

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Химический факультет
Кафедра органической химии

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ
ПО МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ**

Методическое пособие



Барнаул

Издательство
Алтайского государственного
университета
2019

Составители:

М.Ю. Чепрасова

П.И. Сиянко

Е.В. Лагуткина

В.И. Маркин

И.В. Микушина

А.В. Сысоева

Е.Ю. Кушнир

Рецензент – канд. хим. наук, доцент *Л.В. Щербакова*

Представленные методические указания предназначены для студентов дневного отделения, обучающихся по направлению подготовки 04.03.01 Химия, специальности 04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия.

Пособие также может быть полезно для учителей химии, школьников специализированных классов, а также всех интересующихся химией.

ОБЩИЕ ПРИЕМЫ РАБОТЫ С ГАЗАМИ

Оборудование: приборы для получения газов, аппарат Киппа, газометр, аспиратор, кислородная подушка, спиртовка, мерный цилиндр или стакан объемом 1 л, пробирка, лучина, фарфоровая кружка, воронка.

Реактивы и материалы: раствор серной кислоты (5:1), соляной кислоты (1:1), гранулированный цинк, растворы щелочи и 1%-ный спиртовый раствор фенолфталеина, вазелин.

В курсе химии средней школы учащиеся получают основные сведения о целом ряде газов.

В 8 классе они знакомятся с кислородом, водородом, в последующих классах – с хлором, хлороводородом, сероводородом, азотом, аммиаком, метаном, этиленом, ацетиленом, оксидами серы, азота, углерода. Изучение каждого газа требует индивидуального подхода и специальных приемов работы с ними.

ПОЛУЧЕНИЕ ГАЗОВ

В условиях школы газы получают в приборах, которые можно собрать из обычных лабораторных склянок, колб, пробирок и т.д. (рис. 1, 2).

Некоторые газы (O_2 , N_2 , NH_3 , CH_4) получают путем взаимодействия нескольких твердых веществ при нагревании их смеси или прокаливании одного твердого вещества. Можно прокалывать эти вещества в пробирке, реторте, колбе Вюрца.

Газы (H_2 , Cl_2 , HCl , H_2S , C_2H_2 , C_2H_4) получают путем взаимодействия твердого вещества с жидкостью, жидкости с жидкостью без нагревания или с нагреванием в приборах, указанных на рис. 1.

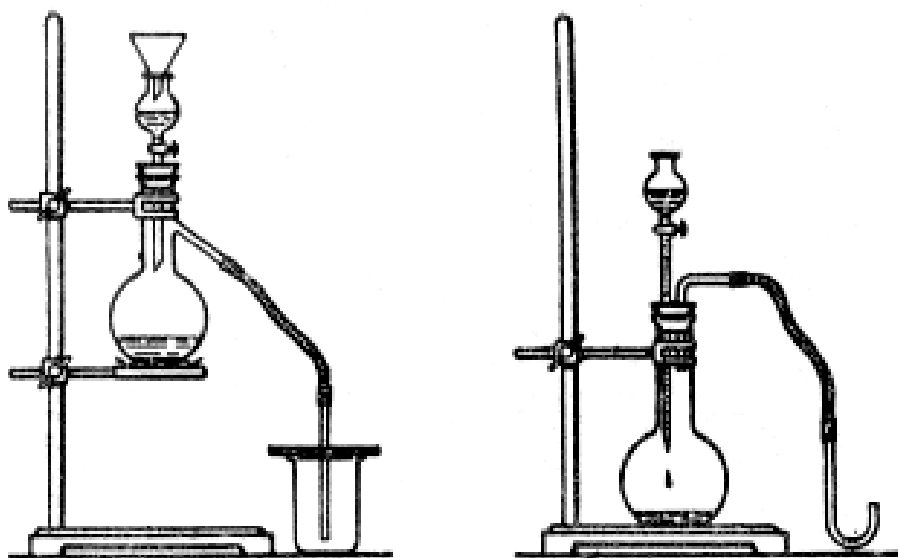


Рис. 1. Приборы для получения газов

Для получения газов взаимодействием твердого вещества и жидкости без нагревания используют приборы автоматического действия (рис. 2), а также аппарат Киппа (рис. 3).

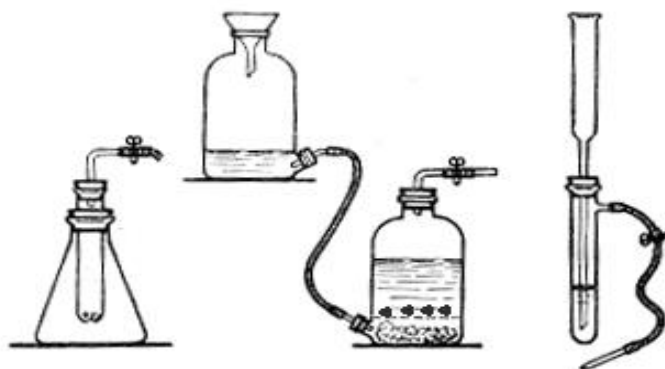


Рис. 2. Получение газов в приборах автоматического действия

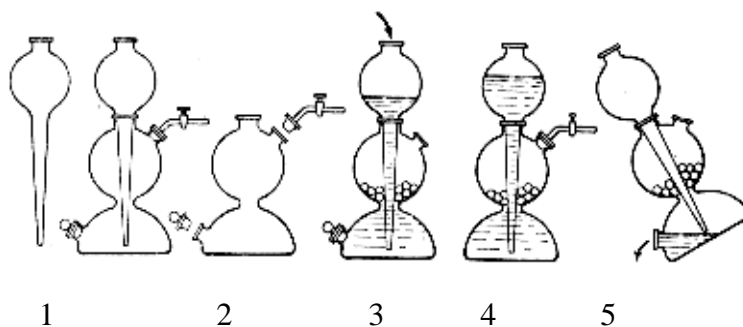


Рис. 3. Устройство аппарата Киппа и работа с ним:

1 – воронка, 2 – сосуд с перетяжкой, 3 – заполнение аппарата кислотой,
4 – рабочий аппарат Киппа, 5 – разрядка аппарата

В средней узкой части сосуда с перетяжкой помещается фарфоровая или пластмассовая пластинка с отверстиями, задерживающая твердое вещество в средней части аппарата Киппа и свободно пропускающая жидкость. Ее можно заменить резиновой пробкой, по размеру соответствующей внутреннему диаметру перетяжки сосуда 2. В пробке просверливают отверстие для воронки 1 и по внешней стороне делают прорезы для свободного прохода жидкости.

Перед зарядкой аппарата Киппа все шлифованные соединения тщательно протирают и смазывают вазелином. Сначала в верхнюю часть сосуда 2 через верхний тубус засыпают гранулированный металл или кусочки твердого вещества (цинк, мрамор, сульфид железа и т.д.) не более одной трети объема. Твердый реагент не должен проваливаться через пластинку с отверстиями, так как это нарушит нормальную работу прибора. Объясните, что произойдет? Далее плотно закрывают верхний и нижний тубусы, открывают кран верхнего тубуса и через воронку наливают жидкий реагент. Жидкости наливают столько, чтобы при открытом кране она только покрыла твердый реагент. Затем закрывают кран, и жидкость под давлением газа переливается в воронку. Если аппарат Киппа используется для получения водорода, в трубку, отводящую водород, помещают свернутую медную сетку или пучок медной проволоки, которая служит защитой от взрыва гремучей смеси в аппарате при поджигании водорода у конца газоотводной трубки.

Перед проведением опытов, связанных с поджиганием водорода, необходимо тщательно проверить водород на чистоту. Для этого водород из аппарата Киппа набирают в небольшую пробирку и поджигают в ней водород в стороне от аппарата Киппа.

Если газ чистый, при поджигании слышен легкий хлопок. Если хлопок резкий, («лающий»), для полного удаления воздуха из аппарата необходимо несколько раз выпустить газ из аппарата, открывая и закрывая кран верхнего тубуса, и опять проверить водород на чистоту.

При хранении и работе с заряженным соляной кислотой аппаратом Киппа нужно закрывать воронку 1 специальным гидрозатвором, заполненным водой, что предотвратит попадание паров хлористого водорода в атмосферу.

Разрядка аппарата Киппа. Снимают воронку 1 и выливают жидкость из сосуда 2 через нижний тубус. Остатки твердого реагента высыпают через верхний тубус. Отработанные растворы сливают в специальные склянки, их можно использовать для некоторых опытов или для получения солей после выпаривания раствора. После разрядки аппарат Киппа тщательно моют.

СОБИРАНИЕ ГАЗОВ

При собирании газов необходимо учитывать три их свойства: плотность газа по воздуху, растворимость его в воде, наличие или отсутствие у него способности реагировать с газами воздуха. На рисунке 4 показаны четыре приема собирания газов. Объясните, для каких газов они предназначены?

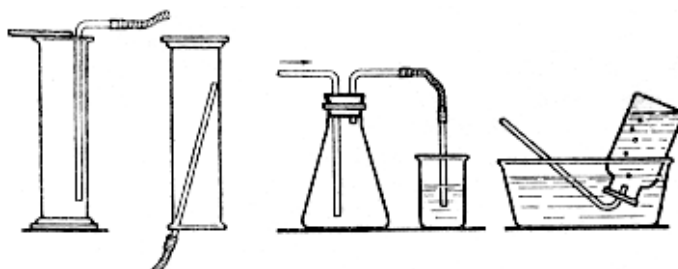


Рис. 4. Собираение газов

Для собирания газов чаще всего используют цилиндры с притертыми к ним стеклянными пластинками, реактивные банки, закрывающиеся пробками или привинчивающимися к ним крышками из пластмассы, большие пробирки.

ХРАНЕНИЕ ГАЗОВ

В большинстве случаев изучение свойств газа в школе предшествует знакомству со способами его получения, поэтому в опытах пользуются заранее собранным газом.

Простейший способ хранения газа – оставление его в плотно закрытых материальных склянках. Для длительного хранения больших количеств газов используют газометры, аспираторы, кислородные подушки.

Газометр

Газометр состоит из большой бутылки (3 – 10 л) с тубусами в верхней и нижней части и воронки с краном, которая вставляется в горло бутылки. Верхний тубус бутылки плотно закрывается пробкой, в которую вставлена трубка с краном для выпуска газа из газометра (рис. 5).

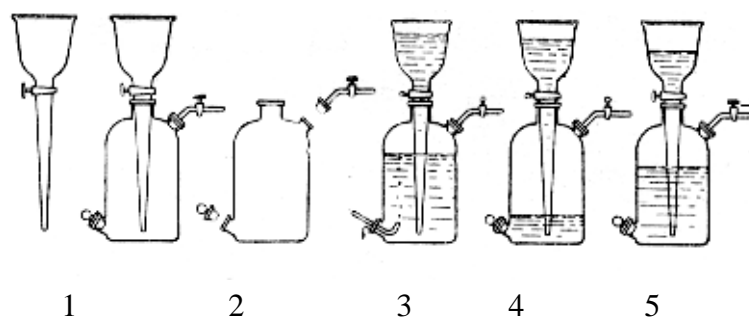


Рис. 5. Устройство газометра и работа с ним:

1 – воронка, 2 – бутылка с тубусами, 3 – заполнение газометра газом, 4 – заполненный газометр, 5 – выпуск газа из газометра

Перед зарядкой газометра газом нужно тщательно протереть пришлифованные части прибора и краны, смазать их вазелином. Внутренние штоки кранов необходимо закрепить резинкой. Перед заполнением газометра плотно закрывают нижний тубус и через воронку или верхний тубус заполняют полностью сосуд с водой. Полное вытеснение воздуха из сосуда проводят заполнением водой из воронки при открытом кране верхнего тубуса.

Заполнение газометра газом. Газометр помещают в раковину, заполненную водой, закрывают краны воронки и верхнего тубуса. Затем открывают нижний тубус и вставляют в него трубку, подводящую газ, из подушки или прибора для получения газа. После заполнения газометра газом плотно закрывают пробкой нижний тубус и закрепляют ее.

Выпуск газа из газометра. Воронку заполняют водой, полностью открывают кран воронки и краном верхнего тубуса регулируют скорость выпуска газа из газометра.

В лаборатории вместо газометра можно использовать различные конструкции аспираторов, изготовленных из простейших склянок.

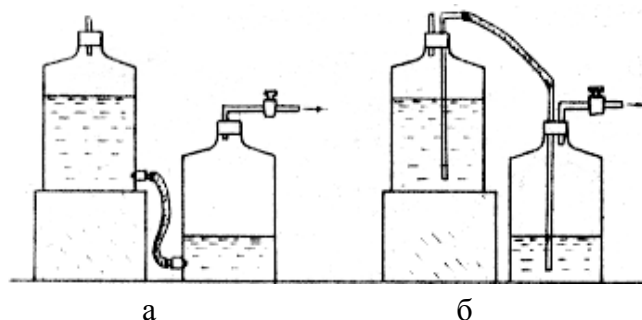


Рис. 6. Аспиратор:

а) заполнение аспиратора газом; б) выпуск газа из аспиратора

В газометре, аспираторе, кислородной подушке нельзя хранить газы (водород, ацетилен, метан, пропан), образующие с воздухом взрывчатые смеси. Нельзя переносить газометр одной рукой. Его берут двумя руками: одной за дно, другой за горло бутылки.

Заполнение газометра (аспиратора) газом можно проводить из кислородной подушки, предварительно заполненной из баллона со сжатым газом.

При пользовании баллонами со сжатым кислородом следует помнить, что кислород с маслами взрывается. Вентиль баллона, редуктор и присоединяемые к нему трубки, подушка не должны содержать даже следов масел, так как это может привести к взрыву баллона.

Заполнение подушки газом. Закрыв редуктор (вращением ручки редуктора против часовой стрелки), ключом осторожно открывают вентиль баллона и по манометру определяют в нем наличие газа. После этого к редуктору присоединяют подушку и, осторожно открывая редуктор (вращением ручки редуктора по часовой стрелке), медленно заполняют подушку. Ее нельзя переполнять, может лопнуть. Затем, вращая вентиль редуктора против часовой стрелки, прекращают доступ газа в подушку и плотно закрывают вентиль баллона.

ВОДОРОД

Оборудование: аппарат Киппа, две колбы объемом 0,5 л (с приспособлением для крепления на весах), весы технические с разновесами, ступка с пестиком, фарфоровая кружка, стеклянный мерный стакан объемом 1 л, воронка, кристаллизатор, жестяная банка с отверстием в дне, чашка Петри или выпарительная чашка, спиртовка, лучины, три маленькие и три большие пробирки (одна из них с метками и пробкой), стаканчик объемом 50 мл или цилиндр, стеклянные трубки (прямая, прямая с расширением на конце, две с изгибом на конце).

Реактивы: концентрированная серная или соляная кислота, гранулированный цинк, раствор щелочи, 1% спиртовой раствор фенолфталеина, мыло или стиральный порошок, глицерин, вазелин.

В лаборатории водород получают взаимодействием цинка с серной кислотой, разбавленной в отношении 1:5, или соляной кислотой (1:1).

Все опыты, связанные с поджиганием водорода, полученного в больших приборах (аппаратах Киппа и др.), требуют обязательного испытания водорода на чистоту. Если газ не проверен на чистоту, при проведении опыта может произойти сильный взрыв!

Опыт 1. Доказательства легкости водорода

Переливание водорода из одного сосуда в другой. Водородом наполняют большую пробирку или небольшой цилиндр. Затем над ним помещают небольшой стаканчик (цилиндр) с воздухом (дном вверх) и переливают в него водород. Наличие в нем водорода подтверждают поджиганием (объем стаканчика или цилиндра должен быть меньше объема пробирки).

Наполнение водородом мыльных пузырей. Сначала готовят мыльную пену (из стирального порошка или жидкостей для мытья посуды) в чашке Петри. К газоотводной трубке аппарата Киппа с помощью резиновой трубки присоединяют стеклянную трубку с конусным расширением на конце, в которое вставляют тампон из ваты для поглощения мельчайших капель кислоты. Пустив слабый ток водорода из аппарата Киппа, расширенный конец трубки опускают в мыльную пену. Рекомендуется надувать пузыри диаметром 4–6 см и резким движением руки отрывать их от газоотводной трубки. Они поднимаются вверх.

Опыт 2. Взрыв «гремучей смеси»

«Гремучую смесь» готовят смешиванием водорода и кислорода (2:1) в большой толстостенной пробирке или цилиндре (рис. 7). Заполнение сосуда газами проводится вытеснением воды из пробирки (цилиндра). Воду желательно подкрасить перманганатом калия, лучше будет видно заполнение сосуда газом. После заполнения пробирки смесью газов ее под водой закрывают пробкой и вынимают из воды. Затем ее заворачивают в полотенце, открывают пробку и поджигают «гремучую смесь» длинной горящей лучинкой.

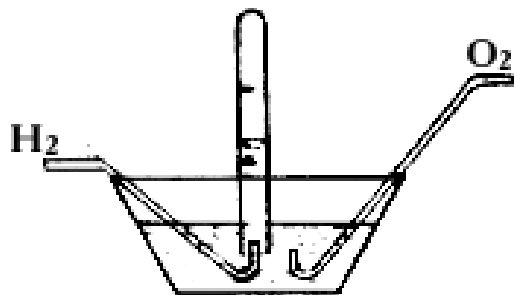


Рис. 7. Заполнение пробирки «гремучей смесью»

Опыт 3. Взрыв смеси воздуха с водородом в жестяной банке

Для этой цели в дне высокой и узкой жестяной банки делают отверстие, которое закрывают заточенной спичкой и заклеивают влажной фильтровальной бумагой. Поставив банку вверх дном на газоотводную трубку от аппарата, ее заполняют чистым водородом в течение 2–3 минут. Закрывают аппарат Киппа, убирают газоотводную трубку, затем открывают отверстие в дне банки и длинной лучиной поджигают водород у отверстия. Водород загорается вначале тихо, затем слышится гудение и, наконец, сильный взрыв. Банка подпрыгивает.

Опыт 4. Восстановление оксида меди (II) водородом

Пробирку (трубку) закрепляют в штативе немного наклонно вниз отверстием с тем, чтобы образующаяся вода стекла. Проверенный на чистоту водород пропускают над оксидом меди, который нагревают пламенем спиртовки в пробирке или трубке. После восстановления охладить медь нужно в потоке водорода, иначе часть ее опять окислится.

Опыт 5. Горение водорода

Водород получают в аппарате Киппа, *проверяют на чистоту*, поджигают и опускают в банку с кислородом. Иногда горение сопровождается гудением, вызванным затягиванием в банку воздуха, взамен сгоревшего водорода. На стенках сосуда наблюдается появление капель воды.

Опыт 6. Горение водорода в воздухе

Как в предыдущем опыте, полученный и *проверенный на чистоту водород* поджигают и его пламя направляют внутрь перевернутого большого стакана. Наблюдают запотевание стенок стакана.

КИСЛОРОД

Оборудование и материалы: газометр с кислородом, аппарат Киппа, колба Вюрца (0,25 л), капельная воронка с двумя резиновыми пробками, кислородная подушка, 6 плоскодонных колб (0,8 л), стакан (0,25 л), цилиндры (0,5 и 0,25 л), колокол и резиновая пробка для него с ложечкой для сжигания, кристаллизатор, три ложечки для сжигания веществ с корковыми пробками, корковые пробки с тонкой стальной спиралью и медной проволокой, держатель для пробирок, 6 пробирок, 2 длинные стеклянные трубки.

Реактивы: красный фосфор, уголь древесный, натрий металлический, сера, 30% раствор перекиси водорода, оксид марганца (IV), карбонат натрия, сульфат калия, хлорат калия (бертолетова соль), оксид меди (II), медь (порошок), волокнистый асбест, известковая вода, водный раствор лакмуса, 1% спиртовой раствор фенолфталеина.

Опыт 1. Получение кислорода разложением веществ

В опыте исследуют термическое разложение различных твердых кислородсодержащих веществ: карбоната натрия, сульфата калия, оксида меди (II), перманганата калия, оксида марганца (IV). Для этого в пробирку кладут немного вещества (на кончике шпателя), нагревают ее в пламени спиртовки (если возможно, до плавления вещества) и после этого в пробирку опускают тлеющую лучину. При разложении каких веществ образуется кислород?

Опыт 2. Горение угля в кислороде

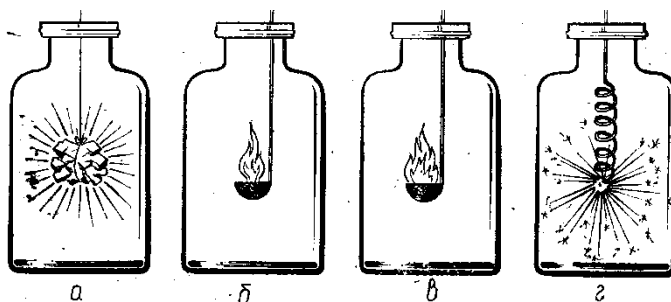


Рис. 8. Горение в кислороде: а) угля, б) серы, в) красного фосфора, г) железа

В медной проволоке закрепляют кусочек древесного угля, накаливают его в пламени спиртовки и вносят в колбу с кислородом. Что происходит? Как обнаружить наличие углекислого газа в колбе после сгорания угля?

Опыт 3. Горение серы и фосфора в кислороде

В ложечку для сжигания помещают серу или фосфор, зажигают их на воздухе и вносят в колбы с кислородом. Отметьте яркость горения веществ в воздухе и кислороде. Как доказать наличие сернистого газа или фосфорного ангидрида в продуктах сгорания? Продумайте методику демонстрации опытов.

Опыт 4. Горение стальной проволоки в кислороде

На дно сосуда с кислородом насыпают немного сухого песка. В корковую пробку

вставляют тонкую стальную проволоку (лучше всего балалаечную струну), к концу которой прикрепляют кусочек спички. На воздухе зажигают спичку и опускают струну в сосуд с кислородом, струна загорается с разбрызгиванием искр.

Опыт 5. Горение натрия в кислороде

Кусочек натрия (размером с горошинку) тщательно высушивают фильтровальной бумагой, кладут в ложечку для сжигания на слой асбеста. Зажженный на воздухе натрий быстро опускают в колбу с кислородом. Как доказать наличие оксида натрия в колбе после сжигания натрия?

Опыт 6. Горение сложного вещества (парафина) в кислороде

Колбу для сжигания заполняют кислородом и приливают немного известковой воды. На проволоке закрепляют тонкую свечу, зажигают ее на воздухе и опускают в колбу с кислородом. Сравнивают горение свечи в воздухе и в кислороде. После горения отмечают выделение воды на стенках колбы и помутнение известковой воды. Делают вывод о продуктах горения парафина.

Опыт 7. Определение содержания кислорода в воздухе

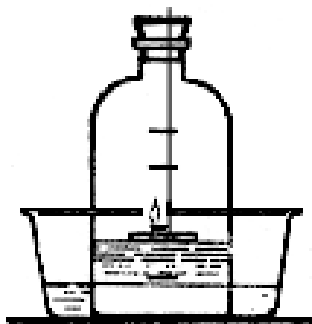


Рис. 9. Определение состава воздуха

Стеклянный колокол размечают на шесть равных по объему частей. Как это сделать с помощью воды? Подготовленный колокол ставят в кристаллизатор и наливают подкрашенной воды до первой отметки (рис. 9). В ложечку для сжигания помещают необходимое для полного сгорания кислорода количество красного фосфора (0,25 г на 1 л объема колокола). Зажигают фосфор в ложечке и ее быстро вносят в колокол и плотно закрывают его пробкой. Когда дым рассеется, газы в колоколе охладятся, вода поднимется примерно на 0,2 объема колокола. Газы в колоколе исследуют на содержание углекислоты и горение. Как это сделать?

Опыт определения содержания кислорода в воздухе можно проделать, имея большую пробирку с пробкой, порошок меди (или фосфор), кристаллизатор с водой и спиртовку. Как провести такой опыт?

АЗОТ И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ

Оборудование и материалы. Приборы: для синтеза и разложения аммиака, для демонстрации теплового эффекта растворения аммиака, «аммиачного фонтана», для демонстрации горения аммиака в кислороде. Аппарат Киппа (H_2), аспиратор или газометр с

азотом, газометр с кислородом, колба Вюрца с капельной воронкой, кристаллизатор, две больших пробирки с пробками и газоотводными трубками, газоотводная трубка для сбора газа, плоскодонная колба с пробкой и длинной трубкой, два стакана (0,3 л), 3 маленькие пробирки, цилиндр (0,25 л), асбестовая сетка, ступка с пестиком, пинцет, штатив с лапкой и кольцом, фильтровальная бумага, вата, лучина, спиртовка, асбест (волоконный и листовой), стеклянные палочки.

Реактивы: восстановленное железо, сера, древесный уголь, медь (стружка или кусочки проволоки), концентрированные аммиак, соляная и серная кислоты, бихромат калия, нитрат свинца, нитрат калия или натрия, хлорид аммония, сульфат аммония, 1% спиртовой раствор фенолфталеина.

Опыт 1. Получение азота

Получение азота из нитрита аммония. Азот можно получить реакцией насыщенных растворов хлорида аммония и нитрита натрия (или нитрита калия) при нагревании до 30–40°C.

Большие объемы азота получают в приборе для получения газов (рис. 1). В колбу Вюрца наливают 1/3 часть объема насыщенного раствора хлорида аммония (10 мл воды и 3,5 г хлорида аммония), в капельную воронку — насыщенный раствор нитрита натрия (4 мл воды и 2,5 г нитрита натрия). Колбу с хлоридом аммония нагревают до 30–40°C, убирают спиртовку и медленно по каплям добавляют раствор нитрита калия (реакция экзотермична). Собирают азот только после вытеснения воздуха из колбы. Если реакция идет бурно, колбу охлаждают холодной водой.

Опыт 2. Получение аммиака и изучение растворимости его в воде

В колбу наливают 30–40 мл концентрированного раствора аммиака (нашатырный спирт), закрывают ее пробкой с длинной широкой трубкой (рис. 10). Трубка служит для конденсации паров воды. Заполнение сосудов контролируют влажной фильтровальной бумагой, смоченной фенолфталеином. Колбу и цилиндр с аммиаком используют для последующих опытов.

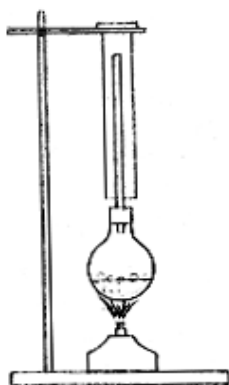


Рис.10. Заполнение цилиндра аммиаком

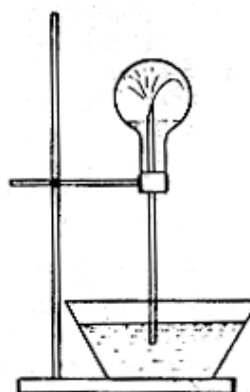


Рис.11. «Аммиачный фонтан»

«Аммиачный фонтан». После заполнения аммиаком круглодонной колбы ее закрывают хорошо подогнанной пробкой со вставленной в нее трубкой с оттянутым носиком (рис. 11). Конец трубки опускают в сосуд с водой, содержащей фенолфталеин, закрывают этот конец под водой указательным пальцем, колбу вынимают из воды, переворачивают и встряхивают несколько раз, чтобы несколько капель воды попали в склянку (пальцем все время плотно прижимают отверстие трубки). Снова опускают трубку в сосуд с водой и отнимают палец от конца трубки. Вода быстро входит в сосуд, образуя малиновый фонтан.

Образование фонтана объясняется высокой растворимостью аммиака в воде. Так, один объем воды растворяет до 700 объемов аммиака, причем процесс происходит так быстро, что вода фонтанирует в колбу с газом.

Опыт 3. Горение аммиака в кислороде

В колбу наливают 30–40 мл концентрированного аммиака и закрывают ее пробкой с устройством для сжигания аммиака. Изогнутую трубку соединяют с газометром резиновой трубкой. Нагревают раствор аммиака, пускают ток кислорода из газометра и лучиной поджигают аммиак. Для успеха опыта нельзя перегревать раствор аммиака, так как выделяющиеся пары воды конденсируются в трубке, и пламя гаснет. Как еще можно продемонстрировать это явление?

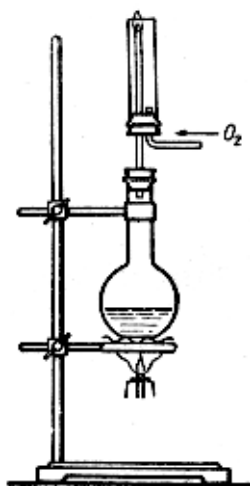


Рис. 12. Горение аммиака в кислороде

Опыт 4. Получение оксида азота (II) и изучение его свойств

Опыт проводят в вытяжном шкафу. В колбу Вюрца (или большую пробирку с газоотводной трубкой) кладут медь (стружки, кусочки проволоки) и приливают 20–30 мл разбавленной азотной кислоты (1:1). Содержимое колбы нагревают до начала реакции, получаемые газы собирают в цилиндр (или пробирку), вытесняя воду. После заполнения газом цилиндр закрывают пробкой. Как лучше остановить реакцию? О каких свойствах оксида азота (II) можно сказать на основе этого опыта?

Открывают цилиндр с оксидом азота (II) и наблюдают его окисление в оксид азота (IV). На фоне какого экрана желательно продемонстрировать опыт?

Опыт 5. Разложение солей азотной кислоты

Все опыты по разложению нитратов металлов проводить в вытяжном шкафу.

Нитраты легких металлов (лития, калия, натрия) и нитраты тяжелых металлов (меди, свинца и др.) при нагревании разлагаются различным образом. Разложите при нагревании в пробирке небольшие количества нитратов тяжелого и легкого металлов. Испытайте содержимое пробирок на наличие кислорода. Как это делается? Какие газы можно обнаружить по цвету? После охлаждения пробирок испытайте растворимость остатков в пробирке. Сделайте вывод о продуктах разложения.

Окислительные свойства нитратов. Пробирку на 1/5 ее объема заполняют нитратом калия и вертикально закрепляют в лапке штатива. Соль расплавляют, и когда в расплаве появляются пузырьки кислорода, в пробирку бросают кусочек угля. Он ярко горит, бегая по расплавленной поверхности нитрата. Теперь в пробирку бросают кусочек серы, которая горит ослепительно ярко. Если взять большие количества селитры и серы, то пробирка может расплавиться и упасть. Поэтому из предосторожности под нее следует положить асбестовую сетку или чашку с песком.

Опыт 6. Получение дымного пороха

В отдельных ступках тщательно растирают сухой древесный уголь, нитрат калия, серу. На листе бумаги (*не в ступке*) смешивают порошки вещества в соотношении: 8 ч. нитрата калия, 1 ч. серы, 1 ч. древесного угля. Смесь помещают в тигель и поджигают раскаленной проволокой. Напишите возможные уравнения реакций, протекающих при горении пороха.

МЕТАЛЛЫ

Оборудование и материалы: газометр с кислородом, кристаллизатор, чашка Петри, пробирки, тонкостенная пробирка с пробкой и газоотводной трубкой, пробирка с отверстием в дне, маленькая воронка, пинцет, нож, наждачная бумага, асбестовая сетка, тигель, металлическая банка, тигельные щипцы, магнит, ступка с пестиком, спиртовка, лучина, фильтровальная бумага, песок, капельница.

Реактивы: натрий, кальций, магний (порошок и лента), алюминий (гранулы и проволока), железо (порошок и проволока), медь (проволока), цинк (гранулы), оксид железа (III), сера, кристаллы перманганата калия, бертолетова соль, хлорид меди (II), этиловый спирт, концентрированные соляная, серная и азотная кислоты, 20% раствор серной кислоты, 10% раствор гидроксида натрия, 1% спиртовой раствор фенолфталеина, песок.

В курсе химии учащиеся изучают свойства натрия, магния, кальция, алюминия, цинка, железа, меди и других металлов. Ряд опытов с металлами сопровождается значительными тепловыми эффектами и выполняется только в демонстрации учителя с соблюдением всех требований безопасной работы. К ним относятся все опыты с натрием. Натрий и кальций необходимо хранить в герметичных толстостенных стеклянных банках под слоем керосина, которые в свою очередь помещаются в металлические контейнеры с крышкой.

Необходимо помнить: натрий бурно реагирует с водой и кислотами, очень быстро окисляется на воздухе. Для опытов нельзя брать большое количество металла, выбрасывать остатки металла в раковину, так как это может привести к взрыву. Остатки натрия необходимо уничтожать выжиганием или растворением в этиловом спирте. Перед проведением опыта с натрием его вынимают из банки пинцетом, промокают от растворителя фильтровальной бумагой, отрезают необходимый для опыта кусочек (на сухой фильтровальной бумаге), остаток сразу же возвращают в банку с растворителем.

Опыт 1. Реакция натрия с водой

В штативе закрепляют вертикально пробирку с водой. В нее бросают кусочек натрия (величиной с горошину), закрывают маленькой воронкой и, выждав несколько секунд, поджигают водород у отверстия воронки. После реакции в воду добавляют раствор фенолфталеина.

Опыт 2. Реакция натрия с концентрированной соляной кислотой

Опыт можно проводить только в концентрированной соляной кислоте. Реакции натрия с разбавленной соляной кислотой или другими кислотами, например, серной или азотной, чрезвычайно опасны!

Кусочек натрия бросают в пробирку, закрепленную вертикально в лапке штатива и заполненную на 2/3 объема концентрированной соляной кислотой, и накрывают ее воронкой. На дно пробирки опускаются белые кристаллы поваренной соли, а выделяющийся водород поджигают.

Опыт 3. Реакция кальция с водой

В цилиндр (или большую пробирку) наливают воду и закрывают пробкой. Затем его опускают в кристаллизатор с водой (дном вверх) и под водой открывают пробку. Очищенный от окислов кусочек кальция пинцетом подводят под отверстие цилиндра, который держат вертикально и не вынимают из кристаллизатора с водой. На поверхности кальция начинается реакция, цилиндр постепенно заполняется водородом, кальций в цилиндре всплывает, на дно опускаются белые хлопья. В кристаллизатор добавляют несколько капель раствора фенолфталеина. Собранный водород поджигают. Если цилиндр заполнить водой на 2/3 объема и проделать тот же опыт с кальцием, то при поджигании водорода слышен резкий хлопок. Объясните наблюдаемые явления.

Опыт 4. Реакция магния с водой

В тонкостенную пробирку насыпают песок слоем 1–2 см. С помощью пипетки полностью увлажняют песок водой так, чтобы *стенки пробирки оставались сухими*. Пробирку закрепляют горизонтально в штативе, с помощью скальпеля в ее центр вносят горку порошка магния и закрывают ее пробкой с газоотводной трубкой. Верхней частью пламени спиртовки через стекло нагревают магний. Как только магний загорится, пламя переносят на влажный песок. Пары воды проходят над магнием, он ярко горит. После вытеснения воздуха из пробирки у конца газоотводной трубки поджигают водород. После опыта в пробирке образуются трещины, поэтому под нее следует подложить асбестовую сетку.

Опыт 5. Реакции алюминия с водой, кислотами, щелочами

В пробирку со слабым раствором хлорида меди помещают кусочек алюминия.

Наблюдается выделение водорода и хлопьев меди. Объясните происходящие явления.

В пробирки с соляной кислотой (1:2), серной (1:5), азотной (концентрация безразлична) помещают кусочки алюминия. Наблюдают взаимодействие алюминия с соляной кислотой, более слабое с серной и отсутствие реакции с азотной кислотой.

Взаимодействие алюминия с раствором щелочи начинается только после предварительного нагревания. Напишите уравнения соответствующих реакций.

Опыт 6. Взаимодействие железа с серой (Вулкан Лемери)

Тщательно смешивают в ступке 2 г тонко растертого порошка серы и 2 г пылевидного восстановленного железа. Высыпают смесь горкой на керамическую плитку. Сильно накаливают стеклянную палочку и прикасаются ею к смеси. Сразу же начинается эндотермическая реакция.

Опыт необходимо проводить под вытяжкой. Полученный черный дисульфид железа (II) не будет притягиваться магнитом, если сера взята в небольшом избытке, например, 2 г серы и 3 г железа. Возможен вариант опыта в пробирке. После опыта ее разбивают и исследуют продукт реакции.

Опыт 7. Взаимодействие цинка с серой

3 г тонко цинкового порошка тщательно смешивают с 1,5 г порошкообразной серы. Полученную смесь насыпают горкой на дно перевернутой вверх дном фарфоровой ступки. Затем до нее дотрагиваются длинной зажженной лучиной. Происходит эффектная вспышка.

Твердофазные реакции протекают только на границе раздела фаз, и полнота протекания сильно зависит от степени измельчения и гомогенизации (однородности и равномерного распределения) реагентов. Происходит экзотермическая гетерогенная реакция металла с неметаллом, в результате которой образуется одно вещество – соль сульфида цинка, порошок белого цвета.

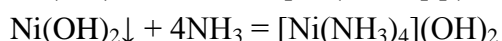
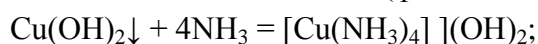
8. Получение комплексных аммиакатов никеля и меди

Реактивы и оборудование: демонстрационные цилиндры, стеклянные палочки, растворы сульфата никеля NiSO_4 и сульфата меди CuSO_4 , аммиака NH_4OH .

Проведение опыта. В демонстрационные цилиндры налить растворы солей никеля и меди. Затем добавить раствор аммиака, сначала немного, потом избыток. Вначале выпадают зеленые и голубые осадки гидроксидов металлов.



При последующем добавлении раствора аммиака осадки растворяются с образованием аммиакатов никеля (фиолетового цвета) и меди (синего цвета):



9. Получение гидроксидов металлов

Реактивы и оборудование: одинаковые демонстрационные цилиндры или колбы, растворы солей: CuSO_4 ; NiSO_4 ; ZnSO_4 ; MnSO_4 , NaOH , стеклянные палочки.

Заранее приготовить и выставить растворы солей в одинаковых демонстрационных

цилиндрах. Водные растворы солей имеют различную окраску:

- 1) сульфат меди (II) - CuSO_4 - голубой раствор;
- 2) сульфат никеля (II) - NiSO_4 - изумрудно-зеленый раствор;
- 3) сульфат цинка - ZnSO_4 - бесцветный раствор;
- 4) сульфат марганца - MnSO_4 - светло-розовый раствор;
- 5) сульфат железа (II) - FeSO_4 - бесцветный раствор.

При добавлении к каждому раствору разбавленной щелочи наблюдается образование нерастворимых гидроксидов с характерной окраской.

По характерному цвету раствора можно сделать предположение о его химическом составе. При добавлении щелочи в каждом цилиндре по реакциям ионного обмена образуются осадки.

При небольшом избытке прозрачный осадок в третьем цилиндре растворяется вследствие амфотерности гидроксида цинка.

В четвертом цилиндре осадок $\text{Mn}(\text{OH})_2\downarrow$, начинает приобретать бурую окраску под действием кислорода воздуха.

В пятом цилиндре осадок $\text{Fe}(\text{OH})_2\downarrow$, у поверхности зеленеет, а потом буреет.

Напишите уравнения соответствующих реакций.

ГАЛОГЕНЫ

Оборудование и материалы: прибор для получения газов, прибор для демонстрации фонтана, цилиндр (0,1 л), пробирка, пробирка с пробкой и газоотводной трубкой, 6 колб с корковыми пробками, корковые пробки с медной и железной проволокой, стеклянной палочкой, ложечкой для сжигания веществ, кусочки окрашенных тканей, пипетка, спиртовка, кристаллизатор.

Реактивы: натрий, красный фосфор, железо (порошок и струна), карбид кальция, натрий хлористый, кристаллический перманганат калия, «бертолетова соль» (хлорат калия), оксид марганца (IV), раствор гидроксида натрия, концентрированные серная и соляная кислоты, лакмус и спиртовой раствор фенолфталеина.

При выполнении данной работы особое внимание обратите на технику безопасности при работе с хлором.

1. **Работать с хлором необходимо в вытяжном шкафу**, их пары поглощают щелочью или активированным углем.

Приборы для проведения опытов должны быть проверены на герметичность, чтобы не было утечки хлора.

2. При получении хлора на окислитель действуют концентрированной соляной кислотой. **Не перепутайте склянки и ни в коем случае не берите концентрированную серную кислоту! В этом случае может произойти взрыв.**

3. Не вдыхайте в себя хлор из сосудов, заполненных этим газом. В случае отравления хлором надо намочить заранее платок смесью 10% водного раствора аммиака и нюхать.

Опыт 1. Получение хлора

Хлор получают в приборе для получения газов (рис.1), состоящем из колбы Вюрца и капельной воронки, верхний конец которой соединен резиновой трубкой с колбой Вюрца. Для чего это сделано? Отводная трубка колбы Вюрца соединена последовательно с 6 колбами для сбора хлора (в две из них на дно насыпан сухой песок), после которых отводная трубка погружается в раствор щелочи. В колбу Вюрца помещают 15–20 г окислителя, в

капельную воронку 20–30 мл концентрированной соляной кислоты. Окислителем могут быть: оксид марганца (IV), перманганат калия. Если используют оксид марганца (IV), реакцию необходимо подогреть.

Прибор проверяют на герметичность и медленно (по каплям) приливают соляную кислоту к окислителю. Заполнение колб хлором хорошо видно по желто-зеленой окраске на фоне белого экрана. После заполнения всех колб хлором прекращают добавление соляной кислоты, колбы отсоединяют и закрывают пробками, а остатки газа из колбы Вюрца пропускают в раствор щелочи. Хлором наполняют шесть колб, которые потребуются для дальнейших опытов.

В целях экономии реактивов опыты с хлором можно провести и в пробирках. Для этого хлор получают в колбе Вюрца объемом 50 мл, отводная трубка которой соединена с колбой для сбора хлора (на дно ее насыпан сухой песок), после которой хлор собирается в 5 пробирок.

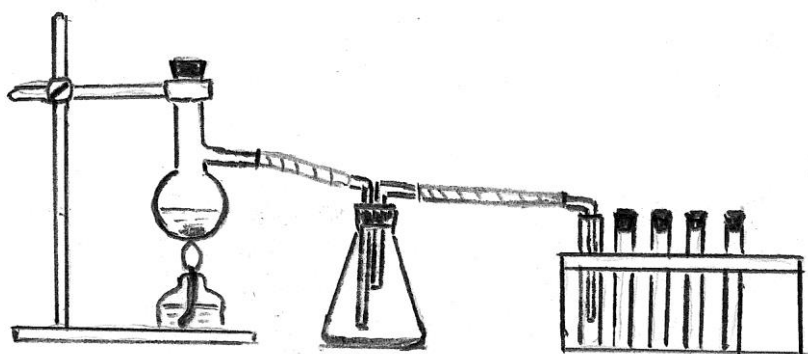


Рис.13 Прибор для получения хлора

Собирают прибор согласно рис 13, после чего в колбу помещают 2-3 г окислителя (приблизительно половину чайной ложки), приливают 10-15мл концентрированной соляной кислоты и быстро закрывают ее пробкой. Заполнение колбы и пробирок хлором хорошо видно по желто-зеленой окраске на фоне белого экрана. При необходимости реакцию подогреть, не допуская вспенивания смеси. После заполнения всех пробирок хлором их закрывают пробками, а остатки газа из колбы Вюрца пропускают в раствор щелочи

Опыт 2. Горение в хлоре меди

Для этого опыта необходимо взять 5–6 тонких медных проволочек, вставить их в корковую пробку. Длина проволочек должна быть почти равной высоте колбы для сжигания. Пучок медной проволоки накаливают в пламени спиртовки и быстро опускают в банку с хлором, на дне которой насыпан песок. Медь сильно раскаляется и сгорает, наполняя банку дымом из мельчайших твердых частичек хлоридов меди (I) и (II).

Варианты пробирочных опытов.

К железной проволоке прикрепляют пучок тонких медных проволочек. Медные проволочки накаливают в пламени спиртовки и помещают в пробирку с хлором.

В пробирку с хлором высыпают немного свежевосстановленного порошка меди. Она загорается без предварительного нагревания.

Опыт 3. Горение в хлоре железа

В железной ложечке сильно нагревают небольшое количество порошка железа и, постукивая ложечку о край колбы, высыпают порошок железа в колбу с хлором, дно которой закрыто песком. Железо горит, разбрасывая искры. Опыт можно провести с тонкой стальной спиралью, аналогично опыту «горение железа в кислороде».

Опыт 4. Горение фосфора в хлоре

Конец стеклянной палочки, вставленной в корковую пробку, опустите в красный фосфор так, чтобы его немного осталось на палочке. При внесении палочки в колбу или пробирку с хлором фосфор загорается без предварительного нагревания.

Опыт 5. Обесцвечивание хлором органических красителей

В колбу или пробирку с хлором бросают цветную тряпочку и закрывают ее пробкой. Можно выждать несколько минут и заметить, что тряпочка не обесцвечена. После этого в колбу или пробирку с хлором приливают 1–2 мл воды, чтобы смочить тряпочку, и закрывают пробкой. Цветная тряпочка обесцвечивается. Для опыта подбирают ткань, краситель которой хорошо обесцвечивается.

Опыт 6. Горение в хлоре ацетилена

В колбу или пробирку с хлором сначала приливают воды и бросают небольшой кусочек карбида кальция. Сразу же происходит вспышка ацетилена и энергичное выделение копоти (углерода).

Опыт 7. Реакция йода с алюминием (фиолетовый «джинн»)

Смешивают равные объемы порошков алюминия и йода и ее высыпают горкой на асбестовую сетку. В горке делают углубление и в него помещают каплю воды. Смесь сильно нагревается, выделяются пары йода. **Реакцию необходимо проводить в вытяжном шкафу.**

В результате экзотермической необратимой реакции соединения алюминия с йодом образуется белый порошок иодида алюминия AlI_3 . Вода выполняет роль катализатора реакции взаимодействия. Это пример твердофазных превращений, которые протекают, как правило, с некоторым небольшим индукционным периодом. (реакция начинается не сразу, а через некоторое время. Пламя образуется в результате побочной реакции частичного сгорания металлического порошка алюминия, а фиолетовая окраска дыма вызвана частичной сублимацией (возгонкой) йода.

Опыт можно провести с цинковой пылью.

Опыт 8. Получение хлористого водорода

Опыт проводят под вытяжкой.

Хлористый водород получают в приборе, состоящем из колбы Вюрца и пробирок (рис. 16) из хлорида натрия и концентрированной серной кислоты. В колбу Вюрца помещают 3-5 г хлорида натрия (приблизительно половину чайной ложки), приливают 5-10мл концентрированной серной кислоты и быстро закрывают ее пробкой и подогревают. Необходимо следить, чтобы жидкость несильно пенилась, это достигают регулировкой подогрева жидкости горелкой. Хлористым водородом заполняют сухую пробирку Как проверить, что сосуд заполнен хлористым водородом?

Опыт 9. Растворение хлористого водорода в воде

В кристаллизатор в водой добавляют немного раствора лакмуса Пробирку с хлористым водородом переворачивают в кристаллизатор с водой и слегка покачивают. Вода быстро заполняет цилиндр. Лакмус меняет окраску.

ОПЫТЫ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Демонстрации с электрическим током проводится при изучении тем: теория электролитической диссоциации, общие свойства металлов и др.

Оборудование и материалы: набор для демонстрации опытов с электрическим током, выпрямитель постоянного тока ВП–33, набор проводов, пинцет, нож, стакан, пробирки.

Реактивы: хлорид натрия, сахар, гидроксид натрия, глицерин, серная кислота, дистиллированная вода, 10% раствор нитрата калия, 5% раствор карбоната натрия, растворы фенолфталеина, лакмуса и крахмала, 2 н. растворы: гидроксида натрия, аммиака, соляной и уксусной кислот.

В комплект набора для демонстрации опытов с электрическим током (рис. 14.) входят следующие основные детали: пластмассовая коробка 9 с выдвижной крышкой 10, на которой установлена специальная розетка и крепится металлический стержень 1, выполняющий функцию штатива; панель 2 с двумя клеммами и винтами для закрепления электродов; электролизер с штырьками-электродами – 6; патроны для ламп на 36В и 6В; набор проводов 8; стержни 7: графитовый, железный и латунный.

Прибор можно включать в электрическую сеть только через понижающий трансформатор или использовать постоянный ток, полученный от типовых школьных выпрямителей тока. **Запрещается подключать прибор к источникам тока напряжением более 35 вольт.**

Набор позволяет осуществлять следующие опыты: исследование электрической проводимости различных веществ, электролиз воды и водных растворов солей, движение ионов в электрическом поле и др.

После демонстрации все узлы и детали прибора, которые соприкасались с электролитами, необходимо промыть водой и вытереть.

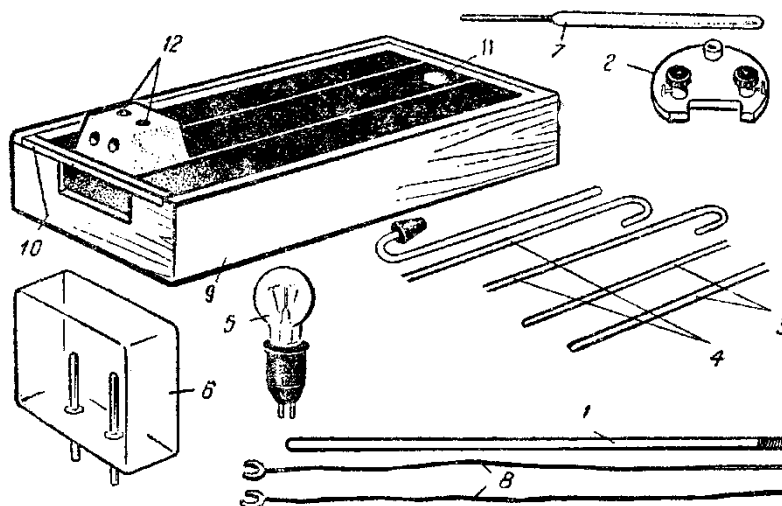


Рис. 14. Набор для опытов по химии с электрическим током.

1 – металлический стержень с резьбой, 2 – панель, 3, 4 – электроды, 5 – электрическая лампочка, 6 – электролизер, 7 – металлический стержень, покрытый серой, 8 – электрические провода, 9 – коробка, 10 – выдвижная крышка, 11 – отверстие для стержня 1, 12 – розетка

Опыт 1. Изучение электропроводности металлов и неметаллов.

Ознакомьтесь с описанием прибора для демонстрации опытов с электрическим током. В крышку прибора вверните стержень, на который наденьте и закрепите панель с клеммами и вставьте в нее два металлических электрода загнутыми концами вниз. В верхние гнезда розетки на крышке прибора вставьте патрон с электрической лампочкой. Соберите электрическую цепь из источника тока, лампочки и электродов.

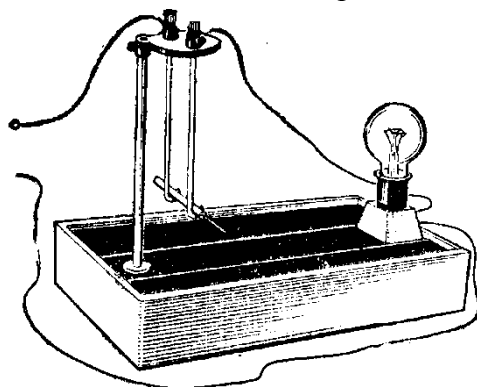


Рис. 15. Изучение электропроводности металлов и неметаллов

Обратите внимание, что тип и номинальное напряжение лампочки должны соответствовать источнику тока. На изогнутые концы металлических электродов положите соответствующий стержень, электропроводность материала которого изучается, и включите ток. Изучите электропроводность меди, железа, графита.

Опыт 2. Электропроводность растворов электролитов и неэлектролитов

В панель с клеммами вставьте электроды загнутыми концами вверх. Соберите электрическую цепь, состоящую из источника тока, лампочки и электродов (рис. 16).

Для проверки электропроводности веществ электроды опускают в стакан, содержащий испытуемый раствор. Испытайте электропроводность твердых и жидких веществ: хлорида натрия, гидроксида калия, сахара, глицерина и их растворов в воде. После каждого испытания следует промывать электроды в дистиллированной воде.

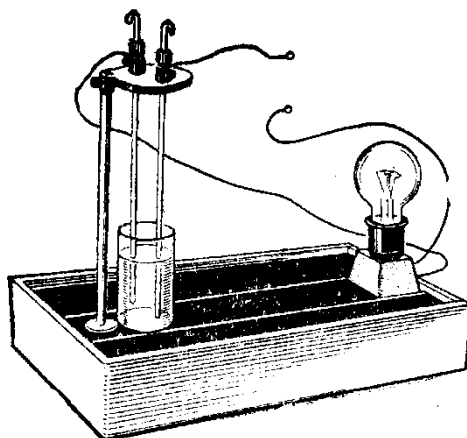


Рис. 16. Изучение электропроводности жидких веществ и растворов

Опыт 3. Экспериментальное изучение силы электролитов

Для сравнения силы электролитов изучают электропроводность растворов одинаковой концентрации. Для опытов берут одинаковые объемы испытуемых растворов. Испытайте электропроводность 2 н растворов гидроксида калия, соляной кислоты. Сделайте вывод о силе электролитов.

Опыт 4. Электролиз воды

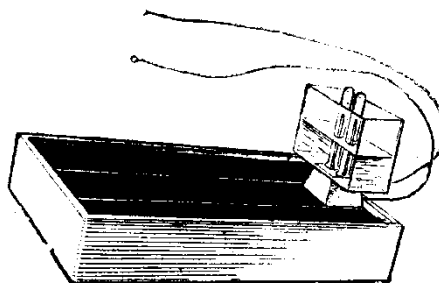


Рис. 17. Прибор для изучения электролиза растворов солей

В верхние гнезда розетки на крышке прибора вставьте сосуд-электролизер, в который налейте 250 мл 10% раствора нитрата калия (или 3% раствора едкого натра). В 2 пробирки налейте тот же раствор, который налит в электролизер, закройте их пробками. Далее опустите пробирки в электролизер, пинцетом откройте пробки и наденьте их на штырьки-электроды электролизера так, чтобы в них не попал воздух. Подключите электролизер к двум последовательно соединенным выпрямителям и включите их в сеть. Что наблюдается при электролизе на каждом электроде? Напишите уравнения происходящих реакций. Как экспериментальным путем можно доказать состав газов? Растворы каких веществ можно также использовать для проведения электролиза воды?

Опыт 5. Электролиз солей

В электролизер и две пробирки налейте раствор йодистого калия. В одну из пробирок добавьте несколько капель крахмального клейстера и наденьте на штырек, служащий анодом. В другую добавьте несколько капель фенолфталеина и наденьте на штырек-катод. Подключите электролизер к выпрямителю постоянного тока и пропустите ток. Объясните наблюдаемые явления.

Аналогичный опыт проведите с раствором сульфата натрия, при этом в пробирки добавьте синего лакмуса. Напишите уравнения процессов на электродах.

Опыт 6. Электролиз раствора сульфата меди с угольным и медным анодами

В стаканчик объемом 100 мл налейте ≈ 30 мл раствора сульфата меди (II) и опустите в него графитовые электроды, закрепленные в панели. Подключите электроды к источнику постоянного тока. Пропустите постоянный ток в течение 2–3 минут. Отключите ток, выньте электроды из гнезд и осмотрите их. Отметьте и процессы, протекающие на электродах (выделение газа, изменение окраски электрода).

Поменяйте полюса у электродов, катод сделайте анодом, а анод катодом. Опять пропустите постоянный ток до появления на аноде пузырьков газа. Отметьте процессы, протекающие на электродах (выделение газа, изменение окраски электрода). Отключите ток, выньте электроды и осмотрите их. Объясните наблюдаемые явления

ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ОПЫТЫ

Занимательные опыты могут быть использованы на химических вечерах, на занятиях химического кружка в младших классах. Особое внимание следует обратить на технику безопасности при выполнении опытов, так как большинство из них связаны со вспышками, взрывами или с применением ядовитых веществ и концентрированных кислот.

Опыт 1. Волшебный кувшин

Оборудование и реактивы: пять стаканов, непрозрачный сосуд (банка), карбонат натрия, гидросульфат натрия (или сульфат аммония), раствор фенолфталеина.

В первый стакан поместите 10–20 мг гидросульфата натрия, во второй – столько же карбоната натрия, в третий – несколько капель раствора фенолфталеина. Четвертый и пятый стаканы предназначены для эффективности опыта. Во все стаканы прилейте по 1-2 мл воды, чтобы растворились соли. Стакан с гидросульфатом натрия незаметно для зрителей отметьте. Возьмите чистый кувшин и налейте в него воду из водопроводного крана. Далее во все стаканы поровну вылейте всю воду из кувшина. Затем только из четырех стаканов, оставив как бы случайно стакан с гидросульфатом натрия, вливайте воду в кувшин. Затем вылейте вновь из кувшина воду в четыре стакана: вода уже будет окрашена в малиновый цвет. Слейте содержимое всех пяти стаканов в кувшин. После непродолжительной паузы разлейте воду из кувшина по стаканам, и она опять станет бесцветной.

Опыт основан на гидролизе солей. Карбонат натрия в результате гидролиза образует щелочную среду, поэтому раствор фенолфталеина окрасился в малиновый цвет. Раствор гидросульфата натрия имеет кислую среду. Таким образом, в кислой среде вновь обесцветился фенолфталеин. После неоднократных упражнений опыт можно довести до большого совершенства

Опыт 2. Буря в стакане

Оборудование и реактивы: концентрированный раствор хлорида железа (III) и карбоната натрия, раствор соляной кислоты, цилиндр, химический стакан, воронка.

В стеклянный цилиндр налейте 1/3 объема раствора хлорида железа (III) и добавьте туда несколько миллилитров раствора карбоната натрия. Жидкость в цилиндре немедленно закипает от выделившегося газа и образуется бурый осадок гидроксида железа (III). То, что при сливании растворов осадка карбоната железа не образуется, легко убедиться на опыте. Для этого отфильтруйте бурый осадок и добавьте к нему соляной кислоты. Осадок полностью растворяется в кислоте, но выделения углекислого газа при этом не наблюдается. Напишите уравнения соответствующих реакций.

Опыт 3. Волшебные палочки

Оборудование и реактивы: три химических стакана, две тонкие стеклянные трубочки (палочки), две пробирки, штатив для пробирок, растворы лакмуса, метилового оранжевого и фенолфталеина, 1 н растворы соляной кислоты и гидроксида натрия.

Три химических стакана наполните растворами лакмуса, метилового оранжевого и фенолфталеина примерно на 3/4 объема. В две пробирки налейте растворы соляной кислоты и гидроксида натрия.

В одну из стеклянных трубочек наберите из пробирки (незаметно для учащихся) раствора гидроксида натрия. Для этого опустите трубочку в раствор щелочи и закройте ее указательным пальцем, а затем выньте из раствора. Перемешайте этой трубочкой жидкости

во всех стаканах, незаметно сливайте каждый раз из нее небольшое количество раствора (быстро приподнимая и опуская палец). Цвет жидкости в стаканах изменится.

Затем наберите таким же способом кислоту во вторую трубочку и перемешайте ею жидкость в стаканах. Окраска индикаторов опять резко изменится.

Этот эффектный опыт хорошо демонстрировать на химическом вечере. Опыт можно демонстрировать как интересный фокус.

Опыт 4. «Цепочка цветных реакций»

Оборудование и реактивы: растворы сульфата хрома (III), серной кислоты, гидроксида натрия, пероксида водорода (3% раствор), пробирка, спиртовка.

К фиолетово-зеленому раствору сульфата хрома (III) прилейте по каплям раствор гидроксида натрия до полного растворения выпавшего серо-зеленого осадка. Получается раствор изумрудного цвета. Нагрейте полученный раствор до кипения, добавьте 2–3 мл пероксида водорода и продолжайте нагревать до перехода изумрудной окраски в желтую. Затем к желтому раствору прибавляют 2–3 мл раствора серной кислоты, окраска меняется на оранжевую.

Наблюдаемые в опыте превращения объясните соответствующими реакциями, учитывая, что серо-зеленый осадок — гидроксид хрома (III), ион CrO_2^{1-} имеет изумрудный цвет, ион CrO_4^{2-} — желтый, ион $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ — оранжевый.

Опыт 5. Химический хамелеон

Оборудование и реактивы: растворы перманганата калия KMnO_4 , сульфита калия K_2SO_3 , серной кислоты, концентрированный раствор гидроксида калия KOH , три цилиндра по 100 мл, стеклянная палочка.

В три цилиндра налейте по 1/3 объема малинового раствора перманганата калия. Прибавьте немного в первый цилиндр разбавленной серной кислоты, во второй — воды, а в третий — концентрированный раствор гидроксида калия. Окраска растворов при этом не изменяется. Добавьте во все цилиндры по 5 мл раствора сульфита калия и хорошо перемешайте смеси стеклянной палочкой. В первом цилиндре мгновенно обесцвечивается раствор, во втором наряду с обесцвечиванием выпадает бурый хлопьевидный осадок, а в третьем малиновая окраска переходит в ярко-зеленую. Напишите уравнения соответствующих реакций.

Опыт 6. «Несгораемый платок»

Оборудование и реактивы: носовой платок из хлопчатобумажной ткани, спиртовка, тигельные щипцы, длинная лучина, ацетон, этиловый спирт.

Намочите в воде носовой платок, слегка отожмите его и пропитайте спиртом (ректификат) или ацетоном. Зажмите один конец платка тигельными щипцами и, держа их в вытянутой руке, зажгите платок с помощью длинной горячей лучины. Создается впечатление, что горит платок. После прекращения горения платок остается невредимым, так как температура воспламенения ткани значительно выше чем для спирта.

Опыт 7. Пламя над пробиркой

Оборудование и реактивы: пробирка, железный штатив с лапкой, газовая горелка, длинная лучина, концентрированная уксусная кислота (80 %, но лучше ледяная).

Налейте в пробирку не более 1 мл концентрированной уксусной кислоты. Закрепите

пробирку в лапке штатива в наклонном положении, прогрейте ее и осторожно нагревайте ее доньшко. Как только уксусная кислота закипит и пары ее достигнут выхода из пробирки, подожгите их лучинкой. Пары уксусной кислоты загорятся, образуя длинные языки слабо светящегося пламени (нагревание пробирки не прекращать).

Опыт 8. Вулкан на столе («вулкан Беттгера»)

Оборудование и реактивы: коническая колба, фарфоровый тигель или чашка, дихромат аммония, спирт.

На асбестовую сетку поставьте тигель или фарфоровую чашку. Тигель можно покрыть макетом горы, изготовленным из негорючих материалов. Под асбестовую сетку положите большой лист бумаги для сбора оксида хрома (III). В тигель насыпьте дихромат аммония и верхушку холмика смочите спиртом. Зажгите холмик горячей лучиной. Реакция экзотермическая, протекает бурно, из «вершины горы» вылетают раскаленные частички «пепла» (оксид хрома (III)). Если погасить свет, то создается впечатление извергающегося вулкана, из кратера которого вылетают раскаленные частицы. Оксид хрома (III) соберите и сохраните для следующих опытов.

Опыт 9. Огненная метель

Оборудование и реактивы: бутылка емкостью 1–3 л, концентрированный раствор аммиака, оксид хрома (III), ложечка для сжигания вещества, спиртовка.

В бутылку налейте немного концентрированного раствора аммиака и, закрыв ее пробкой, полностью смочите жидкостью внутренние стенки бутылки. Вылейте жидкость из бутылки и снова закройте ее пробкой. Все это делается заранее.

В ложечку для сжигания наберите оксида хрома (III), нагрейте его в пламени спиртовки до появления раскаленных частиц и быстро сбросьте в открытую бутылку с парами аммиака. Образуется сноп искр, которые кружатся внутри бутылки, как в метель. В темноте зрительный эффект повышается. Напишите уравнения соответствующих реакций.

Опыт 10. Получение огня без спичек

Оборудование и реактивы: фарфоровая чашечка (кафельная плитка), кристаллический перманганат калия, концентрированная серная кислота, стеклянная палочка, спиртовка.

В фарфоровой чашке смешайте стеклянной палочкой небольшое количество (на кончике ножа) перманганата калия с несколькими каплями концентрированной серной кислоты. Этой палочкой коснитесь фитиля спиртовки. Спиртовка загорается.

На школьных химических вечерах этот опыт может использоваться в различных вариантах: «зажигание костра без спичек», «самовоспламеняющаяся жидкость», «свеча, зажгись» и т.п. *Для опыта нельзя брать большие количества перманганата калия и серной кислоты, смесь может взорваться.*

Опыт 11. Буран под стеклом

В штативе закрепите асбестовую сетку с отверстием в середине. Поместите в отверстие сетки тигель или фарфоровую чашку и насыпьте в нее 10–15 г бензойной кислоты. Вокруг чашки укрепите несколько еловых веточек, имитируя лес. Накрыв всю установку большим стеклянным стаканом, нагрейте на спиртовке фарфоровую чашечку с бензойной кислотой. Бензойная кислота начнет плавиться, а затем возгоняться и «лес» покрывается белыми хлопьями «снега». Создается полная иллюзия картины зимы с бураном. Проводя опыт, следует остерегаться попадания паров бензойной кислоты в помещение.

Опыт 12. Кипяток и спирт – губители жизни

Оборудование и реактивы: пробирки, раствор куриного белка, спирт, растворы щелочи, сульфата меди, держатель пробирок, стеклянная воронка, фильтр.

Действие пламени или кипятка приводит к гибели белков.

Проделайте два опыта. В первом случае прокипятите в пробирке раствор белка, он сворачивается. Охладите его и вновь растворите в воде. Осадок отфильтруйте и с фильтратом проведите реакцию с гидроксидом меди (биуретовая реакция). Фиолетового окрашивания нет, белок погиб.

Во втором случае к раствору белка прилейте спирт (водку) или одеколон: опять происходит свертывание белка. Хлопья растворите в щелочи, но от действия солей меди характерной биуретовой реакции не получим. Таким образом, свертывание белка – процесс необратимый. Данный опыт можно использовать при объяснении физиологического действия спиртов на организм человека, обратив внимание на вредные действия и возможные последствия алкоголя.

Опыт 13. «Золотой дождь» в воде

Оборудование и реактивы: колба (0,25 л), кристаллизатор, растворы ацетата (нитрата) свинца и йодида калия.

Получите осадок йодида свинца в пробирке путем сливания растворов ацетата (нитрата) свинца и йодида калия. После отстаивания осадка слейте с него жидкость. В плоскодонную колбу налейте около 100 мл горячей воды, подкисленной несколькими каплями разбавленной азотной кислоты, затем добавьте полученный иодид свинца и нагревайте колбу до образования бесцветного раствора. Колбу с горячим раствором перенесите на демонстрационный стол, осветите лампой на фоне черного экрана. Для более быстрого охлаждения раствора колбу можно периодически погружать в кристаллизатор с холодной водой. По мере охлаждения в колбе появляются желтые кристаллики йодида свинца, которые при оседании отражают свет, образуя «золотой дождь» в воде.

Опыт 14. «Фараоновы змеи»

Оборудование и реактивы: фарфоровая чашка, роданид калия, нитрат ртути (II), фильтровальная бумага, воронка, химический стакан.

Опыт следует проводить в вытяжном шкафу.

Для проведения опыта приготовьте роданид ртути (II) путем смешивания концентрированных растворов нитрата ртути (II) и роданида калия. Осадок отфильтруйте и хорошо отожмите в фильтровальной бумаге. Из сырого осадка сформируйте небольшие шарики и высушите их. Сухие шарики поджигают на асбестовой сетке в вытяжном шкафу спичкой (лучиной) и наблюдают, как из яйца выползает желтая змея. Объясните наблюдаемые явления, напишите соответствующие уравнения реакций.

Опыт 15. Разноцветное пламя

Оборудование и реактивы: фарфоровые чашечки, фильтровальная бумага, металлический стержень, растворы нитратов натрия, калия, рубидия, цезия, кальция, бария, стронция.

Для опыта приготовьте концентрированные растворы различных солей азотной кислоты, в которых смочите полоски фильтровальной бумаги. При подсушивании полосок

посыпьте их мелко растертыми кристалликами той же соли. Высушенные полоски укрепите на металлическом стержне, закрепите их в виде спиралей и придайте им форму развесистой пальмы. При одновременном поджигании полосок «бумажный фонтан» горит разноцветными огнями, соответствующими данным катионам: литий — малиновым, натрий — желтым, калий — фиолетовым, рубидий и цезий — розово-фиолетовым, кальций — кирпично-красным, барий — желтовато-зеленым, стронций — малиновым цветом и т.д. Соли азотной кислоты при нагревании разлагаются с выделением кислорода, поэтому полоски бумаги горят очень интенсивно.

Различные цвета пламени можно показать при сжигании хлоридов в спирте. Для этого в чистые фарфоровые чашки налейте по 2–3 мл спирта. В спирт добавьте по 0,2–0,5 г мелко растертых хлоридов. Смесь подожгите. В каждой чашке цвет пламени характерен для того катиона, который имеется в составе соли.

Опыт 16. Химический спектр

Оборудование и реактивы: штатив для пробирок, пробирки (7 шт.), лист белой бумаги, растворы хлорида железа (III), нитрата ртути (II), иодида калия, роданида калия, хлорида бария, хлорида кобальта (II), хромата калия, сульфата никеля, сульфата меди, гидроксида натрия, 25% раствор аммиака.

В семь пробирок, помещенных в штатив, слейте попарно следующие растворы: в первую — хлорид железа (III) и роданид калия, во вторую — нитрат ртути (II) и иодид калия, в третью — хлорид бария и хромат калия, в четвертую — сульфат никеля и гидроксид натрия, в пятую — сульфат меди и гидроксид натрия, в шестую — сульфат меди и раствор аммиака (*под вытяжкой*), в седьмую — хлорид кобальта (II) и роданид калия. Обратите внимание на гамму цветов полученных осадков и растворов; она подобрана по цветам солнечного спектра. Опишите происходящие цветные реакции обмена соответствующими уравнениями реакций.

Опыт 17. Змея из сахарной пудры

Оборудование и реактивы: Химические стаканы, пипетки, стеклянные палочки, сахарная пудра, концентрированная серная кислота.

30 г сахарной пудры поместить в стакан объемом 30–50 мл. Прилить 10 мл концентрированной серной кислоты и тщательно перемешать. Происходит экзотермическая реакция с образованием углерода, оксида серы (IV, углекислого газа, паров воды. Вследствие этого происходит увеличение объема реакционной массы. Образующиеся в результате реакции твердый углерод образует пористую массу, выделяющуюся в форме змеи, за счет параллельной реакции выделения углекислого газа и диоксида серы.

Опыт 18. Змея из глюконата кальция

Оборудование и реактивы: таблетки сухого горючего, несколько таблеток глюконата кальция.

Четыре-пять таблеток глюконата кальция положить на круглую таблетку сухого горючего, расположенного в центре керамической плитки, и поджечь горючее. Из каждой таблетки в разные стороны «выползают змеи».

Опыт 19. Искры в жидкости

Реактивы и оборудование: мерный цилиндр емкостью 25 мл, концентрированная серная кислота H_2SO_4 , этиловый спирт C_2H_5OH , перманганат калия $KMnO_4$.

В мерный цилиндр наливают 5-6 мл концентрированной серной кислоты. Затем осторожно и медленно приливают такое же количество этилового спирта так, чтобы жидкости не перемешивались. Осторожно насыпают в цилиндр небольшие порции перманганата калия. На границе между серной кислотой, находящейся снизу, и слоем спирта, находящимся сверху, появляются искорки горящего спирта.

Плотность серной кислоты значительно больше, чем спирта. Более легкая жидкость образует верхний слой. При взаимодействии серной кислоты с перманганатом калия образуется Mn_2O_7 , который разлагается с выделением кислорода. Реакция идет с выделением теплоты. Спирт взаимодействует с кислородом.

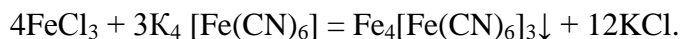
Опыт 20. «Хамелеон»

Реактивы и оборудование: пять высоких химических стаканов емкостью 400 мл, концентрированные растворы хлорида железа (III) $FeCl_3$, гексацианоферрата (II) калия $K_4[Fe(CN)_6]$, гидроксида натрия $NaOH$, фенолфталеина, соляной кислоты HCl .

В пять химических стаканов поместить по 3-5 мл концентрированных растворов: в первый стакан - раствор хлорида железа (III), во второй - раствор гексацианоферрата (II) калия, в третий - раствор гидроксида натрия, в четвертый - несколько капель фенолфталеина, в пятый стакан - раствор соляной кислоты. В первый стакан добавить дистиллированной воды до метки. Затем содержимое первого стакана перелить во второй, отметить изменение окраски раствора.

Далее последовательно переливать содержимое каждого стакана в следующий (второго - в третий, третьего - в четвертый, четвертого - в пятый). При этом окраска растворов будет следующей: 1 - прозрачный (чуть с бурым оттенком), 2- голубой (берлинская лазурь), 3- бесцветный, 4- ярко-малиновый и 5- голубовато-зеленый цвет. Переливание следует проводить быстро.

Возможны два варианта: полное переливание, так что предыдущие стаканы останутся пустыми, и переливание с остатком в каждом предыдущем стакане одной пятой объема первого. Комментарий. В первом стакане сильно разбавленный раствор хлорида железа (III) прозрачен (при увеличении концентрации становится чуть желтоватым). Во втором стакане происходит образование берлинской лазури, качественная реакция на ионы железа (III):



В третьем стакане при добавлении щелочи комплексная соль разрушается и раствор обесцвечивается. В четвертом стакане фенолфталеин дает в щелочи малиновую окраску. В пятом стакане нейтрализация среды и ее подкисление снова способствуют образованию берлинской лазури. Следует отметить, что количество кислоты и щелочи на дне стаканов должно быть таким, чтобы комплекс разрушился, а кислота полностью нейтрализовала щелочь и была немного в избытке. Демонстратору следует предварительно проверить их соотношение.

Реакций «хамелеонов» можно показать множество, например, превращение воды в «кровь»: $FeCl_3 + 3KSCN = Fe(SCN)_3 + 3KCl$. Это тоже качественная реакция на ионы трехвалентного железа в растворах. Также к ним можно отнести превращение воды в

«молоко», реакцию обмена, качественную реакцию на ионы бария Ba^{2+} и сульфат-ионы SO_4^{2-} :
 $BaCl_2 + K_2SO_4 = BaSO_4\downarrow + 2KCl$

Опыт 20. «Горящий снег»

Реактивы и оборудование: кристаллизатор, карбид кальция CaC_2 , снег.

Кристаллизатор на три четверти объема заполнить снегом и положить 3-4 кусочка карбида кальция. Сверху засыпать карбид кальция снегом. Через 2-3 минуты поднести горящую лучину. Снег вспыхивает и горит коптящим пламенем.

Подобный опыт можно провести и с карбидом алюминия.

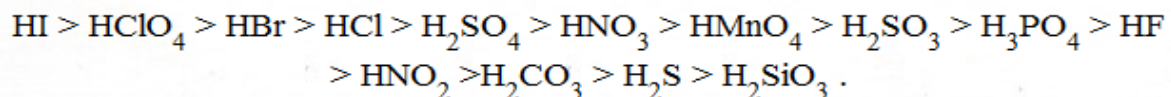
Опыт 21. Вытеснительный ряд кислот

Реактивы и оборудование: растворы солей сульфата натрия Na_2SO_4 , сульфита натрия Na_2SO_3 , карбоната натрия Na_2CO_3 , нитрит натрия $NaNO_2$, раствор соляной кислоты HCl , штатив с пробирками.

Как различить прозрачные растворы солей? Если известен данный набор солей, то следует в пять пробирок поместить небольшое количество каждого из вышеперечисленных растворов и подействовать раствором соляной кислоты. Растворы ведут себя по-разному.

По степени электролитической диссоциации в водных растворах кислоты можно расположить в ряд (вытеснительный ряд кислот):

Сила кислот убывает в ряду:



Каждая предыдущая кислота может вытеснить из соли последующую

Сильные кислоты вытесняют из растворов солей летучие или нерастворимые кислоты, что можно использовать для различения их в растворе. Так, например, задача различения солей Na_2SO_4 ; Na_2SO_3 ; Na_2CO_3 ; $NaNO_2$ решается просто, добавлением в каждый раствор соляной кислоты. Напишите происходящие реакции.

Приложение

Газы	Промывание	Высушивание	Собирание	Хранение	Поглощение	Обнаружение
Водород	Раствором перманганата калия	Конц. серной кислотой	Над водой, вытеснением воздуха	Запрещается хранить в газометре	–	Бесцветное пламя
Кислород	Водой	Конц. серной кислотой	Над водой, вытеснением воздуха	В газометре	Щелочным раствором пиригалола	Тлеющая лучина вспыхивает.
Хлор	Водой	Конц. серной кислотой	Вытеснением воздуха	В закрытых сосудах	Р-ром щелочи, актив. углем	Желто-зеленая окраска.
Хлористый водород	Конц. серной кислотой	Конц. серной кислотой	Вытеснением воздуха	В закрытых сосудах	Водой	Осадок с р-ром AgNO_3 , дым с NH_3 .
Сероводород	Водой	Конц. серной кислотой	Вытеснением воздуха	В закрытых сосудах	Р-ром щелочи, актив. углем	Запах, черный осадок с р-ром AgNO_3 .
Сернистый газ	Конц. серной кислотой	Конц. серной кислотой	Вытеснением воздуха	В закрытых сосудах	Раствором щелочи	Запах, осадок с р-ром CuSO_4 .
Азот	Конц. серной кислотой	Конц. серной кислотой	Над водой	В газометре	–	Тушение пламени.
Аммиак	–	Кристаллич. Ca(OH)_2 , NaOH	Вытеснением воздуха	В закрытых сосудах	Водой	Запах, лакмус синет.
Метан	Конц. раствором щелочи	Конц. серной кислотой	Над водой, вытеснением воздуха	В закрытых сосудах	–	Бесцветное пламя.
Этилен	Конц. раствором щелочи	Конц. серной кислотой	Над водой	В закрытых сосудах	Раствором KMnO_4	Окрашенное пламя.
Ацетилен	Раствором щелочи	Конц. серной кислотой	Над водой	Хранить нельзя, используют сразу	–	Коптящее пламя, характерный запах неочищ. газа

Подписано в печать 28.05.2019. Формат 60x84/16
Усл.-печ. л. 1,86. Тираж 100 экз. Заказ № 285
Типография Алтайского государственного университета:
656049, Барнаул, ул. Димитрова, 66