

Практическая работа 7

Свойства неметаллов IV–VI групп и их соединений

Экспериментальная часть

Опыт 1. Осаждение сульфидов и их свойства (*опыт проводят в вытяжном шкафу!*)

Налейте в пробирки по 1 мл растворов солей цинка, меди(II), железа(II), железа(III) (2 шт), марганца(II). В каждую пробирку добавьте по несколько капель раствора сульфида натрия или сульфида аммония. Одну из пробирок с раствором соли железа(III) предварительно охладите снегом или льдом. Отметьте цвета образующихся осадков, напишите уравнения реакций в молекулярной и ионно-молекулярной формах. К каждому осадку прилейте 2М раствор соляной кислоты. Что наблюдается? Сравните сульфиды по их отношению к кислотам.

Опыт 2. Восстановительные свойства сульфидов (*опыт проводят в вытяжном шкафу!*)

Для проведения опыта предварительно получите бромную и иодную воду в химических стаканах на 50 мл, как описано в лабораторной работе 6 (бромную и иодную воду сохраните для последующих опытов). В две пробирки налейте по 1 мл раствора сульфида натрия. В одну пробирку добавьте 1 мл полученной бромной воды, в другую – столько же иодной воды. Что Вы наблюдаете? Напишите уравнения реакций.

Опыт 3. Получение серы и растворение ее в щелочи

Налейте в пробирку 1 мл раствора тиосульфата натрия и добавьте к нему несколько капель разбавленной серной кислоты. Подождите несколько минут до выпадения желтого осадка серы. Ускорить выпадение осадка можно, потерев по стенке пробирки стеклянной палочкой. Прибавляйте в раствор с осадком по каплям концентрированный раствор гидроксида натрия до полного растворения осадка. Если осадок сразу не растворяется, нагрейте пробирку. Напишите уравнения реакций. Что в химии называют диспропорционированием?

Опыт 4. Свойства тиосульфатов

Возьмите 6 пробирок и налейте в каждую по 1 мл раствора тиосульфата натрия. В первую пробирку добавьте раствор 2М соляной кислоты, во вторую – хлорной воды, в третью – бромной воды, в четвертую – иодной воды, в пятую раствор – соли железа(III), в шестую – раствор соли меди (II), в последнем случае оставьте пробирку постоять на некоторое время. Запишите наблюдения в каждой из пробирок и соответствующие уравнения реакций.

Опыт 5. Взаимодействие концентрированной кислоты с органическими и неорганическими веществами (*опыт проводят в вытяжном шкафу!*)

(Опыты пунктов а и б выполняются демонстрационно!)

а) Возьмите мерный цилиндр на 50 мл и внесите в него 1 шпатель твердой сахарозы. Затем внесите по каплям концентрированную серную кислоту. Пронаблюдайте протекание реакции и запишите уравнение реакции.

б) Стеклой палочкой, смоченной концентрированной серной кислотой, сделайте надпись на листе фильтровальной бумаги. Что происходит? Дайте объяснение.

в) В пробирку внесите растертый уголь и добавьте несколько капель концентрированной серной кислоты. Пробирку осторожно нагрейте. Проведите аналогичный опыт, заменив уголь на серу. Напишите уравнения реакций.

Опыт 6. Свойства аммиака (опыт проводят в вытяжном шкафу!)

а) Налейте в пробирку 1 мл водного раствора аммиака и добавьте в нее две капли фенолфталеина. В какой цвет окрасился раствор? Напишите уравнение диссоциации гидратированного аммиака.

б) Налейте в пробирку 1 мл раствора хлорида железа(III) и добавляйте по каплям концентрированный раствор аммиака. Что наблюдается? Напишите уравнение реакции.

в) В пробирку налейте 1 мл раствора перманганата калия и равный объем водного раствора аммиака. Поместите пробирку в держатель и нагрейте ее в пламени спиртовки. Как меняется окраска раствора? Напишите уравнение реакции.

Опыт 7. Свойства солей аммония (опыт проводят в вытяжном шкафу!)

а) В сухую пробирку насыпьте равные объемы хлорида аммония и порошка гидроксида кальция. Перемешайте смесь. Что наблюдается? Нагрейте пробирку в пламени спиртовки и к горлышку поднесите бумажку, смоченную раствором фенолфталеина. Что наблюдается? Запишите уравнение реакции.

б) В сухую пробирку поместите на шпателе немного карбоната аммония и нагрейте пробирку в пламени спиртовки. Что наблюдается? Запишите уравнение реакции.

в) Проведите аналогичный (п. 2) опыт с хлоридом аммония. Объясните различие.

Опыт 8. Разложение нитрата калия (опыт проводят в вытяжном шкафу!)

В сухую пробирку внесите 1–2 микрошпателя твердого нитрата калия. Нагрейте пробирку на пламени спиртовки до расплавления соли. Внесите в пробирку небольшое количество угля, продолжайте нагревать до начала бурной реакции. Опишите наблюдения, и объясните их, подкрепив уравнением химической реакции. Остаток растворите в 1 мл дистиллированной воды, отфильтровав предварительно уголь. В фильтрат добавьте 2 капли 1М серной кислоты и 1–2 капли раствора 0,05М перманганата калия. Запишите наблюдения и уравнение протекающей реакции.

Опыт 9. Общие качественные реакции на анионы

а) Возьмите восемь пробирок и налейте в них по 1 мл растворов натриевых или калиевых солей соляной, бромоводородной, иодоводородной, угольной, сернистой, серной, кремниевой и ортофосфорной кислот. В каждую пробирку добавьте по несколько капель раствора нитрата свинца. Что наблюдается? К полученным осадкам прилейте азотную кислоту. Отметьте изменения. Запишите уравнения реакций в молекулярном и сокращенном ионном виде. Какие анионы можно легко распознать таким способом? Сделайте вывод о пригодности нитрата свинца и последующего добавления азотной кислоты для качественного анализа.

б)* Возьмите три пробирки и налейте в них по 1 мл растворов натриевых или калиевых солей соляной, бромоводородной, иодоводородной кислот. В каждую пробирку добавьте по несколько капель раствора нитрата свинца. Затем добавьте кратный избыток растворов натриевых или калиевых солей соляной, бромоводородной, иодоводородной кислот, тщательно перемешайте и при необходимости нагрейте. Что наблюдается? К полученным

осадкам прилейте азотную кислоту. Отметьте изменения. Запишите уравнения реакций в молекулярном и сокращенном ионном виде.

Опыт 10. Качественное обнаружение соединений серы

а) Обнаружение сульфид (гидросульфид)-ионов. Внесите в пробирку раствор сульфида натрия и добавьте раствор 2М соляной кислоты, накройте пробирку влажной свинцовой бумажкой. Окрашивание бумажки в черный цвет свидетельствует о наличии сульфид-ионов. Запишите уравнения реакций.

б) Обнаружение сульфат-ионов. В пробирку внесите несколько капель сульфата натрия, подкислите раствор 2М соляной кислотой и прибавьте несколько капель хлорида бария. Выпадение белого кристаллического осадка свидетельствует о наличии сульфат-ионов. Запишите уравнения реакций. Объясните, почему для доказательства наличия сульфат-ионов в растворе добавляют ионы бария в соляной кислоте?

в) Обнаружение сульфит-ионов. В две пробирки налейте по 1 мл сульфита натрия и подкислите 2 каплями 2М соляной кислоты. В первую пробирку добавьте 2–3 капли раствора перманганата калия. Наблюдайте за обесцвечиванием раствора. Во вторую пробирку внесите 2–3 капли иодида калия. Наблюдайте за изменением окраски раствора. В первую пробирку внесите хлорид бария. Совокупность этих реакций свидетельствует о наличии сульфит-ионов в растворе. Напишите соответствующие уравнения реакций. Обратите внимание на то, что для обнаружения сульфат-ионов анализ снова проводится в солянокислом растворе.

г) Обнаружение тиосульфат-ионов. В пробирку внесите раствор тиосульфата натрия и добавьте раствор хлорида железа(III). Как изменилась окраска раствора? Напишите уравнение реакции.

Опыт 11. Качественное обнаружение соединений азота

а) Обнаружение ионов аммония. В пробирку внесите 1 мл раствора хлорида аммония и добавьте 2–3 капли 1 М раствора гидроксида натрия. Нагрейте пробирку и поднесите к ней универсальную индикаторную бумажку, смоченную дистиллированной водой. Выделяющийся газ свидетельствует о наличии ионов аммония.

б) Обнаружение нитрат-ионов. В пробирку внесите натриевую или калиевую соль азотной кислоты, 1–2 микрошпателя порошка цинка и 1 мл 1М раствора гидроксида натрия. Содержимое пробирки нагрейте. Из пробирки начнет выделяться газ с резким запахом. С помощью универсальной индикаторной бумажки, смоченной дистиллированной водой, определите выделяющийся газ. Напишите уравнение протекающей реакции.

в) Обнаружение нитрит-ионов.

В две пробирки внесите по половине микрошпателя кристаллической соли нитрита натрия, добавьте по 1 мл дистиллированной воды, содержимое пробирок перемешайте. Одну пробирку охладите в ледяной бане, а вторую оставьте при комнатной температуре. В обе пробирки добавьте несколько капель 2М соляной кислоты. Для наблюдения реакции в охлажденной пробирке используйте белый фон. Какой цвет приобретает раствор? Что наблюдается в пробирке, оставшейся при комнатной температуре? Опишите наблюдения, подтвердив их уравнениями реакций.

В пробирку внесите нитрит натрия, растворите его в 1 мл дистиллированной воды и подкислите 1 каплей 2М соляной кислотой. Затем добавьте несколько капель раствора перманганата калия и 0,1М раствора хлорида бария. Запишите наблюдения и

соответствующие уравнения реакций. Используя данные, полученные в опыте 10в, сделайте вывод о том, как различить сульфит- и нитрит-ионы.

Сделайте общий вывод о том, как обнаружить нитрит-ионы в растворе.

г) *Обнаружение азотсодержащих ионов в высоких степенях окисления.*

Возьмите две пробирки, в первую внесите 1 мл натриевой или калиевой соли азотной кислоты, а во вторую - столько же соли азотистой кислоты. В отдельной пробирке приготовьте 2 мл раствора соли Мора. В каждую из пробирок с солями азотсодержащих кислот внесите по 1 мл раствора соли Мора. Затем аккуратно по стенке пробирки налейте по каплям концентрированную серную кислоту. Что наблюдается? Опишите наблюдения и напишите соответствующие уравнения реакций. Данную реакцию называют реакцией “бурого кольца”¹. Сделайте вывод о селективности анализа нитрат- и нитрит-ионов в рамках данной реакции.

Опыт 12. Качественное обнаружение соединений фосфора

а) *Обнаружение фосфат-ионов.* В пробирку внесите 1 мл фосфата натрия и добавьте к нему несколько капель раствора нитрата серебра. Что наблюдается? Напишите уравнение реакции.

б) *Обнаружение пирогосфат-ионов.* В пробирку внесите 1 мл соли пирогосфорной кислоты и добавьте к этому раствору несколько капель раствора нитрата серебра. Что наблюдается? Добавьте к осадку несколько капель концентрированного раствора аммиака. Происходит ли растворение осадка? Проведите аналогичный опыт, заменив раствор аммиака на раствор тиосульфата натрия. Опишите наблюдения и сделайте вывод о методе обнаружения ионов пирогосфорной кислоты в растворе.

Опыт 13. Некоторые свойства фосфора и его соединений

а) *(Демонстрационный опыт)* Поместите в чистую и сухую пробирку немного красного фосфора, заткните её горлышко ватой и аккуратно нагрейте в пламени спиртовки. Запишите наблюдения и соответствующие уравнения реакций. Затем внесите пробирку в затемненное пространство, что наблюдается? Почему?

б) *(опыт проводят в вытяжном шкафу, необходимо надеть очки и перчатки!)* Возьмите три чистые и сухие пробирки, поместите в них по небольшому количеству красного фосфора, а также примерно по трети объема концентрированного раствора NaOH. Тщательно перемешайте содержимое каждой из них стеклянной палочкой. Одну из пробирок оставьте на некоторое время, другую аккуратно умеренно нагрейте не доводя до кипения (можно сделать это при помощи водяной бани), а третью прокипятите на пламени спиртовки. Запишите наблюдения и уравнение протекающих реакций.

Содержимое пробирок аккуратно декантируйте (например, при помощи пипетки) и разделите на три части каждое, а затем подкислите 2М серной кислотой. К первой части от каждой из трёх пробирок добавьте по несколько капель раствора перманганата калия. Ко второй - по несколько капель раствора нитрата серебра. К третьей - несколько капель нас. раствора сульфата никеля. В каждом случае наблюдайте за реакционной смесью несколько минут (или до явного эффекта). Затем проведите аналогичные опыты с раствором фосфата натрия. Запишите наблюдения и уравнение протекающих реакций.

(!) Всех остатки от всех опытов с элементарным фосфором слейте в емкость с раствором CuSO₄. Посуду, которая использовалась в опытах с элементарным фосфором,

¹ Реакцию “бурого кольца” рекомендуют проводить на предметном или часовом стекле.

залейте раствором CuSO_4 . Объясните, для чего это необходимо? Напишите, соответствующее уравнение реакции.

Вопросы и задания

- 1) Сравните изменение окислительно-восстановительных свойств кислородсодержащих соединений серы и хлора при увеличении степени окисления. Обоснуйте свой ответ.
- 2) Почему серная кислота может проявлять окислительные свойства, а сульфаты практически нет?
- 3) Какой оксид азота получается при непосредственной реакции простых веществ? При каких условиях?
- 4) Назовите оксиды азота, поддерживающие горение.
- 5) Чем обусловлена более высокая окислительная способность азотной кислоты по сравнению с азотистой?
- 6) Почему нитраты в отличие от азотной кислоты в растворах практически не проявляют окислительных свойств?
- 7) Чем обусловлены окислительные свойства сухих нитратов при высоких температурах?
- 8) Почему азотная кислота в концентрированном виде при реакции с металлами дает диоксид азота, а в разбавленном – монооксид?
- 9) В чем сходство и различие продуктов разложения нитратов хрома(II) и хрома(III)?
- 10) Почему азотная кислота сильнее фосфорной?
- 11) Почему не существует ортоазотной кислоты H_3NO_4 ?
- 12) Почему в реакции фосфора с иодом не образуется PI_5 ?
- 13) На чем основан метод химического никелерования неметаллических предметов?
- 14) В реакции с пятихлористым фосфором свободный фосфор проявляет свойство окислителя или восстановителя?
- 15) Как обнаруживают соединения мышьяка в организме?
- 16) В чем сходство и принципиальное различие между фосфористой и мышьяковой кислотами? Какая из них сильнее?
- 17) * Почему NO не димеризуется при охлаждении в отличие от NO_2 ? Ответ обоснуйте с помощью ММО ЛКАО.
- 18) * Почему молекулы H_2SO_3 и H_3PO_3 имеют разные предпочтительные таутомерные формы? Обоснуйте ответ при помощи доступной справочной информации о строении и энергетике соответствующих связей.
- 19) * Проанализируйте возможные пространственные и энергетические причины неустойчивости BF_3Cl и PI_5 при помощи доступной справочной информации о строении и энергетике соответствующих связей.
- 20) * Предположите строение соединения PBr_7 .
- 21) * Сравните строение молекул и ионов O_3 , N_3^- , I_3^- .