

Химический факультет

Кафедра неорганической химии

**Методические указания
по общей
и неорганической химии**

Часть 3

*Для студентов 1 курса дневного
отделения химического
факультета*

В третьей части методических указаний по общей и неорганической химии описаны практические и лабораторные работы по химии координационных соединений и химии элементов V-VIII групп Периодической системы.

Пособие составлено коллективом сотрудников кафедры неорганической химии ВГУ – проф. И.Я. Миттовой, проф. О.Б. Яценко, доц. А.Н. Прокиным, доц. В.Р. Пшестанчиком, доц. С.С. Лаврушиной, доц. А.М. Самойловым, асс. Е.В. Томиной, асс. Н.Н. Дементьевым, В.Ф. Кострюковым, – под общей редакцией проф. Угая Я.А.

1. КООРДИНАЦИОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

1) Различие между двойными солями и комплексными соединениями

а) В две пробирки налейте немного раствора железоаммонийных квасцов $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$. В одну из пробирок добавьте несколько капель роданида аммония, а в другую – хлорида бария. Объясните наблюдаемые явления. Напишите ионные уравнения протекающих реакций и уравнение электролитической диссоциации железоаммонийных квасцов.

б) Налейте в пробирку немного раствора гексацианоферрата (III) калия и добавьте несколько капель роданида аммония. Содержит ли раствор этой комплексной соли ионы Fe^{3+} ? Напишите уравнение реакции электролитической диссоциации данного соединения. В чем различие между двойными и комплексными солями?

2) Определение атома, через который координируется лиганд

Смешайте равные объемы 1М раствора хлорида кадмия и 2М раствора тиомочевинны $(\text{NH}_2)_2\text{CS}$. Наблюдайте образование белых игольчатых кристаллов смешанного нейтрального комплекса (к.ч. = 4). Отделите кристаллы от раствора и нагрейте их на газовой горелке. При термодеструкции этого комплекса может получиться или нитрид кадмия (черного цвета), или сульфид кадмия (желтого цвета). Укажите цвет полученного соединения и определите атом, через который координируется тиомочевина.

3) Получение катионных и анионных комплексных соединений.

1) Получение аммиаката меди

К небольшому количеству раствора сульфата меди (II) добавьте по каплям раствор аммиака. Наблюдайте образование голубого осадка, который растворяется при дальнейшем прибавлении избытка аммиака вследствие образования комплексного соединения (к.ч. = 4). Отметьте цвет образовавшегося раствора. Напишите уравнения протекающих реакций.

2) Получение аммиаката никеля

К раствору соли никеля (II) прилейте по каплям раствор аммиака до растворения первоначально образовавшегося осадка гидроксида никеля. Отметьте цвет осадка и конечного раствора. Напишите в молекулярной и ионной формах уравнения реакций получения гидроксида никеля и комплексного соединения (к.ч. = 6). Присутствие каких ионов в растворе определяет окраску растворов исходной соли и комплексного соединения?

3) Получение аммиаката кобальта

К раствору CoCl_2 прилейте избыток растворов хлоридов аммония и аммиака. Наблюдайте образование розовато-красного раствора комплексной соли кобальта (к.ч. = 6). Раствор на воздухе постепенно меняет окраску на желтую

вследствие окисления Co(II) до Co(III) . Напишите уравнения протекающих реакций.

4) *Получение аква- и гидроксокомплексов хрома (III)*

Налейте в две пробирки раствор соли хрома (III) и добавьте 1М раствор аммиака до образования осадка гидроксида. В одну пробирку прилейте 1М раствор серной кислоты, в другую – 2М раствор гидроксида натрия до растворения осадка. Напишите в молекулярной и ионной формах уравнения реакций получения гидроксида хрома (III), взаимодействия его с кислотой и щелочью (к.ч. = 6). Укажите цвет полученных соединений.

4) Устойчивость комплексных ионов

а) Налейте в две пробирки немного 0,5М раствора сульфата магния и добавьте 0,5М раствор гидроксида натрия. Образовавшийся осадок гидроксида магния обработайте избытком раствора NaOH (первая пробирка) и 25%- ным раствором аммиака (вторая пробирка). Растворяется ли при этом осадок гидроксида магния? Проведите также опыты с 0,5М раствором хлорида цинка. Какой из ионов (Mg^{2+} или Zn^{2+}) является лучшим комплексообразователем? Напишите уравнения реакций получения соответствующих комплексных соединений в молекулярной и ионной формах.

б) В пробирку налейте небольшое количество раствора нитрата серебра. К нему добавьте раствор иодида калия. Образовавшийся осадок AgI отфильтруйте и растворите в избытке раствора тиосульфата натрия. Напишите уравнение реакции образования ацидокомплекса. К полученному раствору комплексной соли серебра прилейте немного раствора сульфида аммония или пропустите ток сероводорода. Используя представления о произведении растворимости и константе нестойкости, объясните, почему растворяется осадок AgI и образуется осадок Ag_2S .

5) Окислительно-восстановительные свойства комплексных соединений

а) В две пробирки налейте немного раствора красной кровяной соли $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ и в каждую пробирку добавьте по несколько капель раствора FeCl_3 . Обратите внимание на изменение окраски растворов. Одну пробирку оставьте для сравнения, а в другую добавьте несколько капель раствора KOH и немного 3%- ного раствора пероксида водорода. Смесь взболтайте, испытайте выделяющийся газ лучинкой. Изменяется ли окраска раствора? Напишите уравнения реакций.

б) К раствору CoCl_2 прилейте избыток раствора хлорида аммония и аммиак. Образуется розово-красный раствор комплексной соли (к.ч. = 6). Раствор на воздухе постепенно меняет окраску вследствие окисления. Напишите уравнения реакций. Сделайте выводы об окислительно-восстановительной способности комплексных соединений.

2. ЭЛЕМЕНТЫ V ГРУППЫ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Работа 2.1.

АЗОТ И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ

1) Получение и свойства азота

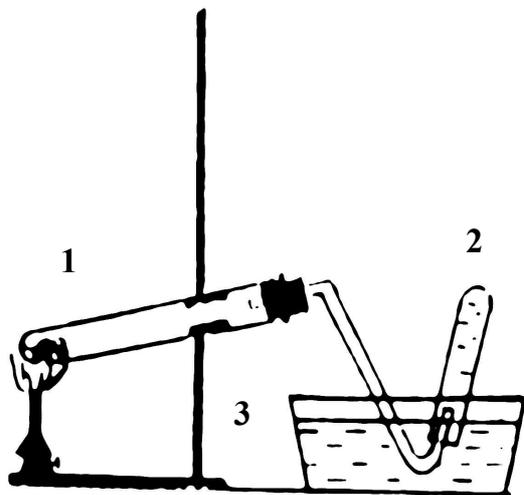


Рис.1. Прибор для получения азота

Для получения азота воспользуйтесь прибором, изображенным на рис.1. В пробирку (1) поместите реакционную смесь, состоящую из 0,2 г измельченного нитрата калия и 4 г железных опилок. В пробирку перед пробкой положите кусок ваты. Пробирку (2) заполните водой и, перевернув вверх дном, поместите в кристаллизатор (3). Закройте пробирку (1) пробкой с газоотводной трубкой, второй конец которой подведите под отверстие пробирки (2). Нагрейте реакционную смесь и выделяющийся газ соберите в пробирку (2), вытесняя воду. Закройте пробирку с газом под водой и выньте из кристаллизатора.

Опишите физические свойства газообразного азота.

Проведите аналогичный опыт, используя в качестве реакционной смеси 2 г измельченного нитрита натрия с 5-6 мл насыщенного раствора хлорида аммония.

Напишите уравнения реакций получения газообразного азота. Какова его химическая активность?

2) Получение аммиака и изучение его свойств

а) Получите аммиак действием концентрированного раствора NH_3 на твердую щелочь (NaOH, KOH). Гранулы щелочи поместите в колбу Вюрца, а раствор аммиака налейте в капельную воронку, укрепленную в шейке колбы. Добавляйте по каплям раствор к щелочи. Образующийся при этом газообразный аммиак пропустите через осушительную склянку с твердым KOH.

б) К газоотводной трубке, соединенной с выходным штуцером осушительной склянки, поднесите стеклянную палочку, смоченную раствором соляной кислоты. Что наблюдаете? Дайте объяснение. Напишите уравнения проведенных реакций.

в) Наполните аммиаком сухую пробирку и закройте ее пробкой. Как надо заполнять пробирку? Растворите аммиак в воде, опустив пробирку отверстием вниз в кристаллизатор с водой. Определите реакцию среды в полученном растворе. Объясните наблюдаемое.

Что образуется при горении аммиака в кислороде? Напишите уравнение реакции. Какие свойства проявляет аммиак? Приведите примеры других реакций, в которых аммиак проявляет те же свойства.

3) Получение и свойства нитрида хрома

В круглодонную колбу (1) (рис.2) поместите несколько кусочков пористого фарфора и налейте концентрированный раствор аммиака.

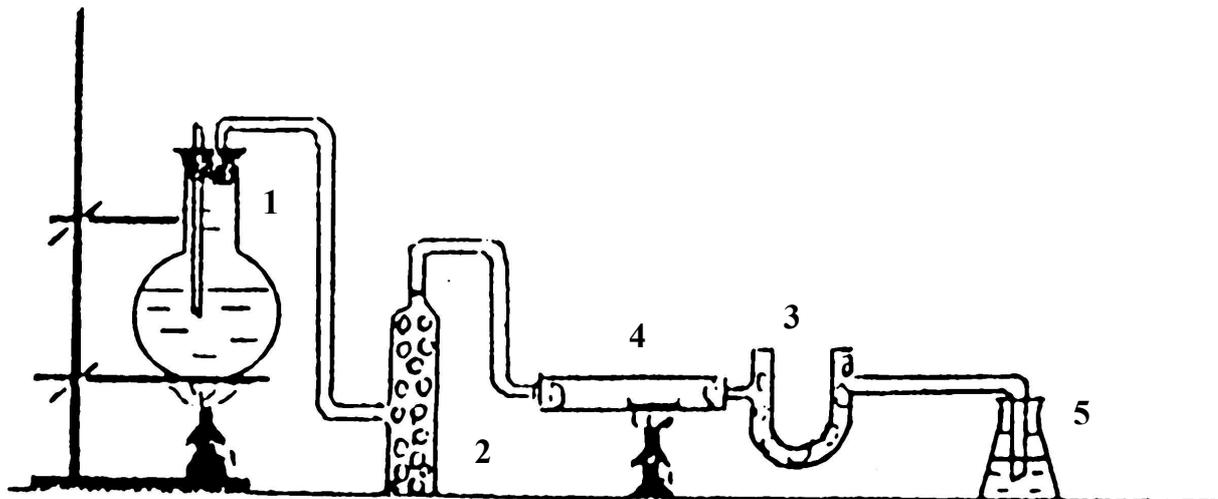


Рис.2. Прибор для получения нитрида хрома

Осушительную колонку (2) и U-образную трубку (3) заполните негашеной известью. В тугоплавкую трубку (4) насыпьте сухой хлорид хрома (III) и с обеих сторон закройте трубку тампонами из стеклянной ваты. Коническую колбу (5) заполните на 1/3 объема дистиллированной водой и также закройте стеклянной ватой.

Нагрейте колбу (1), пропустите ток аммиака 1-2 мин. и затем умеренно нагревайте тугоплавкую трубку. При нагревании фиолетовый хлорид хрома (III) переходит в нитрид хрома. По окончании реакции охладите прибор в токе аммиака.

На полученный нитрид хрома подействуйте водой на холоду и при кипячении. Что наблюдаете? Нагрейте немного нитрида хрома на крышке тигля газовой горелкой. Объясните наблюдаемое. В коническую колбу (5) добавьте несколько капель раствора AgNO_3 . Что происходит? Напишите уравнения всех реакций, происходящих в этом опыте.

4) Термическое разложение солей аммония

Проверьте отношение к нагреванию фосфата, сульфата, нитрата, дихромата и хлорида аммония. Прокаливание первых трех солей проведите на крышке тигля над тягой. Хлорид аммония прокалите в стеклянной трубке, закрепленной наклонно в штативе. С обоих концов трубки положите влажную универсальную индикаторную бумагу. Объясните наблюдаемые явления. Напишите уравнения реакций и поясните зависимость характера термической диссоциации солей аммония от природы аниона кислоты.

5) Свойства соединений гидразина и гидроксилamina

а) В две пробирки с 5 мл воды внесите несколько кристалликов сульфата гидразина. В одну пробирку прилейте немного иодной воды, а в другую – щелочной раствор хлорида меди (II). Объясните наблюдаемые явления и напишите уравнения реакций. Какие свойства характерны для соединений гидразина?

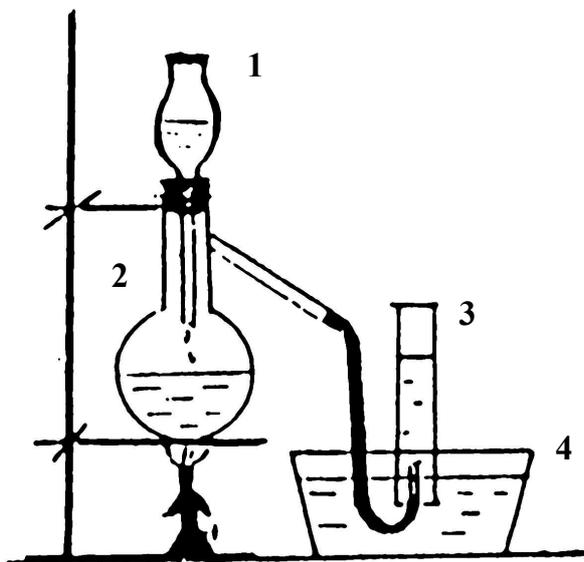
б) Растворите в 5 мл воды несколько кристалликов гидроксилamina или его хлорида. Определите рН среды с помощью универсального индикатора. Добавьте к испытуемому раствору немного иодной воды. Объясните происходящее и напишите уравнения реакций. Какие свойства отличают соединения гидроксилamina?

Опишите строение гидразина, гидразин-гидрата, сульфата гидразина, гидроксилamina и его хлорида.

б) Получение и свойства оксида азота (II)

РАБОТУ ПРОВОДИТЕ ПОД ТЯГОЙ!!!

а) Получите оксид азота (II) в приборе, указанном на рис.3.



В колбу Вюрца (2) насыпьте 10-15 г медных стружек, а в капельную воронку (1) – разбавленную азотную кислоту (1:1). Реакцию ведите при нагревании. Наполнение цилиндра (3) оксидом азота проводите после того, как выходящий через газоотводную трубку газ начнет окрашиваться в воде кристаллизатора (4) в бурый цвет. Наполните оксидом азота два цилиндра и, закрыв их под водой стеклянными пластинками, сохраните для опытов в) и г).

Рис.3. Прибор для получения оксида азота

б) Пропустите ток оксида азота (II) в свежеприготовленный насыщенный раствор сульфата железа (II). Наблюдайте изменение окраски раствора. При нагревании вновь происходит изменение окраски. Объясните наблюдаемые явления и напишите уравнения реакций.

После завершения реакции получения оксида азота осторожно нагрейте содержимое колбы до полного растворения осадка и горячий раствор отфильтруйте. Затем фильтрат упарьте в фарфоровой чашке наполовину и охладите. Полученные кристаллы нитрата меди (II) отделите от жидкости, высушите и сдайте лаборанту.

в) Убедитесь на опыте, поддерживает ли оксид азота (II) горение.

г) Подожгите красный фосфор в железной ложечке горелкой и сильно горящим внесите в цилиндр с оксидом азота. Что наблюдается? Напишите урав-

нение реакции. Почему слабо горящий фосфор гаснет в атмосфере оксида азота (II)?

7) Получение и свойства оксида азота (IV)

а) Для получения NO_2 в капельную воронку (рис.3) налейте концентрированную азотную кислоту, в колбу Вюрца поместите медные стружки. Образующийся NO_2 пропустите через пробирку с дистиллированной водой, в которую добавьте 2-3 капли метилового оранжевого. Что наблюдаете? Напишите уравнения реакций.

б) Соберите выделяющийся NO_2 в цилиндре и испытайте, горит ли в нем тлеющая лучина, зажженный красный фосфор, сера, уголь, предварительно разогретые металлы (Cu, Zn). Напишите уравнения реакций.

8) Свойства солей азотистой кислоты

а) К небольшому количеству раствора KMnO_4 , подкисленному серной кислотой, добавьте раствор нитрита калия. Объясните наблюдаемое и запишите уравнения реакций.

б) К подкисленному раствору иодида калия с несколькими каплями раствора крахмала прилейте раствор нитрита натрия. Что наблюдается? Напишите уравнения реакций.

9) Получение азотной кислоты и изучение ее свойств

а) Получите азотную кислоту в приборе (рис.4).

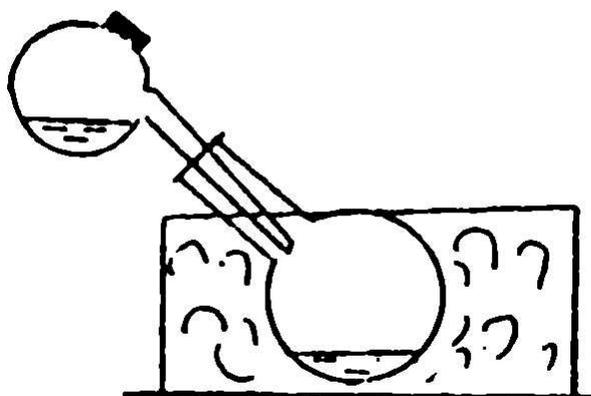


Рис.4. Прибор для получения азотной кислоты

В реторту (1) поместите 10-15 г нитрата натрия и прилейте 10 мл концентрированной серной кислоты ($\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$). Закройте тубус реторты асбестовой пробкой, а ее конец опустите в приемник (2), находящийся в кристаллизаторе с охлаждающей смесью. Осторожно нагревайте реторту. Что наблюдается? Когда в приемнике соберется немного азотной кислоты, прекратите нагревание реторты.

Кислоту используйте для последующих опытов.

б) Нагрейте в пробирке азотную кислоту, полученную в предыдущем опыте, и внесите в нее тлеющую лучинку щипцами. Напишите уравнение реакции разложения HNO_3

в) В фарфоровую чашку, поставленную на песок, с 1-2 мл свежеприготовленной азотной кислоты добавьте 2-3 капли скипидара (**окно тяги должно быть опущено!**). Объясните наблюдаемое.

г) В концентрированную HNO_3 бросьте кусочек серы и нагрейте в течение нескольких минут. Что происходит? После охлаждения полученной жидкости проверьте ее на присутствие сульфат-иона. Напишите уравнения реакций.

д) Испытайте действие концентрированной и разбавленной азотной кислоты на цинк и олово. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций. Как протекают реакции взаимодействия азотной кислоты с металлами в зависимости от ее концентрации и их активности? Приведите уравнения реакций.

10) Термическое разложение нитратов

РАБОТУ ПРОВОДИТЕ ПОД ТЯГОЙ!

а) Прокалите в разных пробирках нитраты калия, свинца и серебра. Обратите внимание на окраску газообразных продуктов, выделяющихся при этом, и испытайте их тлеющей лучинкой. Отметьте цвет остатков в пробирках. Напишите уравнения реакций.

б) Расплавьте в пробирке немного KNO_3 и бросьте туда кусочек тлеющего угля. После окончания реакции бросьте в эту же пробирку кусочек черенковой серы. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

Работа 2.2.

ФОСФОР И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ

1) Аллотропия фосфора

РАБОТУ ПРОВОДИТЕ ПОД ТЯГОЙ!

В сухую пробирку положите 0,1 г красного фосфора, предварительно высушенного между листами фильтровальной бумаги. Пробирку в слегка наклонном положении закрепите в штативе и заполните ее углекислым газом из аппарата Киппа. Закройте пробирку тампоном из стеклянной ваты и осторожно нагревайте маленьким пламенем горелки. Наблюдайте появление налета белого фосфора на холодных частях пробирки. Отнесите пробирку в темное место и наблюдайте свечение фосфора. Объясните, при каких условиях красный фосфор переходит в белый. По окончании опыта пробирку с белым фосфором сдайте лаборанту.

2) Получение оксида фосфора (V)

РАБОТУ ПРОВОДИТЕ ПОД ТЯГОЙ!

В фарфоровую чашку поместите ~ 0,3 г красного фосфора, подожгите его горелкой и накройте горящий фосфор стеклянной воронкой, конец которой закрыт кусочком ваты (для уменьшения потерь оксида). Воронку можно держать пробиркодержателем. Для увеличения доступа воздуха к горящему фосфору следует 1-2 раза приподнять воронку.

Наблюдайте осаждение образующегося оксида фосфора (V) на стенках воронки.

По окончании опыта воронку с P_4O_{10} поместите в кольцо штатива и смойте оксид фосфора со стенок воронки небольшим количеством воды (5-10 мл) в стакан, подставленный под воронку.

3) Получение фосфорных кислот

а) Полученный в опыте 2) прозрачный раствор разделите на две части. Одну часть нейтрализуйте несколькими каплями раствора соды до слабокислой реакции ($\text{pH}=6$). Добавьте раствора AgNO_3 и осторожно прилейте разбавленный раствор аммиака так, чтобы жидкости не смешивались и образовалось два слоя. На границе жидкостей появляется белое кольцо метафосфата серебра.

б) Ко второй части раствора из опыта 2) прилейте 10 мл воды и 1-2 мл концентрированной HNO_3 . Прокипятите 10 мин. так, чтобы раствор не выкипал. Раствор охладите и так же, как в опыте а), прилейте растворы нитрата серебра и аммиака. Наблюдайте образование желтого осадка ортофосфата серебра.

в) Получите ортофосфорную кислоту путем окисления концентрированной азотной кислотой (5-6 мл) красного фосфора в фарфоровой чашке (*опыт проводить под тягой!*). По окончании реакции раствор выпарьте и после охлаждения остаток разбавьте водой и нейтрализуйте содой до слабокислой реакции. Испытайте раствором AgNO_3 .

Каковы особенности получения мета- и ортофосфорной кислот? Объясните все наблюдаемые явления и напишите уравнения реакций.

4) Получение и свойства хлорида фосфора (V)

В заполненную хлором пробирку бросьте крупинку красного фосфора. Что наблюдаете? Отметьте цвет и агрегатное состояние полученного вещества. Добавьте к нему немного воды и прокипятите, определите реакцию среды. К одной части раствора прилейте раствор нитрата серебра, подкисленный азотной кислотой, вторую часть исследуйте на присутствие фосфорной кислоты, используя сведения, полученные в опыте 3). Объясните все наблюдаемые явления и напишите уравнения реакций.

5) Получение фосфатов в виде окрашенных перлов

Положите на отдельные предметные стекла растертые кристаллы $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, нитрат кобальта, оксиды меди (II) и хрома (III). Нагрейте пламенем горелки платиновую проволочку с петлей на конце. Коснитесь нагретой проволокой кристаллов соли гидрофосфата натрия-аммония и снова нагрейте ее до расплавления прилипших кристаллов. Наблюдайте разложение соли, сопровождающееся выделением аммиака, паров воды и образованием перлов метафосфата натрия. Затем горячим перлом слегка коснитесь порошка соли кобальта и снова нагрейте его в окислительном пламени горелки. Отметьте цвет полученного перла, горячего и охлажденного.

Каждый раз, очищая платиновую проволочку, повторите опыты, беря вместо соли кобальта оксиды меди и хрома. Какая окраска получается в этих случаях? (Для очистки проволоки раскрошите перл рукой, прокалите проволоку в пламени горелки и промойте соляной кислотой). Напишите уравнения реакций разложения гидрофосфата натрия-аммония и получения солей в виде окрашенных перлов. Примите во внимание, что первичные фосфаты при прокаливании

образуют метафосфаты и воду, а метафосфат натрия, взаимодействуя с оксидами кобальта, меди и хрома, образует их фосфаты или двойные соли.

б) Гидролиз солей фосфорной кислоты

Осуществите гидролиз кислых и средней солей ортофосфорной кислоты. Определите рН среды с помощью универсального индикатора. Объясните, почему при растворении этих солей получается различная реакция среды. Напишите уравнения реакций гидролиза взятых солей в молекулярной и ионной формах.

Работа 2.3.

ПОДГРУППА МЫШЬЯКА

1) Получение и свойства пентахлорида и трихлорида сурьмы

РАБОТУ ПРОВОДИТЕ ПОД ТЯГОЙ!

Пентахлорид сурьмы получите в установке, представленной на рис.5.

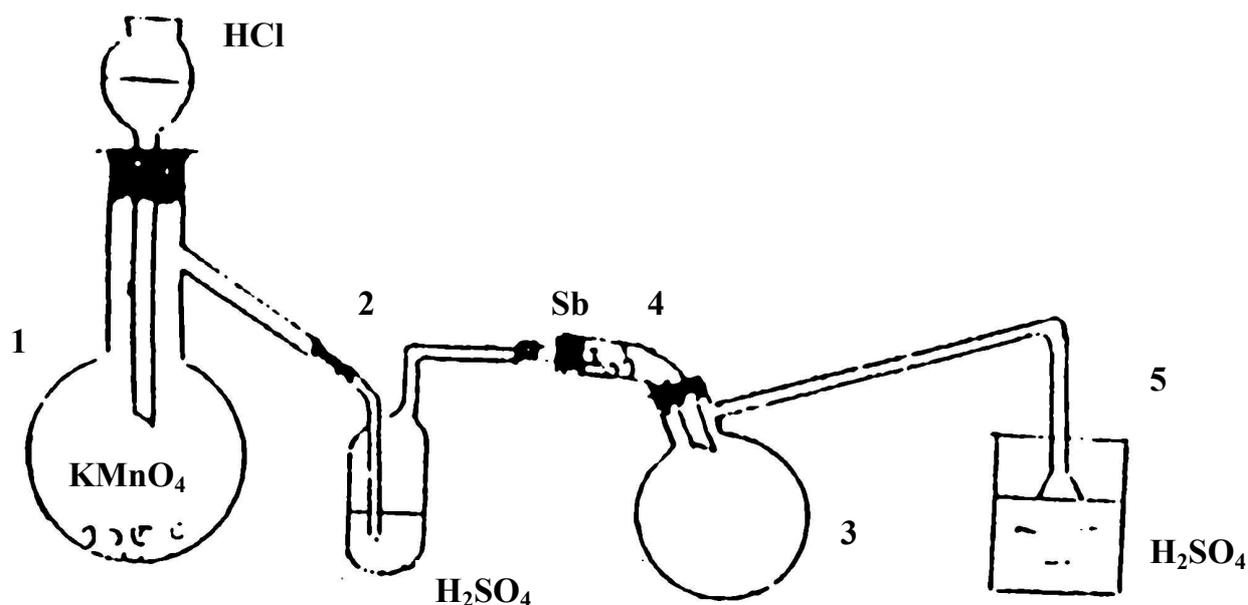


Рис.5. Прибор для получения пентахлорида сурьмы

В колбе Вюрца (1) получите хлор, который пропустите через промывную и осушительную склянки (2). В стакан (5) налейте концентрированную серную кислоту. Трубку (4) наполовину заполните кусочками сурьмы. Пропустите ток хлора так, чтобы он не выделялся на выходе прибора. Когда вся сурьма прореагирует, а в колбе –приемнике (3) соберется жидкость, продолжайте пропускать ток хлора. Если жидкость в приемнике затвердеет, слегка нагрейте приемник до расплавления содержимого и продолжайте пропускать хлор сначала при нагревании, а затем на холоду. После насыщения жидкости хлором отсоедините сначала колбу (1), а затем приемник (3), оставив его на 1-2 мин. открытым. Часть раствора оставьте для проведения опыта.

а) К небольшому количеству полученного пентахлорида сурьмы осторожно прилейте немного воды. Что происходит? Объясните наблюдаемое и напишите уравнение реакции.

б) Оставшуюся часть пентахлорида сурьмы перелейте в высокую тугоплавкую колбу и высыпьте туда немного порошкообразной сурьмы. Если реакция идет плохо, нагрейте. К части полученного продукта осторожно прилейте небольшое количество воды. Объясните все наблюдаемые явления и напишите уравнения реакций. Каково отличие в характере гидролиза трихлорида и пентахлорида сурьмы?

в) Проведите реакции взаимодействия трихлорида сурьмы с гидроксидом и карбонатом натрия. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

2) Получение и свойства оксидов сурьмы

а) Для получения оксида сурьмы (III) к раствору SbCl_3 при нагревании прилейте раствор соды до слабощелочной реакции. Процесс закончится, когда прекратится выделение пузырьков газа. Когда полностью выпадет осадок, слейте маточный раствор и промойте осадок путем декантации горячей водой до полного удаления хлорид-иона. Осадок отфильтруйте и высушите в сушильном шкафу. Испытайте отношение Sb_2O_3 к растворам соляной и винной кислот и щелочи. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций. Щелочной раствор оставьте до следующих опытов.

б) Получите оксид сурьмы (V) взаимодействием в фарфоровой чашке 0,25г порошкообразной сурьмы и 5мл концентрированной азотной кислоты. Реакцию проведите при нагревании на водяной бане сначала до полного перехода сурьмы в раствор, а затем до полного упаривания раствора. Продолжите нагревание на песчаной бане или в муфеле при 270°C до полного разложения гидрата пентоксида сурьмы. Испытайте отношение полученного Sb_2O_3 к концентрированным растворам HCl и NaOH . Объясните наблюдаемые явления и напишите уравнения реакций.

3) Получение и свойства гидроксидов Sb (III) и Bi (III)

а) В две сухие пробирки налейте по 1мл 0,1М раствора SbCl_3 и по каплям добавьте 2М раствор NaOH до выпадения осадка. Каков цвет полученного осадка?

В одну пробирку добавьте 2М раствор HCl , в другую- 2М раствор NaOH до полного растворения осадка.

б) В две пробирки налейте по 1мл 0,1М раствора соли Bi (III) и постепенно добавляйте 2М раствор NaOH до образования гидроксида висмута (III). Отметьте цвет осадка. В одну пробирку добавьте ~2мл 2М раствора HNO_3 и наблюдайте растворение осадка.

В другую пробирку добавьте раствор NaOH . Растворяется ли осадок в растворе NaOH ? Сделайте вывод относительно основных свойств гидроксидов сурьмы (III) и висмута (III).

4) Гидролиз солей висмута (III)

Растворите несколько кристалликов сульфата или нитрата висмута (III) в небольшом количестве воды и определите pH среды. Часть полученного раствора разбавьте водой, а другую часть нагрейте. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

5) Получение и свойства соединений висмута (V)

Получите в пробирке гидроксид висмута (III) (см. опыт 3). Пропустите в пробирку ток хлора и добавьте в нее при нагревании насыщенный раствор пероксодисульфата калия. Объясните наблюдаемое изменение окраски и напишите уравнение реакции.

Осадок в пробирке промойте водой путем декантации и растворите в концентрированной азотной кислоте. Полученный раствор разлейте по двум пробиркам. Одну оставьте стоять на воздухе, а во вторую добавьте несколько капель раствора соли марганца (II). Объясните происходящее и напишите уравнения реакций.

б) Окислительно-восстановительные свойства соединений сурьмы и висмута

а) К раствору нитрата серебра прилейте водный раствор аммиака в таком количестве, чтобы при добавлении NaOH не образовывался осадок. В полученный раствор аммиаката серебра внесите несколько капель щелочного раствора $\text{Na}[\text{Sb}(\text{OH})_4]$ (см. опыт 2, а) и подогрейте. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

б) К небольшому количеству раствора SbCl_5 (см. опыт 1) в присутствии HCl добавьте несколько капель KI и хлороформа. Смесь тщательно взболтайте. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

в) Осуществите взаимодействие висмутата натрия с раствором MnSO_4 . Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

Сделайте вывод об окислительно-восстановительных свойствах соединений элементов подгруппы мышьяка.

7) Получение и свойства сульфидов сурьмы и висмута

а) Получите сульфиды сурьмы (III) и висмута (III), пропустив через подкисленные растворы соответствующих солей ток сероводорода. Отметьте цвета осадков и сравните с окраской сульфидов мышьяка (As_2S_3 и AsS). Опишите методы получения сульфидов мышьяка (III) и висмута (III).

б) Испытайте отношение полученных в опыте (а) сульфидов к концентрированным растворам HCl и HNO_3 . Какова растворимость As_2S_3 в этих кислотах? Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

в) Изучите отношение Sb_2S_3 и Bi_2S_3 к растворам сульфида и полисульфида аммония. Напишите уравнения реакций. Что наблюдается при подкислении полученных растворов?

г) Получите сульфид сурьмы (V), пропустив через подкисленный раствор SbCl_5 ток сероводорода. Что происходит? Полученный осадок отфильтруйте, промойте водой и испытайте его отношение к растворам щелочи и основных сульфидов. Напишите уравнения реакций.

Работа 2.4.

ПОДГРУППА ВАНАДИЯ

1) Получение и свойства оксида ванадия (V)

а) Получите оксид ванадия (V) разложением ванадата аммония. Прокалите в тигле на газовой горелке 0,8г указанной соли при непрерывном перемешивании стеклянной палочкой. Реакция закончится тогда, когда прекратится выделение аммиака и окраска реагента станет красно-коричневой. Напишите уравнение реакции. Взвесьте охлажденный V_2O_5 и определите процент выхода.

б) Растворите немного полученного V_2O_5 в воде и определите pH среды. Напишите уравнение реакции, принимая во внимание, что образуется смесь мета-, орто- и диванадиевой кислот.

в) Испытайте отношение V_2O_5 к растворам щелочи и азотной кислоты. Напишите уравнения реакций.

г) Изучите взаимодействие V_2O_5 с разбавленной и концентрированной соляной кислотой. В каком случае проявляется амфотерность V_2O_5 , а в каком – его окислительные свойства? Напишите уравнения реакций, полагая, что образуются ионы VO_2^+ , VO^{3+} и VO^{2+} . На основании этого опыта сделайте вывод об устойчивости степени окисления +5 для ванадия в растворах с разным значением pH.

2) Пероксосоединения ванадия

а) Проведите реакции взаимодействия V_2O_5 с пероксидом водорода в разных средах (щелочной, кислой, нейтральной). Отметьте окраску полученных растворов. Напишите уравнения реакций, приняв во внимание, что при $\text{pH} > 7$ образуются анионы VO_8^{3-} , а при $\text{pH} = 7$ – анионы VO_6^{3-} , а при $\text{pH} < 7$ – катионы пероксованадила VO_3^+ .

б) Получите смесь пероксованадиевых кислот из подкисленного 2н. серной кислотой насыщенного раствора метаванадата натрия и 3% - ного раствора пероксида водорода. Наблюдайте окрашивание раствора в красный цвет и выделение газа (какого?). Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

3) Взаимные превращения метаванадата и гексаванадата

К насыщенному раствору NH_4VO_3 прилейте немного разбавленной серной кислоты. Отметьте изменение окраски раствора. К полученному раствору добавьте раствор NaOH до $\text{pH} = 8$. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

4) Получение и свойства ванадата натрия

а) Тщательно перемешанную смесь из 0,3г V_2O_5 и 1,5г Na_2CO_3 сплавьте в тигле в муфельной печи, постепенно повышая температуру до $800^\circ C$. Как изменится смесь при нагревании? Напишите уравнения реакций. Чтобы сплав легко отделился от тигля, опустите горячий тигель в чашку с водой. Разотрите охлажденный продукт в ступке и растворите в воде при нагревании. Полученный горячий раствор отфильтруйте и упарьте до начала осаждения кристаллов. По окончании процесса кристаллизации определите выход продукта. Рассмотрите кристаллы под микроскопом, отметьте их цвет и форму.

б) Приготовьте насыщенный раствор ванадата натрия и подействуйте на него концентрированной азотной кислотой. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

в) К раствору ванадата натрия добавьте по каплям 1н. раствор серной кислоты. Изменение окраски объясните с помощью уравнений реакций (в ионном виде), протекающих в водных растворах при $pH < 7$, $pH = 7$ и $pH > 7$.

г) Испытайте действие хлорида и сульфида аммония на полученный ванадат натрия. К раствору образовавшейся тиосоли $(NH_4)VS_4$ прилейте раствор соляной кислоты. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

5) Получение труднорастворимых ванадатов

Получите метаванадаты бария и свинца и ортованадат серебра действием на раствор метаванадата натрия соответственно растворами хлорида бария, ацетата свинца и нитрата серебра. Отметьте цвета образовавшихся осадков. Напишите уравнения реакций. К небольшому количеству раствора метаванадата натрия прилейте раствор сульфата меди. Измените кислотность раствора в сторону увеличения и уменьшения pH . В каком случае образуется осадок синезеленого цвета, а когда – желто-зеленого? Каков состав ванадатов меди указанной окраски? Напишите уравнения реакций.

б) Получение производных фосфорванадиевой кислоты

В 100мл 1М раствора азотной кислоты растворите 2,4г Na_2HPO_4 и 10г метаванадата натрия. Затем добавьте 25мл ацетона. Полученную смесь выдержите на холоду до тех пор, пока не произойдет кристаллизация. Кристаллы отделите на воронке Бюхнера и высушите между листами фильтровальной бумаги. Напишите уравнение реакции. Определите процент выхода продукта. Укажите, к какому классу соединений относится данная соль. Каков ее возможный состав?

7) Производные ванадия низших степеней окисления

В колбочку емкостью 50мл в подкисленный серной кислотой раствор ванадата натрия бросьте 3-4 небольших гранулы цинка. Наблюдайте за изменением окраски раствора. По мере появления новой окраски отлейте по 1-2мл раствора в 2 пробирки, закройте их пробкой. Объясните наблюдаемое, напишите уравнения реакций. К одной серии растворов, содержащих производные ванадия разной степени окисления, быстро прилейте 10%-ный раствор гидроксида

натрия. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций. Испытайте отношение полученных гидроксидов к растворам кислот и щелочей. Ко второй серии растворов, различающихся окраской, прилейте по каплям раствор KMnO_4 . Что происходит? Часть оставшегося в колбочке раствора оставьте на воздухе и наблюдайте за изменением окраски. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

3. ЭЛЕМЕНТЫ VI ГРУППЫ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Работа 3.1.

ХАЛЬКОГЕНЫ

1) Аллотропия серы. Получение моноклинной и ромбической серы

РАБОТУ ПРОВОДИТЬ ПОД ТЯГОЙ!

а) Заполните фарфоровый тигель до краев порошкообразной серой, установите на асбестовой сетке и медленно нагрейте пламенем горелки до полного расплавления серы. Прекратите нагревание и охладите тигель. Когда на поверхности расплава образуется кристаллическая корка, проделайте в ее центре отверстие стеклянной палочкой и вылейте не успевшую застыть серу из тигля. На стенках тигля образуются кристаллы моноклинной серы. Рассмотрите внешний вид кристаллов. 3-4 кристалла растворите в сероуглероде на часовом стекле и после испарения растворителя рассмотрите форму вновь образовавшихся кристаллов под микроскопом.

б) Кристаллы ромбической серы получите в пробирке. Налейте в нее 2мл CCl_4 , насыпьте туда немного порошка серы, закройте пробирку пробкой, тщательно взболтайте содержимое пробирки, отфильтруйте через складчатый фильтр в маленькую фарфоровую чашку. После испарения растворителя в чашке образуются кристаллы ромбической серы. Рассмотрите кристаллы под микроскопом и сравните их с кристаллами, полученными в предыдущем опыте. Объясните диаграмму состояния серы

2) Получение аморфного и стекловидного селена

а) К 5мл концентрированной H_2SeO_3 прибавьте 2г влажного кристаллического Na_2SO_3 или 1,5мл насыщенного раствора Na_2SO_3 . Осторожно нагрейте, перемешивая стеклянной палочкой. Через 2-3 минуты прекратите нагревание. Раствор начнет менять окраску и примерно через 10 минут образуется красно-коричневый осадок аморфного селена. Через 15 минут после прекращения нагревания содержимое пробирки отфильтруйте на воронке Бюхнера и с осадком выполните следующий опыт. Напишите уравнение реакции получения аморфного селена.

б) Осадок из опыта (а) поместите в фарфоровый тигель и нагрейте до плавления селена. Вылейте полученный расплав в фарфоровую чашку с холодной водой. Выньте остывшую стекловидную массу и просушите фильтроваль-

ной бумагой. Рассмотрите стекловидный селен. Сделайте общий вывод по работе.

3) Окислительно-восстановительные свойства серы

а) Проведите реакцию между концентрированной азотной кислотой и порошкообразной серой при нагревании. Полученный раствор испытайте на присутствие в нем сульфат-ионов. Напишите уравнения реакций.

б) В бесцветное пламя газовой горелки внесите на фарфоровой или стеклянной ложечке небольшое количество серы (~0,2г). Наблюдайте горение серы. Отметьте цвет пламени.

в) Смешайте порошкообразную серу и цинк в массовом соотношении 1,5 : 1 и смесь сожгите в вытяжном шкафу в железной ложечке. Что получается?

Обобщите сделанные опыты и сделайте вывод о свойствах серы.

4) Окислительно-восстановительные свойства селена и теллура

а) Проведите опыт, аналогичный (1, а), используя вместо серы порошкообразные селен и теллур.

б) Приготовьте в небольшом количестве смеси селена с цинком и теллура с цинком (1,5 : 1 по массе). Смеси по очереди поместите в железную ложечку и в вытяжном шкафу (*за стеклом, в очках!*) осторожно подожгите. Какие вещества получились?

в) (*Опыт проводить под тягой!*) В бесцветное пламя газовой горелки внесите на фарфоровой или стеклянной ложечке небольшое количество селена и теллура. Как меняется окраска пламени при горении селена и теллура? **Полученные оксиды ядовиты!** В каком агрегатном состоянии они существуют? Сравните с SO_2 . Проверьте их растворимость в воде и сравните с растворимостью SO_2 .

5) Получение и свойства сероводорода и его производных

а) Получите H_2S в пробирке с газоотводной трубкой действием на сульфид железа (III) разбавленными соляной (1 : 1) или серной (1 : 5) кислотами. Любой ли кислотой можно пользоваться для получения сероводорода из FeS ? Объясните и напишите уравнения возможных реакций.

б) Поместите растертую в ступке смесь безводного сульфата натрия (3г) и порошкообразного древесного угля (1г) в тигель, закройте его крышкой и нагрейте в муфеле в течение 30 минут. По охлаждению содержимое тигля поместите в пробирку и прилейте разбавленную соляную кислоту. Какой газ выделяется? Поднесите к отверстию пробирки бумажку, смоченную раствором нитрата свинца. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

в) Пропустите сероводород в воду в течение 10-15 минут. Определите рН в полученном растворе. Напишите уравнения электролитической ионизации сероводорода в водном растворе.

г) Пропустите сероводород через растворы хлорной, бромной и иодной воды, концентрированную азотную кислоту, 3%-ный раствор пероксида водорода и через подкисленные растворы KMnO_4 и $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

д) Подожгите сероводород. Каков цвет пламени? Подержите над пламенем горящего сероводорода сухой холодный стакан. Осторожно определите запах продукта горения сероводорода. Подержите в пламени горящего сероводорода холодную фарфоровую крышку от тигля. Напишите уравнения реакций горения сероводорода в недостатке и в избытке кислорода. Сделайте вывод о свойствах H_2S .

б) Получение и свойства сульфидов. Полисульфиды

а) Прилейте к растворам солей Cu(II) , Cd , Zn , Pb , Ca , Fe(II) , Mn(II) , Sb(III) , Na в разных пробирках сероводородную воду, полученную в предыдущем опыте, или пропустите ток сероводорода. Объясните, почему не во всех случаях образуются осадки. На растворы солей, не давших осадка с H_2S , подействуйте раствором сульфида аммония. Отметьте цвета образовавшихся осадков. Напишите уравнения реакций. Все полученные осадки отделите от раствора декантацией. Испытайте растворимость этих осадков в 2н. растворе соляной кислоты. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

б) К 1г тщательно растертой серы, слегка смоченной спиртом, прилейте 15мл концентрированного раствора сульфида натрия и полученный раствор осторожно прокипятите в течение 7-10 минут. Горячий раствор отцентрифугируйте, слейте с осадка и испытайте его отношение к соляной кислоте, которую добавляйте по каплям. Напишите уравнение реакции получения полисульфида натрия. Как еще можно получить полисульфиды?

в) Насыпьте в фарфоровую чашку 3г KOH и такое же количество порошкообразной серы, налейте 40мл воды. Реакционную смесь нагрейте на водяной бане 40 минут, перемешивая стеклянной палочкой. После охлаждения вылейте прозрачный раствор в сухой стакан и добавьте соляную кислоту. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

7) Получение диоксида серы и его сжижение

Получите SO_2 действием концентрированной серной кислоты на медные стружки в приборе, представленном на рис.6.

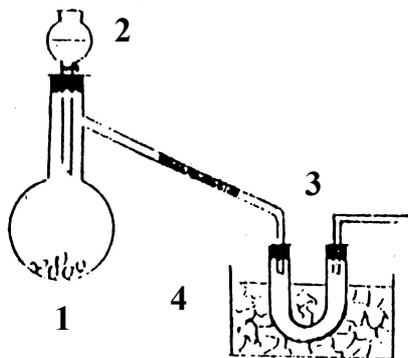


Рис.6. Прибор для получения и сжижения SO_2

Серную кислоту приливайте из капельной воронки (2) к медным стружкам, находящимся в колбе Вюрца (1), по каплям. Реакционную смесь осторожно нагревайте пламенем горелки. Выделяющийся SO_2 пропустите через U-образную трубку (3), помещенную в кристаллизатор с охлаждающей смесью (4). Через 10-15 минут в трубке (3) соберется немного жидкого SO_2 . Вынутая из охлаждающей смеси жидкость вскоре начнет кипеть. Подог-

рейте трубку ладонью, кипение усиливается. Вылейте небольшую часть SO_2 в маленький стакан, поставленный на большую пробку, смоченную водой. Стакан примерзнет к пробке. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций. Оставшийся сжиженный SO_2 используйте в следующем опыте.

8) Свойства оксида серы (IV)

а) Пропустите ток диоксида серы в пробирки с бромной и иодной водой, раствором KMnO_4 , подкисленным раствором $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, с горячей концентрированной азотной кислотой (для этого опыта можно использовать жидкий SO_2 , полученный в предыдущей работе). Какие свойства проявляет SO_2 в этих реакциях? Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

б) Налейте в пробирку немного раствора соляной кислоты и пропустите через него ток SO_2 . Бросьте туда же 2-3 кусочка гранулированного цинка. Через 5-7 мин. отлейте часть раствора и докажите присутствие в нем ионов S^{2-} . Дайте объяснение и напишите уравнения реакций.

9) Получение и свойства диоксида теллура

а) В стакан (100мл) с 0,5г порошкообразного теллура и 10мл концентрированной соляной кислоты прибавьте по каплям 3мл концентрированной азотной кислоты. Что является действующим началом в этой реакции? Осторожно нагрейте. Если после реакции остался непрореагировавший теллур, отфильтруйте его с помощью складчатого фильтра. Фильтрат, постоянно помешивая, вылейте в стакан с 50мл горячей воды (80°C). Что происходит? Нейтрализуйте раствор водным раствором аммиака до слабокислой реакции (индикатор – метилрот). Отфильтруйте выделившееся вещество на воронке Бюхнера, отмойте его водой от хлорид-ионов, высушите в сушильном шкафу при 105°C . Напишите уравнения реакций.

б) Испытайте отношение TeO_2 к воде, растворам NaOH , HCl , H_2SO_4 , к подкисленному соляной кислотой раствору SnCl_2 . Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

10) Сернистая кислота. Сульфиты. Тиосульфат

а) Получение сернистой кислоты

Пробирку, наполненную газообразным SO_2 и закрытую пробкой, опрокиньте в ванну с водой. Откройте пробку. Вода поднимается вверх по пробирке и заполняет ее. Закройте пробирку под водой пробкой и выньте из воды. К полученному раствору добавьте синий лакмус (или испытайте универсальным индикатором). Объясните опыт и напишите уравнения термической и электролитической диссоциации сернистой кислоты. Напишите уравнения реакций, характеризующих свойства сернистой кислоты.

б) Получение и свойства сульфита натрия

Пропустите через 10мл 10%-ного раствора NaOH ток диоксида серы до кислой реакции. Каков состав соли, находящейся в данном растворе? Прилейте к

раствору еще 10мл 10%-ного раствора NaOH, закройте колбу пробкой (зачем?) и оставьте раствор кристаллизоваться. Каков состав выделившегося вещества? Какие продукты образуются при прокаливании полученной соли? Часть кристаллов растворите в воде и прилейте подкисленный раствор перманганата калия. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

11) Свойства тиосульфата натрия

а) Приготовьте 3мл разбавленного раствора тиосульфата натрия и к одной части его прилейте 1мл раствора соляной кислоты. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций. Можно ли выделить тиосерную кислоту в свободном состоянии? Сравните устойчивость тиосерной кислоты и ее солей.

Другую часть приготовленного раствора тиосульфата натрия по каплям внесите в пробирку с кипящей концентрированной соляной кислотой. Как происходит распад тиосерной кислоты, образующейся в начальный момент реакции? Напишите уравнения реакций.

б) Испытайте отношение раствора тиосульфата к действию сильных и слабых окислителей. В качестве окислителей используйте хлорную и иодную воду. При проведении опытов в раствор тиосульфата добавляйте по каплям реагент до тех пор, пока с раствором не произойдут изменения. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций, учитывая, что при действии слабого окислителя образуется соль тетраиноновой кислоты.

12) Окислительно-восстановительные свойства производных Se(IV) и Te(IV)

а) К раствору селенистой кислоты и к подкисленному соляной кислотой диоксиду теллура прибавьте растворы: в первом случае – дихлорида олова, во втором – сернистой кислоты или Na_2SO_3 . Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

б) К раствору селенистой кислоты и к подкисленному азотной кислотой диоксиду теллура добавьте несколько капель раствора перманганата калия. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

13) Серная кислота и ее свойства

а) Получение серной кислоты

ОПЫТ ПРОВОДИТЕ ПОД ТЯГОЙ!

Наполните цилиндр газообразным диоксидом серы и внесите в него стеклянную палочку, смоченную концентрированной азотной кислотой. Наблюдайте образование тумана и бесцветных кристаллов нитрозилсерной кислоты $\text{SO}_2(\text{OH})\text{ONO}$ (на палочке). Смойте кристаллы в пробирку небольшим количеством воды. Напишите уравнения реакции образования нитрозилсерной кислоты и ее разложения водой. Докажите присутствие сульфат-иона в растворе.

б) *Водоотнимающее действие концентрированной H_2SO_4*

Опустите в концентрированную серную кислоту лучинку. Объясните причину ее обугливания. Насыпьте в маленький стакан 5-6г сахарной пудры и поставьте его в стеклянную ванну. Прилейте к сахару немного воды до образования кашицы, затем 5-6мл концентрированной серной кислоты и хорошо перемешайте стеклянной палочкой. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

в) *Действие серной кислоты на неметаллы*

Подействуйте концентрированной серной кислотой при нагревании на серу и уголь. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

г) *Действие серной кислоты на металлы*

Испытайте действие разбавленной и концентрированной серной кислоты на Cu, Zn, Sn, Pb, Mg на холоду и при нагревании. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

д) *Действие серной кислоты на иодид калия*

В 1-2мл концентрированной серной кислоты внесите немного кристаллического иодида калия. Объясните наблюдаемое и напишите уравнение реакции. **Сделайте общие выводы о свойствах серной кислоты.**

Работа 3.2.

ПОДГРУППА ХРОМА

1) *Получение металлического хрома*

РАБОТУ ПРОВОДИТЕ ПОД ТЯГОЙ!

Прокалите на газовой горелке в железном тигле оксид хрома Cr_2O_3 для его уплотнения. Расплавьте в фарфоровом тигле на пламени горелки предварительно растертый в фарфоровой ступке дихромат калия и вылейте его на кафельную пластинку; после охлаждения снова разотрите его в порошок. Взвесьте 1г прокаленного оксида хрома (III), 1г расплавленного $K_2Cr_2O_7$ и 1г алюминиевого порошка. Смесь тщательно перемешайте в ступке. На дно шамотового тигля насыпьте 1-2г фторида кальция, а сверху - приготовленную реакционную смесь. Все это уплотните.

Приготовьте в баночке зажигательную смесь из 5г алюминиевого порошка и 15г пероксида бария, тщательно перемешайте их *осторожным встряхиванием*. В середине реакционной смеси дном пробирки сделайте отверстие, в которое насыпьте зажигательную смесь, немного смеси насыпьте сверху. Вставьте в зажигательную смесь ленту магния. Шамотовый тигель поставьте в таз с песком, подожгите ленту магния горячей лучинкой. Пойдет бурная реакция. После ее окончания остудите тигель, разбейте его, извлеките королки металлического хрома и взвесьте. Определите выход хрома в процентах от теоретического. Испытайте отношение хрома к кислотам.

2) Пассивация хрома

Прикрепите парафином небольшой кусочек хрома к стеклянной палочке и опустите в 3н. раствор соляной кислоты. Наблюдайте взаимодействие хрома с кислотой. Спустя 3 мин. перенесите стеклянную палочку с хромом в раствор с концентрированной азотной кислотой. Почему прекращается растворение хрома? Палочку с хромом выньте из азотной кислоты, промойте хром водой и снова опустите в раствор соляной кислоты. Объясните наблюдаемое.

3) Свойства молибдена

Исследуйте отношение молибдена к концентрированным и разбавленным растворам кислот и щелочей на холоду и при нагревании. Как ведет себя молибден в парах воды при нагревании? Объясните и напишите уравнения реакций.

4) Получение и свойства соединений хрома (II)

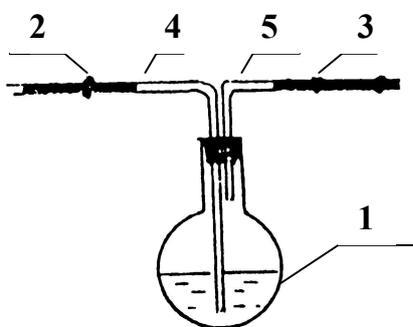


Рис.7. Прибор для получения хлорида хрома (III)

а) Хлорид хрома (II) получите в приборе, указанном на рис.7.

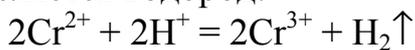
В колбу (1) насыпьте 0,5-0,8г дихромата калия и прилейте 30мл концентрированной соляной кислоты. Нагрейте колбу. Объясните происходящее. Напишите уравнение реакции. Когда весь раствор станет зеленым, бросьте в него несколько кусочков цинка, очищенного от оксидной пленки. Закройте колбу плотно пробкой с двумя трубками (4) и (5), предохранения раствора от окисления кислородом воздуха.

В конец (5) вставлена бусинка (3), конец (4) также закрыт бусинкой (2), но на резиновой трубке сделан продольный разрез. Продолжайте осторожное нагревание. Как изменится окраска раствора при переходе соединений хрома в низшую степень окисления? Напишите уравнения реакций.

б) К полученному раствору CrCl_2 прилейте немного раствора ацетата натрия. Что происходит? Напишите уравнение реакции.

в) Подействуйте на раствор CrCl_2 раствором щелочи. Что образуется? Напишите уравнение реакции.

г) Погрузите в раствор хлорида хрома (II) платиновую проволочку. На ней выделяется водород:



В данной реакции платина является катализатором. Без нее реакция идет медленнее.

д) Смешайте равные объемы растворов CrCl_2 и SnCl_2 . Наблюдайте выделение серого осадка металлического олова. Когда осадок осядет, слейте с него раствор, вытряхните осадок на фильтровальную бумагу. спрессуйте его между листами фильтровальной бумаги и сдайте лаборанту. Напишите уравнение реакции. Сделайте надлежащие выводы по работе.

5) Получение и свойства оксида хрома (III)

а) Получите Cr_2O_3 термическим разложением дихромата аммония. Опыт проведите в пробирке, наклонно укрепленной в штативе. Отверстие пробирки направьте в сторону от себя и от других работающих. Нагрейте верхний слой соли до начала реакции и затем нагревание прекратите. Объясните наблюдаемое и напишите уравнение реакции.

б) На горелке в пробирке сплавьте смесь небольшого количества Cr_2O_3 , полученного в опыте (а), твердого гидроксида натрия и нитрата калия. (*Защитные очки, тяга, отверстие пробирки держите от себя!*). Отметьте изменение окраски. Напишите уравнение реакции.

в) Расплавьте на газовой горелке $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$, добавьте к нему немного Cr_2O_3 и нагрейте до полного взаимодействия. Не перегревайте! Охладите полученный расплав и растворите в воде. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

б) Получение и свойства гидроксида хрома (III)

а) Получите по обменной реакции гидроксид хрома (III) (серо-зеленого цвета). Испытайте действие на него кислоты и щелочи. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

б) 11г кристаллогидрата хлорида хрома (III) растворите в фарфоровой чашке и нагрейте полученный раствор почти до кипения. При осторожном перемешивании добавьте к нему небольшими порциями 25мл раствора аммиака. По окончании реакции на дне чашки образуется осадок. Осадок отфильтруйте, перенесите в стакан и в нем промойте 3 раза горячей и 5 раз холодной водой методом декантации. Отфильтруйте осадок на стеклянном фильтре на воронке Бюхнера. Высушите осадок в сушильном шкафу при $40-60^\circ\text{C}$. Полученный гидроксид отвечает формуле $\text{Cr}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, где $n=2 \div 4$. Напишите уравнения реакций.

в) В 2мл воды взболтайте немного гидроксида хрома, полученного в опыте (б), и прилейте 6мл раствора гидроксида натрия. Через некоторое время на дне пробирки образуется вещество изумрудно-зеленого цвета $\text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$. Составьте уравнения протекающих реакций.

г) Осторожно нагрейте в тигле 2г порошкообразного NaOH и 5г сухого $\text{Cr}(\text{OH})_3$ в течение 5-7мин. Обратите внимание на изменение окраски. Объясните наблюдаемое и напишите уравнение реакции.

7) Гидролиз солей хрома (III)

а) С помощью универсального индикатора определите рН среды в растворах хлорида или сульфата хрома (III). Напишите уравнения реакций гидролиза этих солей хрома.

б) Получите хромит щелочного металла, нагрейте на горелке до образования осадка гидроксида хрома (III). Напишите уравнение реакции гидролиза хромита. Какая из солей больше подвергается гидролизу? Почему? Как можно довести до конца гидролиз хлорида хрома (III)? Проверьте опытным путем воз-

возможность образования сульфида и карбоната хрома в растворах с помощью реакций обмена.

8) Окисление и восстановление солей хрома (III)

а) К 2-3мл раствора соли хрома (III) прибавьте избыток щелочи до получения гидроксохромата, а затем прилейте бромной воды. Смесь нагрейте. Наблюдайте изменение цвета раствора. Напишите уравнение реакции в молекулярной и ионной формах. Какие свойства проявляет гидроксохромат (III) в данной реакции?

б) В пробирку налейте 1-1,5мл раствора соли хрома (III) и добавляйте по каплям 2н. раствор гидроксида натрия до растворения первоначально образующегося осадка. К раствору гидроксохромата (III) прилейте 10 капель 3%-ного раствора пероксида водорода и нагревайте осторожно на водяной бане до тех пор, пока содержимое пробирки не окрасится в желтый цвет. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

в) Подкислите соляной кислотой раствор хлорида хрома (III) и разлейте его в две пробирки. Одну пробирку оставьте для сравнения, в другую поместите 2-3 кусочка цинка и прилейте немного бензина. Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой, конец которой опустите в пробирку с водой. Через несколько минут наблюдайте изменение окраски раствора. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций. Укажите, зачем наливается тонкий слой бензина и отводная трубка опускается в воду. Какую роль играет хлорид хрома (III) в этой реакции?

9) Сопоставление окислительных свойств солей Cr(VI), Mo(VI), W(VI)

1) Окислительные свойства солей хрома (VI)

а) К 2-3мл раствора $K_2Cr_2O_7$ прилейте разбавленной серной кислоты и раствор $NaNO_2$. Смесь слабо нагрейте. Объясните наблюдаемое и напишите уравнение реакции.

б) К раствору $K_2Cr_2O_7$, подкисленному серной кислотой, прибавьте раствор Na_2SO_3 . Наблюдайте изменение окраски. Объясните наблюдаемое и напишите уравнение реакции.

в) К 2-3мл раствора $K_2Cr_2O_7$ прилейте раствор сульфида аммония. Объясните наблюдаемое и напишите уравнение реакции.

г) К концентрированному раствору $K_2Cr_2O_7$ добавьте концентрированную соляную кислоту. Смесь нагрейте. Объясните наблюдаемое и напишите уравнение реакции.

д) К подкисленному серной кислотой раствору $K_2Cr_2O_7$ добавьте немного раствора KI. Отметьте изменение окраски. Объясните наблюдаемое и напишите уравнение реакции.

2) Восстановление соединений вольфрама (VI)

а) К насыщенному раствору вольфрамата натрия добавьте несколько кристалликов соли Мора $(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4$. Пробирку нагрейте до появления бурого осадка WO_2 . Напишите уравнение реакции.

б) В сухую пробирку внесите несколько кристалликов вольфрамата аммония и хлорида олова (II), добавьте несколько капель концентрированной соляной кислоты ($\rho=1,19$) до появления интенсивно-синего окрашивания – вольфрамовой сини, одной из основных частей которой является $(\text{WO}_2)_2\text{WO}_4$. Напишите уравнение реакции.

в) В насыщенный раствор вольфрамата натрия внесите 2-3 кусочка цинка и добавьте к смеси концентрированной соляной кислоты. Отметьте постепенное изменение окраски. Напишите уравнение реакции, считая, что сначала образуется W_2O_5 , а затем оксид вольфрама (III). Отметьте цвета всех степеней окисления вольфрама.

10) Молибденовая и вольфрамовая кислоты

1) Получение и свойства вольфрамовой кислоты

Отвесьте в фарфоровой чашке 0,5г вольфрамата натрия, прилейте 1,5мл концентрированной HCl и 1 мл концентрированной HNO_3 . Нагрейте до слабого кипения. Прекратите нагревание. Когда температура немного понизится, прилейте 8мл воды. Промойте полученное вещество методом декантации. Осадок отфильтруйте и высушите в сушильном шкафу при $100-105^\circ\text{C}$. Каков состав полученного вещества? Испытайте отношение вольфрамовой кислоты к 10%-ным растворам щелочей и кислот.

2) Получение и свойства молибденовой кислоты

В пробирку с 1мл насыщенного раствора молибдата аммония прибавьте по каплям или HCl ($\rho=1,19$), или H_2SO_4 ($\rho=1,84$), или HNO_3 ($\rho=1,2$). Осадок отцентрифугируйте, удалите пипеткой избыток жидкости. Испытайте отношение полученного вещества к раствору щелочи и концентрированной серной кислоте. Напишите уравнения реакций. Отметьте различное отношение молибденовой и вольфрамовой кислот к сильным кислотам.

11) Хлористый хромил (диоксодихлорид хрома)

В сухую пробирку поместите смесь 1г NaCl и 1г $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, добавьте несколько капель концентрированной серной кислоты, закройте пробкой с газотводной трубкой, конец которой опустите в сухую пробирку, находящуюся в стакане с холодной водой. Осторожно нагревайте реакцию смесь до окончания реакции. В приемнике собирается темно-красная жидкость CrO_2Cl_2 с резким неприятным запахом. Напишите уравнение реакции.

Влейте в стакан с водой 2-3 капли полученной жидкости и установите, какие ионы имеются в растворе. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

В пробирку с раствором щелочи прибавьте 2-3 капли CrO_2Cl_2 и сравните окраску раствора с окраской раствора, полученного при растворении CrO_3 в щелочи. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

12) Пероксопроизводные хрома, молибдена, вольфрама

1) Получение пероксида хрома и его разложение

К раствору дихромата калия, подкисленному 2н. раствором серной кислоты, прибавьте этиловый эфир и 3%-ный раствор пероксида водорода. Перемешайте смесь стеклянной палочкой. Эфир экстрагирует получившееся пероксо соединение. Отметьте окраску эфирного слоя. Поставьте пробирку в штатив и отметьте через некоторое время изменение окраски и выделение газа. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций. Напишите графическую формулу CrO_5 .

2) Получение пероксопроизводных молибдена

Внесите в пробирку кристаллы молибдата аммония, 25%-ный раствор аммиака и 3%-ный раствор пероксида водорода. Отметьте изменение окраски раствора в результате образования пероксомолибдата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_n$ (n изменяется от 5 до 8 в зависимости от температуры опыта и концентрации пероксида водорода). Напишите уравнение реакции.

К полученному раствору пероксомолибдата аммония прибавьте по каплям 2н. раствор серной кислоты. Отметьте изменение окраски. Напишите уравнение реакции образования пероксомолибденовой кислоты.

3) Пероксосоединения вольфрама

К нагретому в пробирке 30%-ному раствору пероксида водорода прибавьте насыщенный раствор вольфрамата натрия. Отметьте появление окраски Na_2WO_n (n изменяется от 5 до 8). Напишите уравнения реакций.

13) Комплексные соединения хрома, молибдена, вольфрама

а) Сине-фиолетовая окраска раствора хлорида хрома (III) обусловлена присутствием в растворе иона $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$. Зеленая окраска может определяться наличием ионов $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]^{2+}$ и $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]^+$.

В двух пробирках растворите в воде немного кристалликов хлорида хрома $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Одну пробирку с раствором хлорида хрома нагрейте в кипящей водяной бане до изменения окраски раствора, вторую оставьте в качестве контрольной. Отметьте окраску растворов в каждой пробирке. Напишите координационные формулы хлоридов хрома, уравнения их диссоциации и выражения для $K_{\text{нест}}$.

б) В пробирку с раствором молибдата аммония добавьте соляную кислоту ($\rho=1,19$), раствор роданида калия и раствор хлорида олова (II). Отметьте появление красного окрашивания. В ту же пробирку прилейте эфир, перемешайте раствор стеклянной палочкой, дайте отстояться и отметьте образование окрашенного эфирного слоя. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

в) К насыщенному раствору молибдата аммония, подкисленному концентрированной азотной кислотой, добавьте раствор гидрофосфата натрия. Смесь

слегка подогреть до образования осадка желтого цвета. Объясните наблюдаемое и напишите уравнение реакции.

г) Внесите в пробирку немного высушенного вольфрамата аммония. Прилейте раствор роданида аммония, тщательно перемешайте смесь стеклянной палочкой, после чего добавьте соляной кислоты ($\rho=1,19$) и раствор SnCl_2 . Отметьте, что в присутствии роданида аммония не получается вольфрамовая синь. Полученное вещество зелено-желтого цвета является комплексным соединением $(\text{NH}_4)_2[\text{WO}(\text{CNS})_2]$. Напишите уравнение реакции.

д) К нагретому насыщенному раствору вольфрамата аммония прибавьте кристаллы борной кислоты так, чтобы после тщательного перемешивания на дне пробирки сохранился остаток кристаллов H_3BO_3 . Полученный раствор испытайте на присутствие ионов WO_4^{2-} , для чего прибавьте несколько капель соли марганца (II) или железа (II). Отсутствие осадка объясняется образованием комплексного иона $[\text{B}(\text{W}_2\text{O}_7)_6]^{9-}$. Напишите уравнение реакции.

4. ЭЛЕМЕНТЫ VII ГРУППЫ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Работа 4.1.

ГАЛОГЕНЫ

1) Получение хлора

РАБОТУ ПРОВОДИТЕ ПОД ТЯГОЙ!

Хлор в лаборатории получают взаимодействием концентрированной соляной кислоты с окислителем, в качестве которого обычно используют диоксид марганца, перманганат калия или дихромат калия. Прибор для получения хлора изображен на рис.8.

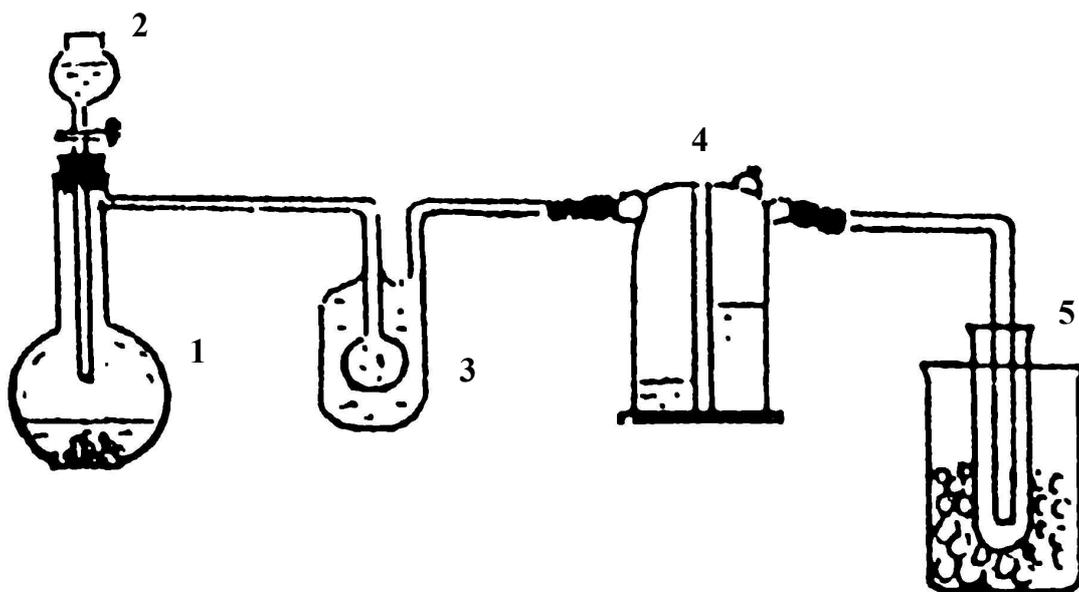


Рис.8. Прибор для получения хлора

В колбу (1) насыпают окислитель и постепенно из капельной воронки (2) добавляют концентрированную соляную кислоту. В случае замедления реакции

колбу с реагирующими веществами слегка подогревают. Для очистки газообразного хлора его пропускают через промывную склянку (3) с водой и для осушки – через склянку (4) с концентрированной серной кислотой. Газообразный хлор собирают в приемник (5), который, когда необходимо получить жидкий хлор, охлаждается твердым оксидом углерода (IV).

2) Получение хлоридов металлов

Под вытяжным шкафом соберите прибор для получения и очистки хлора, к которому присоедините стеклянную трубку с 1г железной проволоки, очищенной от ржавчины и свернутой в спираль (рис.9).

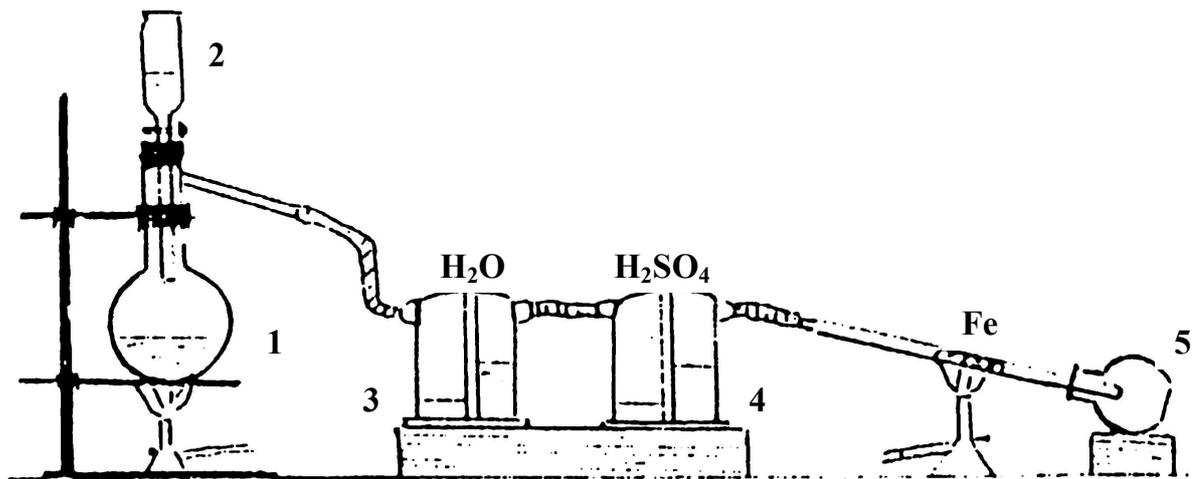


Рис.9. Прибор для получения хлоридов металлов

Предварительно пропустите ток хлора для вытеснения из прибора воздуха; затем место трубки, где помещена проволока, нагрейте. Образующийся хлорид железа (III) в виде бурых паров конденсируется на холодных стенках приемника. По окончании реакции приемник закройте пробкой и взвесьте полученный хлорид, рассчитайте его выход от теоретического.

Растворите несколько кристалликов хлорида железа в дистиллированной воде и докажите наличие в растворе ионов Fe^{3+} и Cl^- . Аналогично можно получить хлорид цинка, хрома и др.

3) Взаимодействие хлора с неметаллами и сложными веществами

а) Соберите хлор в небольшую колбу и закройте ее стеклянной пластинкой. Небольшое количество красного фосфора внесите в ложечку в колбу с хлором. Что наблюдается? Напишите уравнение реакции.

б) На дно сухой предварительно подогретой пробирки поместите кусочек фильтровальной бумаги, смоченной скипидаром ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}$). Пропустите в пробирку хлор, опустив газоотводную трубку на дно пробирки. Что наблюдается? Напишите уравнение реакции.

4) Получение кристаллогидрата хлора

Пробирку с дистиллированной водой (5-10мл) поместите в измельченный лед и через воду пропустите хлор. Образующиеся мелкие кристаллы гидрата хлора $\text{Cl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ быстро плавятся при нагревании пробирки рукой.

Расплавьте кристаллы и прилейте к раствору четыреххлористый углерод. Встряхните пробирку и сравните окраску водяного слоя и слоя четыреххлористого углерода. Какой вывод можно сделать о растворимости хлора в воде и органических растворителях?

5) Получение и свойства брома

Налейте в пробирку 10-12мл концентрированного раствора бромидов натрия и пропустите через раствор ток хлора (пока цвет раствора не перестанет изменяться). Перелейте содержимое пробирки в небольшую реторту и перегоните бром в чистую небольшую колбу, охлаждаемую снегом. В колбе бром сконденсируется под небольшим слоем раствора брома в воде в виде темной капли. Слейте воду с брома и с кончика шпателя осторожно стряхните в колбу порошок или мелкие стружки алюминия. Если через минуту реакция не начнется, поднесите под дно колбы стакан с теплой водой. Напишите уравнение реакции.

б) Получение и свойства иода

а) Налейте в пробирку 5мл насыщенного раствора иодида калия и пропустите через него ток хлора. Полученное вещество отфильтруйте и высушите на воздухе.

б) В маленькой фарфоровой чашке осторожно смешайте небольшое количество сухого порошка алюминия (магния или цинка) с сухим порошком иода (**ОПЫТ ПРОВОДИТЬ В ВЫТЯЖНОМ ШКАФУ**). В приготовленную смесь осторожно внесите 1-3 капли воды при помощи пипетки. Что наблюдается? Какую роль в данном опыте играет вода? Напишите уравнение реакции.

7) Хлорная, бромная и иодная вода

а) Растворы хлора, брома и иода в воде называются хлорной, бромной и иодной водой, соответственно.

Испытайте хлорную, бромную и иодную воду на лакмус, напишите уравнения реакций, сопровождающие растворение галогенов в воде. В какую сторону смещено равновесие?

В пробирку с 2-3мл хлорной воды прилейте по каплям раствор гидроксида натрия, пока не исчезнет запах хлора. Как объяснить исчезновение запаха хлора?

Аналогичные опыты сделайте со свежеприготовленными бромной и иодной водой. Объясните изменение окраски бромной и иодной воды при добавлении щелочи.

б) Налейте в три пробирки по 1мл растворов: в одну – бромидов калия и в две другие – иодида калия. В пробирку с бромидом калия прибавьте 2-3 капли

хлорной воды, содержимое перемешайте. Затем прилейте 1мл бензола и снова перемешайте, встряхивая пробирку. Тоже сделайте с раствором иодида калия. В третью пробирку (с KI) добавьте 1-3 капли бромной воды, затем прилейте бензол и хорошо встряхните. Сделайте по результатам опыта выводы, напишите уравнения реакций.

в) В три пробирки внесите по 1мл сероводородной воды и добавьте по каплям до появления мути в первую - хлорной, во вторую - бромной, в третью - иодной воды. Напишите уравнения реакций.

8) Сравнение восстановительных свойств галогенид-ионов

а) В три сухие пробирки поместите отдельно небольшие количества кристаллических солей – хлорида, бромида и иодида калия и в каждую пробирку добавьте по одинаковому объему раствора концентрированной серной кислоты. Наблюдать в начале реакции выделение белого дыма в каждой пробирке (HCl, HBr, HI), затем во второй и третьей пробирках отметить появление бурых паров брома и иода, образующихся в результате окислительно-восстановительных реакций между HBr и HI с H₂SO₄.

б) В две пробирки с растворами KBr и KI добавьте по несколько капель раствора хлорного железа. В каком случае произошло восстановление железа?

Напишите уравнения реакций и объясните различную восстановительную способность галогенид-ионов.

9) Качественные реакции на ионы галогенов

Внесите в три пробирки отдельно по 3-4 капли растворов хлорида натрия, бромида натрия и иодида калия. В каждую пробирку добавьте по 1-2 капли раствора нитрата серебра до выпадения осадков. Отметьте их окраску. Испытайте отношение осадков к раствору азотной кислоты и аммиака. Напишите все уравнения реакций.

10) Свойства хлоратов и иодатов

а) К небольшому количеству бертолетовой соли добавьте несколько капель концентрированной соляной кислоты. Объясните наблюдаемое и напишите уравнение реакции.

б) В сухую пробирку поместите несколько небольших кристаллов KClO₃ и закрепите ее в зажиме штатива. При помощи пипетки смочите кристаллы концентрированной серной кислотой. Напишите уравнение реакции, учитывая, что кроме зеленовато-желтого диоксида хлора ClO₂ образуется еще и HClO₄.

в) К разбавленному раствору KI прибавьте при помешивании хлорную воду. Почему вначале появляется темно-бурая окраска, а затем она исчезает? Напишите уравнения реакций.

Работа 4.2.

ПОДГРУППА МАРГАНЦА

1) Получение и свойства марганца

1) Получение марганца методом алюмотермии

Приготовьте Mn_3O_4 . Для этого 40г тонкоизмельченного MnO_2 поместите в тигель и нагревайте при $800^\circ C$ в муфельной печи в течение 1ч. После охлаждения полученный Mn_2O_3 разотрите в порошок, тщательно перемешайте с 10г порошка алюминия и поместите в шамотовый тигель. Сверху покройте слоем зажигательной смеси. Для приготовления зажигательной смеси в банке осторожно (встряхиванием) перемешайте 7,5г BaO_2 и 2,5г порошка магния. Вещества ни в коем случае нельзя растирать в ступке!

Вставьте в зажигательную смесь, помещенную в тигель, ленту магния. Шамотовый тигель поставьте в таз с песком в вытяжном шкафу, магниевую ленту подожгите горячей лучинкой.

После окончания бурной реакции остудите тигель, отделите металл от шлака и взвесьте его. Определите процент выхода марганца.

2) Отношение марганца к воде, кислотам и щелочам

Испытайте отношение марганца в компактном и мелкодисперсном состояниях к воде при нагревании. Исследуйте поведение марганца в разбавленных и концентрированных кислотах (соляной, серной, азотной), щелочи. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

2) Соединения марганца (II)

1) Получение и свойства гидроксида марганца (II)

В четыре пробирки внесите по 1мл раствора соли марганца (II) и прибавьте по 1мл 2М раствора щелочи. Отметьте цвет осадка в первый момент. Осадок в первой пробирке перемешайте встряхиванием и оставьте в штативе на некоторое время. Во вторую пробирку прибавьте 1-2мл 2М раствора соляной или серной кислоты, перемешайте. Что наблюдается? В третью пробирку прибавьте 1-2мл раствора щелочи, перемешайте. В четвертую пробирку прибавьте несколько капель 10%-ного раствора пероксида водорода. Как изменяется цвет осадка? Как со временем изменился цвет осадка в первой пробирке?

Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций. Какие свойства проявляет гидроксид марганца (II)? Какая степень окисления для марганца более устойчива и в какой среде?

2) Получение сульфида марганца (II) и его окисление

В пробирку внесите 1мл раствора соли марганца (II) и добавьте 1мл раствора сульфида натрия или аммония. Отметьте цвет осадка. Обработайте осадок несколькими каплями 10%-ного раствора пероксида водорода. Как изменяется цвет осадка? Напишите уравнения реакций, учитывая, что при окислении сульфида марганца (II) получаются гидроксид марганца (IV) и свободная сера.

3) Окисление соединений марганца (II)

а) Налейте в пробирку раствор пероксодисульфата аммония, подкисленный азотной кислотой, добавьте 2-3 капли раствора нитрата серебра и разбавленный раствор $Mn(NO_3)_2$. Нагрейте содержимое пробирки. Обратите внимание на окраску раствора. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций, имея в виду, что ионы Ag^+ играют роль катализатора. Можно ли при проведении данного опыта использовать для создания кислой среды концентрированную соляную кислоту?

б) В пробирку внесите немного 0,5М раствора сульфата марганца (II) и добавьте 0,1М раствор перманганата калия. Содержимое пробирки встряхните. Опустите в пробирку синюю лакмусовую бумажку или испытайте реакцию среды универсальным индикатором. Обратите внимание на цвет образовавшегося осадка. Объясните наблюдаемое и напишите уравнение реакции.

3) Соединения марганца (IV)

1) Окислительные свойства оксида марганца (IV)

а) В пробирку внесите немного оксида марганца (IV), прибавьте 2мл 2М раствора серной кислоты и 1мл раствора сульфата железа (II) (или немного кристаллической соли Мора). Содержимое пробирки перемешайте встряхиванием, дайте отстояться. Раствор аккуратно слейте в чистую пробирку и добавьте к нему несколько капель роданида (тиоцианата) аммония. На присутствие какого иона указывает окраска раствора? Какой другой реакцией можно воспользоваться, чтобы доказать наличие в растворе данных ионов? Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

б) К нескольким крупинкам MnO_2 прилейте немного концентрированной серной кислоты. Осторожно нагрейте пробирку со смесью до выделения газа. Объясните наблюдаемое и напишите уравнение реакции.

в) Насыпьте в пробирку немного диоксида марганца, прилейте 1мл концентрированной соляной кислоты. Слегка подогрейте пробирку. Наблюдайте выделение газа, который определите по цвету и запаху (соблюдайте осторожность!). Объясните наблюдаемое и напишите уравнение реакции.

2) Восстановительные свойства оксида марганца (IV)

В фарфоровый тигель пинцетом поместите небольшой кусочек кристаллической щелочи, добавьте немного кристаллов нитрата калия. Расплавьте смесь, удерживая тигель щипцами в пламени горелки. Внесите в расплав немного оксида марганца (IV). В какой цвет окрасился расплав? Содержимое тигля сохраните для последующих опытов. Напишите уравнение реакции.

4) Соединения марганца (VI)

1) Получение манганата калия

Сплавьте в тигле, нагревая в пламени горелки, небольшой кусочек кристаллического КОН и хлорат калия $KClO_3$ в массовом соотношении 2 : 1. В расплав внесите немного порошка MnO_2 . Не переставая помешивать, продол-

жайте нагревание до тех пор, пока масса не станет густой. К остывшему расплаву добавьте воды. перемешайте палочкой содержимое тигля. Полученный раствор слейте в колбу, закройте пробкой и сохраните для следующих опытов. Напишите уравнение происходящей реакции.

2) Диспропорционирование манганатов

Часть раствора, полученного в опыте (1), перелейте в пробирку, прибавьте 1-2мл воды и несколько капель уксусной кислоты. Отметьте изменение окраски раствора и образование осадка. В какой среде устойчивы манганат-ионы? Как влияет добавление кислоты на гидролиз манганата калия? Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций.

3) Окислительные свойства соединений марганца (VI)

а) К подкисленному серной кислотой раствору сульфата железа (II) прилейте по каплям раствор манганата калия. Объясните наблюдаемое и напишите уравнение реакции.

б) К раствору манганата калия добавьте раствор сульфита натрия. Пробирку слегка нагрейте. Объясните наблюдаемое и напишите уравнение реакции.

4) Восстановительные свойства соединений марганца (VI)

К раствору K_2MnO_4 , полученному в опыте (1), прибавьте 1мл хлорной воды. Как изменилась окраска раствора? объясните наблюдаемое и напишите уравнение реакции.

5) Соединения марганца (VII)

1) Получение перманганата калия

РАБОТУ ПРОВОДИТЕ ПОД ТЯГОЙ В ЗАЩИТНЫХ ОЧКАХ!

В железном тигле сплавьте смесь рассчитанных количеств гидроксида калия и хлората (V) калия. Прекратив нагревание, при перемешивании расплава внесите небольшими порциями измельченный диоксид марганца. Нагрейте реакционную смесь до температуры красного каления. Затем тигель охладите и поместите его в фарфоровую чашку со льдом. Растворите плав в воде. Прокипятите раствор, пропуская ток диоксида углерода, до тех пор, пока капля раствора не даст на фильтровальной бумаге малиновое окрашивание, характерное для иона MnO_4^- . Раствор охладите и профильтруйте через стеклянный фильтр.

Для получения кристаллов $KMnO_4$ раствор упарьте на водяной бане до начала кристаллизации и охладите. Кристаллы отделите и высушите.

2) Термическое разложение перманганата калия

Несколько кристаллов $KMnO_4$ осторожно нагрейте в пробирке в пламени газовой горелки. Определите, какой газ выделяется. Охладите пробирку и растворите ее содержимое в небольшом количестве воды. Отметьте образование бурого осадка и появление зеленой окраски раствора. Объясните наблюдаемое и напишите уравнение реакции.

3) Влияние среды на окислительные свойства перманганата калия

а) В три пробирки внесите по 1мл раствора перманганата калия. В первой пробирке раствор подкислите 2М серной кислотой (2 капли), во вторую добавьте столько же воды, а в третью – 2 капли 20%-ного раствора щелочи. В каждую пробирку добавьте кристаллического сульфита натрия до изменения первоначальной окраски раствора.

Отметьте цвет полученных растворов и осадка. Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций, учитывая, что перманганат-ион восстанавливается в кислой среде до ионов Mn^{2+} , в нейтральной – до MnO_2 , в щелочной – до манганат-ионов MnO_4^{2-} .

б) Налейте в две пробирки по 2-3мл раствора бромида калия, прибавьте в разных количествах разбавленную серную кислоту – в первую и разбавленную уксусную кислоту – во вторую пробирку. В каждую пробирку добавьте по 2мл раствора $KMnO_4$. Отметьте, одновременно ли наблюдается изменение окраски раствора в обеих пробирках. Как рН среды влияет на скорость процесса?

4) Окислительные свойства оксида марганца (VII)

На часовое стекло положите немного порошка $KMnO_4$, осторожно добавьте несколько капель концентрированной серной кислоты и перемешайте стеклянной палочкой. Что наблюдаете? Какую роль здесь выполняет серная кислота? Объясните наблюдаемое и напишите уравнения реакций. Небольшое количество смеси перенесите в фарфоровую чашку на кусочек ваты, слегка смоченной спиртом. Наблюдайте возгорание спирта. ***Нельзя повторять опыт с уже использованной стеклянной палочкой, смоченной окислительной смесью!***

5. ЭЛЕМЕНТЫ (VIII) ГРУППЫ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Работа 5.1. ЖЕЛЕЗО, КОБАЛЬТ, НИКЕЛЬ

1) Взаимодействие железа с кислотами

Испытайте действие на железо разбавленных и концентрированных кислот: серной, соляной и азотной. После растворения железа исследуйте содержимое пробирок на присутствие ионов Fe^{2+} и Fe^{3+} . Напишите уравнения реакций.

2) Свойства солей Fe (II)

а) К раствору соли железа (II) прилейте раствор красной кровяной соли. Что наблюдается? Напишите уравнение реакции.

б) В три пробирки налейте по 1мл раствора соли железа (II), подкисленного серной кислотой, и добавьте в первую пробирку бромной воды, во вторую – раствора дихромата калия, в третью – раствор перманганата калия. Что происходит? Напишите уравнения реакций.

в) К небольшим количествам раствора соли железа (III) в отдельных пробирках прилейте растворы роданида аммония и гексацианоферрата (II) калия. Что наблюдается? Напишите уравнения реакций.

г) В три пробирки налейте по 2-3мл раствора хлорного железа. В одну пробирку прибавьте раствор сульфида натрия, в другую – раствор иодида калия, третью оставьте для сравнения. Объясните наблюдаемые явления. Напишите уравнения реакций.

7) Соединения железа (VI)

В пробирку с небольшим количеством измельченного едкого кали добавьте 3-4 капли раствора хлорного железа и (под тягой!) несколько мелких кристаллов хлората калия или 2-3 капли брома. Смесь нагрейте. Наблюдайте окрашивание содержимого пробирки в фиолетово-красный цвет за счет образования феррата калия.

Небольшое количество феррата калия перенесите в стакан и добавьте немного воды и несколько капель хлорида бария. Напишите уравнение реакции образования малорастворимого осадка феррата бария.

8) Получение и свойства гидроксидов железа, кобальта, никеля (III)

а) Получите гидроксид железа (III) и исследуйте его отношение к кислотам и щелочам. Напишите уравнения реакций.

б) Получите в двух пробирках гидроксид кобальта (II) и переведите его в $\text{Co}(\text{OH})_3$ действием в одном случае пероксидом водорода, в другом – бромной водой. Что наблюдается? Напишите уравнения реакций. Испытайте полученные осадки по отношению к кислотам (H_2SO_4) и щелочам. Что можно сказать о стабильности степеней окисления кобальта?

в) Получите $\text{Ni}(\text{OH})_2$ и к осадку добавьте бромной воды для перевода его в $\text{Ni}(\text{OH})_3$. Испытайте полученный осадок по отношению к кислотам и щелочам. Напишите уравнения реакций. Что можно сказать о кислотно-основных свойствах железа, кобальта, никеля (III)?

Составители: Угай Яков Александрович, Миттова Ирина Яковлевна,
Яценко Олег Борисович, Пшестанчик Валерий Рафаилович,
Прокин Александр Николаевич, Лаврушина Светлана
Семеновна, Самойлов Александр Михайлович, Томина Елена
Викторовна, Дементьев Николай Николаевич, Кострюков
Виктор Федорович.

Редактор Тихомирова О.А.