V_{p-ра NaOH}$.

$R_x, Ом$



6. По графику определяем объем $p-ра NaOH$, пошедший на титрование

$$V_{NaOH} = \dots\dots\dots \text{ мл.}$$

7. По уравнению $N_k \cdot V_k = N_{щ} \cdot V_{щ}$ (k - кислота, $щ$ - щелочь), определяем N_k

$$N_k = \frac{N_{щ} \cdot V_{щ}}{V_k} = \frac{0,1 \cdot V_{щ}}{5} = \dots\dots\dots \text{ моль-экв / л}$$

Ответ: нормальность анализируемого раствора HCl равна $\dots\dots\dots$ моль-экв/л.

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

1. Впишите правильный ответ

Аналитический сигнал в физико-химическом методе анализа возникает в результате протекания химической реакции и его фиксируют с помощью разнообразной

2. Введите правильный ответ

Физико-химические и химические методы анализа часто называют

3. Укажите правильный ответ

Метод ... указывает, что чем выше концентрация раствора, тем больше электрическая проводимость.

1. потенциометрия
2. кондуктометрия
3. дотоэлектрометрия
4. хроматография

4. Укажите правильный ответ

Если аналитический сигнал возникает в результате электрохимических реакций это метод:

1. радиохимический
2. оптический
3. электрохимический
4. спектроскопический

5. Впишите правильный ответ

Эмиссионный спектральный анализ основан на изучении ... испускания различных веществ:

6. Укажите правильный ответ

Фотометрия пламени относится к методу анализа

1. оптическому
2. колориметрическому
3. спектральному
4. электрохимическому

7. Укажите правильный ответ

Люминесцентный метод анализа использует свечение исследуемого объекта, возникающее под действием:

1. ультрафиолетовых лучей
2. магнитного поля
3. инфрокрасных лучей
4. электромагнитных полей

8. Укажите правильный ответ

... этим методом позволяют определить величины рН растворов:

1. потенциометрия

2. фотоэлектromетрия
3. кондуктометрия
4. хроматография

9. Введите правильный ответ

Абсорбционный спектральный метод анализа основан на изучение спектров ... анализируемых веществ.

10. Укажите правильный ответ

Быстрота выполнения метода анализа

1. избирательность
2. плотность
3. экспрессность
4. чувствительность

11. Укажите правильный ответ

Процесс поглощения газов, паров и растворенных веществ твердыми или жидкими поглотителями на твердом носителе - называется

1. сорбентами
2. экстракция
3. электролиз
4. фильтрация

12. Укажите правильный ответ

Физико-химический процесс распределения вещества между двумя фазами, чаще всего между двумя несмешивающимися жидкостями - называется

1. сорбентами
2. экстракция
3. электролиз
4. фильтрация

13. Укажите правильный ответ

Электролиз относится к методам анализа

1. оптическим
2. фотометрическим
3. электрохимическим
4. испарения

14. Укажите правильный ответ

... - это метод основан на разных скоростях движения частиц разного ряда, формы и размера в электрополе.

1. дистилляция
2. отгонка
3. возгонка
4. электрофорез

15. Укажите правильный ответ

Вещество переходит из жидкого состояния в газообразное, а затем конденсируется, образуя жидкую или твердую фазу это метод

1. дистилляция
2. управляемая кристаллизация
3. седиментация
4. диализ

16. Укажите правильный ответ

Образование зародышевой твердой фазы при охлаждении раствора, расплава или газа - называется

1. возгонка
2. управляемая кристаллизация
3. хроматография
4. диффузные методы

17. Укажите правильный ответ

Методы разделения веществ в газообразном и жидком состояниях: ...

1. испарения
2. диффузные
3. диализ
4. экстракция

18. Укажите правильный ответ

... - основана на осаждении грубодисперсионных частиц под действием силы тяжести.

1. седиментация
2. диализ
3. экстракция
4. дистилляция

19. Укажите правильный ответ

... - метод основан на различии скоростей проникновения (ионов или молекул) через мембрану.

1. электролиз
2. хроматография
3. диализ
4. фильтрация

20. Укажите правильный ответ

Осаждение более подвижных частиц небольшого размера при очень высоком ускорении - называется

1. ультрацентрифугирование
2. фильтрация
3. седиментация
4. диализ

21. Укажите правильный ответ

Калориметрия основана на измерении:

1. pH раствора
2. поглощения света окрашенных раствором в видимой части спектра
3. электромагнитного излучения
4. оптической плотности растворов

22. Укажите правильный ответ

... этим методом по затраченному объему стандартного раствора и его титру вычисляют концентрацию в определяемом растворе.

1. стандартных серий
2. разбавления
3. дублирования
4. уравнивания

23. Укажите правильный ответ

Зная высоту слоя и концентрацию стандартного раствора вычисляют концентрацию испытуемого раствора методом

1. стандартных серий
2. разбавления
3. дублирования
4. уравнивания

24. Укажите правильный ответ

Этим методом проводят разбавление окрашенного раствора до получения одинаковой окраски двух растворов:

1. стандартных серий
2. разбавления
3. дублирования
4. уравнивания

25. Укажите правильный ответ

... - это метод сравнения окраски полученного раствора с окраской стандартных растворов шкалы.

1. стандартных серий
2. разбавления
3. дублирования
4. уравнивания

26. Впишите правильный ответ

Абсорбционный спектральный метод анализа основан на изучение спектров анализируемых веществ.

27. Впишите правильный ответ

Фотоколориметрические методы - это методы оценки интенсивности окраски растворов с использованием

28. Впишите правильный ответ

Фотоэлемент - это слой, нанесен на металлическую пластинку.

29. Впишите правильный ответ

Визуальные методы - это оценка интенсивности окраски растворов

30. Установить последовательность общего принципа определения фотоколориметрическим методом:

1. световой поток проходит через кювету с окрашенным раствором
2. световой поток попадает на фотоэлемент
3. световая энергия превращается в электрическую

31. Установить последовательность действий для построения калибровочной кривой при массовых фотоколориметрических анализах:

1. с помощью ФЭК измеряют оптические плотности приготовленных эталлонных растворов
2. готовят серию эталонных растворов, содержащие разные количества определяемого вещества
3. по данным строят график зависимости

32. Укажите правильный ответ

Для определения оптической плотности растворов используют прибор:

1. потенциометр
2. фотоколориметр
3. ионометр
4. кондуктометр

33. Укажите правильный ответ

Фотоэлектроколориметрическим методом анализа можно определить:

1. оптическую плотность
2. рН среды
3. электропроводность растворов
4. наличие ионов

34. Укажите правильный ответ

Потенциометрический метод относится к методам анализа

1. оптические
2. электрохимические
3. радиометрические
4. титриметрические

35. Укажите правильный ответ

Потенциометрия позволяет измерять величины

1. массу
2. объем
3. рН
4. оптическую плотность

36. Впишите правильный ответ

Титрование основано на определении точки эквивалентности по резкому изменению потенциала электрода, реагирующего на изменение концентрации компонента раствора или продукта реакции - это титрование

37. Укажите правильный ответ

Задача потенциометрического титрования это определение:

1. количества или концентрации анализируемого вещества
2. катионов
3. анионов
4. ЭДС

38. Укажите правильный ответ

По кривой потенциометрического титрования находят графически:

1. объем
2. концентрацию
3. точку эквивалентности
4. массу

39. Установить последовательность проведения потенциометрического титрования:

1. построение кривой титрования
2. измерение потенциала индикаторного электрода в процессе титрования
3. нахождение графически объема титранта в точке эквивалентности

40. Укажите правильный ответ

Значение рН определяют на приборе:

1. потенциометр
2. хроматограф
3. спектрофотометр
4. ФЭК

41. Укажите правильный ответ

Кондуктометрическим методом определяют

1. массу исследуемого вещества
2. объем раствора
3. электропроводность исследуемого раствора
4. оптическую плотность вещества

42. Впишите правильный ответ

Кондуктометрическое титрование называется методом анализа.

43. Укажите правильный ответ

Индикатором в кондуктометрическом анализе служит ... титруемого раствора.

1. лакмус
2. фенолфталеин
3. электропроводность

4. метиловиторанажевый

44. Укажите правильный ответ

Кондуктометрический метод анализа проводят на приборе

1. потенциометр
2. фотоэлектроколориметр
3. полярограф
4. реохордный мост

45. Укажите правильный ответ

В ходе титрования в титруемом растворе уменьшается концентрация высокоподвижных ионов

1. водорода
2. хлора
3. кислорода
4. гидроксогрупп

46. Впишите правильный ответ

После концентрации в токе эквивалентности дальнейшее прибавление щелочи будет электропроводность растворов.

47. Впишите правильный ответ

Ветви кривой кондуктометрического титрования пересекутся в точке, абцисса которой дает значение точки

48. Укажите правильный ответ

Относительные ошибки выражают в:

1. процентах
2. г-эквивалентах
3. молях
4. граммах

49. Укажите правильный ответ

Абсолютные ошибки выражают в

1. молях
2. процентах
3. г – эквивалентах
4. долях от 1

50. Укажите правильный ответ

Разность среднего измерения величины и истинного значения этой величины определяет погрешность

1. абсолютная
2. относительная
3. систематическая
4. случайная

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КОНТРОЛЬНЫМ ТОЧКАМ

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.

Раздел «Количественный анализ».

1. Задача количественного анализа, классификация методов. Средняя проба для анализа, навеска вещества для анализа.

2. Химическая посуда. Химические методы анализа, их классификация, дать определения.

3. Титриметрические методы анализа, сущность методов, расчетная формула нормальной концентрации титра исследуемого раствора.

4. Процесс титрования, точка эквивалентности, определение конца титрования в методах кислотно-основного титрования, в перманганатометрии.

5. Рабочие титрованные, стандартные (приготовленные) и стандартизированные (установленные) рабочие растворы.

6. Классификация методов титриметрического анализа. Сущность метода кислотно - основного титрования, определение конца титрования.

7. Сущность перманганатометрии, определение конца титрования. Расчет молярной массы эквивалента окислителя и восстановителя.

8. Гравиметрические методы анализа. Сущность метода осаждения (перечислить последовательность всех основных операций).

9. Метод осаждения (на примере определения Ва). Осаждаемая форма осадка, предъявление требования к нему. Гравиметрическая форма осадка, предъявление требования. «Созревание» осадка, декантация раствора.

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

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

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

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

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

Задачи

1. Приготовить 500 мл. 0,2 нормального раствора соляной кислоты из 20%-го раствора соляной кислоты. Плотность 1,1 г/см.

2. Приготовить 200 мл. 0,5 нормального раствора перманганата калия для перманганатометрического титрования.

3. Масса пустого тигля 2,684 г. масса тигля с прокаленным осадком сульфата бария 2,903 г. Определить массу бария в осадке.
4. На титрование 10мл 0,1 нормального раствора буры (тетрабората натрия) пошло 16,7 мл раствора соляной кислоты. Определить нормальность и титр раствора соляной кислоты.
5. Приготовить 2 л 0,1 нормального раствора соляной кислоты из 20%-го раствора соляной кислоты, плотность 1,1 г/см.

РЕКОМЕНДУЕМЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ РЕФЕРАТОВ

1. Аналитическая химия в системе других наук.
2. Применение методов аналитической химии в выбранной специальности.
3. Аналитическая химия и экология.
4. Классификация методов аналитической химии.
5. Химическая посуда и её применение при выполнении анализа.
6. Классификация и применение химических реактивов при выполнении анализа.
7. Гравиметрический метод анализа и его применение в выбранной специальности.
8. Объёмный метод анализа и его применение в выбранной специальности.
9. Индикаторы и их значение при выполнении анализа.
10. Оптические методы анализа.
11. Токсикологическая химия.
12. Хроматографический метод анализа.
13. Полимерные мембраны. Свойства фильтрующих материалов.
14. Химический анализ в инфракрасной области спектра.
15. Химическое осаждение из газовой фазы.
16. Химический анализ высокочистых веществ.
17. Полярографический метод анализа.
18. Амперометрическое титрование.
19. Спектрофотометрия.
20. Хроматографические методы анализа.
21. Вольтамперметрические методы анализа.
22. Эмиссионный спектральный анализ.
23. Радиометрические методы анализа.
24. Оптические спектроскопические методы анализа.
25. Электромеханические методы анализа.
26. Биологические методы анализа.
27. Основные характеристики и законы молекулярной фотолюминесценции.
28. Методы экстракции. Основные понятия.
29. Автоматизация аналитических работ.
30. Жизнь и деятельность Г. Бойля.
31. Жизнь и деятельность В.М. Севергини.
32. Жизнь и деятельность Н.А. Меншуткина.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА

Реферат включает: подготовку реферата, доклада и презентации по теме реферата.

Реферат **пишется от руки** на одной стороне белой бумаги формата А4. Общий объем реферата должен составлять **18-20 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.

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. В конце реферата ставится дата окончания работы и подпись.

Примерная структура реферата

- Титульный лист.
- Оглавление (содержание работы).
- Введение. Здесь формируются цели и задачи работы, обосновываются актуальность и практическая значимость темы.
- Основные разделы работы. Реферат содержит два, три и более раздела по основному вопросу выбранной темы. Каждый раздел начинается с заголовка, указанного в содержании с порядковым номером раздела. В конце каждого раздела делается краткий вывод.
- Заключение. В нем формулируются выводы, предложения или рекомендации.
- Литература. В алфавитном порядке перечисляются источники, нормативные акты, официальные статистические сборники и публикации, монографии, статьи, периодические издания.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Основная литература:

1. ЭБС «Лань»: Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник. – Электрон.дан. – СПб. : Лань, 2014. – 744 с.
2. ЭБС "Znanium": Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Химические методы анализа : учеб. пособие / А. И. Жебентяев, А. К. Жерносек, И. Е. Талуть ; А. И. Жебентяев, А. К. Жерносек, И. Е. Талуть. - 2-е изд. стер. - Москва, Минск : ИН-ФРА-М : Новое знание, 2014. - 542 с. - (Гр. республики Беларусь).
3. ЭБС «Лань»: Павлов, Н.Н. Общая и неорганическая химия: учебник. - Электрон.дан. - СПб. : Лань, 2011. – 496 с.
4. ЭБС ЛАНЬ: Саргаев, П. М. Неорганическая химия : учеб. пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2013. – 384 с.: ил.
5. Павлов, Н. Н. Общая и неорганическая химия: учебник для техн. и химико-технол. направлений подготовки бакалавров и магистров / Н. Н. Павлов. - 3-е изд., испр. и доп. – СПб. : Лань, 2011. – 496 с.: ил. - (Гр. УМО).

Дополнительная литература:

1. БД «Труды ученых СтГАУ»: Неорганическая химия [электронный полный текст] : электронный учебник / сост. Е.С. Романенко, Е.В. Дергунова, Е.В. Волосова, Н.Н. Францева; СтГАУ. – Ставрополь, 2012. – 118 МБ.
2. БД Труды Ученых СтГАУ Аналитическая химия [электронный полный текст] : электронный учебник / сост.: Е. С. Романенко, Е. В. Дергунова, Е. В. Волосова, Н. Н. Францева ; СтГАУ. - Ставрополь, 2012. - 118 МБ.
3. ЭБС «Лань»: Блинов, Л. Н. Химия: учебник / Л. Н. Блинов, М. С. Гутенев, И. Л. Перфилова [и др.]. – Электрон.дан. – СПб. : Лань, 2012. – 474 с.
4. ЭБС «Лань»: Егоров, В. В. Теоретические основы неорганической химии. Краткий курс для студентов сельскохозяйственных вузов: учебник. – Электрон.дан. – СПб. : Лань, 2005. – 192 с.
5. ЭБС «Издательства «Лань»: Кусакина, Н. А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учеб. пособие/ Новосиб. гос. аграр. ун-т; Н. А. Кусакина, Т. И. Бокова, Г. П. Юсупова. – Новосибирск, 2010. – 118 с.
6. Шипуля, А. Н. Химия: учеб. пособие для бакалавров по агроном. направлениям / А. Н. Шипуля, Л. Н. Некольченко, Ю. А. Безгина ; СтГАУ. - Ставрополь: Параграф, 2011. – 164 с. – (Гр. УМО).
7. Глинка, Н. Л. Общая химия : учеб. пособие для вузов / Н. Л. Глинка ; под ред. А. И. Ермакова. - 30-е изд., испр. - М. : ИНТЕГРАЛ-ПРЕСС, 2010. - 728 с. [и предыдущие издания]
8. Современное естествознание: энциклопедия Т.10. Современные технологии / Гл. ред. В.Н. Сойфер. - М.: Магистр-пресс, 2001. – 272 с.
9. Химия в РОССИИ (периодическое издание).
10. Химия и жизнь XXI (периодическое издание).

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. Аналитические 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. pH-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.

