

КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Химический институт им. А.М. Бутлерова

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
ПО ХИМИИ s -, p - и d -ЭЛЕМЕНТОВ**

Учебно-методическое пособие

Казань – 2026

УДК 541.2+541.5+541.8(075.8)

Печатается по решению

учебно-методической комиссии Химического института им. А.М. Бутлерова (Протокол № 7 от 12 марта 2026 г.), заседания кафедры неорганической химии (Протокол № 9 от 16 февраля 2026 г.)

Авторы-составители:

профессор Р.Р. Амиров, профессор Ф.В. Девятов,
доцент Ю.И. Журавлева, доцент А.Б. Зиятдинова,
доцент В.Ю. Иванова

Рецензенты:

профессор Э.П. Медянцева (КФУ)
профессор А.М. Кузнецов (ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технологический университет»)

Лабораторный практикум по химии s-, p- и d-элементов: Учебно-методическое пособие / Р.Р. Амиров, Ф.В. Девятов, Ю.И. Журавлева, А.Б. Зиятдинова, В.Ю. Иванова – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2026. – 68 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для выполнения лабораторных работ по химии s-, p- и d-элементов студентами 1 курса Химического института им. А.М. Бутлерова, а также студентами 1 курса Института фундаментальной медицины и биологии (специализация «Фармация») Казанского (Приволжского) федерального университета, которые изучают дисциплины «Неорганическая химия» и «Общая и неорганическая химия» на кафедре неорганической химии Химического института им. А.М. Бутлерова КФУ. В пособии представлены подробные описания лабораторных работ по всем разделам курса, основные требования по технике безопасности и оказанию первой медицинской помощи при выполнении эксперимента.

© Казанский университет, 2026

© Коллектив авторов

ПРАВИЛА РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ

Порядок выполнения лабораторных работ

Методические пособия к лабораторному практикуму содержат методику выполнения эксперимента, с которой необходимо предварительно ознакомиться перед проведением эксперимента. Дополнительные вопросы в конце каждого опыта призваны помочь студентам глубже понять пройденный материал.

Важно помнить, что подготовка к лабораторным работам (в соответствии с календарным планом занятий) осуществляется студентами **самостоятельно и заблаговременно**.

Проведение химического эксперимента связано с повышенной опасностью, поэтому работать в лаборатории можно только после основательной предварительной подготовки. При подготовке к лабораторным работам студент использует рекомендованные преподавателем учебники и учебные пособия, руководства по выполнению лабораторных работ, изучает при необходимости инструкции по использованию приборов (барометры, термометры, рН-метры, водоструйные насосы и проч.), а также обращает внимание на специальные указания по особенностям выполнения конкретных опытов.

На лабораторные занятия студент **обязан** приходить **теоретически подготовленным**. Студент должен:

- знать правила техники безопасности;
- усвоить теоретический материал, относящийся к данной лабораторной работе;
- изучить содержание и порядок выполнения лабораторной работы;
- знать принципы действия и правила работы с измерительными приборами, особенности конструкции лабораторной установки;
- подготовить ответы на приведенные в методическом руководстве контрольные вопросы;
- выполнить необходимый объем предварительных расчетов и заготовить необходимые таблицы для внесения экспериментальных значений (графики для отчета можно представлять в редакторе Excel, Origin, OriginLab);

- знать физико-математические формулы, по которым будут проводиться расчеты;
- четко знать и представлять, какая химическая посуда, и какие реактивы необходимы для выполнения каждого опыта;
- уметь записывать уравнения всех встречающихся в лабораторной работе химических реакций.

Студент, теоретически не подготовленный к лабораторной работе, не допускается к её выполнению! Неготовность студента, и, как следствие, не допуск к выполнению лабораторной работы, рассматривается как нарушение им учебного плана, графика учебного процесса и учитывается при аттестации по показателям успеваемости в балльно-рейтинговой системе.

В процессе выполнения лабораторных работ студент должен:

- строго соблюдать порядок проведения практической части лабораторной работы, описанный в методических указаниях к ней;
- вести необходимые рабочие записи в рабочей тетради, которые по окончании работы предъявляются преподавателю.

После выполнения лабораторной работы студенты оформляют отчет в рабочем журнале. Требования к оформлению отчета:

- отчет оформляется самостоятельно и индивидуально.
- по каждому пункту должны быть даны: анализ, сравнение полученных результатов с теоретическими положениями, конкретные выводы.

На лабораторном практикуме студенты обязаны составлять отчет по выполненной работе с написанием всех уравнений химических реакций, указанием изменений цвета, запаха и выпадения осадков. Отчет о проделанной лабораторной работе должен быть представлен к сдаче не позднее следующего занятия.

Для оформления лабораторных работ необходимо завести отдельную тетрадь, в которой фиксируются все операции (результаты взвешивания, измерения объема, определения температуры, рН и т.д.) и наблюдения (изменение цвета, выпадение осадка, выделение газа и т.п.) при выполнении опытов и синтезов.

Отчет по лабораторной работе должен обязательно содержать:

- цель лабораторной работы;

- схему лабораторной установки для опытов, в которых она использовалась;
- перечень все используемых в опытах реактивов, химической посуды и химического оборудования;
- уравнения всех происходящих химических реакций с названиями по химической номенклатуре целевых химических веществ – продуктов реакции и указанием изменений цвета, запаха, выделения (поглощения) теплоты, с подобранными коэффициентами, если химическая реакция окислительно-восстановительная – методом электронного баланса (или методом полуреакций).
- необходимые расчетные зависимости и формулы;
- данные эксперимента и результаты их обработки;
- графики, построенные по результатам эксперимента (на миллиметровой бумаге или с применением графических редакторов);
- основные выводы, полученные в результате проведения эксперимента, и сопоставление его результатов с теоретическими данными.

Своевременное и четкое ведение тетради по лабораторным работам позволит качественно подготовиться к контрольным работам и экзамену по курсу «общая и неорганическая химия».

Правила работы в лаборатории, техника безопасности

Студенты допускаются к работам в лаборатории **только** после прохождения **ИНСТРУКТАЖА ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ**, ознакомления с правилами их выполнения, техники безопасности и оказания первой помощи, о чем расписываются в контрольном листе.

При проведении опытов необходимо обезопасить себя от случайного попадания химических веществ. К индивидуальным средствам защиты относятся: **химический халат, перчатки, защитные очки, респираторы**. Волосы должны быть собраны во избежание воспламенения. Необходимо также иметь чистое сухое полотенце или платок (для быстрого удаления попавших на кожу твердых и жидких реагентов).

В химической лаборатории нельзя принимать пищу, по окончании работы обязательно вымыть руки, поскольку на них могут остаться вредные вещества от соприкосновения с посудой или реактивами.

Опыты выполняются у своего рабочего места или под тягой, при этом нельзя отвлекаться, оставлять приборы без присмотра, покидать

лабораторию даже на непродолжительное время. Реакции проводят с таким количеством веществ и в такой посуде, какие указаны в методическом руководстве. На лабораторном столе выполняются все опыты, не представляющие опасности.

Опыты с ядовитыми, неприятно пахнущими веществами, концентрированными кислотами и щелочами выполняются строго в вытяжном шкафу. Эти вещества хранятся там же и переносить их на лабораторные столы категорически запрещается. После работы с такими веществами все содержимое колб и пробирок выливают строго в слив вытяжного шкафа. Остатки особо ядовитых или ценных веществ (соли ртути, мышьяка, серебра и т.п.) выливают в специальные сосуды для соответствующих остатков в вытяжном шкафу.

При работах с особо опасными веществами (твердые щёлочи, фосфорный ангидрид, фтороводород и т.п.) необходимо надеть защитные очки или маску и резиновые перчатки.

При работах с легко воспламеняющимися веществами следить, чтобы в лаборатории не было открытого огня.

Отбирать необходимые количества концентрированных кислот для проведения опытов и разбавлять их водой разрешается строго в вытяжном шкафу в стеклянных или фарфоровых термостойких стаканах при перемешивании, причем кислота должна вливаться в воду небольшими порциями во избежание сильного разогрева раствора и разбрызгивания концентрированной кислоты. Химическая посуда, в которой проводилось неправильное разбавление кислоты водой, может треснуть. Особенно осторожно необходимо разбавлять серную кислоту и готовить концентрированный раствор щёлочи.

При работе с электроприборами (электроплитками, сушильными шкафами, выпрямителями тока, муфельными печами и др.) необходимо следить, чтобы изоляция проводов, и вилки приборов были исправны, иначе ими нельзя пользоваться.

Нельзя исследовать запах газа непосредственно из реакционного сосуда, а следует осторожным движением руки направить к себе воздух с примесью этого газа.

Сухие вещества из банок брать шпателем или ложечкой, которые после употребления вымыть, вытереть, и только после этого брать другой реактив.

Если в руководстве количество сухого вещества не указано, то брать его очень немного (примерно в объеме 1-2 спичечных головок). Если сухого вещества взято слишком много, то избыток его высыпать обратно в банку запрещается, за исключением того случая, когда вещество отвешивается на весах.

Раствора в пробирку наливать не более 1/6 объема пробирки, если не указано иначе. Если же в руководстве говорится, что нужно взять 2-3 мл раствора, то налить около 1/10 объема пробирки. Излишки раствора из пробирки нельзя выливать обратно в склянку, его отливают в раковину.

Если раствор в пробирку наливается пипеткой, то последнюю нельзя глубоко опускать в пробирку или касаться ею стенок пробирки. Все склянки с растворами и банки с твердыми веществами необходимо сразу ставить на те же места, откуда их брали.

Для нагревания в лаборатории чаще всего используют газовые горелки или спиртовки. Горелка присоединена к крану резиновой трубкой, которая должна быть исправна. В случае, если на трубке есть трещина, открывать кран и зажигать горелку нельзя. Если при открывании общего газового крана в лаборатории чувствуется запах газа, немедленно закрыть кран, не зажигать огня, проверить, закрыты ли краны у всех горелок, а комнату проветрить. При пользовании горелкой возможны отрыв или проскок пламени. В первом случае горение начинается выше верхнего края горелки и легко может погаснуть, во втором случае горение происходит внутри горелки, которая при этом шумит и сильно нагревается, а снаружи пламя узкое и появляется неприятный запах продуктов неполного сгорания газа. Горелку немедленно погасить, если она горячая – дать остыть, шайбой уменьшить приток воздуха в неё, после чего снова зажечь. Пламя горелки имеет разную температуру: в верхней части оно наиболее горячее (до 900°C), а в нижней температура не выше 400°C.

Если нужно нагревать раствор в пробирке, то последнюю закрепляют в держателе у верхнего края и нагревают только ту часть, где налит раствор, наклонив при этом пробирку отверстием от себя и слегка стряхивая для перемешивания жидкости.

Для нагревания жидкости в стакане или колбе следует насухо вытереть внешние стенки сосуда, поставить сосуд на асбестовую сетку и не наклоняться над сосудом, чтобы брызги не попали в лицо. Жидкость перемешивать стеклянной палочкой, не касаясь стенок стакана, чтобы не

разбить его. Можно на конец стеклянной палочки надеть кусочек резиновой трубки.

Нагревать раствор с осадком в пробирке нужно очень осторожно, так как из-за неравномерного нагрева вещество может выбросить из пробирки. Нагревание раствора с осадком в стакане возможно только при непрерывном перемешивании осадка стеклянной палочкой с надетым на её конец кусочком резиновой трубки. Однако в этом случае лучше нагревать стакан на водяной бане, т.е. опустить в другой сосуд с кипящей водой, причем не ставить стакан на дно этого сосуда.

Правила оказания первой помощи

При небрежной работе и несоблюдении правил техники безопасности возможны различные поражения: легкие отравления от вдыхания вредных газов (хлора, брома, сероводорода, оксида углерода (II) и др.), порезы стеклом, ожоги от горячих предметов, концентрированных растворов кислот, щелочей и др. *При всех несчастных случаях немедленно обратиться к преподавателю или лаборанту.* Чем раньше будут применены имеющиеся в лаборатории средства первой помощи, тем меньше последствий останется у пострадавшего.

Попавшую на руки или лицо кислоту следует сразу же смыть сильной струей воды. Если на кожу попало много концентрированной серной кислоты, то сначала нужно удалить её чем-нибудь сухим (ватой, бумагой), а затем вымыть проточной водой. На пораженное кислотой место наложить ватный тампон, смоченный разбавленным раствором гидрокарбоната натрия из аптечки, имеющийся в лаборатории.

Попавшую на руки или лицо щелочь надо смыть сильной струей воды, пока кожа не перестанет быть скользкой, и при необходимости нейтрализовать разбавленным раствором уксусной кислоты из аптечки, при необходимости наложить тампон, смоченный этим раствором.

В случае попадания на кожу белого фосфора или ожогов горящим фосфором обработать поврежденное место 2 %-ным раствором сульфата меди (II), наложить на некоторое время тампоны с этим же раствором.

В случае термических ожогов обожженную горячими предметами кожу смазать крепким раствором перманганата калия, если ожог не очень сильный, а при сильном ожоге (если сразу образовались пузыри) применить мазь от ожогов.

При отравлении от вдыхания газов нужно вывести пострадавшего на свежий воздух. При значительном вдыхании паров брома, хлора полезно немного подышать парами сильно разбавленного раствора аммиака (не из склянки, а от слегка смоченной ватки, осторожно).

При попадании растворов реагентов в глаза нужно промыть их проточной водой, осторожно раздвинув веки пальцами. При повреждении раствором кислоты глаза следует промыть разбавленным раствором гидрокарбоната натрия и (с помощью стеклянной глазной ванночки из аптечки или набрав раствор в ладонь, наклониться, приложив ладонь с раствором к глазу и поморгать). При поражении глаза щелочью промывать его следует раствором борной кислоты из аптечки.

При порезах стеклом сначала удалить осколки из раны, потом промыть водой во избежание попадания в кровь реактивов, а далее при небольших порезах остановить кровь разбавленным раствором пероксида водорода и наложить стерильную повязку. При серьезных порезах надо обратиться к врачу. При сильном кровотечении наложить жгут, обязательно прикрепив рядом бумажку с указанием времени наложения жгута, поскольку последний нельзя оставлять непрерывно в течение более 20 минут, и вызвать скорую помощь (*тел.* 112, 103, адрес: г. Казань, ул. Кремлевская, 29/1).

Рассмотрим подробнее некоторые конкретные примеры оказания первой помощи при работе с химическими веществами:

1) При попадании на кожу (рук, лица) концентрированных кислот (серной, азотной) следует немедленно промыть обожжённое место сильной струёй водопроводной воды в течение 3-5 мин, после чего наложить повязку из марли и ваты, смоченной 3%-ным раствором перманганата калия. При сильных ожогах после оказания первой помощи следует немедленно обратиться к врачу.

2) При ожогах кожи растворами щелочей следует промывать обожжённый участок кожи водой до тех пор, пока она не перестанет быть скользкой на ощупь, после чего следует наложить повязку из 3%-ного раствора перманганата калия.

3) При попадании брызг кислот и щёлочи в глаза немедленно промыть повреждённый глаз большим количеством воды комнатной температуры, после чего немедленно обратиться к врачу.

4) При ожогах кожи горячими предметами (стекло, тигель, металлы) наложить сначала повязку из перманганата калия, а затем повязку с мазью от ожогов.

5) При ожогах фосфором необходимо наложить на обожжённое место повязку, смоченную 2%-ным раствором сульфата меди (II).

6) При отравлении хлором, бромом, сероводородом, окисью углерода необходимо вывести пострадавшего на воздух, а затем немедленно обратиться к врачу.

Правила работы с химическими реактивами

В химической лаборатории используются жидкие, твёрдые и газообразные реактивы. Жидкие – азотная кислота HNO_3 , серная кислота H_2SO_4 , соляная кислота HCl , аммиак NH_3 , бромная вода Br_2 , хлорная вода Cl_2 , сероводородная вода H_2S ; твёрдые – металлы (Zn , Cu , Fe , Na , Ca) различные соли (KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KI); газообразные – CO_2 , Cl_2 , H_2S , SO_2 , H_2 , HCl .

Для безопасной работы при выполнении лабораторного эксперимента необходимо знать свойства используемых реактивов, а также свойства химических веществ – продуктов химических реакций (ядовитость, окислительная способность, взрыво- и огнеопасность). Полезно также знать нахождение реактивов в лаборатории.

Следует помнить, что:

1) Концентрированные кислоты, щёлочи, а также ядовитые, вредные и неприятно пахнущие вещества (конц. H_2SO_4 , конц. HNO_3 , конц. HCl , конц. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, H_2S , хлорная вода, бромная вода) помещаются в вытяжном шкафу, откуда их не следует выносить даже при выполнении эксперимента. Все работы с использованием этих веществ выполняются строго в вытяжном шкафу, содержимое пробирок и колб после окончания опыта выливается только в специальный слив, который также находится в вытяжном шкафу.

2) Разбавленные растворы кислот (2 н., 2 н. HNO_3 , 2 н. HCl) и щелочей (2 н. NaOH , 2 н. NH_4OH) находятся на полках у каждого лабораторного стола.

3) Наборы реактивов, необходимые для выполнения определённой лабораторной работы, выставляются на все лабораторные столы. Не рекомендуется переносить реактивы с одного рабочего места на другое! Реактивы общего пользования, например, твердые неорганические соли,

концентрированный раствор роданида калия, раствор крахмала, иодная вода и т.п., находятся на общем лабораторном столе, который, для удобства, расположен как правило, по середине лаборатории, откуда их также запрещается уносить.

4) Сухие реактивы берут сухим чистым шпателем или ложечкой. После работы с реактивами шпатель и ложечку моют и протирают фильтровальной бумагой. Жидкие реактивы можно отобрать пипеткой или осторожно отлить из склянки, взяв этикетку с надписью в руку, чтобы не портить её. Нельзя при выполнении лабораторной работы путать пипетки и крышечки от склянок; в противном случае пипетку и крышечку надо тщательно вымыть. Крышки и пробки от реактивных банок и склянок следует класть на стол устойчивой поверхностью, не соприкасающейся с реактивом. После отбора реактива склянку сразу же закрыть пробкой (не путать пробки!) и поставить на место.

5) Если в работе не указано количество реактива для какого-либо опыта, то его количество должно быть как можно меньше (сухого реактива на кончике шпателя раствора не более $1/6$ объёма пробирки). Если в руководстве указано, что необходимо взять 3 мл раствора или что полученный осадок нужно разделить на три части, то это делается приблизительно.

6) Необходимо беречь реактивы! Однако, если реактив просыпали или взяли лишнее количество, то нельзя его ссыпать или слить обратно в склянку с чистым реактивом. Излишки реактива можно слить в раковину, или сдать лаборанту.

7) Остатки солей сульфидов металлов, серебра, ртути, других дорогостоящих или ядовитых веществ ни в коем случае не выливать в канализацию. Их следует собирать в специальные склянки с надписью «Ag – остатки», «Hg – остатки» и т.п.

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ХИМИИ *s*- и *p*-ЭЛЕМЕНТОВ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

1 ГРУППА, ЩЕЛОЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ

1. Взаимодействие щелочных металлов с водой

Работу проводить очень осторожно, под тягой! Налейте в кристаллизатор водопроводной воды, добавьте несколько капель раствора фенолфталеина и поставьте кристаллизатор под тягу. В присутствии преподавателя выньте пинцетом из банки маленький кусочек натрия, хранящийся под керосином, поместите его на фильтровальную бумагу, лежащую на стеклянной или керамической пластинке, и отрежьте сухим скальпелем кусочек натрия величиной с горошину. Осторожно из пинцета стряхните этот кусочек в воду и наблюдайте взаимодействие. Опыт с металлическим калием проводится аналогично, только требуется еще большая осторожность, поскольку взаимодействие калия с водой происходит с воспламенением. Обрезки металлов обязательно сразу же поместите в банку с керосином, а фильтровальную бумагу, на которой резали металл, осторожно опустите в кристаллизатор с водой.

2. Горение натрия или калия на воздухе

Кусочек металла, отрезанный как описано в предыдущей работе, положите на фарфоровую тигельную крышку (или небольшой фарфоровый черепок от чашки), поставьте крышку на асбестированную сетку на треножнике и немного подогрейте снизу, чтобы металл расплавился, а потом подожгите его сверху пламенем горелки (очень осторожно). Когда металл сгорит, а фарфор остынет, растворите продукты горения, опустив крышку в чашку с водой. Докажите наличие в растворе пероксида водорода по реакции с подкисленным серной кислотой раствором иодида калия и крахмала.

3. Малорастворимые соли щелочных металлов

3.1. К раствору какой-нибудь соли натрия, имеющей нейтральную реакцию, прилейте раствор гексагидроксостибата (V) калия $K[Sb(OH)_6]$. Для ускорения кристаллизации натриевой соли, очень склонной давать пересыщенные растворы, можно потереть стенки пробирки стеклянной палочкой.

3.2. К нейтральному раствору какой-нибудь соли калия прилейте раствор гидротартрата натрия (кислая соль двухосновной винной кислоты $\text{NaHC}_4\text{H}_4\text{O}_6$). Для ускорения выпадения осадка можно потереть стенки пробирки стеклянной палочкой.

3.3. К нейтральному раствору соли калия прилейте раствор гексанитрокобальтата (III) натрия (этот раствор должен быть свежеприготовленным, тёмного цвета, разлагаясь при стоянии он становится розовым). Осадок соли калия жёлтого цвета.

4. Окрашивание пламени солями щелочных металлов

Для работы следует взять летучие соли – хлориды или нитраты. Платиновую или молибденовую проволоку (можно использовать молибденовую проволоку от электроламп накаливания, по которой подаётся ток к волоску лампы) с маленьким колечком на конце промойте водой и прокалите колечко в пламени горелки, пламя не должно быть окрашенным. Затем опустите колечко в раствор соли или, слегка смочив его, прикоснитесь к твёрдой соли, а затем внесите в пламя горелки и наблюдайте окрашивание пламени. Перед тем, как проделать опыт с другой солью, промойте и прокалите проволочное колечко до исчезновения окраски пламени.

2 ГРУППА, ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ

1. Химические свойства бериллия и магния и их соединений

1.1. Кусочек магниевой стружки положите в пробирку с водой, нагрейте воду и наблюдайте взаимодействие магния с водой. Подействуйте на магний раствором хлорида аммония и наблюдайте реакцию.

1.2. Поместите кусочек магниевой стружки в сильно разбавленную азотную кислоту и по окончании реакции докажите при помощи реактива Несслера наличие в продуктах реакции иона аммония.

1.3. Какой газ выделяется при взаимодействии магния с концентрированной серной кислотой? Газ нюхайте очень осторожно!

1.4. Получите, используя имеющуюся соль бериллия, гидроксид бериллия и докажите его амфотерность.

1.5. Получите гидроксид магния взаимодействием раствора соли магния со щелочью. Испытайте его отношение к растворам кислот, щелочей и избытку хлорида аммония.

1.6. С помощью универсального индикатора определите рН раствора хлорида или сульфата магния, напишите ионное уравнение реакции гидролиза.

1.7. Нагрейте в пробирке немного кристаллического гексагидрата хлорида магния и с помощью синей лакмусовой бумажки или универсального индикатора исследуйте выделяющийся газ.

1.8. К раствору соли магния прилейте раствор карбоната натрия и наблюдайте выпадение осадка основного карбоната магния и выделение газа.

1.9. К раствору соли магния прилейте хлороводородной кислоты, а затем раствор гидрофосфата натрия. Если при этом выпал осадок, растворите его, добавив еще немного кислоты. Приливая затем раствор аммиака, наблюдайте образование мелкокристаллического осадка $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$.

2. Свойства щелочноземельных металлов и их соединений

2.1. В раствор гидроксида кальция или бария пропустите ток оксида углерода (IV) из аппарата Киппа до растворения первоначально образующегося осадка карбоната. Полученный прозрачный раствор прокипятите до разложения гидрокарбоната.

2.2. Получите осадок сульфата бария, слейте с него раствор и растворите сульфат бария в концентрированной серной кислоте. Затем осторожно разбавьте полученный раствор, приливая часть его в воду (а не наоборот!) и наблюдайте выпадение осадка.

2.3. К раствору соли бария прилейте насыщенный раствор сульфата кальция (гипсовую воду). Почему выпадает осадок?

2.4. К раствору соли бария прилейте раствор хромата калия, на полученный осадок подействуйте хлороводородной кислотой.

2.5. К раствору соли бария прилейте раствор дихромата калия. Почему в этом случае в осадок выпадает хромат бария, а не дихромат?

2.6. Окрашивание пламени солями кальция, стронция и бария.

Для работы надо использовать летучие соли: хлориды или нитраты. Платиновую проволочку с маленьким колечком на конце (вместо

платиновой можно взять молибденовую проволоку, из которой сделаны подводы к волоску в электролампах, или нихромовую проволоку) промойте водой и прокалите в пламени горелки до исчезновения окрашивания пламени. Обмакните проволочное колечко в раствор соли кальция или, смочив его, прикоснитесь к кристаллам соли, а затем внесите в пламя горелки. Прodelайте аналогичный опыт с солями стронция и бария, предварительно очищая проволоку, как описано выше.

3 ГРУППА

1. Свойства соединений бора

1.1. Немного борной кислоты внесите в воду, перемешайте и определите рН полученного раствора.

1.2. Растворите борную кислоту в воде при кипении, добавляя, если нужно, воды до полного растворения. При медленном охлаждении полученного раствора наблюдайте образование характерных кристаллов борной кислоты.

1.3. Получение сложного эфира борной кислоты.

В небольшую фарфоровую чашку поместите немного борной кислоты, смочите её несколькими каплями концентрированной серной кислоты, прилейте 2-3 мл этанола или пропанола и тщательно перемешайте стеклянной палочкой, а затем в вытяжном шкафу подожгите полученный эфир и наблюдайте окрашивание пламени.

1.4. Немного тетрабората натрия (буры) растворите в воде и определите рН полученного раствора. Сравните с рН раствора в п. 1.1.

1.5. Перлы буры.

Возьмите платиновую проволочку с загнутым в виде маленького колечка концом (можно использовать молибденовую проволоку, из которой сделаны подводы к волоску в лампах накаливания, или даже нихромовую проволоку), нагрейте в пламени горелки ушко проволочки и сразу же наберите им немного кристаллов буры. Можно использовать кристаллогидрат тетрабората натрия (кристаллическую буру) или же соль, обезвоженную предварительно нагреванием. Внесите ушко проволочки с бурой в пламя горелки. Кристаллогидрат при обезвоживании сильно вспучивается, а затем сплавляется в маленький шарик – перл буры. Полученный перл опустите в каплю раствора соли кобальта (II), хрома (III)

или никеля (II), после чего снова внесите в пламя, нагрейте до плавления и охладите. Перл представляет собой сплав метаборатов натрия и взятого металла с безводным тетраборатом натрия, цвет определяется цветом метабората взятого металла. После опыта очистите проволочку: легким постукиванием разбейте перл, проволоку промойте в растворе хлороводородной кислоты и прокалите в пламени.

2. Алюминий

2.1. Взаимодействие алюминия с кислородом и водой

Кусочек алюминиевой проволоки согните вдвое и тщательно протрите для обезжиривания спиртом (налёт оксида можно снять наждачной бумагой), затем опустите её концы на несколько минут в раствор нитрата ртути (II). Осторожно вынув проволоку из раствора (соли ртути очень ядовиты!), оботрите её края фильтровальной бумагой. Затем один конец проволоки опустите в воду, повесив петлю на край пробирки. Через некоторое время наблюдайте результаты взаимодействия амальгамированного алюминия с водой и кислородом воздуха.

2.2. Отношение алюминия к серной кислоте

Сначала проделайте реакцию взаимодействия алюминия с разбавленной серной кислотой. Затем кусочек алюминия (гранулу или проволочку) залейте в пробирке концентрированной серной кислотой и, убедившись в отсутствии реакции на холоду, нагрейте пробирку. Очень осторожно исследуйте выделяющийся газ по запаху. Если концентрированная кислота долго стояла в плохо закрытой склянке, то в результате поглощения воды из воздуха концентрация её уменьшается, и такая кислота может реагировать с алюминием и на холоду.

2.3. Отношение алюминия к азотной кислоте

Подействуйте на алюминий сильно разбавленной азотной кислотой. Через некоторое время отлейте несколько капель раствора и с помощью реактива Несслера проверьте, образуются ли при реакции ионы аммония. Подействуйте на алюминий концентрированной азотной кислотой на холоду, а затем нагрейте пробирку.

2.4. Отношение алюминия к щелочам

Проведите реакцию алюминия с раствором щёлочи. Часть получившегося раствора перелейте в другую пробирку, добавьте раствор хлорида аммония и нагрейте до образования осадка гидроксида алюминия.

2.5. Гидроксид алюминия

Получите гидроксид алюминия обменной реакцией соли алюминия со щелочью и докажите его амфотерность.

2.6. Гидролиз солей алюминия

2.6.1. Растворите какую-нибудь соль алюминия в воде и определите рН полученного раствора.

2.6.2. К раствору сульфата или хлорида алюминия прилейте раствор карбоната натрия, наблюдайте выпадение осадка и выделение газа. Как доказать, что осадок не является карбонатом алюминия?

3. Галлий. Индий. Таллий.

Внимание: при работе с соединениями таллия требуется особая осторожность, так как они очень ядовиты!

3.1. Плавление галлия

Положите кусочек галлия в сухую пробирку и нагрейте её в теплой воде. Наблюдайте плавление металла и способность жидкого галлия прилипать к стеклу, для чего наклоните пробирку с расплавом.

3.2. Отношение галлия, индия и таллия к воде, кислотам и щелочам

Испытайте отношение металлов к воде, концентрированным и разбавленным растворам хлороводородной и азотной кислоты и к раствору щёлочи.

3.3. Гидроксиды галлия и индия

Получите гидроксиды галлия и индия обменными реакциями их солей со щелочью и испытайте отношение полученных гидроксидов к кислотам и щелочам.

3.4. Окислительно-восстановительные свойства соединений таллия

К раствору соли таллия (I) прилейте концентрированной хлороводородной кислоты и пропустите хлор до растворения осадка хлорида таллия (I). К полученному раствору прилейте раствор хлорида олова (II), который будет окисляться до хлорида олова (IV).

14 ГРУППА

1. Углерод, кремний

1.1. Адсорбционные свойства угля

К раствору фуксина или индиго прибавьте немного активированного или растёртого древесного угля и взболтайте несколько раз. Отфильтруйте раствор от угля и сравните цвет фильтрата с цветом исходного раствора.

1.2. Восстановление оксида углерода (IV)

Наполните колбу CO_2 из аппарата Киппа и опустите в неё горящую ленту магния, зажатую в щипцах. Наблюдайте образование сажи.

1.3. Гидролиз карбонатов и гидрокарбонатов

Определите рН растворов карбоната натрия и гидрокарбоната натрия, уравнения реакций гидролиза запишите в молекулярной и ионной форме.

1.4. Реакции в растворах с полным и частичным гидролизом

Подействуйте раствором карбоната натрия на растворы солей алюминия, меди (II) и, для сравнения, бария. Наблюдайте образование осадков и выделение в первых двух случаях газа. Как доказать, что осадок из раствора соли алюминия не является карбонатом? Вместо соли алюминия можно взять соли хрома (III) или железа (III).

1.5. Оксид углерода (II)

Работать обязательно под тягой! В небольшую колбу Вюрца насыпьте немного щавелевой кислоты, в капельную воронку налейте концентрированной серной кислоты, прилейте серную кислоту в колбу и подогрейте до начала реакции. Через некоторое время воздух из колбы будет вытеснен выделяющимся газом (смесью CO и CO_2), после чего соберите газ над водой (см. рис. 1). Для этого подведите газоотводную трубку под расположенный вверх дном цилиндр, заполненный водой, и помещенный в кристаллизатор с водой. Когда цилиндр наполнится газом, закройте его стеклом и выньте из воды. Сразу же удалите из воды газоотводную трубку, иначе воду затянет в прибор! Поставьте цилиндр, приготовьте горящую спичку или лучинку, откройте цилиндр и подожгите газ.

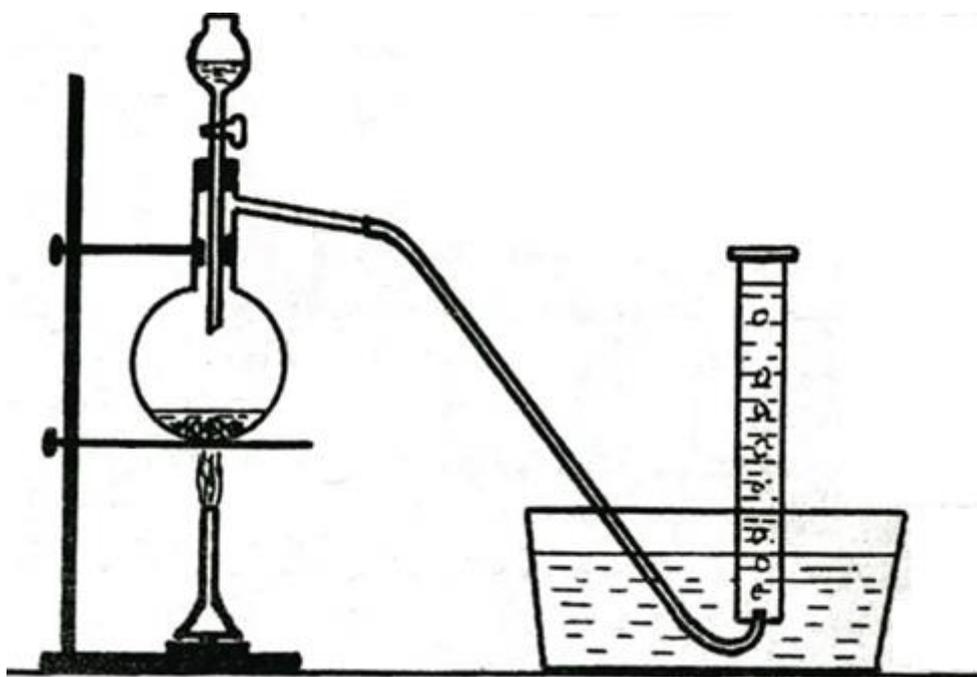


Рис. 1. Общий вид установки для получения оксида углерода (II), азота, оксида азота (I), оксида азота (II).

1.6. Роданиды (тиоцианаты, тионитридокарбонаты (IV))

1.6.1. На сильно разбавленный раствор соли железа (III) подействуйте раствором роданида калия или аммония. При этом в растворе образуется малодиссоциированный роданид железа (III) характерного цвета.

1.6.2. К нескольким каплям раствора роданида калия или аммония прилейте концентрированной азотной кислоты и нагрейте, а затем проверьте, имеются ли в растворе роданид- и сульфат-ионы.

1.7. Получение геля кремниевой кислоты

В маленький стаканчик налейте раствор силиката натрия (можно взять разбавленный силикатный клей) и прибавляйте к нему небольшими порциями разбавленную (1:1) хлороводородную кислоту, быстро перемешивая после каждой добавки кислоты, каждый раз давая постоять 1-2 минуты. Если в растворе замечено помутнение, подождите ещё, пока весь раствор не превратится в гель (студень). Если просто приливать кислоту и перемешивать, то выпадет студенистый осадок кремниевой кислоты, а раствор в гель не превратится.

1.8. Получение золя (коллоидного раствора) кремниевой кислоты

В стаканчик налейте раствор силиката натрия, быстро прилейте к нему равный объем концентрированной хлороводородной кислоты из другого стаканчика и немедленно перемешайте. Полученный золь должен быть прозрачным, без осадка (иногда из-за примесей в растворе силиката натрия раствор становится зеленоватым). Осторожно нагрейте стаканчик с золем, поставив его на асбестированную сетку, и наблюдайте переход золя в гель при нагревании. В этом случае гель может быть почти прозрачным.

1.9. Гидролиз силикатов

1.9.1. Определите рН раствора силиката натрия, напишите уравнение реакции гидролиза. К раствору силиката натрия прилейте раствор хлорида аммония, наблюдайте образование осадка кремниевой кислоты. Понюхайте раствор и напишите уравнение реакции.

1.9.2. В фарфоровую ступку налейте воды и добавьте в неё несколько капель фенолфталеина. На горелке раскалите конец стеклянной трубочки (желательно не из термостойкого стекла, можно взять осколок обычного стекла и держать его при нагревании в щипцах) и быстро опустите стекло в воду. Осколки стекла в ступке разотрите пестиком и наблюдайте покраснение фенолфталеина. Приблизительный состав обычного стекла $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$, при гидролизе из него выщелачиваются ионы натрия.

1.10. Фторид кремния (IV)

Работать обязательно под тягой!

Немного фторида кальция или натрия смешайте с равным объёмом мелкого песка, насыпьте в сухую пробирку (смеси должно быть очень мало – только на дне пробирки) и прибавьте несколько капель концентрированной серной кислоты, чтобы слегка смочить смесь. Подогрейте пробирку, при этом держите над ней стеклянную палочку, смоченную водой так, чтобы пары фторида кремния (IV) попадали на неё. На поверхности воды появится плёнка кремниевой кислоты вследствие гидролиза фторида кремния (IV).

1.11. Сравнение силы угольной и кремниевой кислот

В раствор силиката натрия пропускайте оксид углерода (IV) из аппарата Киппа до появления осадка. Почему плохо закрытый силикатный клей быстро превращается в гель?

2. Олово и свинец

2.1. Получение олова и свинца

2.1.1. В одну пробирку налейте 2-3 мл раствора хлорида олова (II), в другую – столько же нитрата свинца (II), в каждую положите по грануле цинка и через некоторое время сравните выросшие на поверхности цинка кристаллы олова и свинца.

2.1.2. Налейте в U-образную трубку раствор хлорида олова (II), опустите графитовые электроды (можно взять стержни от гальванических батареек), закрепив их пробками (не плотно!) и подключите электроды к выпрямителю. Регулируя напряжение так, чтобы начался электролиз, наблюдайте выделение хлора на аноде и рост кристаллов олова в виде дендритов на катоде. Можно проделать аналогичный опыт с нитратом свинца (II), предварительно тщательно промыв трубку и электроды. Свинец обычно выделяется в виде кристаллов на поверхности катода, но не образует длинных дендритов.

2.2. Отношение олова и свинца к растворам кислот и щелочей

Исследуйте взаимодействие олова и свинца с разбавленными и концентрированными хлороводородной, серной и азотной кислотами. При необходимости подогрейте. Проведите также реакции взаимодействия этих металлов с концентрированным раствором щёлочи – гидроксидом натрия или калия с массовой долей около 50%.

2.3. Гидроксиды олова (II) и свинца (II)

Получите данные гидроксиды, исходя из имеющихся солей, и докажете их амфотерность.

2.4. Сульфиды олова (II) и свинца (II)

На растворы хлорида олова (II) и свинца (II) подействуйте раствором сероводорода (сероводородной водой) или сульфида натрия или аммония. Отметив цвет осадков, слейте раствор, промойте осадки декантацией (прилив к осадку воды, взболтать, дать осадку осесть, после чего слить раствор) и разделите каждый осадок на две части. К одной части прилейте избыток раствора сульфида аммония или натрия, к другой – раствора дисульфида аммония или натрия. В ту пробирку, где осадок растворился, прилейте раствор хлороводородной кислоты до выпадения осадка. Почему цвет осадка иной?

2.5. Сульфид олова (IV)

На раствор хлорида олова (IV) подействуйте сероводородной водой или небольшим количеством раствора сульфида натрия или аммония. Слейте раствор с образовавшегося осадка и прибавьте раствор сульфида натрия или аммония до полного растворения осадка. Затем прилейте избыток раствора хлороводородной кислоты до выпадения осадка.

2.6. Восстановительные свойства соединений олова(II) и свинца(II)

2.6.1. К подкисленному хлороводородной кислотой раствору перманганата калия прилейте раствор хлорида олова (II).

2.6.2. К небольшому количеству раствора хлорида олова (II) прилейте раствор щёлочи до растворения первоначально образующегося осадка, а затем прибавьте бромной воды до прекращения её обесцвечивания.

2.6.3. К раствору хлорида олова (II) прилейте большой избыток раствора щёлочи до полного растворения первоначально выпадающего осадка, а потом прибавьте немного раствора нитрата висмута (III). При этом выпадает чёрный осадок металлического висмута.

2.6.4. К нескольким каплям нитрата свинца (II) прибавьте раза в три больший объем раствора гидроксида натрия или калия с массовой долей около 30%, а потом прилейте 3% раствор пероксида водорода и перемешайте. При этом выпадает тёмно-коричневый осадок оксида свинца (IV). Для ускорения реакции можно слегка подогреть пробирку.

2.7. Малорастворимые соли свинца (II)

Получите обменными реакциями сульфат, хлорид и иодид свинца (II). С осадка иодида свинца (II) слейте раствор, добавьте воды не менее половины пробирки и растворите осадок в воде при кипении. Осадок должен полностью раствориться. При медленном охлаждении раствора выделяются золотистые пластинчатые кристаллы – «золотой дождь». Второй способ: разбавить исходные растворы нитрата свинца (II) и иодида калия, каждый нагреть до кипения, слить горячие растворы и наблюдать образование пластинчатых кристаллов. Чем сильнее разбавлены растворы и чем медленнее происходит охлаждение, тем крупнее кристаллы.

2.8. Гидроксид олова (IV)

Подействуйте на раствор хлорида олова (IV) раствором гидроксида натрия до образования осадка. Разделите осадок на три части. Подействуйте на одну раствором щёлочи, на другую избытком хлороводородной кислоты. Третью часть прокипятите, снова разделите на

две части и проверьте отношение осадка после нагревания к растворам щёлочи и кислоты. При нагревании осадок гидроксида изменяет свою структуру: так называемая α -оловянная кислота переходит в β -оловянную.

2.9. Окислительные свойства оксида свинца (IV)

Положите в пробирку немного оксида свинца (IV), прилейте полпробирки раствора серной кислоты с массовой долей около 30% и прибавьте несколько капель раствора сульфата марганца (II). Осторожно прокипятите содержимое пробирки в течение нескольких минут и потом дайте отстояться. Когда осадок, состоящий из непрореагировавшего оксида и образовавшегося сульфата свинца (II), осядет, можно увидеть розовую окраску раствора получившейся марганцевой кислоты HMnO_4 .

2.10. Валентность свинца в сурике (Pb_3O_4)

Положите в пробирку немного сурика (с маленькую горошину), прилейте к нему разбавленной азотной кислоты и прокипятите, пока осадок не станет темно-коричневым вследствие образования оксида свинца (IV). Отделив часть раствора, докажите наличие в нем нитрата свинца (II).

15 ГРУППА, ПНИКТОГЕНЫ

1. Азот

1.1. Получение азота

Насыпьте в пробирку на 1/6 часть нитрата натрия, залейте его концентрированным раствором хлорида аммония. Закрепив пробирку наклонно в лапке штатива, закройте её пробкой с газоотводной трубкой и осторожно нагрейте. Соберите выделяющийся газ над водой: в заполненный водопроводной водой кристаллизатор погрузите пробирку, заполните её водой, приподнимите вверх дном и подведите газоотводную трубку так, чтобы азот вытеснял воду из пробирки (см. рис. 1). Когда пробирка заполнится газом, закройте её пальцем, выньте из воды и опустите в неё горящую лучинку.

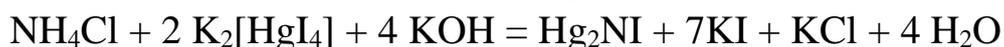
1.2. Водородные соединения азота

1.2.1. Налейте примерно 2/3 пробирки раствора аммиака (~1 моль/л), добавьте несколько капель фенолфталеина и разделите раствор на три части. К одной добавьте немного твёрдого хлорида аммония и растворите его, вторую часть прокипятите, а затем сравните окраску индикатора во всех трёх пробирках и объясните причину изменения окраски в первых двух.

1.2.2. К раствору брома в воде (бромной воде) прилейте немного концентрированного раствора аммиака.

1.2.3. К небольшому количеству раствора перманганата калия прилейте вдвое больший объем концентрированного аммиака и нагрейте.

1.2.4. В фарфоровой чашке или на часовом стекле смешайте 2-3 капли разбавленного раствора аммиака или соли аммония с несколькими каплями реактива Несслера (раствор $K_2[HgI_4]$ и гидроксида калия). Выпадает красно-коричневый осадок. Если ионов аммония очень мало, то осадок не выпадает, а только появляется жёлтое окрашивание.



1.2.5. Немного кристаллического хлорида аммония (со спичечную головку) положите на фарфоровую тигельную крышку или в маленькую чашку и нагрейте на асбестированной сетке. После выделения паров посмотрите, осталось ли что-нибудь на фарфоре. Можно проделать опыт иначе: положить хлорид аммония в сухую пробирку и, прокаливая её в наклонном положении, наблюдать, как соль испаряется и снова оседает на холодных стенках пробирки.

1.2.6. Аналогично предыдущему опыту прокалите на фарфоровой крышке сульфат аммония и сравните разложение сульфата с разложением хлорида аммония.

1.2.7. Повторите предыдущий опыт с одним из фосфатов аммония.

1.2.8. В небольшом количестве воды растворите несколько капель гидразина, гидразин-гидрата или несколько кристаллов одной из солей, например, сульфата гидразония, добавьте иодной воды и наблюдайте её обесцвечивание.

1.2.9. Как и в предыдущем опыте, приготовьте раствор гидразина или соли гидразония, прибавьте к нему раствор соли меди (II), а затем раствор щёлочи. Осторожно подогрейте пробирку и наблюдайте появление оранжевой окраски гидроксида меди (I), а при более сильном нагревании – красной окраски оксида меди (I).

1.2.10. Растворите в воде несколько кристаллов гидросиламина или какой-нибудь соли гидросиламмония, прилейте немного иодной воды и наблюдайте её обесцвечивание.

1.2.11. Проведите опыт, аналогичный опыту 1.2.9, взяв вместо гидразина гидросиламин или соль гидросиламмония.

1.3. Оксиды азота и их свойства

1.3.1. Оксид азота (I)

Он получается при разложении нитрата аммония, работа требует осторожности из-за возможности взрыва соли, обязательно наденьте защитные очки! Положите в сухую пробирку кристаллический нитрат аммония (примерно 1/10 часть пробирки), закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой и очень осторожно нагревайте соль, особенно когда она начнёт разлагаться – возможен взрыв. Выделяющийся газ соберите в маленькие колбы над водой (см. рис. 1) и закройте их потом стёклами. Не забудьте сразу после собирания газа вынуть газоотводную трубку из воды, и только потом прекратите нагревание пробирки! В одну из колб с газом внесите тлеющую лучинку, а в другую – ложечку с горячей серой (в ложечку для сжигания положите кусочек серы с горошину величиной и нагрейте до загорания серы).

1.3.2. Оксид азота (II)

В пробирку с газоотводной трубкой положите медные стружки или кусочки медной проволоки и залейте их разбавленной равным объемом воды концентрированной азотной кислотой. Если реакция протекает медленно, то немного подогрейте пробирку. Выделяющийся газ соберите над водой (см. рис. 1) в пробирки или маленькие колбы. Одну из них откройте и посмотрите, как протекает взаимодействие оксида азота (II) с кислородом воздуха. В другую опустите горящую лучинку. Затем пропустите ток оксида азота (II) в пробирку со свежеприготовленным раствором сульфата железа (II) и наблюдайте изменение окраски, а потемневший раствор прокипятите.

1.3.3. Оксид азота (IV)

В пробирку с газоотводной трубкой положите немного медных стружек или кусочков медной проволоки и залейте их концентрированной азотной кислотой, выделяющийся газ соберите в сухую пробирку, которую неплотно закройте пробкой и охладите льдом. Наблюдайте изменение цвета вследствие димеризации оксида азота (IV). Подогрейте пробирку и отметьте изменение цвета при разложении димера. Опустите газоотводную трубку в пробирку с водой и через некоторое время исследуйте раствор на присутствие кислот.

1.3.4. Оксид азота (III)

В одной пробирке охладите льдом несколько миллилитров раствора нитрита натрия, а в другой – столько же разбавленной серной кислоты. Затем слейте растворы и наблюдайте голубую окраску оксида азота (III) и его последующее разложение при повышении температуры раствора.

1.4. Свойства азотной кислоты

В одной пробирке к подкисленному раствору иодида калия или натрия прилейте раствор нитрита натрия и наблюдайте выделение иода. В другую пробирку налейте очень немного раствора перманганата калия, подкислите его раствором серной кислоты и прибавьте раствор нитрита натрия. Наблюдайте обесцвечивание перманганата с образованием соли марганца (II).

1.5. Сравнение прочности азотистой и азотной кислот

В одну пробирку налейте очень немного раствора нитрита, а в другую нитрата калия или натрия, и в каждую прилейте столько же разбавленной серной кислоты. Наблюдайте появление бурого газа в пробирке с раствором нитрита и отсутствие реакции разложения в пробирке с раствором нитрата. Налейте в пробирку не более 1 мл концентрированной азотной кислоты, нагрейте до появления бурых паров и затем внесите в неё горящую лучинку.

1.6. Получение нитрита натрия

Немного кристаллического нитрата натрия прокалите в сухой пробирке до прекращения выделения газа, который испытайте тлеющей лучинкой. Затем при остывании расплава наклоняйте пробирку, чтобы расплав застыл не на дне, а на стенках. Когда пробирка остынет, растворите продукт в воде и докажите, что он представляет собой нитрит натрия. Этот опыт можно проделать и с нитратом калия, однако для его разложения требуется более высокая температура, а значит и более длительное нагревание.

1.7. Свойства азотной кислоты

1.7.1. Маленький кусочек серы (меньше спичечной головки) залейте в пробирке концентрированной азотной кислотой и нагревайте до растворения серы. Докажите образование серной кислоты в полученном растворе.

1.7.2. Налейте в пробирку не более 2 мл концентрированной азотной кислоты и пропустите в неё ток сероводорода из аппарата Киппа (можно

взять и сероводородную воду – раствор сероводорода в воде). Наблюдайте выделение серы (с сероводородной водой осадка образуется очень мало).

1.7.3. В четверти пробирки воды растворите несколько кристаллов сульфата железа (II) или соли Мора (двойной сульфат железа (II)–аммония) и разделите поровну в две пробирки. В одну из них добавьте немного концентрированной азотной кислоты и прокипятите несколько минут. После охлаждения в обе пробирки прилейте понемногу раствора роданида калия или аммония, образующего темно-красный роданид железа (III).

1.7.4. На кусочек хлопчатобумажной ткани нанесите стеклянной палочкой каплю концентрированной азотной кислоты и наблюдайте разрушение ткани.

1.7.5. Налейте в пробирку около 1 мл концентрированной соляной кислоты и прибавьте несколько капель концентрированной азотной. Выделение хлора при их взаимодействии докажете с помощью иодокрахмальной бумаги (фильтровальная бумага, пропитанная иодидом калия и крахмалом, перед употреблением смачивается водой). Её можно заменить полоской фильтровальной бумаги, на которую нанести несколько капель растворов иодида калия или натрия и крахмала.

1.7.6. Кусочек цинка (часть гранулы) и такой же кусочек олова поместите в пробирки, прилейте немного концентрированной азотной кислоты и проведите реакции при нагревании.

1.7.7. К одной-двум гранулам цинка прилейте немного сильно разбавленного раствора азотной кислоты. Через 5-6 мин отлейте немного раствора и докажете наличие в нём ионов аммония.

1.7.8. Характерной реакцией на нитрат-ионы является взаимодействие их с дифениламином в сильноокислой среде. К нескольким каплям раствора какого-либо нитрата прибавьте несколько капель раствора дифениламина в концентрированной серной кислоте и наблюдайте синюю окраску образующегося нитро-соединения.

1.7.9. *Работу проводить осторожно, под тягой!* Групповой опыт. Расплавленные нитраты щелочных металлов вызывают воспламенение горючих веществ. В сухую пробирку насыпьте примерно на 1/8 её объема твёрдого нитрата калия или натрия, закрепите пробирку в лапке штатива в вертикальном положении (не зажимать слишком сильно!) и нагрейте до начала разложения с выделением кислорода, что напоминает, как бы начало кипения жидкости. Бросьте в пробирку с помощью щипцов кусочек

древесного угля и наблюдайте его воспламенение. Когда уголь сгорит, но не раньше, бросьте так же кусочек серы, который тоже загорается. Осторожно: пробирка может треснуть!

2. Фосфор

2.1. Получение белого фосфора

Работа требует особой осторожности из-за сильной ядовитости и способности белого фосфора самовоспламеняться! Работать обязательно под тягой, чтобы образующийся при горении оксид фосфора (V) в виде дыма не попал на кожу и в дыхательные пути, так как он тоже весьма ядовит.

В сухую пробирку положите на дно немного, примерно с две горошины, красного фосфора. Пробирку закрепите в лапке штатива в наклонном положении так, чтобы дно было немного выше отверстия, которое нужно заткнуть кусочком ваты. Потом осторожно нагревайте красный фосфор, который начнет возгоняться (при этом часто видно небольшое пламя: реагирует имеющийся в пробирке кислород воздуха), пары оседают на холодных стенках пробирки в виде налёта или капелек белого фосфора. После этого нагревание нужно прекратить и дать пробирке остыть. Затем осторожно вынув ватный тампон (вату следует либо сжечь под тягой, либо утопить в стакане с раствором сульфата меди (II) для уничтожения находящегося на ней белого фосфора), соскоблить лучинкой часть белого фосфора со стенки пробирки и вынуть лучинку из пробирки. Белый фосфор при этом воспламеняется. Лучинку следует сжечь, особенно ту часть, где был белый фосфор. Пробирку по окончании опыта заполнить раствором сульфата меди (II) до края и через некоторое время посмотреть, как белый фосфор восстановил медь, налет которой виден на стенках пробирки (фосфор окисляется до фосфорной кислоты).

2.2. Оксид фосфора (V)

На фарфоровую крышку тигля или осколок фарфоровой чашки положите немного, примерно с две горошины, красного фосфора. Поместив тигельную крышку на асбестированную сетку (*обязательно под тягой!*), подожгите фосфор и затем накройте его большой стеклянной воронкой, под край которой подложите спичку для доступа воздуха. На стенках воронки оседает оксид фосфора (V), который из-за сильной гигроскопичности

быстро начинает расплываться. Смыть его с воронки небольшим количеством воды, убедитесь, что в растворе получилась кислота, образовавшаяся метафосфорная кислота свертывает белки, вызывая их денатурацию. Это можно проверить, если добавить к её раствору немного раствора белка куриного яйца – с белком происходит то же самое, что и при его варке.

2.3. Реакция на ортофосфат-ион – образование соли гетерополикислоты

К небольшому количеству раствора фосфорной кислоты или её соли прилейте концентрированной азотной кислоты и раствор молибдата аммония, смесь подогрейте. Наблюдайте образование характерного осадка $(\text{NH}_4)_3[\text{P}(\text{Mo}_{12}\text{O}_{40})]\cdot n\text{H}_2\text{O}$.

2.4. Ортофосфорная кислота

Положите в пробирку немного, примерно со спичечную головку, красного фосфора и прилейте концентрированной азотной кислоты, разбавленной водой 1:1. Осторожно нагревая, окислите фосфор азотной кислотой. В части полученного раствора можно обнаружить наличие ортофосфорной кислоты (смотри предыдущий опыт).

2.5. Хлорид фосфора (V)

Несколько кристаллов хлорида фосфора (V) положите на часовое стекло и слегка подуйте на них (осторожно!), наблюдайте, как они «дымят». Остальное вещество смойте водой со стекла в пробирку и прокипятите. Докажите наличие в полученном растворе хлороводородной и ортофосфорной кислот.

2.6. Ортофосфаты кальция

Проведите в растворе обменные реакции между хлоридом кальция и дигидро-, гидро- и ортофосфатами натрия. Сравнивая количества осадков сделайте вывод о растворимости соответствующих фосфатов кальция. Подействуйте на осадки раствором хлороводородной кислоты.

2.7. Гидролиз дигидро-, гидро- и ортофосфатов натрия

Испытайте универсальной индикаторной бумагой растворы дигидро-, гидро- и ортофосфатов натрия. Объясните наблюдаемые различия в pH. Напишите уравнения реакции гидролиза, какими ещё процессами сопровождается гидролиз кислых солей?

3. Мышьяк, сурьма и висмут

Внимание: соединения мышьяка и сурьмы очень ядовиты, работать с ними следует под тягой, причём все растворы с соединениями мышьяка после окончания работы следует выливать в специальную банку в вытяжном шкафу, а не в раковину. Тщательно вымыть руки!

3.1. Получение сурьмы и висмута

Получите сурьму и висмут, восстанавливая их цинком из хлорида сурьмы (III) и нитрата висмута (III), взяв для этого по 1-2 мл соответствующих растворов и по одной грануле цинка. Рассмотрите через некоторое время кристаллы сурьмы и висмута на поверхности цинка.

3.2. Арсин, стибин

Проведение реакции Марша возможно только при наличии сильной тяги в вытяжном шкафу. Опыт демонстрируется всей группе студентов.

Прибор Марша состоит из колбы Эрленмейера (коническая колба), на дно которой кладутся гранулы цинка (20 штук), через пробку проходит доходящая почти до дна воронка, а также короткая изогнутая стеклянная трубка, к которой присоединена широкая стеклянная трубка, в некоторых местах сужающаяся, с оттянутым, загнутым концом (рис. 2).

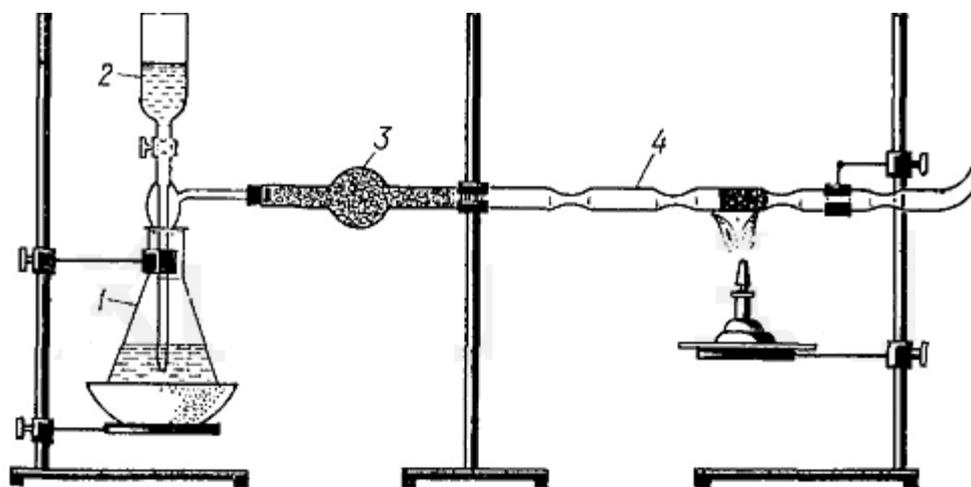


Рис. 2. Прибор Марша: 1- колба Эрленмейера, 2- капельная воронка, 3- хлоркальциевая трубка, 4- восстановительная трубка.

Через воронку в колбу приливается раствор серной кислоты (концентрированная серная кислота, разбавленная водой в соотношении 1:3), выделяющийся водород наполняет прибор. Обязательно нужно

проверить, что водород вытеснил из прибора весь воздух, для чего делается проба на чистоту водорода: он собирается в пробирку у оттянутого конца трубки, пробирка подносится отверстием к пламени горелки (не рядом с прибором!). Если водород сгорает тихо, то он чистый, резкий звук бывает, когда водород смешан с воздухом. После проверки чистоты водород следует поджечь, у кончика трубки будет малозаметное пламя. Затем через воронку в прибор нужно прилить несколько миллилитров раствора, содержащего любое растворимое соединение мышьяка или сурьмы. Примесь образующегося арсина или стибина изменяет цвет пламени водорода: эти газы дают при сгорании хорошо видимое пламя. Затем суженную часть трубки следует осторожно нагреть горелкой. Разложение арсина или стибина при нагревании приводит к образованию налёта мышьяка или сурьмы на холодной части трубки в виде чёрного зеркального слоя («мышьяковое зеркало» или «сурьяное зеркало»). Когда опыт окончен нужно, не гася водород, заполнить прибор через воронку водой. Растворы, содержащие мышьяк, слить в специальную банку. Трубку для удаления налёта промыть концентрированной азотной кислотой. Гранулы цинка выбросить или использовать только для опыта Марша, но ни в коем случае не для получения водорода в аппарате Киппа или каких-нибудь других опытов.

3.3. Оксид мышьяка (III)

Получите у лаборанта немного оксида мышьяка (III) в чистую пробирку, прилейте к нему 2-3 мл воды и нагрейте. Определите pH полученного раствора. Взболтайте нерастворившийся осадок и разделите его на две части. К одной прилейте раствор гидроксида натрия до полного растворения, а другую часть растворите в концентрированной хлороводородной кислоте при нагревании. Оба раствора сохраните для последующих опытов.

3.4. Хлорид сурьмы (III)

Немного сурьмы разотрите в порошок в ступке, согните желобком полоску бумаги шириной около 1 см и захватите на её конец немного порошка сурьмы. В колбу, предварительно заполненную хлором, стряхивайте порошок сурьмы и наблюдайте вспышки при реакции её с хлором. Хлор можно получить взаимодействием перманганата калия с концентрированной хлороводородной кислотой в пробирке, опустив газоотводную трубку в колбу, прикрытую стеклом (см. рис. 3 на стр. 34).

Вместо перманганата калия предпочтительнее использовать диоксид марганца, в этом случае реакция требует нагревания, что позволяет лучше контролировать скорость выделения хлора, процесс протекает менее бурно, чем с сильным окислителем KMnO_4 .

3.5. Оксид висмута (III)

Прокалите несколько кристаллов нитрата висмута (III) на фарфоровой тигельной крышке или осколке фарфоровой чашки до образования оксида висмута (III). Проверьте, растворяется ли этот оксид в щёлочи и в хлороводородной кислоте.

3.6. Гидроксиды сурьмы (III) и висмута (III)

Гидроксиды получите обменными реакциями соответствующих солей со щелочью. Проверьте отношение того и другого гидроксида к концентрированному раствору щёлочи и к концентрированной хлороводородной кислоте.

3.7. Окисление арсенита

К раствору арсенита натрия, полученному в опыте 3.3., прилейте иодной воды и наблюдайте обесцвечивание.

3.8. Восстановление висмута (III)

Возьмите 1—2 мл раствора хлорида олова (II) и прибавьте к нему избыток раствора щёлочи до полного растворения выпадающего вначале осадка гидроксида олова (II). К полученному раствору тетрагидроксостанната (II) натрия (или калия) прибавьте немного раствора нитрата висмута (III). Олово, окисляясь, образует тетрагидроксостаннат (IV) натрия.

3.9. Гидролиз хлорида сурьмы (III)

Взяв около 1 мл раствора хлорида сурьмы (III), разбавляйте его постепенно водой до появления осадка основных солей. Потом добавьте концентрированной хлороводородной кислоты.

3.10. Иодид висмута (III)

К 0,5—1 мл раствора нитрата висмута (III) прибавляйте по каплям раствор иодида калия или натрия до образования осадка. Затем добавьте избыток раствора иодида и наблюдайте растворение осадка с образованием комплексного соединения – тетраиодовисмутата (III) калия.

3.11. Сульфиды мышьяка (III), сурьмы (III) и висмута (III)

Подействуйте сероводородной водой (или пропустите ток сероводорода из аппарата Киппа) на растворы хлорида мышьяка (III) (из опыта 3.3.), хлорида сурьмы (III) и нитрата висмута (III). Слив раствор с осадков, разделите каждый на две части и испытайте их отношение к раствору хлороводородной кислоты и к раствору сульфида натрия или аммония. К тем растворам, где произошло образование тиосолей, прилейте избыток хлороводородной кислоты.

3.12. Мышьяковая кислота

В маленькую фарфоровую чашку положите немного (не более двух спичечных головок) оксида мышьяка (III), прилейте к нему 3-4 мл концентрированной азотной кислоты и нагревайте чашку на асбестированной сетке до прекращения выделения оксидов азота. Сухой остаток растворите в воде и прибавьте 1-2 мл концентрированной хлороводородной кислоты. Половину раствора оставьте для получения сульфида мышьяка (V), а к другой прибавьте немного раствора иодида калия или натрия.

3.13. Сурьяная кислота

Немного растёртой в порошок сурьмы залейте в пробирке концентрированной азотной кислотой и осторожно нагрейте до образования белого осадка. Слив раствор, разделите осадок на две части. Одну растворите в концентрированном растворе щёлочи, а другую – в концентрированной хлороводородной кислоте. Полученный раствор хлорида сурьмы (V) тоже разделите на две части. Одну оставьте для следующего опыта, а на вторую подействуйте раствором иодида калия или натрия.

3.14. Сульфиды мышьяка (V) и сурьмы (V)

Пропустите ток сероводорода или прибавьте сероводородной воды к растворам хлоридов мышьяка (V) и сурьмы (V), полученным в предыдущих опытах. Слив раствор с осадков, прибавьте избыток раствора сульфида натрия или аммония до их растворения, а затем на полученные растворы тиосолей подействуйте раствором хлороводородной кислоты.

16 ГРУППА, ХАЛЬКОГЕНЫ

1. Сера

1.1. Ромбическая сера

Нанесите стеклянной палочкой каплю раствора серы в толуоле на предметное стекло и поместите его под объектив микроскопа. Наблюдайте рост кристаллов ромбической модификации серы.

1.2. Пластическая сера

Положите в сухую пробирку кусочек серы (примерно полпробирки), осторожно нагревайте серу в пробирке до расплавления, после чего небольшую часть светло-жёлтой жидкости вылейте в стакан с водой, остальную серу продолжайте нагревать, наблюдая изменения её цвета и вязкости. Когда сера начнёт кипеть, быстро вылейте её в стакан с водой. Сравните обе полученные разновидности серы.

1.3. Диспропорционирование серы

Положите в фарфоровый тигель или небольшую чашку немного порошка серы и прилейте концентрированный раствор гидроксида натрия или калия. Осторожно прокипятите в течение нескольких минут, следя, чтобы раствор не разбрызгивался. Дайте немного остыть, прилейте воды и докажите, что в растворе имеются сульфид- и сульфит-ионы.

1.4. Сероводород

Осторожно: сероводород весьма ядовит, опыт следует проводить под тягой!

1.4.1. Положите в пробирку с пробкой, через которую проходит стеклянная трубка с оттянутым кончиком, несколько кусочков сульфида железа (II), прилейте разбавленной 1:1 хлороводородной кислоты и закройте пробкой. Очень осторожно понюхайте выделяющийся газ. Поднесите к отверстию полоску смоченной водой синей лакмусовой бумаги или фильтровальной бумаги с универсальным индикатором, а затем полоску бумаги, смоченную раствором нитрата свинца (II). Подожгите газ у отверстия трубки, осторожно понюхайте образующийся при горении оксид серы (IV). Внесите в пламя холодный фарфор и наблюдайте образование налёта серы при неполном сгорании сероводорода.

1.4.2. Подействуйте сероводородной водой (её можно приготовить, если в конце предыдущего опыта заменить пробку с оттянутой трубкой на пробку с газоотводной трубкой и несколько минут пропускать сероводород

в пробирку с водой) на бромную воду, наблюдайте обесцвечивание брома и выделение серы.

1.4.3. К 1-2 мл раствора перманганата калия прилейте раствор хлороводородной кислоты и затем сероводородную воду, наблюдайте обесцвечивание перманганата и выделение серы.

1.5. Сульфиды металлов

Проведите обменные реакции между растворами сульфида натрия или аммония и солей бария, кальция, железа (II), марганца (II), цинка, кадмия, сурьмы (III), меди (II), свинца (II), каждого раствора берите по 1-2 мл. Отметив цвета образующихся осадков, подействуйте на них разбавленным раствором хлороводородной кислоты. По результатам опыта составьте таблицу:

СУЛЬФИДЫ МЕТАЛЛОВ

Растворимые в воде	Нерастворимые в воде, но растворимые в разбавленных кислотах - неокислителях	Нерастворимые ни в воде, ни в разбавленных кислотах
-----------------------	--	---

1.6. Полисульфид натрия

Немного порошка серы слегка смочите в пробирке спиртом, а потом прилейте концентрированный раствор сульфида натрия (если серу не смочить спиртом, то она будет плавать на поверхности раствора, долго не вступая в реакцию) и осторожно кипятите раствор до тех пор, пока его цвет не станет жёлтым или красноватым. Отфильтруйте раствор от непрореагировавшей серы. К полученному раствору полисульфидов натрия прилейте хлороводородной кислоты до кислой реакции и наблюдайте выделение и разложение полисульфанов (полисульфидов водорода).

1.7. Оксид серы (IV) и сернистая кислота

1.7.1. Положите в пробирку немного сульфита натрия, прилейте концентрированной серной кислоты, чтобы вся соль была смочена, закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой и пропускайте выделяющийся газ в стакан с водой. Полученный раствор сернистой кислоты используйте для последующих опытов.

1.7.2. К бромной воде прилейте немного раствора сернистой кислоты и наблюдайте обесцвечивание раствора.

1.7.3. Смешайте растворы сернистой кислоты и сероводорода, наблюдайте образование осадка серы.

1.7.4. К раствору фуксина прибавьте раствор сернистой кислоты и наблюдайте обесцвечивание. Прокипятите раствор полученный раствор и наблюдайте появление окраски фуксина.

1.7.5. К раствору сернистой кислоты прилейте раствор гидроксида натрия или калия, чтобы получилась соль сернистой кислоты, а затем подействуйте раствором хлорида бария и наблюдайте образование осадка сульфита бария. На последний подействуйте концентрированной хлороводородной кислотой.

1.8. Серная кислота.

1.8.1. На листке бумаге сделайте надпись стеклянной палочкой, смоченной концентрированной серной кислотой. Осторожно посушите лист бумаги над горелкой или электрической лампой и наблюдайте обугливание бумаги.

1.8.2. Подействуйте разбавленной серной кислотой на медь и алюминий, можно немного подогреть раствор. На те же металлы подействуйте концентрированной серной кислотой на холоду и при нагревании. Очень осторожно понюхайте выделяющийся газ.

1.8.3. Возьмите кусочек серы (со спичечную головку), прилейте около 1 мл концентрированной серной кислоты и нагрейте. Очень осторожно понюхайте выделяющийся газ.

1.8.4. Прodelайте опыт, аналогичный предыдущему с кусочком угля.

1.8.5. К разбавленной серной кислоте прилейте раствор хлорида бария. На полученный осадок подействуйте концентрированной хлороводородной кислотой и сравните поведение сульфата и сульфита бария по отношению к хлороводородной кислоте. К очень небольшому количеству осадка сульфата бария прилейте немного концентрированной серной кислоты и перемешайте стеклянной палочкой до растворения осадка, а потом разбавьте полученный раствор водой.

1.9. Персульфаты

1.9.1. К подкисленному раствору иодида калия или натрия прилейте раствор персульфата (пероксодисульфата) калия или аммония и наблюдайте выделение иода.

1.9.2. Возьмите немного раствора соли хрома (III), подкислите его серной кислотой, прибавьте несколько капель раствора нитрата серебра (катализатор реакции) и нагрейте. В горячий раствор внесите немного

кристаллического персульфата калия или аммония и снова нагревайте до появления оранжевой окраски дихромат-иона.

1.10. Тиосульфат натрия (тиотриоксосульфат (VI) натрия)

1.10.1. К раствору тиосульфата натрия прилейте раствор хлороводородной кислоты и наблюдайте разложение тиосерной кислоты.

1.10.2. К хлорной воде понемногу прибавляйте раствор тиосульфата натрия до исчезновения запаха хлора.

1.10.3. К иодной воде прибавьте раствор тиосульфата натрия, наблюдайте обесцвечивание. Почему хлор окисляет тиосульфат до сульфата, а иод только до тетрагидрата?

1.10.4. На фарфоровую крышку тигля или в маленький тигель положите несколько кристаллов тиосульфата натрия и нагрейте: сначала осторожно для удаления кристаллогидратной воды, а потом сильно для разложения соли. Охладите продукты реакции, растворите в воде и испытайте действие на них концентрированной хлороводородной кислоты и хлорида бария.

2. Селен и теллур

2.1. Селенистая и селеновая кислоты

2.1.1. Очень немного (меньше спичечной головки) селена нагрейте в пробирке с 2—3 мл концентрированной азотной кислоты до полного растворения селена. Разбавьте раствор водой и используйте полученную селенистую кислоту для последующих опытов.

2.1.2. К сероводородной воде прилейте немного раствора селенистой кислоты, наблюдайте образование осадка, состоящего из селена и серы.

2.1.3. К раствору селенистой кислоты добавляйте понемногу раствор перманганата калия до тех пор, пока он не перестанет обесцвечиваться. Если прилит избыток раствора перманганата, то прибавьте еще немного раствора селенистой кислоты для обесцвечивания. К полученному раствору селеновой кислоты прибавьте раствор хлорида или нитрата бария и наблюдайте выпадение белого осадка селената бария. К осадку прилейте концентрированной хлороводородной кислоты и убедитесь, что он в ней не растворяется. Прокипятите раствор с осадком, наблюдайте растворение осадка и выделение хлора. Последний можно обнаружить с помощью полоски фильтровальной бумаги, смоченной раствором иодида калия или натрия.

17 ГРУППА, ГАЛОГЕНЫ

Все работы с хлором, бромом, соединениями фтора следует проводить в вытяжном шкафу с хорошей тягой. При вдыхании хлора или паров брома немедленно понюхать разбавленный (2-3 %-ный) раствор аммиака. При отравлении хлором или парами брома обратиться к преподавателю или лаборанту.

1. Хлор

1.1. В небольшую колбу Вюрца (круглодонная колба с боковым отводом) насыпьте примерно половину чайной ложки перманганата калия, на боковой отвод колбы наденьте резиновую трубку для пропускания хлора в колбу (рис. 3).

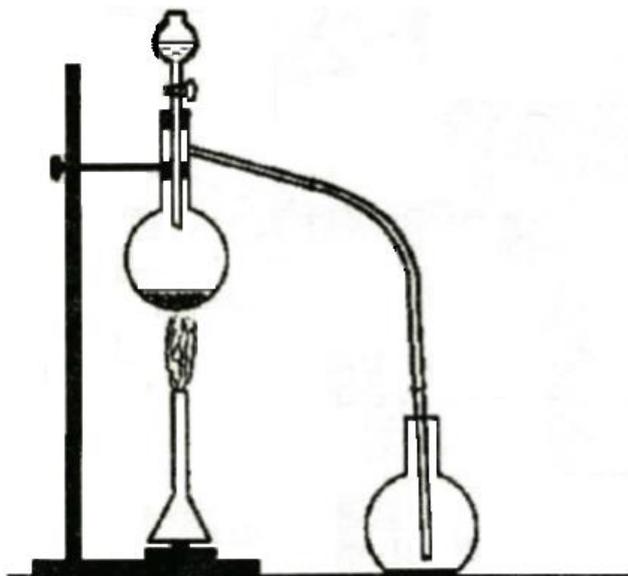


Рис. 3. Общий вид установки для получения хлора.

Закройте колбу пробкой с вставленной в неё капельной воронкой и закрепите осторожно в лапке штатива так, чтобы колбу можно было нагревать. Налейте в воронку концентрированной хлороводородной кислоты. Будьте очень внимательны: если по ошибке взять серную кислоту – произойдет взрыв! Понемногу приливайте кислоту из капельной воронки в колбу. Когда выделяющийся хлор заполнит колбу и начнёт выходить из трубки, опустите последнюю в колбу или стеклянный цилиндр, заполните хлором и закройте стеклом. Наберите хлор ещё в несколько колб, а затем

опустите трубку в колбу с водой для получения раствора хлора – хлорной воды, которая тоже понадобится для последующих опытов. Если в колбе Вюрца есть еще твёрдая соль и раствор кислоты, а хлор выделяется медленно – немного подогрейте колбу, не забывая, что в конце опыта следует сначала вынуть трубку из воды, а только потом прекратить нагревание, иначе воду засосёт в прибор. В этом опыте вместо перманганата калия можно использовать дихромат калия или диоксид марганца, в этом случае подогревать обязательно.

1.2. На дно одной из колб с хлором насыпьте немного песка, несколько тонких медных проволочек зажмите в щипцах, нагрейте их в пламени горелки и сразу же опустите в колбу с хлором. Медь активно реагирует с хлором с образованием хлоридов меди (I) и (II). Растворите в воде продукты реакции.

1.3. Разотрите немного металлической сурьмы в порошок, согните желобок из бумажной полоски шириной около 1 см, на кончик этого желобка возьмите немного порошка сурьмы и стряхивайте его в колбу с хлором. Наблюдайте вспышки при образовании хлорида сурьмы (III).

1.4. Тонкую, узкую полоску олова (можно сделать из гранул при помощи паяльника) зажмите в щипцах и внесите в сосуд с хлором. Наблюдайте воспламенение олова при его окислении до хлорида олова (IV).

1.5. Немного красного фосфора (со спичечную головку) положите в ложечку для сжигания и внесите в колбу с хлором. Наблюдайте воспламенение фосфора, который окисляется до хлоридов фосфора (III) и (V).

1.6. Огарок маленькой свечки закрепите на ложке для сжигания, зажгите свечу и внесите в сосуд с хлором, в котором свеча продолжает гореть. Докажите, что при горении свечи в хлоре образовался хлороводород.

2. Бром

2.1. Положите в пробирку несколько кристаллов бромиды калия, прибавьте несколько капель концентрированной серной кислоты и нагрейте. Наблюдайте выделение паров брома.

2.2. К 1-2 мл раствора бромиды калия прилейте равный объем хлорной воды, наблюдайте выделение брома. Из водного раствора экстрагируйте

бром, добавив органический растворитель – бензол, толуол, бензин или четыреххлористый углерод (тетрахлорид углерода), в которых бром растворяется лучше, чем в воде. Добавив растворитель, взболтать его с раствором и дать отстояться.

2.3. Раствор брома в воде – бромную воду – можно приготовить как растворением брома в воде, так и следующим образом: к раствору бромида калия прибавить немного бромата калия или натрия и подкислить раствор серной кислотой. Выделяющийся при реакции окисления бромида броматом в кислой среде бром дает водный раствор, который можно использовать для всех последующих опытов.

2.4. Налейте в пробирку очень немного бромной воды и бросьте в неё кусочек магния. Наблюдайте обесцвечивание бромной воды при взаимодействии с магнием.

2.5. К бромной воде добавьте немного концентрированного раствора аммиака, наблюдайте окисление аммиака и выделение азота.

3. Иод

3.1. К нескольким кристаллам иодида калия или натрия прибавьте несколько капель концентрированной серной кислоты и подогрейте. Наблюдайте выделение паров иода, осторожно понюхайте выделяющийся при восстановлении серной кислоты газ.

3.2. К 1-2 мл раствора иодида калия или натрия прилейте равный объем хлорной воды, наблюдайте образование водного раствора иода. Экстрагируйте иод из водного раствора, взболтав раствор с органическим растворителем – бензолом, толуолом, бензином или тетрагидрофураном. Обратите внимание на разницу в цвете растворов иода в воде и в органических растворителях.

3.3. Прделайте то же, что и в предыдущем опыте, с бромной водой вместо хлорной воды.

3.4. Несколько кристаллов иода взболтайте в воде, обратите внимание на цвет полученной иодной воды. Прибавьте к раствору немного иодида калия или натрия и снова взболтайте. Отметьте изменение окраски вследствие повышения растворимости иода из-за образования комплекса KI_3 . Раствор сохраните.

3.5. В 1-2 мл раствора иода из предыдущего опыта поместите немного магния и через некоторое время посмотрите, как изменился цвет раствора.

3.6. Групповой опыт, требующий хорошей тяги! Равные по объему, небольшие количества порошка алюминия и растёртого иода осторожно смешайте в сухой фарфоровой чашке сухой палочкой, сильно не растирая. Затем на смесь капните воды – одну—две капли из пипетки. Через некоторое время начинается бурная реакция иода с алюминием.

4. Фторид водорода

Опыт требует исключительной осторожности из-за ядовитости фтороводорода. Выполнять его можно только при хорошей тяге в присутствии преподавателя или лаборанта.

Возьмите стеклянную пластинку и покройте её тонким слоем парафина или воска: для этого стекло нужно осторожно подогреть, чтобы парафин расплавился, наклоняя пластинку, сделать слой равномерным, а лишний парафин должен стечь. Затем гвоздем или иглой процарапайте на парафине какой-нибудь рисунок или надпись (линии рисунка обязательно должны доходить до стекла). Затем в свинцовую ванну насыпьте немного фторида кальция, прибавьте концентрированной серной кислоты и перемешайте её с фторидом до образования кашицы. Закройте ванну стеклянной пластинкой, парафинированной стороной вниз, и поставьте ванну на тёплую песчаную баню. Выделяющийся фтороводород реагирует со стеклом. Нужно следить, чтобы нагрев не был слишком сильным, иначе парафин расплавится. Через некоторое время пластинку снимите, промойте водой под тягой, соскоблите слой парафина ножом, а остатки можно удалить тряпочкой, смоченной бензином. Посмотрите результаты травления стекла.

В этом опыте можно вместо фторида кальция использовать фторид натрия, смешивать его с кислотой нужно очень быстро и осторожно, а нагревать слабее, поскольку эта соль реагирует с кислотой гораздо легче, чем нерастворимый в воде фторид кальция.

5. Галогениды водорода и металлов

5.1. Положите в пробирку слоем толщиной около 1 см кристаллический хлорид натрия, слегка смочите его водой и прилейте несколько миллилитров концентрированной серной кислоты (если соль не смочить водой, то масса будет сильно пениться). Закройте пробирку сухой пробкой с газоотводной трубкой и заполните выделяющимся хлоридом

водорода сухую пробирку, опустив трубку до дна пробирки. Когда пробирка заполнится газом, у её отверстия появится дым из-за образования с парами воды из воздуха капель хлороводородной кислоты. Быстро закрыв пробирку пальцем, опустите её отверстием вниз в кристаллизатор с водой и опустите палец. Наблюдайте растворение хлороводорода в воде, проверьте, что в пробирке получилась кислота.

5.2. Получите обменными реакциями нитрата серебра с хлоридом, бромидом и иодидом калия или натрия хлорид, бромид и иодид серебра. Проверьте, образуется ли осадок при взаимодействии фторида натрия с нитратом серебра. На осадки нерастворимых в воде галогенидов серебра подействуйте раствором аммиака и определите, какие из них при этом растворяются.

5.3. Получите обменными реакциями хлорид, бромид и иодид свинца (II). Слив раствор, прилейте к всем осадкам воды, нагрейте до кипения и полученные растворы перелейте в чистые пробирки, отделив от нерастворившихся осадков. Наблюдайте выделение кристаллов галогенидов свинца (II) при медленном охлаждении этих насыщенных при нагревании растворов.

6. Кислородные соединения галогенов

6.1. К хлорной, бромной и иодной воде прибавьте раствор гидроксида натрия или калия, отметьте изменение цвета и запаха растворов. Разделив каждый раствор на две части, одну из них подкислите раствором серной кислоты и наблюдайте появление запаха и окраски, а вторую часть сначала прокипятите, а потом тоже подкислите и сравните результаты.

6.2. Окислите иод в небольшой порции иодной воды, прибавляя к ней хлорную воду до обесцвечивания раствора.

6.3. В одной пробирке смешайте небольшие количества растворов хлорида и хлората калия или натрия, во второй - бромида или бромата, в третьей - иодида или иодата. В каждую добавьте раствор серной кислоты, наблюдайте выделение хлора, брома и иода. Почему они выделяются только при подкислении раствора?

6.4. Налейте в пробирку раствор нитрата свинца (II), прибавьте к нему хлорной извести (хлорид-гипохлорит кальция) и нагрейте. Наблюдайте образование оксида свинца (IV).

6.5. Получите осадок гидроксида марганца (II) взаимодействием растворов соли марганца (II) и щёлочи. К осадку прилейте раствор гипохлорита кальция (хлорной извести) и наблюдайте быстрое образование гидроксида марганца (IV).

6.6. Подействуйте на подкисленный серной кислотой раствор фуксина или индиго раствором гипохлорита кальция (хлорной извести), наблюдайте обесцвечивание раствора.

6.7. *Получение оксида хлора (IV) требует особой осторожности, ни в коем случае не увеличивайте количества веществ во избежание сильного взрыва!*

В сухую пробирку положите несколько кристаллов хлората калия (бертолетовой соли) – примерно с половину спичечной головки по объёму – и пипеткой смочите эти кристаллы 1—2 каплями концентрированной серной кислоты. Наблюдайте выделение оксида хлора (IV). Очень осторожно слегка подогрейте пробирку – диоксид хлора разлагается при нагревании со взрывом.

6.8. Смешайте растворы хлората калия и иодида калия или натрия, отметьте отсутствие каких-либо изменений, а затем подкислите серной кислотой и наблюдайте выделение иода.

6.9. Смешайте равные объёмы растворов бромиды натрия или калия и разбавленной серной кислоты, а затем прибавьте несколько капель раствора иодата калия или натрия. Наблюдайте изменение цвета раствора вследствие выделения брома.

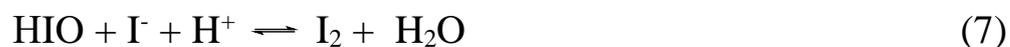
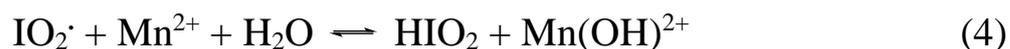
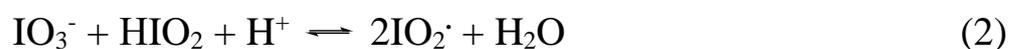
6.10. Налейте в пробирку около 5 мл насыщенного раствора хлората калия (бертолетовой соли), прибавьте несколько кристаллов иода (очень немного!) и прилейте около 2 мл концентрированной серной кислоты. Закрепите пробирку наклонно в штативе и нагрейте раствор. Отсутствие иода подтвердите с раствором крахмала. В растворе образуется иодноватая кислота (триоксиодат (V) водорода).

7. Колебательная реакция Бриггса-Раушера

Данная реакция открыта в 1973 г. и включает окисление иодат-ионами малоновой кислоты (RH) до её иодпроизводного (RI) в присутствии перекиси водорода и катализатора – ионов марганца (II/III) – в кислой среде:



Механизм этой реакции еще недостаточно изучен и включает около 30 стадий. Однако для понимания причины возникновения колебательного режима достаточно рассмотреть упрощенный механизм, включающий 11 стадий (здесь Enol – енольная форма RH):



Рассмотрим возникновение концентрационных колебаний в редокс-паре I₂/I⁻. При низких концентрациях I⁻ скорость образования I₂ по реакции (7) мала. Однако за счет реакций (5) и (11) анионы I⁻ начинают накапливаться, а концентрация I₂ будет падать за счет реакции (11) и обратной реакции (7). Уменьшение концентрации I₂ постепенно приводит к снижению скорости накопления I⁻. Когда же концентрация аниона I⁻ станет достаточно большой, скорость расщедования его по реакции (7) увеличится. В результате возросшая концентрация I⁻ снова уменьшится, и система возвратится в начальное состояние. Затем цикл повторяется.

Колебание концентраций можно наблюдать визуально с помощью иод-крахмальной реакции. В этом случае окраска раствора будет циклически изменяться от бесцветной через желтую до синей (трёхцветный цикл).

«Иодные часы»

Колебательная реакция Бриггса-Раушера в присутствии индикатора крахмала называется «иодные часы», поскольку изменение окраски за счет изменения концентрации I_2 происходит через строго определенные промежутки времени. Началу колебаний предшествует индукционный период. Его продолжительность, а также четкость, воспроизводимость и сама возможность колебаний зависят от начальных концентраций компонентов системы. Колебания возникают только в определенном диапазоне этих концентраций.

Для выполнения эксперимента в мерных колбах на 250 мл готовят три раствора, состав и концентрации веществ, в которых даны в таблице. Равные объемы этих растворов быстро сливают в стакан и перемешивают магнитной мешалкой. В ходе наблюдения фиксируют секундомером период колебаний, а также подсчитывают их число. При оформлении отчета записывают 11 стадий упрощенного механизма колебательной реакции.

Раствор 1		Раствор 2			Раствор 3			
30% H_2O_2	H_2O	H_2SO_4 (конц)	KIO_3	H_2O	Крахмал	мало- новая к-та	$MnSO_4$	H_2O
102.5 мл	до 250 мл	2.8 мл	10.75 г	до 250 мл	5 мл	3.9 г	0.85 г	до 250 мл

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ХИМИИ *d*-ЭЛЕМЕНТОВ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

4 ГРУППА

1. Гидроксид титана (IV)

Налейте в пробирку 3-4 мл раствора соли титана (IV) и, добавляя понемногу разбавленный раствор гидроксида натрия, получите осадок гидроксида титана (IV). Взболтав осадок, отлейте небольшие количества полученной суспензии в три пробирки и исследуйте отношение свежесозданного гидроксида титана (IV) к разбавленной серной кислоте, разбавленному и концентрированному растворам щёлочи. Оставшийся осадок гидроксида титана (IV) прокипятите в течение 3-5 минут. При этом происходит «уплотнение» связей в гидроксиде, «старение» осадка (ранее говорили о превращении α -титановой кислоты в β -титановую). Подействуйте на состаренный осадок гидроксида титана (IV) раствором серной кислоты. Следует заметить, что хотя уплотнившийся гидроксид и не растворяется в кислотах, однако он способен иногда переходить в золь (коллоидный раствор).

2. Качественная реакция на соли титана (IV)

К нескольким каплям раствора соли оксититана (IV), подкисленного серной кислотой, прибавьте 2-3 капли 3%-ного раствора пероксида водорода и наблюдайте появление жёлто-оранжевой окраски иона пероксотитана (IV). Прибавьте немного фторида натрия или аммония и наблюдайте исчезновение окраски вследствие образования фторидного комплекса титана (IV).

3. Соединения титана (III)

В подкисленный раствор соли титана (IV) бросьте 2-3 гранулы цинка и наблюдайте изменение окраски при восстановлении титана (IV) атомарным водородом. Полученный раствор соли титана (III) разделите на две части. К одной быстро прибавьте несколько капель раствора перманганата калия и наблюдайте окисление титана (III) до титана (IV). Во второй части раствора наблюдайте окисление кислородом воздуха.

5 ГРУППА

1. Оксид ванадия (V)

1.1. Получение оксида ванадия (V)

На фарфоровую крышку тигля (можно использовать осколок фарфоровой чашки или тигля) положите немного метаванадата аммония и нагревайте его, поместив тигельную крышку на асбестированную сетку, до образования оранжевого оксида ванадия(V). Слишком сильно нагревать нельзя.

1.2. Свойства оксида ванадия (V)

1.2.1. Очень малое количество оксида ванадия (V) взболтайте в пробирке с водой и определите рН полученного раствора универсальным индикатором.

1.2.2. В две пробирки положите понемногу (со спичечную головку, не больше) оксида ванадия (V) и подействуйте разбавленным раствором гидроксида натрия или калия и разбавленным раствором серной кислоты. Для ускорения растворения растворы подогрейте.

2. Тиованадаты и сульфид ванадия (V)

К небольшому количеству раствора ванадата аммония или натрия (можно использовать раствор ванадата, полученный в опыте **1.2.2.**) прилейте избыток раствора сульфида натрия или аммония и наблюдайте появление красно-коричневой окраски тиованадата. Прибавьте к раствору концентрированной хлороводородной кислоты и наблюдайте выпадение осадка сульфида ванадия (V).

3. Пероксованадаты

1—2 мл раствора ванадата натрия или аммония подкислите серной кислотой и прилейте несколько капель 3%-ного раствора пероксида водорода. Наблюдайте образование жёлтых пероксованадатов.

4. Соединения ванадия (IV, III, II)

Налейте в пробирку 3-6 мл раствора ванадата аммония прибавьте 2—3 мл концентрированной хлороводородной кислоты, обратите внимание на пожелтение раствора вследствие образования изополиванадат ионов и положите несколько гранул цинка. Наблюдайте изменение окраски

ванадат-иона в голубую оксопентаакваванадий (IV) иона, зеленую гексаакваванадий (III) иона и фиолетовую гексаакваванадий(II) иона. Последнюю видно только вблизи гранул цинка.

6 ГРУППА

1. Хром.

1.1. Получение хрома

Прокалите оксид хрома (III), разотрите в порошок дихромат калия. Смешайте 3.5 г оксида хрома (III), 2.5 г дихромата калия и 2 г порошка алюминия. В тигель насыпьте сначала 1 г фторида кальция, затем приготовленную смесь, уплотните её, сделав в середине углубление. Приготовьте зажигательную смесь из 0.5 г порошка алюминия и 4.5 г пероксида бария путем осторожного перемешивания или на листе бумаги или встряхивания в сухой пробирке, но ни в коем случае не растирая эту смесь. Заполните углубление в тигле зажигательной смесью и вставьте в середину магниевую ленту. Можно около ленты магния положить несколько спичечных головок. Тигель следует поставить в вытяжном шкафу на песок, насыпанный в металлическую коробку или сковороду, причем тигель несколько погрузить в песок. Стекло вытяжного шкафа опустить, а затем поджечь ленту магния. Когда тигель по окончании реакции остынет, разбить его и вынуть королек хрома.

1.2. Хлорид хрома (II)

Налейте в пробирку раствор хлорида хрома (III), прибавьте к нему немного концентрированной хлороводородной кислоты, бросьте несколько гранул цинка, налейте сверху небольшой слой бензина или бензола и закройте пробирку пробкой с клапаном Бунзена. Последний представляет собой надетый на проходящую через пробку стеклянную трубку кусочек резиновой трубки примерно 5 см длиной и в середине имеющий прорезь около 2 см длиной. Верхний конец резиновой трубки заткнут кусочком стеклянной палочки. Клапан Бунзена позволяет выходить газу из прибора, но не пропускает в прибор воздух. Наблюдайте появление голубой окраски хлорида хрома (II) сначала около поверхности гранул цинка, а затем и во всем растворе.

1.3. Оксид хрома (III)

На керамическую пластинку насыпьте горкой немного дихромата аммония. Пластинку поместите на фанерный или картонный, довольно большой прямоугольник, а затем спичкой нагрейте верх горки соли до начала её разложения. По окончании реакции соберите оксид хрома (III). Испытайте отношение его к раствору кислоты и щёлочи.

1.4. Гидроксид хрома (III)

Налейте в пробирку 3-4 мл раствора хлорида хрома (III) и понемногу прибавляйте к нему раствор гидроксида натрия или калия до образования густого серо-зеленого осадка гидроксида хрома (III), полученный осадок разделите на две части и подействуйте на одну избытком разбавленного раствора кислоты, а на другую щёлочи.

1.5. Гидролиз солей хрома (III)

1.5.1. К раствору хлорида или сульфата хрома (III) прилейте раствор карбоната натрия, наблюдайте выделение газа и докажите, что выпавший осадок представляет собой гидроксид хрома (III), а не карбонат его.

1.5.2. Подействуйте на раствор хлорида или сульфата хрома (III) раствором сульфида натрия или аммония и докажите, что выпавший осадок не сульфид, а гидроксид хрома (III).

1.6. Получение хромата натрия

К небольшому количеству раствора хлорида или сульфата хрома (III) прибавьте большой избыток раствора гидроксида натрия до образования гексагидроксохромата (III) натрия, а затем прибавляйте раствор брома в воде (бромную воду) до перехода зеленой окраски в желтую хромата натрия.

1.7. Хромат и дихромат калия

1.7.1. Прибавляя к раствору хромата калия небольшое количество разбавленного раствора серной кислоты, наблюдайте изменение цвета раствора. Затем прилейте в ту же пробирку раствор гидроксида калия или натрия до появления первоначальной окраски.

1.7.2. Подействуйте на растворы хромата и дихромата калия раствором хлорида бария и наблюдайте в обоих случаях образование хромата бария. Дихромат бария не выпадает, потому что гидролиз дихромат-ионов дает хромат-ионы, а хромат бария менее растворим по сравнению с дихроматом бария.

1.7.3. Налейте в две пробирки по 0,5-1,0 мл растворов хромата и дихромата калия и прибавьте в каждую по несколько капель раствора нитрата серебра. Выпадает красный осадок хромата серебра.

1.7.4. К 1-2 мл раствора дихромата калия прилейте разбавленной серной или хлороводородной кислоты и прибавьте раствор нитрита натрия до изменения окраски раствора в результате восстановления дихромата в соль хрома (III). Для ускорения реакции раствор можно немного подогреть. Вместо нитрита натрия можно использовать какой-либо другой восстановитель, например, хлорид олова (II) или сульфат железа (II).

1.7.5. К 1-2 мл раствора дихромата натрия прибавьте раствор серной кислоты и около 0,5 мл этанола. Подогрейте раствор и осторожно понюхайте, до какого продукта окислится этанол: до этанала (уксусного альдегида) или уксусной кислоты, что зависит от соотношения количеств веществ и температуры.

1.8. Оксид хрома (VI)

К 1-2 мл насыщенного раствора дихромата калия прибавляйте по каплям концентрированную серную кислоту, всего тоже 1-2 мл и наблюдайте выпадение красных кристаллов оксида хрома (VI). Слейте раствор и растворите оксид хрома (VI) (хромовый ангидрид) в воде.

1.9. Пероксидные соединения хрома

К 2-3 мл 3%-ного раствора пероксида водорода прибавьте немного разбавленной серной кислоты и 1-2 мл диэтилового эфира (*осторожно, работать вдалеке от огня!*), а затем несколько капель раствора хромата или дихромата калия. Перемешать растворы и наблюдать окрашивание эфирного слоя пероксидным соединением хрома (VI) $[\text{Cr}(\text{O}_2)_2\text{O}((\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O})]$.

2. Молибден и вольфрам

2.1. Молибденовая синь

В фарфоровую чашку налейте около 1 мл раствора молибдата аммония и прибавьте 1-2 капли концентрированной серной кислоты, поставьте чашку на асбестированную сетку и выпаривайте раствор досуха. После охлаждения наблюдайте цвет молибденовой сини $\text{MoO}_3\text{Mo}_2\text{O}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

2.2. Восстановление молибдата

Налейте в пробирку 1-2 мл раствора молибдата аммония, прибавьте 2-3 мл раствора хлороводородной кислоты и 2-3 гранулы цинка. Наблюдайте изменение цвета сначала в синий (молибденовой сини), затем

при дальнейшем восстановлении атомарным водородом образуется зеленый $(\text{NH}_4)_2[\text{MoOCl}_5]$ и бурый $(\text{NH}_4)_2[\text{MoOCl}_4]$.

2.3. Пероксомолибдат аммония

Положите в фарфоровую чашку кристалл молибдата аммония, прилейте немного концентрированного аммиака и 3%-ного раствора пероксида водорода. Наблюдайте окраску пероксомолибдата аммония.

2.4. Фосфорномолибдат аммония

К очень небольшому количеству раствора ортофосфорной кислоты или её соли прилейте несколько миллилитров концентрированной азотной кислоты и раствора молибдата аммония, смесь подогрейте и наблюдайте образование жёлтого осадка $(\text{NH}_4)_3[\text{P}(\text{Mo}_{12}\text{O}_{40})] \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

2.5. Вольфрамовая синь

К 1-2 мл раствора вольфрамата натрия прилейте концентрированной хлороводородной кислоты и бросьте 2-3 гранулы цинка. Наблюдайте появление синей окраски при восстановлении атомарным водородом вольфрамата натрия до вольфрамовой сини, представляющей собой коллоидный раствор вольфрамовой кислоты, где вольфрам частично восстановлен до вольфрама (V).

7 ГРУППА

1. Соединения марганца (II)

1.1. Гидроксид марганца (II)

Налейте в пробирку раствор сульфата или хлорид марганца (II) и прибавьте равный объем раствор гидроксида калия или натрия. Полученный осадок разделите на четыре части. Исследуйте отношение гидроксида марганца (II) к избытку раствор щёлочи и к разбавленному раствору кислоты. Одну часть осадка в пробирке оставьте на некоторое время для окисления кислородом воздуха, а другую окислите раствором брома в воде (бромная вода) или раствором пероксида водорода. Последний добавляйте осторожно, поскольку гидроксид марганца (VI) каталитически ускоряет разложение пероксида водорода.

1.2. Окисление соединений марганца (II)

1.2.1. Насыпьте в пробирку немного (примерно две спичечные головки) оксида свинца (IV) или сурика, Pb_3O_4 , прилейте 2-3 мл

концентрированной азотной кислоты и добавьте 2-3 капли раствора сульфата марганца (II). Смесь нагрейте до кипения и прокипятите около одной минуты, а затем дайте отстояться осадку и наблюдайте розовую или розово-фиолетовую окраску перманганат иона.

1.2.2. Положите в пробирку несколько кристаллов персульфата аммония или калия, налейте треть пробирки воды, добавьте несколько капель разбавленной азотной кислоты и несколько капель раствора нитрата серебра, который служит катализатором реакции. Нагрейте жидкость до кипения и добавьте каплю раствора соли марганца (II). Наблюдайте розовую окраску раствора из-за образования марганцовой кислоты.

1.3. Сульфид марганца (II).

К раствору сульфата марганца (II) прилейте раствор сульфида натрия или аммония и наблюдайте образование нерастворимого в воде сульфида марганца (II) телесного цвета. На часть полученного осадка подействуйте раствором хлороводородной кислоты и наблюдайте его растворение. Другую часть оставьте на некоторое время и посмотрите, что происходит под действием кислорода воздуха.

2. Оксид марганца (IV)

2.1. Насыпьте в две пробирки понемногу оксида марганца (IV) – примерно две спичечные головки – и прилейте по 1-2 мл концентрированной серной в одну и концентрированной хлороводородной – в другую. Нагрейте пробирку с серной кислотой, и, когда начнется реакция, исследуйте выделяющийся газ тлеющей лучинкой. Вторую пробирку тоже нагрейте под тягой и поднесите к ней полоску фильтровальной бумаги, смоченную раствором иодида калия или натрия.

2.2. Растворите в воде немного сульфита натрия, прибавьте очень малое количество оксида марганца (IV), а затем подкислите раствор серной кислотой и наблюдайте происходящие изменения.

3. Манганат калия (тетраоксоманганат (VI) калия)

3.1. Положите в тигель немного твёрдого гидроксида калия (одну-две горошины), столько же нитрата калия (можно взять гидроксид натрия и нитрат натрия). Осторожно нагревая тигель, укрепленный в фарфоровом треугольнике, расплавьте смесь, внесите в неё несколько крупинок оксида марганца (IV) и продолжайте нагрев до образования тёмно-зеленого

расплава. Охладите тигель и растворите полученный манганат калия (или натрия) в небольшом количестве воды. Если воды взять много, то при разбавлении произойдет диспропорционирование манганата. Полученный раствор используйте для последующих опытов.

3.2. К 1-2 мл раствора манганата калия прибавьте несколько капель раствора серной кислоты и наблюдайте распад манганата на перманганат и оксид марганца (IV). Вместо подкисления можно просто разбавить раствор водой – при уменьшении щелочности манганаты разлагаются.

3.3. К зелёному раствору манганата приливайте хлорную воду (раствор хлора в воде) до изменения окраски на розовую или красно-фиолетовую.

3.4. К раствору манганата калия или натрия прилейте раствор сульфита натрия или сульфата железа (II) и наблюдайте выделение осадка оксида марганца (IV).

3.5. Подкислите серной кислотой раствор сульфата железа (II) и прилейте к нему немного раствора манганата калия (натрия) и наблюдайте обесцвечивание раствора.

4. Перманганат калия (тетраоксоманганат (VII) калия)

4.1. Смешайте полпробирки раствора перманганата калия с таким же объёмом разбавленной серной кислоты, разделите полученный подкисленный раствор в пять пробирок и добавьте к нему растворы: сульфита натрия, сульфата железа (II), иодида калия, пероксида водорода, щавелевой кислоты $H_2C_2O_4$. Последнюю пробирку для ускорения реакции подогрейте.

4.2. Налейте в три пробирки по 1-2 мл раствора перманганата калия и добавьте к нему растворы: сульфита натрия, иодида калия и сульфата марганца (II).

4.3. Налейте в пробирку около 1 мл раствора перманганата калия и добавьте к нему вдвое больший объём 30%-ного раствора гидроксида натрия или калия, а затем немного сульфита натрия. Наблюдайте появление зеленой окраски манганата при восстановлении перманганата в щелочной среде.

4.4. Налейте в пробирку около 2 мл раствора перманганата, столько же разбавленной серной кислоты и этанола. Подогрейте пробирку и осторожно понюхайте. Этанол в зависимости от соотношения

концентраций и температуры окисляется до ацетала (уксусного альдегида) или уксусной кислоты.

4.5. В маленькой фарфоровой чашке или тигле смешайте осторожно стеклянной палочкой несколько кристаллов перманганата калия с 2-3 каплями (не больше!) концентрированной серной кислоты. Концом стеклянной палочки с полученной смесью прикоснитесь к смоченному спиртом кусочку ваты. *Опыт проводить под тягой, ни в коем случае не увеличивая количества реагентов: возможен взрыв оксида марганца (VII).*

4.6. Влияние кислотности среды на скорость реакции окисления перманганатом калия щавелевой кислоты.

В две пробирки налейте одинаковые объемы порядка 0,5 мл раствора перманганата калия. В первую пробирку прилейте 5-6 мл разбавленной серной кислоты, во вторую такой же объём воды. Прибавьте в каждую пробирку по 2-3 мл раствора щавелевой кислоты и сравните скорость обесцвечивания раствора в пробирке с сильноокислой средой со скоростью во второй пробирке, где среда менее кислая.

4.7. Термическое разложение перманганата калия.

Положите в сухую пробирку несколько кристаллов перманганата калия, закрепите пробирку в лапке штатива и сильно нагревайте перманганат до полного разложения. Остывшие продукты разложения растворите в малом количестве (не более одного мл) воды. Наблюдайте зелёную окраску раствора за счёт манганата калия и осадок оксида марганца (IV). Манганат калия в водном растворе быстро диспропорционирует, и зеленая окраска исчезает.

4.8. Переход перманганата в манганат.

Смешайте в пробирке по 1 мл растворов перманганата калия и 30%-ного раствора щёлочи (гидроксида натрия или калия) и нагрейте пробирку, пока красно-фиолетовая окраска раствора не перейдет в зелёную.

4.9. «Химический гейзер».

Опыт проводить под тягой!

Тщательно разотрите в ступке немного кристаллов перманганата калия. Возьмите колбу Вюрца объемом 200-250 мл. Осторожно налейте в колбу высотой не более 0,5-0,7 см концентрированную (~ 30%) перекись водорода. Маленьким шпателем осторожно присыпайте растертый перманганат калия в колбу, и тут же закрывайте стекло тяги, реакция протекает очень бурно.

8-10 ГРУППЫ

1. Железо

1.1. Отношение железа к кислотам

Возьмите небольшой стальной гвоздь, если он покрыт ржавчиной, то оботрите его мокрой бумагой. Положите гвоздь в пробирку и подействуйте на железо разбавленной серной кислотой. Затем сделайте аналогичный опыт с концентрированной серной кислотой. Отметьте, как относится железо к концентрированной серной кислоте при комнатной температуре и при нагревании. Осторожно исследуйте запах газа, выделяющегося при реакции.

1.2. Соединения железа (II)

1.2.1. Растворите в небольшом количестве воды несколько кристаллов сульфата железа (II) и определите pH полученного раствора.

1.2.2. Смешайте несколько капель раствора сульфата железа (II) и гексацианоферрата (III) калия (красной кровяной соли), наблюдайте образование осадка турнбуллевой сини $KFe[Fe(CN)_6]$. Чтобы цвет осадка был лучше виден, можно капли растворов нанести на кусочек фильтровальной бумаги.

1.2.3. Налейте в пробирку 5-6 мл раствора сульфата железа (II), прибавьте разбавленной серной кислоты и немного раствора дихромата калия. Наблюдайте появление окраски соли хрома (III).

1.2.4. Проведите опыт, аналогичный предыдущему, взяв вместо дихромата перманганат калия.

1.2.5. Получите сульфид железа (II) обменной реакцией сульфата железа (II) с сульфидом натрия или аммония, а затем подействуйте на полученный осадок разбавленной хлороводородной кислотой.

1.3. Соединения железа (III)

1.3.1. Несколько кристаллов железа (III) растворите в небольшом количестве воды и определите pH полученного раствора.

1.3.2. Смешайте несколько капель раствора хлорида железа (III) и гексацианоферрата (II) калия (желтой кровяной соли) и наблюдайте образование осадка берлинской лазури $KFe[Fe(CN)_6]$. Чтобы лучше видеть цвет осадка, можно смешать растворы на кусочке фильтровальной бумаги.

1.3.3. К раствору хлорида железа (III) прилейте равный объем раствора карбоната натрия, наблюдайте выделение газа и выпадение осадка гидроксида железа (III).

1.3.4. Налейте в две пробирки по 1 мл раствора хлорида железа (III). В одну добавьте концентрированной хлороводородной кислоты и наблюдайте изменение цвета раствора. В другую прилейте 10-15 мл воды, прокипятите в течение 2-3 минут и тоже отметьте изменение цвета раствора. При кипячении разбавленного раствора хлорида железа (III) образуется золь (коллоидный раствор) гидроксида железа (III).

1.3.5. Налейте в пробирку немного раствора хлорида железа (III) и прилейте столько же раствора иодида калия, наблюдайте изменение цвета раствора из-за выделения иода.

1.3.6. Налейте в пробирку немного раствора хлорида железа (III), прилейте к нему такой же объем раствора сульфида натрия или аммония и наблюдайте происходящие изменения.

1.4. Феррат калия (тетраоксоферрат (VI) калия)

Измельчите в ступке гидроксид калия или натрия и положите около 0,5 г его в маленькую фарфоровую чашку. Прибавьте 2-3 капли раствора хлорида железа (III) и перемешайте стеклянной палочкой, образуется гексагидроксоферрат (III) калия. Затем очень осторожно, под хорошей тягой, прибавьте при перемешивании 2-3 капли брома (*очень осторожно: пары брома ядовиты!*). Бром в небольшом количестве набирается в пипетку следующим образом: пустую пипетку сверху закрывают пальцем, опускают её в склянку с бромной водой, на дне которой имеется жидкий бром, так, чтобы отверстие пипетки оказалось в жидком бrome, осторожно опуская палец, набирают немного жидкого брома в пипетку, снова закрывают пипетку пальцем и быстро переносят пипетку с каплями брома в чашку со смесью. Пролитые капли брома следует немедленно залить разбавленным раствором аммиака для нейтрализации. Чашку со смесью после вынесения брома немного подогрейте на асбестированной сетке. Полученное вещество растворите в 10-15 мл воды, отметьте цвет раствора феррата калия. Затем прибавьте к нему раствор хлорида бария и наблюдайте выпадение осадка феррата бария. На осадок феррата бария подействуйте концентрированной хлороводородной кислотой и наблюдайте выделение хлора.

2. Кобальт

2.1. Гидроксид кобальта (II)

К раствору сульфата или хлорида кобальта (II) прибавьте разбавленный раствор гидроксида натрия. Наблюдайте образование сначала синего, затем постепенно переходящего в розовый, осадка. Подогревание ускоряет реакцию взаимодействия синих основных солей со щелочью с образованием розового гидроксида кобальта (II). Вследствие окисления кислородом воздуха может образоваться гидроксид кобальта (III), примесь которого придает осадку коричневатый оттенок.

2.2. Гидроксид кобальта (III)

Налейте в пробирку около 2 мл раствора соли кобальта (II), прибавьте 3%-ного раствора пероксида водорода и разбавленный раствор гидроксида натрия. Наблюдайте образование гидроксида кобальта (III). Вместо пероксида водорода для окисления можно использовать бромную воду. К осадку гидроксида кобальта (III) прилейте концентрированной хлороводородной кислоты и наблюдайте его растворение, осторожно исследуйте запах выделяющегося газа.

2.3. Гидратация соли кобальта (II)

Положите в пустую фарфоровую чашку несколько кристаллов безводного хлорида кобальта (II), сначала осторожно подышите на них, а затем капните воды. Отметьте изменение цвета соли при её гидратации.

2.4. Комплексные соединения кобальта

К примерно 2 мл раствора хлорида или сульфата кобальта (II) прибавьте сначала немного, а затем большой избыток концентрированного раствора аммиака в присутствии хлорида аммония до полного растворения выпадающего вначале осадка основных солей. Обратите внимание на цвет полученного раствора комплексной соли кобальта (II). Затем прибавьте, перемешивая стеклянной палочкой, понемногу 3%-ного раствора пероксида водорода до появления вишнево-красной окраски вследствие образования комплекса кобальта (III).

3. Никель

3.1. Гидроксид никеля (II)

К 2-3 мл раствора сульфата или хлорида никеля (II) прилейте раствор гидроксида натрия до образования осадка гидроксида никеля (II), отметьте его вид и цвет. Разделите осадок на две части и исследуйте его отношение

к разбавленному раствору серной или хлороводородной кислоты и к избытку щёлочи.

3.2. Гидроксид никеля (II)

К 2-3 мл раствора соли никеля (II) прибавьте бромной воды, а затем прилейте разбавленный раствор гидроксида натрия и наблюдайте выпадение осадка гидроксида никеля (II). Разделите осадок на две равные части. На одну подействуйте концентрированной хлороводородной кислотой при нагревании, наблюдайте выделение хлора. К другой части осадка прилейте разбавленной (1:1) серной кислоты и тоже подогрейте до растворения осадка.

3.3. Комплексные соединения никеля

К 1-2 мл раствора соли никеля (II) прибавьте избыток концентрированного раствора аммиака до полного растворения выпадающих сначала основных солей. Отметьте цвет получившегося раствора комплексной соли. Затем добавьте немного раствора гексацианоферрата (II) калия и через некоторое время наблюдайте выпадение игольчатых кристаллов сиреневого цвета гексацианоферрата (II) гексаамминникеля (II).

11 ГРУППА

1. Свойства меди

1.1. Подействуйте на маленький кусочек меди (стружку или проволоку) концентрированной азотной кислотой. Аналогичный опыт проделать с разбавленной азотной кислотой, для ускорения реакции раствор можно слегка подогреть.

1.2. Подействуйте на маленький кусочек меди разбавленной серной кислотой, потом вылейте её и прилейте концентрированной серной кислоты.

1.3. Положите в пробирку кусочек медной стружки или провода, прилейте концентрированного раствора аммиака и некоторое время взбалтывайте пробирку (осторожно!) для ускорения растворения кислорода воздуха до появления голубоватой окраски раствора.

2. Оксид меди (I)

2.1. Налейте в небольшой стакан 20-25 мл раствора сульфата меди (II) или хлорида меди (II) и растворите в нём примерно четверть чайной ложки глюкозы. Подогрейте раствор до 30-35 °С и прилейте в него 3-4 мл 30% раствора щёлочи (гидроксида калия или натрия), перемешайте раствор с осадком, который должен стать оранжевым без синеватого оттенка гидроксида меди (II). Если осадок жёлто-оранжевый, то есть все ионы меди (II) восстановились и перешли в гидроксид меди (I), то нагрейте раствор с осадком при перемешивании до кипения и наблюдайте разложение гидроксида меди (I) и образование красного оксида меди (I). Слейте раствор с осадка, прилейте воды, взболтайте, дайте отстояться и снова слейте промывную жидкость. Промытый декантацией оксид меди (I) используйте для последующих опытов. Вместо глюкозы для восстановления меди (II) можно воспользоваться гидразином, гидроксиламином или их солями. В этом случае получение оксида меди (I) можно провести в пробирке: смешать растворы соли меди (II) и восстановителя, прилить раствор щёлочи, перемешать и нагреть осадок.

2.2. На небольшое количество оксида меди (I) подействуйте концентрированной серной кислотой. Если используется полученный в предыдущем опыте оксид меди (I), то его осадок нужно смещать с водой, немного взвеси отлить в пробирку, дать осадку осесть и слить воду.

2.3. К оксиду меди (I) добавляйте в пробирку понемногу концентрированную хлороводородную кислоту. Наблюдайте образование белого хлорида меди (I) и его последующее растворение в избытке кислоты. Вылейте полученный раствор в стакан с водой и наблюдайте распад комплексного соединения и образование осадка хлорида меди (I). Обратите внимание на цвет раствора: голубоватая окраска появляется вследствие окисления меди (I) до меди (II) кислородом воздуха.

3. Иодид меди (I)

3.1. К раствору сульфата меди (II) прилейте равный объем иодида калия или натрия. При этом образуется белый осадок иодида меди (I) и выделяется иод. Последний можно восстановить до иодида, прибавляя небольшими порциями раствор тиосульфата натрия до обесцвечивания смеси. Избытка раствора тиосульфата быть не должно: в нем иодид меди (I) растворяется с образованием комплексного соединения.

Полученный осадок промойте декантацией, приливая воду, взбалтывая осадок и сливая промывную жидкость после оседания осадка. Полученный иодид меди (I) используется для изучения его свойств.

3.2. Разделите осадок иодида меди(I) на три части, переливая взвесь в пробирку, а затем выливая воду после оседания соли. Подействуйте на иодид меди (I) концентрированной серной кислотой. На вторую часть – концентрированным раствором аммиака, а на третью – концентрированной хлороводородной кислотой.

4. Гидроксид меди (II)

К раствору сульфата меди (II) прилейте раствор гидроксида натрия. Полученный осадок гидроксида меди (II) разделите на четыре части. Одну часть нагревайте в пробирке до начала кипения раствора. Ко второй части прилейте раствор хлороводородной кислоты, к третьей – концентрированный раствор аммиака, а к четвертой – большой избыток концентрированной щёлочи (30%-ного раствора гидроксида калия или натрия).

5. Серебро

После всех работ растворы и осадки, содержащие серебро, выливать в специальный стакан для серебряных остатков!

5.1. Серебрение стекла (групповой опыт)

Предварительно следует тщательно вымыть пробирку, чтобы на её внутренних стенках не было следов жира или других подобных веществ. Для этого в неё нужно налить «хромовую смесь» (насыщенный раствор дихромата калия в концентрированной серной кислоте) и через несколько минут вылить хромовую смесь обратно в склянку, пробирку промыть водопроводной водой. Затем промыть пробирку раствором щёлочи (30%-ным раствором гидроксида калия или натрия) и снова тщательно промыть сначала водопроводной и многократно дистиллированной водой. Налейте в неё не более четверти пробирки раствора нитрата серебра и прибавляйте по каплям раствор аммиака до тех пор, пока выпадающий в начале осадок оксида серебра не растворится с образованием комплексного соединения. При этом не должно быть большого избытка аммиака. В другой чистой пробирке приготовьте раствор глюкозы и прилейте равный объем этого раствора к раствору нитрата серебра. Погрузите пробирку в стакан с водой

так, чтобы уровень воды в стакане был ниже уровня раствора в пробирке. Медленно подогревайте воду в стакане и наблюдайте выделение серебра на стенках пробирки. Оставшийся раствор вылейте в стакан для серебряных остатков.

5.2. Галогениды серебра

В три пробирки налейте примерно по 0,5 мл раствора нитрата серебра и, прибавляя по каплям растворы хлорида, бромида и иодида калия или натрия, получите осадки хлорида, бромида и иодида серебра. Каждый осадок разделите на две части, прибавив воды и взболтав содержимое пробирки, а затем, вылив воду после оседания осадков, подействуйте на каждый из галогенидов раствором аммиака и раствором тиосульфата натрия.

5.3. Фотографические процессы

Получите бромид серебра, прибавив избыток раствора бромида калия или натрия к приблизительно 0,5 мл раствора нитрата серебра. Прилейте немного воды, взболтайте и разделите взвесь бромида серебра на две части. На одну часть подействуйте восстановителем – это процесс проявления. В качестве восстановителя можно взять раствор гидрохинона (1,4-диоксибензола), который готовится растворением небольшого количества (с две—три спичечные головки) гидрохинона в 4-5 мл раствора карбоната натрия. Наблюдайте почернение раствора при восстановлении бромида серебра до металла. Последний получается в виде очень мелкого осадка. Гидрохинон, восстанавливая бромид серебра, окисляется до хинона (1,4-бензохинона). В этом опыте в качестве восстановителя можно взять фотографический проявитель в виде готового раствора. Процесс закрепления (фиксирования) сводится к растворению той части бромида серебра, которая в фотографическом процессе не подверглась восстановлению, в растворе тиосульфата натрия. Ко второй части бромида серебра прилейте раствор тиосульфата натрия и наблюдайте растворение осадка.

12 ГРУППА

1. Цинк

1.1. Горение цинка (*групповой опыт*)

Очень малое количество (со спичечную головку) цинковой пыли осторожно стряхивайте с металлического шпателя над пламенем горелки и наблюдайте воспламенение цинка в пламени.

1.2. Взаимодействие цинка с кислотами

Возьмите в четыре пробирки по одной грануле цинка и подействуйте на него разбавленной и концентрированной серной кислотой, концентрированной и очень сильно разбавленной азотной кислотой. Осторожно понюхайте газ, выделяющийся при взаимодействии цинка с концентрированной серной кислотой. Докажите с помощью реактива Несслера наличие ионов аммония в растворе при взаимодействии цинка с разбавленной азотной кислотой.

1.3. Взаимодействие цинка с раствором щёлочи

Прилейте к одной грануле цинка немного 30%-ного раствора гидроксида натрия или калия и немного подогрейте.

1.4. Взаимодействие цинка с растворами аммиака и хлорида аммония

На одну гранулу цинка подействуйте концентрированным раствором аммиака, а на другую – насыщенным раствором хлорида аммония. Подогрейте оба раствора для ускорения реакции.

1.5. Гидроксид цинка

К раствору соли цинка постепенно прибавляйте разбавленный раствор гидроксида натрия. Полученный студенистый осадок разделите на три части. На одну часть подействуйте избытком раствора хлороводородной кислоты, на вторую – избытком гидроксида натрия, на третью – концентрированным раствором аммиака.

1.6. Сульфид цинка

Налейте в две пробирки раствор сульфата цинка и добавьте к нему в одной пробирке равный объем сероводородной воды, а в другой – раствор сульфида натрия или аммония. Сравните количество осадка в каждой пробирке. Подействуйте на осадки разбавленной хлороводородной кислотой.

2. Кадмий

2.1. Получение кадмия

В раствор сульфата кадмия опустите гранулу цинка. Через некоторое время наблюдайте образование кристаллов кадмия на поверхности цинка.

2.2. Гидроксид кадмия

К раствору сульфата кадмия прилейте разбавленный раствор гидроксида натрия. Полученный студенистый осадок разделите на три части и испытайте его отношение к раствору хлороводородной кислоты, избытка раствора щёлочи и к концентрированному раствору аммиака.

2.3. Сульфид кадмия

К раствору сульфата кадмия прилейте сероводородную воду или раствор сульфида натрия или аммония. Испытайте отношение сульфида кадмия к разбавленной и концентрированной хлороводородной кислоте.

3. Ртуть

Пары ртути и её соединения очень ядовиты! Работать следует весьма осторожно. Не проливать металлическую ртуть, а в случае разлива аккуратно собрать все капли ртути с помощью медной амальгамированной (покрытой с одного конца тонким слоем ртути) пластинки, к которой капли ртути прилипают, что позволяет стряхнуть их потом в специальный стакан с водой, в которой обычно и хранится сама медная пластинка. Все остатки растворов ртути и осадки сливать в специальную посуду для ртутных остатков. По окончании работы тщательно вымыть руки, так как соли ртути впитываются через кожу.

3.1. Отношение ртути к кислоте

В две пробирки поместите по 1-2 капли ртути и прилейте по 1-2 мл в первую пробирку концентрированной, а во вторую разбавленной (1:1) азотной кислоты. Обе пробирки нагрейте и наблюдайте взаимодействие ртути с кислотой. При реакции с разбавленной кислотой следует провести опыт так, чтобы немного ртути осталось непрореагировавшей, тогда в растворе получится нитрат ртути (I). Полученные растворы используйте для последующих опытов.

3.2. Оксиды ртути

На растворы нитратов ртути (I) и (II) подействуйте раствором щёлочи, наблюдайте образование осадков соответствующих оксидов ртути. В случае, если нитрат ртути (I) частично окислился, осадок получается не

чёрный из-за примеси оксида ртути (II). Во избежание окисления ртути (I) нужно, чтобы в склянке с его раствором всегда было немного металлической ртути для восстановления образующего нитрата ртути (II).

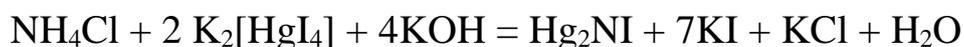
3.3. Хлориды ртути

На растворы нитратов ртути (I) и (II) подействуйте раствором хлороводородной кислоты или хлорида натрия. Наблюдайте выпадение осадка хлорида ртути (I) (каломели). Хлорид ртути (II) (сулема) довольно хорошо растворима в воде, хотя мало диссоциирует. Прилейте в каждую пробирку аммиака. При реакции с хлоридом ртути (II) образуется осадок амидного соединения NH_2HgCl , а с хлоридом ртути (I) – то же соединение и металлическая ртуть.

3.4. Иодиды ртути

К растворам нитратов ртути (I) и (II) прибавляйте понемногу раствор иодида натрия или калия до образования осадков соответствующих иодидов ртути. При окислении нитрата ртути (I) осадок иодида ртути (I) может содержать примесь иодида ртути (II) (посмотрите примечание к работе 3.2.). Затем прилейте к каждому осадку большой избыток раствора иодида натрия или калия до растворения осадка иодида ртути с образованием тетраиодогидраргирата (II) калия или натрия и частичного растворения иодида ртути (I) с образованием того же соединения и выделением металлической ртути. К небольшому количеству раствора тетраиодогидраргирата (II) калия прибавьте концентрированный раствор щёлочи (30%-ный раствор гидроксида калия или натрия), затем каплю раствора аммиака или соли аммония и наблюдайте выпадение красно-бурого осадка.

Реактив Несслера в реакции



используется для обнаружения ионов аммония.

РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

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

активность металлов уменьшается

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H ⁺	Li ⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Sr ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Ni ²⁺	Co ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Cu ²⁺	
OH ⁻		Р	Р	Р	Р	Р	М	Н	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	-	-	Н	Н	Н
F ⁻	Р	М	Р	Р	Р	М	Н	Н	Н	М	Н	Н	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	-	Н	Р	Р
Cl ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	М	Р	Р
Br ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	М	М	Р	Р
I ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	Р	?	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	М	?
S ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	-	-	-	Н	-	-	Н	-	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
HS ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	М	Н	?	-	Н	?	Н	Н	?	М	Н	Н	Н	Н	?	?
HSO ₃ ⁻	Р	?	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO ₄ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Н	М	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	-	Н	Р	Р	
HSO ₄ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	Н	?	?
NO ₃ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	-	Р
NO ₂ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	?	?	Р	М	?	?	?	М	?	?	?	?
PO ₄ ³⁻	Р	Н	Р	Р	-	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
HPO ₄ ²⁻	Р	?	Р	Р	Р	Н	Н	М	Н	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
H ₂ PO ₄ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	?	?	?	?	?	?	?	Р	?	?	?	?
CO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	?	?	?	-	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	?	Н
HCO ₃ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
CH ₃ COO ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	-	Р	Р	-	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
SiO ₃ ²⁻	Н	Н	Р	Р	?	Н	Н	Н	Н	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?

“Р” – растворяется (> 1 г на 100 г H₂O)

“М” – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H₂O)

“Н” – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды)

“-” – в водной среде разлагается

“?” – нет достоверных сведений о существовании соединений

ЛИТЕРАТУРА

1. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.А. Рабиновича и Х.М. Рубиной. При участии Т.Е. Алексеёвой, Н.Б. Платуновой, В.А. Рабиновича, Х.М. Рубиной, Т.Е. Хрипуновой. изд. стер. – М. КНОРУС, 2011. – 240 с.
2. Глинка Н. Л. Общая химия: учеб. пособие для студ. нехим. спец. Вузов /- 16-е изд., перераб. и доп. - М.:Юрайт. Высш. Образование, 2010. - 886 с.
3. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия. - 8-е изд., стер. - СПб.: Издательство «Лань», 2014. - 752 с.: ил.
(http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50684).
4. Ахметов Н.С. Азизова М.К., Бадыгина Л.И. / Лабораторные и семинарские занятия по общей и неорганической химии: Учебное пособие.– 8-е изд., стер. –СПб.: Издательство «Лань», 2014. – 368 с.: ил.
(http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50685).
5. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия. - – 4-е изд., стер. –М.: Высшая школа, 2004.– 527 с. ил.
6. Тимошенко Ю.М. Лабораторные и семинарские занятия по неорганической химии. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1982 – 71 с.
7. Бычкова Т.И. Руководство к лабораторным работам по химии / Т.И. Бычкова, Р.С. Заббарова, Н.Л. Кузьмина, Р.Г. Фицева. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1980 – 72 с.
8. Волков А.И. Большой химический справочник / А.И. Волков, И.М. Жарский – Мн.: Современная школа, 2005. – 608 с.
9. Бабкина С.С., Боос Г.А., Бычкова Т.И., Девятов Ф.В., Кузьмина Н.Л., Кутырева М.П., Сальников Ю.И., Сапрыкова З.А., Тимошенко Ю.М. / Методическое пособие по общей химии для самостоятельной работы студентов. - Казань: КГУ, 2009. – 132 с.
10. Амиров Р.Р., Зиятдинова А.Б., Журавлева Ю.И. Окислительно-восстановительные процессы (Учебно-методическое пособие). - Казань: Казанский университет, 2013. - 48 с.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ПРАВИЛА РАБОТЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ И ОКАЗАНИЕ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ	3
Порядок выполнения лабораторных работ	3
Правила работы в лаборатории, техника безопасности	5
Правила оказания первой помощи	8
Правила работы с химическими реактивами	10
ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ХИМИИ <i>s</i> - и <i>p</i> - ЭЛЕМЕНТОВ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ	12
1 группа, щелочные металлы	12
2 группа, щелочноземельные металлы	13
3 группа	15
14 группа	18
15 группа, пниктогены	23
16 группа, халькогены	34
17 группа, галогены	38
ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ХИМИИ <i>d</i> -ЭЛЕМЕНТОВ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ	46
4 группа	46
5 группа	47
6 группа	48
7 группа	51
8-10 группы	55
11 группа	58
12 группа	62
Таблица растворимости	65
ЛИТЕРАТУРА	66

Отпечатано в полном соответствии с предоставленным оригинал-макетом

Подписано в печать 12.03.2026.
Форм. 60 x 84 1/16 Гарнитура «Таймс». Печать ризографическая.
Печ.л. 1,63. Тираж 50 экз. Заказ 26/2.

Лаборатория оперативной полиграфии Издательства КФУ
420008, г. Казань, ул. Профессора Нужина 1/37
тел. (843) 233-73-59, 233-73-28