

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра неорганической химии

Л.М. Бахметьева, Д.В. Пушкин, Л.Б. Сережкина

НЕМЕТАЛЛЫ

Утверждено Редакционно-издательским советом университета
в качестве лабораторного практикума по неорганической химии

Издательство «Самарский университет»
2005

УДК 546.1

ББК 24.1

Б 303

Рецензент доц. З.П. Белоусова
Отв. редактор проф. В.Н. Серезкин

Л.М. Бахметьева, Д.В. Пушкин, Л.Б. Серезкина.

Б 303 Неметаллы: Лабораторный практикум по неорганической химии / Л.М. Бахметьева, Д.В. Пушкин, Л.Б. Серезкина; Федер. агентство по образованию. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2005.– 36 с.

Практикум включает описание лабораторных работ. Опыты подобраны в соответствии с логикой изложения материала по химии элементов. В ряде опытов студентам предлагается проводить небольшие исследования, что позволит вызвать интерес к химии, развить самостоятельность и творческое отношение к изучению дисциплины, сформировать более глубокие знания.

С целью более широкого охвата материала и удобства организации лабораторных работ преподавателем опыты по каждой теме разделены на индивидуальные и групповые. Каждый групповой опыт представляет собой небольшую учебную исследовательскую работу, включающую синтез и исследование полученного вещества.

Все опыты сопровождаются вопросами, позволяющими студентам более глубоко осмыслить наблюдения, большое внимание уделяется вопросам техники безопасности.

Предназначен студентам-биологам дневного и вечернего отделения.

УДК 546.1

ББК 24.1

© Бахметьева Л.М., Пушкин Д.В.,
Серезкина Л.Б., 2005

© Самарский государственный
университет, 2005

© Издательство «Самарский
университет», 2005

РАБОТА 1

ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

Опыт 1. Окислительно-восстановительные свойства простых веществ

1. Окислители

а) в пробирку налить раствор иодида калия и по каплям прибавлять хлорную воду. Что наблюдается? Поставить пробирку в штатив. Почему через некоторое время раствор обесцвечивается? Написать уравнения реакций;

б) к 1-2 мл бромной воды добавить небольшое количество органического растворителя (хлороформа, четыреххлористого углерода, бензина или др.), используемого для экстракции брома. Перемешать смесь стеклянной палочкой и отметить окраску органического слоя. Прилить к смеси 1-2 мл раствора сульфида натрия Na_2S . Что произошло? Учитывая наблюдаемые признаки реакции, напишите уравнение реакции;

в) налить в пробирку 1 мл раствора иода и прибавить 1-2 мл раствора сульфита натрия (калия) Na_2SO_3 . Что наблюдается? Написать уравнение реакции;

г) к 1 мл раствора сульфата (хлорида) железа (II) прилить 1-2 мл раствора гидроксида натрия до выпадения осадка. Наблюдать за цветом осадка в течение минуты. Что наблюдается? Какое вещество вступило в реакцию с гидроксидом железа (II)? Написать уравнения реакций.

2. Восстановители

а) в пробирку с 1-2 мл раствора серной или соляной кислоты внести кусочек чистого железа или его порошок. Что происходит? Написать уравнение реакции;

б) кусочек цинка поместить в раствор сульфата меди. Оставить пробирку на 5 мин. Что изменилось? Написать уравнение реакции;

в) (опыт проводить в вытяжном шкафу!) В пробирку внести на кончике стеклянной палочки небольшое количество красного фосфора и прибавить концентрированный раствор азотной кислоты. Что наблюдает-

ся? Нагреть пробирку и отметить признаки реакции. Написать уравнение реакции;

г) к 2-3 каплям раствора иодной воды прилить концентрированный раствор азотной кислоты. Отметить признаки химической реакции и написать ее уравнение;

д) испытать отношение иодной воды к концентрированному раствору серной кислоты. Записать наблюдения и уравнение химической реакции.

Опыт 2. Окислительно-восстановительные свойства сложных веществ

1. К раствору сульфата железа (II) добавить раствор хлорной извести CaOCl_2 . Отметить признаки реакции и написать уравнение реакции.

2. В пробирку внести 1-2 мл раствора дихромата калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, подкислить его 1 мл 2н. раствора серной кислоты и добавить 2 мл раствора иодида калия. Что наблюдается? Напишите уравнение реакции.

3. Внести в пробирку на кончике шпателя небольшое количество оксида свинца(IV) PbO_2 , подкислить 1 мл 2н раствора серной кислоты и прилить 2-3 мл 5% раствора пероксида водорода. Что наблюдается? Напишите уравнение реакции.

Опыт 3. Влияние кислотности среды на протекание окислительно-восстановительных реакций

1. В три пробирки налить по несколько капель раствора перманганата калия. В первую пробирку добавить немного 2н раствора серной кислоты, во вторую – несколько капель 20% раствора гидроксида калия. Затем к содержимому каждой из трех пробирок добавить немного 30% раствора сульфита натрия (Na_2SO_3). Обратит внимание на цвет образующихся растворов и написать уравнения реакций.

2. К 1-2 мл раствора нитрита калия (натрия) прилить 1-2 мл раствора иодида калия. Наблюдаются ли признаки химической реакции? Добавить 2 мл 2н раствора серной кислоты. Что происходит? Напишите уравнение реакции.

3. К 1мл раствора нитрата висмута (III) прилить 2 мл раствора хлорида олова (II). Заметны ли признаки химической реакции?

Добавить (осторожно, по каплям) 20% раствор гидроксида натрия (калия). Что наблюдается? Напишите уравнение химической реакции.

Опыт 4. Окислительно-восстановительная двойственность веществ

1 (опыт проводить в вытяжном шкафу!). В две пробирки налить по 1 мл: в одну – раствор сульфида натрия Na_2S , в другую – иодной воды. В обе пробирки добавить раствор сульфата натрия Na_2SO_3 . Содержимое первой пробирки подкислить 2н раствором соляной кислоты. Отметить происходящие в растворах изменения. Какую функцию, окислителя или восстановителя, выполняет сульфит натрия в каждой из проведенных реакций? Почему? Напишите уравнения окислительно-восстановительных реакций.

2 (опыт проводить в вытяжном шкафу!). Внести в одну пробирку 1мл раствора сульфата железа (II), в другую – раствор перманганата калия. Подкислить растворы 2н серной кислотой и добавить к каждому раствор нитрита калия. Описать признаки окислительно-восстановительного процесса, отметить в каждом из них функцию нитрита калия и написать уравнения реакций.

3. Внести в две пробирки в отдельности по 1-2 мл растворов иодида калия и перманганата калия, подкислить их 1 мл 2н раствора серной кислоты и добавить к каждому по 1-2 мл 5% раствора пероксида водорода. Отметить изменение окраски в обеих пробирках и написать уравнения реакций. Охарактеризовать роль пероксида водорода в каждой из реакций.

Опыт 5. Внутримолекулярные окислительно-восстановительные реакции

1. В пробирку поместить небольшое количество кристаллов оксида хрома (VI). Нагреть пробирку в пламени спиртовки. Какой газ выделяется? Написать уравнение реакции.

2. 1 мл раствора перманганата калия подкислить концентрированным раствором серной кислоты. Наблюдать за происходящим в течение 1-2 минут. Что происходит? Какова роль серной кислоты в данном процессе? Написать уравнение реакции.

3. На кончике стеклянной палочки внести в пробирку немного висмутата натрия (NaBiO_3) и добавить немного концентрированного раствора серной кислоты. Что наблюдается? Написать уравнение реакции.

Опыт 6. Реакции диспропорционирования

1 (опыт проводить в вытяжном шкафу!). В сухую пробирку внести на кончике стеклянной палочки кристаллический хлорид олова (II) и нагреть в пламени спиртовки. Наблюдать вначале разложение кристал-

логидрата и образование безводной соли. Детально опишите признаки реакции последующего разложения безводной соли и напишите уравнение реакции.

Охладить пробирку и, залив ее водопроводной водой, отмыть в вытяжном шкафу. Если после этого остается нерастворимый остаток, добавить несколько капель концентрированной соляной кислоты. Напишите уравнения химических реакций, протекающих в процессе удаления остатков разложения хлорида олова(II).

2. В две сухие пробирки внести на кончике стеклянной палочки или шпателя немного кристаллического сульфита натрия. Одну из пробирок нагреть в пламени спиртовки в течение 5 минут. После охлаждения растворить содержимое обеих пробирок в небольшом количестве воды и добавить к каждому раствору несколько капель раствора нитрата свинца. Что наблюдается? Чем это обусловлено? (Учесть, что катион Pb^{2+} является реактивом на сульфид-ион, так как сульфид свинца – малорастворимая соль черного цвета). Напишите уравнение реакции, протекающей при нагревании сульфита натрия.

3. В пробирку с 1-2 мл раствора нитрита калия добавить несколько капель серной кислоты. Обратить внимание на цвет выделяющегося газа. Написать уравнение протекающей реакции.

4. К 1 мл раствора иодной воды добавлять 1 мл 20% раствора гидроксида натрия (калия). Что наблюдается? Написать уравнение реакции.

РАБОТА 2 ГАЛОГЕНЫ

• Все опыты со свободными галогенами и их водными растворами, галогеноводородными и другими концентрированными кислотами проводить только в вытяжном шкафу с большой осторожностью!

• Отработанные реактивы ни в коем случае нельзя сливать в раковину, а следует переносить в посуду для отходов. Использованную химическую посуду дважды промывать в вытяжном шкафу небольшим количеством водопроводной воды, выливая остатки в посуду для отходов.

• В случае отравления хлором или парами брома пострадавшего следует немедленно вывести на свежий воздух и дать понюхать разбавленный этиловый спирт, раствор аммиака (2-3%), положить холодный компресс на грудь и горло. При попадании жидкого брома на кожу его

следует удалить сухим ватным тампоном, затем тщательно промыть кожу 10% раствором соды. При серьезном отравлении необходимо обратиться к врачу.

Опыт 1. Лабораторные способы получения хлора, брома, иода

1. В три пробирки положить по 3-4 кристаллика: в первую – оксида свинца (IV) PbO_2 , во вторую – дихромата калия $K_2Cr_2O_7$, в третью – перманганата калия. В каждую пробирку добавить по 4-5 капель концентрированной соляной кислоты. Первые две пробирки осторожно нагреть, взаимодействие между перманганатом калия и соляной кислотой происходит уже при комнатной температуре. Отметить цвет и запах выделяющегося хлора и написать уравнения реакций.

2. Смешать в пробирке несколько кристаллов бромида калия KBr и оксида марганца (IV) MnO_2 . Добавить 1 мл 70% раствора H_2SO_4 . Обратить внимание на цвет выделяющихся паров брома и составить уравнение реакции.

3. Несколько кристалликов иодида калия KI смешать с небольшим количеством порошка оксида марганца (IV), всыпать в пробирку и прилить 1 мл концентрированной (98%-ной) серной кислоты и слегка подогреть. Каков цвет выделяющихся паров? Записать уравнение реакции.

Опыт 2. Свойства галогенов

1. Растворимость брома и иода в органических растворителях

В две пробирки раздельно внести по 2-3 капли бромной и иодной воды. Добавить в каждую пробирку по 0,5 мл какого-либо органического растворителя (четырёххлористого углерода или хлороформа). Растворы помешать стеклянной палочкой. Отметить окраску отстоявшихся слоев в пробирках (органические растворители экстрагируют бром и иод из водного раствора, при этом окраска галогенов в органическом слое более интенсивная, чем в водном). Обнаруженное в данном опыте свойство брома и иода используется для их обнаружения в растворе.

2. Окислительные свойства галогенов:

а) в две пробирки с разбавленными растворами – в одной бромида калия, в другой – иодида калия прилить по 1-2 мл свежеприготовленной хлорной воды. Растворы помешать стеклянной палочкой и добавить к каждому из них по 1 мл четырёххлористого углерода или хлороформа. Объяснить происходящие в растворах изменения и написать уравнения окислительно-восстановительных реакций;

б) в три пробирки поместить по 1-2 мл: в первую – хлорной воды, во вторую – бромной и в третью – иодной. В каждую пробирку добавить по 1-2 мл сульфида натрия. Что наблюдается? Если отсутствуют признаки реакции, подкислить полученные растворы соляной кислотой. Записать уравнения реакций.

Опыт 3. Получение галогеноводородов

1. Три пробирки поместить в штативы и внести немного (на кончике шпателя или стеклянной палочки) порошков: в первую – хлорида калия или натрия, во вторую – бромида калия, в третью – иодида калия. Взять три «свинцовых» бумажки и смочить их водой. В случае их отсутствия приготовить самостоятельно. Для этого узкую фильтровальную бумажку поместить на часовое стекло, смочить небольшим количеством дистиллированной воды и в центр поместить несколько капель раствора нитрата свинца. Последовательно приливать к каждой из пробирок по 1 мл концентрированной серной кислоты. Держать над отверстием пробирки приготовленную ранее бумажку с солью свинца. Появляется ли в начальный момент над каждой пробиркой белый дым галогеноводорода? Что наблюдается в пробирке? Отметить окраску свинцового пятна (для каждого опыта использовать новую «свинцовую» бумажку).

Принимая во внимание все признаки химических реакций, написать уравнения реакций взаимодействия исходных веществ с концентрированной серной кислотой. Учесть возможность протекания параллельных процессов. Что можно сказать о пригодности предложенной методики для получения бромо- и иодоводорода? Как это объяснить? Какие изменения в методику следует внести, чтобы получить чистые бромо- и иодоводород?

2. Внести в одну пробирку немного кристаллического бромида калия или натрия, в другую – столько же иодида. В обе пробирки налить по 2-3 мл концентрированной ортофосфорной кислоты и немного подогреть. Что наблюдается? Написать уравнения реакций. Почему данная методика получения бромо- и иодоводорода лишена недостатков, наблюдаемых в опыте 3.1?

Опыт 4. Сравнение восстановительных свойств галогенидов

1. В три пробирки внести 2 мл раствора дихромата калия, подкисленного 1 мл 2н раствора серной кислоты. Добавить по 1 мл в первую пробирку – раствора иодида калия, во вторую – столько же раствора какого-либо бромида, а в третью – хлорида натрия. Растворы перемешать стек-

лянной палочкой. В каком случае окисления галогенид-иона не произошло? Написать уравнения реакций.

2. Прodelать опыт, аналогичный вышеприведенному, заменив раствор дихромата калия раствором сульфата меди. Что наблюдается? Написать уравнения реакций.

Опыт 5. Кислородсодержащие соединения галогенов

1. Сравнение окислительных свойств гипохлоритов, хлоратов и перхлоратов

В три пробирки внести по 1 мл раствора иодида калия и добавить на кончике шпателя или стеклянной палочки немного кристаллических солей: в первую пробирку – хлорной извести CaOCl_2 , во вторую – хлората калия KClO_3 , в третью – перхлората калия KClO_4 . При взаимодействии с какими окислителями происходит химическая реакция в нейтральной среде? В случае отсутствия окислительно-восстановительного процесса подкислить соответствующие растворы 1 мл 2н раствора серной кислоты. Написать уравнения реакций.

Сравнить окислительную способность рассмотренных соединений и сопоставить результаты опыта со значениями стандартных электродных потенциалов, характеризующих их восстановление. Объяснить обнаруженные закономерности в изменении окислительной способности в ряду соединений хлора с увеличением его степени окисления с позиции строения веществ. Какие из рассмотренных солей могут проявлять окислительные свойства в нейтральной среде? Используют ли перхлораты в качестве типичных окислителей?

2. Зависимость окислительных свойств хлорной кислоты от ее концентрации

К 1 мл раствора иодида калия добавить 1 мл 20% раствора хлорной кислоты HClO_4 . Что наблюдается? Повторить опыт, используя 40% раствор хлорной кислоты. Присутствуют ли признаки реакции? Испытать свойства 70% хлорной кислоты. Что наблюдается? Написать уравнение реакции.

Как влияет концентрация на окислительную активность хлорной кислоты? Почему окислительная активность кислоты повышается с увеличением ее концентрации? По какой причине концентрированный раствор хлорной кислоты не используется на практике в качестве типичного окислителя?

3. Сравнение окислительных свойств хлоратов, броматов и иодатов

В три пробирки налить по 1 мл раствора соли Мора ($\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Добавить к раствору первой пробирки небольшое количество (на кончике шпателя или стеклянной палочки) сухого хлората калия KClO_3 , во вторую пробирку – 1 мл раствора KBrO_3 , в третью – 1 мл раствора иодата калия KIO_3 . Наблюдаются ли признаки реакции? При их отсутствии подкислить растворы 1 мл 2н серной кислоты. Написать уравнения реакций.

Учитывая результаты опыта, сравните окислительную способность исследованных соединений. Подтвердите полученные выводы, используя значения стандартных электродных потенциалов. Как влияет кислотность среды на окислительные свойства данных соединений?

Испытать отношение хлоратов, броматов и иодатов к иодиду калия. Написать уравнения реакций.

Учитывая результаты проделанных опытов, сравните окислительную способность исследованных соединений галогенов. Подтвердите полученные выводы, используя значения стандартных электродных потенциалов. Как влияет кислотность среды на окислительные свойства данных соединений?

РАБОТА 3 КИСЛОРОД. СЕРА

Опыт 1. Свойства пероксида водорода

1. 1 мл раствора перманганата калия подкислить 2н серной кислотой и добавить к нему раствор пероксида водорода. Отметить все признаки реакции и написать ее уравнение.

2. К 1-2 мл раствора сульфата железа (II) прилить 1-2 мл 1н раствора гидроксида натрия. Отметить окраску образовавшегося осадка. Добавить по каплям 5% раствор пероксида водорода H_2O_2 . Что наблюдается? Написать уравнение реакции.

3. В пробирку налить 1-2 мл раствора пероксида водорода и добавить небольшое количество порошка оксида марганца (IV), выступающего в роли катализатора. Испытать выделяющийся газ тлеющей лучинкой.

4. 1-2 мл раствора пероксида водорода подкислить несколькими каплями 2н раствора серной кислоты. Добавить в пробирку 1 мл эфира и 1-3 капли раствора дихромата калия. Перемешать раствор. Отметить окраску

эфирного слоя в результате образования пероксосоединения $\text{CrO}_5 \cdot \text{L}$ (L – молекула органического растворителя, стабилизирующего пероксосоединение). Какова окраска водного раствора? Какая реакция происходит в нем? Напишите уравнения реакций, происходящих в органическом и водном слое. Каково практическое значение данной реакции?

Опыт 2. Свойства тиосульфата натрия

1. *Устойчивость тиосульфата натрия в зависимости от кислотности среды*

(Тяга!) К отверстию пробирки, содержащей 1 мл раствора тиосульфата натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, поднести бумажку, смоченную синим лакмусом, затем добавить 1 мл 2н раствора серной кислоты. Отметьте все признаки реакции и напишите ее уравнение.

2. *Восстановительные свойства тиосульфата натрия*

В пять пробирок налить по 1 мл растворов окислителей: в одну пробирку – бромной воды, в другую – раствора перманганата калия, подкисленного 2н серной кислотой; в третью – раствора иодной воды; в четвертую – раствор соли железа (III); в пятую – сильнощелочного раствора перманганата калия (для подщелачивания использовать 40% раствор гидроксида натрия). Добавить к каждому раствору по 1-2 мл раствора тиосульфата натрия. Сделайте тщательную запись всех признаков химических реакций и напишите их уравнения, учитывая, что три последних раствора обладают слабыми окислительными свойствами.

3. *Участие тиосульфат-иона в реакциях комплексообразования в роли лиганда:*

а) получить по обменной реакции осадок AgBr , добавив к нескольким каплям раствора бромида натрия 1-2 капли раствора нитрата серебра. Затем подействовать на осадок раствором тиосульфата натрия. Что произошло при этом? Написать уравнение реакции соответствующего процесса. Где на практике применяется данная реакция?

б) Получить осадок иодида меди (I), подействовав раствором иодида калия на раствор сульфата меди. Перенести несколько капель полученной смеси в другую пробирку и подействовать на нее раствором тиосульфата натрия. Что наблюдается? Написать уравнение данной реакции.

Опыт 3. Свойства соединений серы (IV)

1. Сравнительная растворимость сульфита и сульфата бария

В двух пробирках получить обменной реакцией сульфит и сульфат бария, для чего к 1 мл растворов сульфита натрия и сульфата натрия прилить по 1 мл раствора хлорида бария. Наблюдать в обоих случаях образование осадков. Сравнить их растворимость в кислоте, добавив в обе пробирки по 1 мл 2н азотной кислоты. Что наблюдается? Как объяснить различную растворимость сульфатов и сульфитов? Как можно использовать это различие в качественном химическом анализе?

2. Восстановительные свойства сульфит-иона

а) 1 мл раствора перманганата калия подкислить 2н раствором соляной кислоты и прибавить 1-2 мл 30% раствора сульфита натрия. Отметить признаки реакции (данную реакцию можно использовать для открытия SO_3^{2-} – иона, если другие восстановители отсутствуют.) Установите, в какое соединение при этом перешел сульфит натрия. Для этого налейте в чистую пробирку 1 мл полученной смеси, добавьте равные объемы 2н азотной кислоты и раствора хлорида бария. Что наблюдается? Для чего добавляется азотная кислота? Напишите уравнения всех реакций;

б) в пробирку внести несколько капель раствора $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$ и прилить небольшое количество 30% раствора сульфита натрия. О чем свидетельствуют наблюдаемые признаки реакции? Напишите уравнение реакции, учитывая, что исходный раствор содержит азотную кислоту. Можно ли на основании данной реакции утверждать, что сульфит-ион проявляет сильные восстановительные свойства?

3. Окислительные свойства сульфит-иона

Налить в пробирку 1 мл раствора сульфида натрия и добавить равный объем 30% раствора сульфита натрия. Наблюдаются ли признаки реакции? Подкислить полученный раствор 2н раствором соляной кислоты. Что происходит? Написать уравнение реакции.

4. Диспропорционирование сульфит-иона

Сухую пробирку с 3-4 кристаллами сульфита натрия укрепить в штативе и нагревать в течение 4 мин. После охлаждения содержимое пробирки растворить в воде и испытать на присутствие сульфид-иона. Для этого добавить к раствору несколько капель нитрата свинца (II). Как объяснить появление сульфид-иона? Написать уравнения химических реакций.

Опыт 4. Свойства соединений серы (VI)

1. Окислительные свойства серной кислоты

Окисление металлов

Окисление неактивных металлов

• Подействовать на медь разбавленной (2н) серной кислотой. Что наблюдается? Нагреть раствор. Наблюдаются ли какие-либо изменения?

• Прилить к меди концентрированной серной кислоты. Что происходит? Закрыть пробирку пробкой с газоотводной трубкой и опустить ее в пробирку, содержащую 1 мл раствора хлорида бария. Что наблюдается? Повторить опыт при нагревании (выделяющийся газ пропускать через свежий раствор хлорида бария). Напишите уравнения реакций.

Окисление металлов средней активности

• В пробирку поместить одну гранулу цинка и подействовать разбавленной (2н) серной кислотой. Что происходит?

• Подействовать на цинк концентрированной (98%) серной кислотой. Закрыть пробирку пробкой с газоотводной трубкой и пропустить выделяющийся газ через 1 мл раствора хлорида бария. Что наблюдается? Нагреть пробирку до кипения и кипятить в течение 1 минуты. Обратить внимание на вид смеси. Убрать газоотводную трубку из раствора хлорида бария и поднести к ее концу фильтровальную бумажку, смоченную раствором нитрата свинца. Что происходит? Написать уравнения реакций.

Учитывая результаты опытов, сделайте вывод о влиянии на характер восстановления концентрированной серной кислоты восстановительной активности металлов и нагревания.

Окисление неметаллов

• В пробирку на кончике стеклянной палочки внести немного порошка серы и прилить 1 мл концентрированной серной кислоты. Нагреть раствор до кипения. Что наблюдается? Поднести к отверстию пробирки вначале бумажку, смоченную раствором нитрата свинца, а затем влажную синюю лакмусовую бумажку. О чем свидетельствуют результаты испытания? Написать уравнение реакции взаимодействия серы с концентрированной серной кислотой.

• Провести аналогичный опыт с фосфором. Написать уравнение химической реакции.

• Внести в пробирку несколько капель иодной воды и добавить немного концентрированной серной кислоты. Что наблюдается? В случае от-

сутствия признаков реакции нагреть раствор. Написать уравнение химической реакции.

Взаимодействие со сложными веществами – типичными восстановителями

• Поместить в пробирку несколько кристаллов иодида калия и прилить немного концентрированной серной кислоты. Поднести к отверстию пробирки заранее приготовленную бумажку, смоченную раствором нитрата свинца. Учитывая признаки реакции и результаты испытания газообразных продуктов, напишите уравнение реакции взаимодействия концентрированного раствора серной кислоты с иодидом калия.

• В две пробирки налить по 1 мл раствора соли Мора ($\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). К одной из них прибавить 1 мл концентрированной серной кислоты, вторую использовать как эталон. Что наблюдается при добавлении концентрированной серной кислоты? Немного нагреть раствор. Что происходит? Написать уравнение реакции.

2. Водоотнимающие свойства концентрированной серной кислоты

а) в пробирку на одну десятую ее объема положить сахарной пудры, смоченной водой (2-3 капли), и прилить около 1 мл концентрированной серной кислоты. Перемешать массу стеклянной палочкой и наблюдать изменение ее цвета и увеличение объема. Как объяснить наблюдаемые признаки реакции?

б) в четыре пробирки – одну с зеленовато-голубыми кристаллами $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, в другую с зелеными кристаллами $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, в третью с розовыми кристаллами $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – добавить концентрированной серной кислоты. Какую окраску приобретают кристаллы и растворы и с чем это связано? Какой цвет должны иметь соответствующие безводные соли?

Объясните причину сильных водоотнимающих свойств концентрированной серной кислоты и приведите несколько примеров практического использования данного свойства.

Опыт 5. Окислительные свойства пероксодисульфатов

1 мл раствора сульфата марганца (II) подкислить 1 мл раствора 2н серной кислоты, добавить несколько капель раствора нитрата серебра в качестве катализатора, затем на кончике шпателя внести кристаллический пероксодисульфат аммония. В случае отсутствия признаков реакции – нагреть смесь. Отметить признаки химической реакции и написать ее уравнение.

Опыт 1. Получение и свойства кислорода

1. Сухую пробирку закрепить в лапке штатива. Насыпать порошка хлората калия $KClO_3$ на высоту около 0,5 см и немного оксида марганца (IV) MnO_2 , играющего в данной реакции роль катализатора. Закрывать пробирку пробкой с газоотводной трубкой и нагреть смесь до плавления. Выделяющийся газ испытать тлеющей лучинкой.

Пропустить кислород через растворы иодида калия, сульфида натрия, сульфата железа (II). Отметить признаки реакций и написать их уравнения.

2. В сухую пробирку, закрепленную в штативе, поместить кристаллический перманганат калия слоем толщиной около 2 см, закрыть газоотводной трубкой и нагреть. Наблюдать признаки химической реакции. Собрать выделяющийся газ в три большие сухие пробирки, закрыть резиновыми пробками и использовать в дальнейших опытах.

В ложечку для сжигания поместить немного серы, нагреть до плавления в пламени спиртовки и внести в пробирку с кислородом. Наблюдать характер протекания реакции. Провести аналогичный опыт с фосфором. Фосфор должен быть сухим. Если он влажный, его нужно высушить, поместив между листами фильтровальной бумаги. После сжигания фосфора в кислороде во избежание воспламенения его остатков на воздухе поместить ложечку в стакан с водой. В третью пробирку с кислородом внести в ложечке для сжигания горящий натрий. Непосредственно перед опытом с поверхности натрия нужно удалить перекисную пленку. При работе со щелочным металлом не допускается наличие поблизости воды. Мелкие остатки металла вместе с фильтровальной бумагой после окончания опыта поместить в фарфоровую чашку с водой.

Опыт 2. Свойства серы

1. Аллотропия серы

Получение ромбической серы

В пробирку налить 1 мл сероуглерода или бензола. Внести небольшими порциями при перемешивании порошок серы до образования насыщенного раствора. После отстаивания раствора сухой пипеткой перенести небольшое его количество на часовое стекло и, покрыв его другим стеклом, оставить для медленной кристаллизации. Одну каплю раствора поместить на предметное стекло и рассмотреть под микроскопом, наблюдая

рост кристаллов. Через некоторое время рассмотреть кристаллы, образовавшиеся на часовом стекле. Зарисовать их форму и отметить их цвет. Отметить растворимость серы в органических растворителях, связать ее со строением вещества.

Получение моноклинной серы

Маленький фарфоровый тигель заполнить серой. Осторожно нагревать тигель до полного расплавления серы. Затем прекратить нагрев и следить за кристаллизацией. Когда кристаллизация дойдет почти до центра поверхности, быстро вылить расплавленную серу в стакан с холодной водой. В тигле образовались темные кристаллы. Рассмотреть их под микроскопом, отметить цвет и зарисовать форму. Как изменяется цвет кристаллов? Что при этом происходит и почему?

2. Окислительные свойства серы

Приготовить смесь, состоящую из 0,1 г цинковой пыли и 0,2 г серы, тщательно перемешать ее и перенести на кусочек асбеста. Прикоснуться к ней горячей стеклянной палочкой. Что происходит?

3. Восстановительные свойства серы

Кусочек серы поместить в фарфоровую чашку и прилить концентрированной азотной кислоты. Кипятить содержимое в течение 5-7 мин, добавляя новые порции азотной кислоты по мере ее разложения. Отметьте признаки химической реакции. После охлаждения раствора установите продукт окисления серы, для чего перенесите немного полученного раствора в пробирку и прилейте раствор хлорида бария. Что наблюдается?

4. Диспропорционирование серы

В пробирке к порошку серы прилить 2 мл концентрированного раствора щелочи и кипятить 10 мин. Укажите признаки реакции. После ее окончания установите продукты реакции. Для этого в две пробирки отлейте несколько капель полученного раствора. В первую пробирку прибавьте раствор нитрата свинца (II), во вторую – раствор хлорида бария. Что происходит? Затем ко второй пробирке добавить осторожно по каплям концентрированную соляную кислоту. Что наблюдается? Написать уравнения всех реакций.

Опыт 3. Получение сероводорода и изучение его свойств

- *Все опыты с сероводородом и его соединениями проводить под тягой!*
- *Реактивы, необходимые для опытов, приготовить перед началом получения сероводорода.*
 - *Следить за тем, чтобы ток сероводорода не был направлен в вытяжной шкаф: в периоды между опытами и после их окончания направлять сероводород в склянку с раствором щелочи.*
 - *После прекращения активного тока газа разобрать установку и вымыть посуду под вытяжным шкафом, сливая отходы и промывные воды в сливную склянку.*

1. Собрать прибор для получения газов. Поместить в колбу Вюрца небольшое количество сульфида железа, сульфида натрия или железного колчедана FeS_2 . Приливать из капельной воронки по каплям 20% раствор соляной кислоты. Отметьте запах выделяющегося сероводорода и напишите уравнение реакции, лежащей в основе синтеза сероводорода.

2. Направить струю газа на порошок оксида свинца(IV) PbO_2 , помещенный тонким слоем в фарфоровую чашку. Что происходит? Напишите уравнение реакции.

3. Налить в четыре пробирки по 1-2 мл бромной воды, иодной воды, раствора перманганата калия, раствора соли железа(III) и пропустить через растворы ток сероводорода либо добавить по 1-2 мл свежеприготовленной сероводородной воды. Отметить признаки химических реакций и написать уравнения.

Опыт 4. Получение и свойства оксида серы (IV)

- *Опыты проводить под тягой!*
- *Реактивы и оборудование, необходимые для опытов, приготовить перед началом получения сернистого газа.*
 - *Следить за тем, чтобы ток сернистого газа не был направлен в вытяжной шкаф: в периоды между опытами и после их окончания направлять газ в склянку с раствором щелочи.*
 - *После прекращения активного тока газа разобрать установку и вымыть посуду под вытяжным шкафом, сливая отходы и промывные воды в сливную склянку.*

1. Собрать установку для получения газов. В колбу Вюрца поместить кристаллический сульфит натрия, в капельную воронку налить 15-20 мл 70% серной кислоты. Добавлять кислоту по каплям, добиваясь равномерного тока газа. Указать причины протекающей реакции, лежащей в основе лабораторного способа получения сернистого газа.

2. В две подготовленные пробирки – одну с дистиллированной водой, вторую – с раствором нейтрального лакмуса пропустить ток сернистого газа. Как изменился цвет лакмуса? Написать уравнение реакции.

3. Пропустить сернистый газ в две пробирки, содержащие по 1 мл сероводородной воды и иодной воды. Что наблюдается? Написать уравнения реакций.

4. Заполнить методом вытеснения воздуха большую пробирку. Как нужно держать пробирку, горлышком вверх или вниз? Почему? Закрывать пробирку пробкой с капилляром и опустить её вверх дном в кристаллизатор с водой. Наблюдать в течение нескольких минут за происходящим. Что наблюдается? О каких свойствах сернистого газа свидетельствует данный опыт?

РАБОТА 4 АЗОТ

Опыт 1. Свойства аммиака

Опыт проводить под вытяжным шкафом!

1. *Равновесие в водном растворе аммиака*

а) налить в пробирку 1 мл разбавленного раствора аммиака и добавить кашлю фенолфталеина. Отметить окраску раствора. На присутствие каких ионов она указывает? Затем добавить в раствор немного кристаллического хлорида аммония и размешать раствор. Как изменилась окраска? Ощущается ли запах аммиака?

б) к раствору аммиака прилить каплю фенолфталеина и затем добавить равный объем 1М раствора соляной кислоты. Как изменяется окраска раствора и его запах?

в) к 1 мл раствора аммиака добавить равный объем раствора сульфата алюминия. Что наблюдается? После протекания реакции проверьте наличие запаха аммиака.

Учитывая результаты проведенных опытов:

- напишите уравнение равновесия в водном растворе аммиака;

- напишите ионные и молекулярные уравнения реакции взаимодействия водного раствора аммиака с сульфатом алюминия и соляной кислотой;

- укажите, в каком направлении смещается равновесие в водном растворе аммиака при добавлении к нему: а) хлорида аммония; б) сульфата алюминия; в) соляной кислоты. Как это объяснить?

2. Восстановительные свойства аммиака

В четыре пробирки внести отдельно по 1 мл растворов бромной воды, перманганата калия, дихромата калия и иодной воды. К содержимому каждой пробирки добавить по 1 мл 25% раствора аммиака. Наблюдаются ли признаки реакции? В случае их отсутствия – нагреть растворы. Описать происходящие явления.

Учитывая скорость, глубину и условия протекания реакции, а также окислительную активность реагента - партнера, сделайте вывод о силе восстановительной активности аммиака. Написать уравнения реакций.

3. Участие в реакциях комплексообразования

В трех пробирках получить осадки гидроксидов никеля, кобальта, меди. Для этого внести в пробирки по 1 мл растворов данных солей и добавить равный объем 2н раствора гидроксида калия. Перенести небольшое количество каждого осадка в чистые пробирки и добавить 1-2 мл 25% раствора аммиака. Что наблюдается? Как объяснить изменение окраски? Сравните окраску катионов металлов в растворах солей и окраску полученных оснований с окраской комплексных аммиачных соединений. Почему молекулы аммиака могут выступить в роли лиганда? Как в аналитической химии могут быть использованы реакции образования аммиачных комплексных соединений?

Опыт 2. Свойства солей аммония

1. Качественная реакция на катион аммония

На часовое стекло поместить каплю раствора аммиака или соли аммония и добавить 1-2 капли раствора реактива Несслера (щелочной раствор комплексной соли $K_2[HgI_4]$). Отметьте признаки реакции и напишите ее уравнение.

2. Гидролиз солей аммония

В три пробирки налить по 1 мл дистиллированной воды, добавить 2-3 капли нейтрального лакмуса и внести на кончике стеклянной палочки или шпателя – в первую пробирку кристаллического хлорида аммония, во вторую – столько же ацетата аммония, третью использовать для сравнения.

Как изменился цвет растворов? Чем можно объяснить различную окраску растворов данных солей? Напишите ионные и молекулярные уравнения реакций гидролиза.

3. Поведение солей аммония при нагревании:

а) в сухую пробирку поместить немного (на кончике шпателя) кристаллического карбоната аммония. Нагревать в течение нескольких минут, поместив над отверстием пробирки узкую полоску фильтровальной бумаги, смоченной раствором реактива Несслера. Что наблюдается? Как объяснить происходящее? Написать уравнение реакции;

б) по методике, аналогичной предыдущему опыту, изучить термическое поведение фосфата аммония. Каков внешний вид вещества, образовавшегося в пробирке? Изменилась ли окраска пятна на «свинцовой» бумажке? После охлаждения пробирки налить в нее 1 мл дистиллированной воды и добавить 2-3 капли лакмуса. Что наблюдается?

Напишите уравнение реакции разложения фосфата аммония, учитывая признаки реакции и результаты испытания газообразного продукта и твердого остатка;

в) сухую выпарительную чашку поставить в кольцо штатива, внести в нее немного порошка дихромата аммония (высота слоя не должна превышать 3 мм), добавить одну каплю спирта и нагреть в пламени спиртовки. Объяснить бурное протекание реакции, напоминающее извержение вулкана. Написать уравнение реакции.

Учитывая обнаруженный характер разложения солей, предложите классификацию солей аммония в зависимости от типа их разложения и природы кислотного остатка. Приведите дополнительные примеры солей аммония для каждого из обнаруженных типов. Напишите уравнения реакций их разложения.

Опыт 3. Свойства солей гидразиния и гидросиламмония

1. Восстановительные свойства:

а) в одну пробирку внести 1 мл раствора перманганата калия, в другую – 1 мл иодной воды. Раствор перманганата калия подкислить 2н серной кислотой. Затем налить в обе пробирки раствор сульфата гидразиния ($N_2H_4 \cdot H_2SO_4$). Запишите детально все признаки реакций. Как, руководствуясь признаками реакции, установить продукт превращения катиона гидразиния? Напишите уравнения реакций.

Сравните восстановительную активность гидразина и солей гидразиния с восстановительной активностью аммиака и солей аммония. Как можно объяснить более высокую восстановительную активность гидразиния и солей гидразиния, учитывая их строение?

б) провести аналогичные опыты с участием насыщенных растворов солей гидроксиламмония. Что наблюдается? Какое соединение азота образуется при окислении катиона гидроксиламмония, и как это доказали? Напишите уравнения реакций.

Сравните восстановительную активность солей гидроксиламмония и солей гидразиния. Объясните обнаруженную тенденцию, сопоставив прочность химических связей в гидразине и гидроксиламине.

2. *Окислительно-восстановительная двойственность солей гидроксиламмония:*

а) к насыщенному раствору соли гидроксиламмония добавить равный объем раствора сульфата железа (II). Наблюдаются ли признаки реакции? Подкислить раствор с помощью концентрированного раствора соляной кислоты. Детально охарактеризуйте признаки реакции и напишите ее уравнение;

б) к нескольким каплям раствора нитрата ртути (II) добавить раствор сульфата гидроксиламмония. Что происходит? Добавить немного 40% раствора гидроксида натрия. Отметьте признаки реакции и напишите ее уравнение;

в) в пробирку налить 1 мл раствора иодной воды, подкислить уксусной кислотой и добавить 1 мл насыщенного раствора сульфата гидроксиламмония. Что происходит? Напишите уравнение реакции. Какую функцию выполняет в данной реакции соль гидроксиламмония?

Добавить к полученной реакционной смеси 1 мл концентрированной соляной кислоты. Описать происходящие изменения и написать уравнение реакции. Какую функцию выполняет в данном случае соль гидроксиламмония?

- Объясните, почему для гидроксилamina и его солей характерна окислительно-восстановительная двойственность.

- Какие вещества являются продуктами их окисления и восстановления? Как это доказать экспериментально.

- На основании реакций, проведенных в опыте, сделайте вывод о влиянии кислотности среды на окислительные и восстановительные свойства гидроксилamina и его солей. Какая среда усиливает окислительные свойства данных соединений, а какая – способствует их восстановительным свойствам?

Опыт 4. Свойства азотистой кислоты и нитритов

1. Диспропорционирование азотистой кислоты

К 1 мл насыщенного раствора нитрита калия или натрия добавить 1 мл 2н раствора серной кислоты. Наблюдайте процессы, происходящие в растворе, на фоне белой бумаги. Объясните происходящее и напишите уравнение реакции.

2. Восстановительные свойства нитритов

В две пробирки налить по 1мл растворов дихромата калия и перманганата калия, подкислить 1 мл 2н раствора серной кислоты. Добавить в каждую из пробирок по 1 мл нитрита калия (натрия), отметить изменение окраски растворов. Написать уравнения реакций.

3. Окислительные свойства нитритов:

а) к 1 мл раствора иодида калия добавить 1 мл 2н раствора серной кислоты и 1 мл раствора нитрита калия. Отметить признаки окислительно-восстановительной реакции. Учитывая цвет выделяющегося газа, установите продукт восстановления нитрита. Напишите уравнение реакции. Какое практическое применение может найти данная реакция?

б) поместить в пробирку гранулу алюминия, налить 1 мл 50% раствора гидроксида калия и затем добавить 1 мл раствора нитрита калия. Поместить над отверстием пробирки узкую фильтровальную бумажку, смоченную реактивом Несслера и нагреть пробирку. Описать происходящее и установить продукт восстановления нитрита, учитывая цвет выделяющегося газа и результаты теста на аммиак. Написать уравнение реакции.

Охарактеризуйте окислительные и восстановительные свойства азотистой кислоты и нитритов, продукты их восстановления и окисления. Определите, пользуясь таблицей стандартных электродных потенциалов, какая функция, окислительная или восстановительная, выражена отчетливее с термодинамической точки зрения.

4. Качественная реакция на нитрит-ион

Поместить в пробирку несколько капель раствора нитрита калия, добавить равные объемы растворов нитрата кобальта(II), разбавленной уксусной кислоты, хлорида калия и хлорида натрия. Наблюдать появление желтой окраски раствора и выпадение осадка гексанитристокобальтата(III) калиянатрия $K_2Na[Co(NO_2)_6]$. Написать уравнение реакции, лежащей в основе анализа.

Реакция должна проводиться в слабокислой среде при $pH=3$, что соответствует разбавленной уксусной кислоте.

Опыт 5. Свойства азотной кислоты и нитратов

• Все опыты с азотной кислотой и нитратами проводить под вытяжным шкафом, соблюдая особую осторожность!

• Отработанные реактивы ни в коем случае нельзя сливать в раковину, а следует переносить в посуду для отходов. Использованную химическую посуду дважды промывать в вытяжном шкафу небольшим количеством водопроводной воды, выливая остатки в посуду для отходов.

• Металлы после окончания опыта отделять от раствора по следующей методике: осторожно слить раствор в стакан, затем металл несколько раз промыть небольшим количеством водопроводной воды, сливая промывные воды в стакан. Все промывные воды из стакана перелить в сливную склянку. При необходимости металлы можно использовать в дальнейших опытах, промыв их дистиллированной водой.

1. Термическое разложение азотной кислоты

Поместить в пробирку несколько капель концентрированной азотной кислоты и нагреть раствор. Что наблюдается? Внести в пробирку тлеющую лучинку. Что происходит? Написать уравнение реакции разложения азотной кислоты.

2. Взаимодействие азотной кислоты с металлами:

а) в четыре пробирки поместить стружки (гранулы) магния, цинка, железа и меди. В каждую пробирку налить по 1 мл концентрированной (65%) азотной кислоты.

Установить продукты восстановления нитрат-иона, учитывая окраску выделяющихся газов и результаты испытания получающихся растворов на присутствие катиона аммония. Для этого после окончания реакции перенести несколько капель анализируемой смеси на часовое стекло и добавить несколько капель реактива Несслера;

б) исследовать взаимодействие магния, цинка, железа и меди с разбавленной (30%) азотной кислотой по методике, описанной выше;

в) изучить отношение магния, цинка, железа и меди к очень разбавленной (10%) азотной кислоте по методике, описанной выше.

Как влияет активность металлов и концентрация азотной кислоты на характер ее восстановления?

3. Взаимодействие азотной кислоты с неметаллами:

а) в пробирку на кончике стеклянной палочки или шпателя внести немного порошка красного фосфора и прилить 1 мл концентрированной азотной кислоты. Что наблюдается? Нагреть пробирку пламенем спиртов-

ки. Опишите признаки реакции и уравнение взаимодействия фосфора с азотной кислотой;

б) исследовать, как это описано в предыдущем опыте, взаимодействие между концентрированной азотной кислотой и порошкообразной серой. После окончания реакции охладить раствор и доказать наличие в нем сульфат-ионов с помощью раствора хлорида бария. Написать уравнение реакции.

4. *Взаимодействие азотной кислоты с типичными восстановителями:*

а) к нескольким каплям раствора сульфата железа (II) добавить 1 мл концентрированной азотной кислоты. Что наблюдается? Нагреть немного пробирку в пламени спиртовки. Записать результаты наблюдения. Написать уравнение реакции;

б) в три пробирки налить по несколько капель растворов солей: хлорида натрия, бромида калия, иодида калия. К каждому из растворов прибавить по 1 мл концентрированной азотной кислоты. Что происходит? При отсутствии признаков реакции нагреть пробирки. Отметить признаки реакций и написать их уравнения.

5. *Качественные реакции на нитрат-ион:*

а) поместить на часовое стекло 3 капли дифениламина $(C_6H_5)_2NH$, 5 капель концентрированной серной кислоты и 2 капли раствора нитрата калия (натрия). Отметить окраску продукта окисления дифениламина азотной кислотой;

б) Поместить в пробирку 2 капли раствора нитрата калия (натрия) и кристаллический $FeSO_4$ на кончике шпателя. Затем медленно прилить по стенке пробирки 1 каплю концентрированной серной кислоты.

Что наблюдается в месте соприкосновения двух жидкостей (наблюдайте за происходящим на фоне белого листа бумаги). Объясните происходящее и напишите уравнения реакций, лежащих в основе анализа.

6. *Термическое разложение нитратов*

В две сухие пробирки внести на кончике шпателя немного кристаллических веществ: в первую – нитрата калия, во вторую – нитрата меди. Нагреть пробирки. Обратит внимание на цвет выделяющихся газов и продуктов прокалывания, оставшихся в пробирке. Содержимое первой пробирки после прокалывания и охлаждения растворить в 1 мл воды, подкислить 2н раствором серной кислоты и затем добавить 1 мл раствора иодида калия. Что наблюдается? Учитывая все обнаруженные признаки реакции, напишите уравнения реакций разложения солей. Обсудите влияние природы металла на характер термического разложения нитратов.

Опыт 1. Получение азота и изучение его свойств

1. Синтез азота

В пробирку насыпать около 1 г нитрита натрия, прилить 2-3 мл насыщенного раствора хлорида аммония и закрыть пробкой с газоотводной трубкой. Пробирку нагреть. Выделяющийся азот собрать в пробирку, применяя способ вытеснения воды. Написать уравнение реакции получения азота. Объяснить, почему азот можно собирать способом вытеснения воды.

2. Окислительные свойства азота

Взаимодействие с органическими веществами

Горящую лучину внести в пробирку, заполненную азотом. Что наблюдается? Поддерживает ли азот горение органических веществ? Как это объяснить?

Взаимодействие с металлами

В металлическую ложечку для сжигания поместить немного лития, поверхность которого предварительно очищена от оксидной пленки. Металл осторожно прогреть в пламени спиртовки в течение двух минут. После охлаждения смеси смочить ее небольшим количеством воды. Запах какого газа обнаруживается при этом? Написать уравнения реакций, происходящих при нагревании лития на воздухе. Какие реакции протекают при взаимодействии с водой продуктов сжигания лития на воздухе? Написать уравнения реакций.

Опыт 2. Получение аммиака и изучение его растворимости в воде

Собрать установку для получения газов. В колбу Вюрца внести кристаллическую щелочь (гидроксида натрия или калия). Поднести к концу газоотводной трубки лакмусовую бумагу, смоченную водой. Что наблюдается? Почему? Написать уравнение реакции. Собрать аммиак в сухую пробирку. Как держать пробирку: отверстием вверх или вниз? Почему? Установить момент заполнения сосуда, поднося к отверстию стеклянную палочку, смоченную соляной кислотой. Закрыть пробирку пробкой с капилляром и опустить ее вверх дном в кристаллизатор с водой, в который предварительно добавить 10 капель фенолфталеина. Наблюдать за происходящим в течение нескольких минут.

Опыт 3. Получение оксида азота (II) и изучение его свойств

1. Синтез оксида азота (II)

В колбу Вюрца внести около 15 г нитрита калия и 17 г иодида калия. Перемешать смесь. Медленно (по каплям) добавлять с помощью капельной воронки 50% раствор серной кислоты. Обратите внимание на признаки реакции. Почему выделяющийся вначале газ имеет желтоватую окраску, а затем обесцвечивается?

2. Восстановительные свойства оксида азота(II)

Налить в четыре пробирки по 1 мл растворов: а) перманганата калия; б) концентрированной азотной кислоты; в) сульфата железа (III). Растворы перманганата и дихромата калия подкислить серной кислотой. Пропустите ток оксида азота(II) через все подготовленные растворы.

Обратите внимание на признаки реакций и активность их протекания. В том случае, если признаки реакции отсутствуют либо реакция протекает очень медленно, раствор слегка нагревайте. Напишите уравнения реакций. Принимая во внимание отношение изучаемого оксида ко всем использованным в опыте окислителям и условия протекания реакций, охарактеризуйте его восстановительную активность.

3. Окислительные свойства оксида азота (II)

Пропустите ток газа через растворы иодида калия и сульфида натрия. Раствор сульфида натрия перед началом контакта с газом подкислить 2н раствором соляной кислоты.

Детально опишите признаки реакций. По окончании реакции исследуйте полученные растворы на содержание катионов аммония. Для этого нанесите на часовое стекло с помощью стеклянной палочки несколько капель раствора и добавьте реактив Несслера. Запишите уравнения реакций, учитывая их признаки и результаты анализа продуктов восстановления оксида азота.

Пользуясь значениями стандартных окислительно-восстановительных потенциалов, указать, какая функция, окислительная или восстановительная, более характерна для оксида азота (II).

4. Реакции присоединения оксида азота (II)

Пропустить оксид азота (II) через раствор сульфата железа (II). Как изменилась окраска раствора? Напишите уравнение реакции. Нагреть полученный раствор. Что наблюдается и как это объяснить?

Учесть, что данная реакция может быть использована как качественная реакция на оксид азота (II).

Опыт 4. Синтез и изучение свойств оксида азота (IV)

1. Синтез оксида азота (IV)

В колбу Вюрца внести медные стружки и добавлять по каплям концентрированный раствор азотной кислоты. Синтез проводить при нагревании. Отметить окраску выделяющегося газа и написать уравнение реакции. Использовать газ в последующих опытах.

2. Окислительные свойства оксида азота (IV)

В две пробирки налить по 1 мл растворов иодида калия, сульфата железа(II), пропустить ток оксида азота (IV). Что наблюдается? Детально опишите все признаки реакции. Какие вещества могут явиться продуктами восстановления оксида в каждой из реакций? Как их определить? Проведите дополнительные исследования полученных растворов на присутствие катиона аммония с помощью реактива Несслера. Напишите уравнения реакций взаимодействия оксида азота(IV) с использованными восстановителями, учитывая все наблюдаемые признаки реакций, а также дополнительные исследования их продуктов.

3. Диспропорционирование оксида азота (IV)

Диспропорционирование в воде

Поставьте пробирку в штатив, налейте в нее 2 мл дистиллированной воды и пропустите в течение 2-х минут ток оксида азота (IV). Обратите внимание на цвет газа, прошедшего через водный раствор. После окончания реакции отлейте небольшое количество раствора в две чистые пробирки. В одну из них добавить 3 капли лакмуса. Что наблюдается и о чем это свидетельствует? В другой пробирке проведите испытание на присутствие нитрит-иона. Принимая во внимание признаки реакции, а также результаты испытания полученного раствора на кислотность и присутствие нитрит-иона, напишите уравнение диспропорционирования оксида азота (IV) в воде.

Диспропорционирование в щелочной среде

Пропустите оксид азота (IV) через 2 мл 20% раствора гидроксида натрия. Отметьте признаки реакции. Проанализируйте полученный раствор на присутствие нитрит-иона, как это было сделано ранее. Что наблюдается? Учитывая наблюдения и результаты исследования полученного раствора, напишите уравнения реакции диспропорционирования оксида азота (IV) в щелочной среде.

Объясните, почему продукты диспропорционирования оксида азота (IV) в нейтральной и щелочной среде отличаются. Где на практике используется реакция диспропорционирования оксида азота (IV) в воде?

РАБОТА 5 ФОСФОР. СУРЬМА. ВИСМУТ

• *Белый фосфор и его пары ядовиты! Белый фосфор можно брать только пинцетом.*

• *Все опыты с белым и красным фосфором проводить только в вытяжном шкафу.*

• *Сухой красный фосфор нельзя перетирать в ступке, подвергать ударам и сильному давлению.*

• *Загоревшийся фосфор тушить водой.*

• *Ядовитым веществом является фосфин. Все опыты с фосфином проводить в вытяжном шкафу в присутствии преподавателя.*

Опыт 1. Качественные реакции на фосфорные кислоты и их соли

1. Качественные реакции на метафосфорную кислоту и ее соли:

а) налить в пробирку 1 мл раствора метафосфорной кислоты и добавить 1 мл водного раствора белка. Наблюдать свертывание белка;

б) добавить к нескольким каплям 0,1М раствора метафосфорной кислоты 3-4 капли 1М раствора аммиака до слабокислой реакции ($\text{pH} = 5-6$, проверить с помощью универсальной индикаторной бумажки) и несколько капель 0,1М раствора нитрата серебра. Наблюдать появление белого осадка. Написать уравнение реакции. Испытать отношение осадка к разбавленной азотной кислоте. Что наблюдается? Как объяснить протекание данной реакции?

2. Качественные реакции на пиррофосфорную кислоту и ее соли:

а) к 1 мл раствора пиррофосфорной кислоты добавить 1 мл водного раствора белка. Отметить, происходит ли свертывание белка;

б) добавить к 1 мл раствора дигидропиррофосфата натрия несколько капель нитрата серебра. Описать наблюдаемые изменения. Растворяется ли полученное вещество в разбавленном растворе азотной кислоты?

3. Качественные реакции на ортофосфорную кислоту и ее соли:

а) прилить к 0,5 мл раствора ортофосфорной кислоты 3-4 мл молибденовой жидкости (раствор молибдата аммония в концентрированной азотной кислоте) и нагреть до осаждения желтого осадка. Каков его состав? Написать уравнение химической реакции, лежащей в основе данной качественной реакции;

б) подействовать на 1 мл раствора ортофосфорной кислоты водным раствором белка. Наблюдается ли свертывание белка?

в) к 1 мл раствора ортофосфата натрия (аммония) добавить несколько капель нитрата серебра. Каков цвет образующегося осадка? Написать уравнение химической реакции. Испытайте отношение осадка к разбавленной азотной кислоте.

Учитывая результаты опытов, сравните действие на мета-, пиро- и ортофосфат- ионы белка и нитрата серебра.

Опыт 2. Изучение растворимости ортофосфатов

1. В три пробирки налить растворы фосфата натрия, гидрофосфата натрия и дигидрофосфата натрия. К каждому раствору добавить раствор хлорида кальция. В каких пробирках выпадает осадок? Написать уравнения реакций и сравнить растворимость средних и кислых фосфатов.

2. В четыре пробирки налить по 1 мл 0,1M растворов солей хрома, никеля, кобальта, марганца и добавить в каждую пробирку по 1 мл 0,1M раствора гидрофосфата натрия. Наблюдать осаждение средних фосфатов. Отметить цвет каждого осадка и написать уравнения реакций. Почему при действии кислой солью образуются средние фосфаты?

Опыт 3. Изучение восстановительных свойств гипофосфитов

1. К 1 мл раствора гипофосфита калия добавить 3-4 капли раствора нитрата серебра. Что происходит? Нагреть раствор. Что наблюдается? Написать уравнение реакции.

2. Прилить к 1 мл раствора хлорида (сульфата) железа(III) 1 мл гипофосфита калия. Наблюдается ли взаимодействие? Если признаки реакции отсутствуют, нагрейте раствор. Написать уравнение реакции.

3. К 1 мл иодной воды прибавить 1-2 мл раствора гипофосфита калия. Имеются ли явные признаки реакции? В случае их отсутствия разделите полученный раствор на две части. Первый подкислите 2н серной кислотой и оставьте на одну минуту, а второй раствор немного нагрейте. Что наблюдается? Напишите уравнение реакции.

4. 1 мл раствора перманганата калия подкислить 2н серной кислотой и добавить равный объем гипофосфита калия. Что происходит? Написать уравнение реакции.

Учитывая результаты проведенных опытов, сделайте вывод об особенностях восстановительных свойств гипофосфитов, дайте объяснение влияния температуры и кислотности среды на их восстановительные свойства.

Опыт 4. Изучение свойств сурьмы и висмута

- Все опыты проводить в вытяжном шкафу.
- Для изучения взаимодействия металлов с различными кислотами достаточно одной гранулы каждого вещества.
- После обнаружения признаков реакции осторожно слить раствор в стакан, а непрореагировавший металл промыть. Для этого гранулу оставшегося вещества с небольшим количеством раствора перенести в стакан с водопроводной водой, помешать вещество с помощью стеклянной палочки. Затем извлечь гранулу пинцетом, перенести в чистую пробирку, ополоснуть небольшим количеством дистиллированной воды, после чего осторожно слить воду. Вещество приготовлено к последующему испытанию.

1. В две пробирки поместить по одной грануле сурьмы и висмута. Подействовать на вещества 20% соляной кислотой. Что происходит?

2. Подействовать на вещества очень разбавленной (10%) азотной кислотой. Что наблюдается?

3. Повторить опыт с концентрированной азотной кислотой. Отметить признаки реакций.

Объясните результаты опытов и напишите уравнения реакций.

Опыт 5. Свойства соединений сурьмы и висмута (III)

1. Свойства гидратов оксидов

а) к нескольким каплям раствора хлорида сурьмы (III) осторожно по каплям прилить концентрированный раствор аммиака до появления осадка. Разделить осадок на две части. На одну часть подействовать 20% раствором серной кислоты, на другую – 20% раствором гидроксида натрия (калия). Описать наблюдаемые явления. Составить уравнения реакций;

б) по аналогичной методике получить из нитрата висмута (III) гидроксид висмута и исследовать его отношение к растворам кислот и щелочей на примере реакций с серной кислотой и гидроксидом натрия (калия). Написать уравнения реакций.

Учитывая результаты опытов, сравните кислотно-основные свойства гидратов оксидов сурьмы и висмута (III). Дайте теоретическое обоснование обнаруженным закономерностям.

2. Получение и исследование свойств сульфидов

Опыты проводить в вытяжном шкафу!

а) налить в пробирку несколько капель раствора хлорида сурьмы (III) и добавить по каплям раствор сульфида натрия до выпадения осадка

сульфида сурьмы (III). Отметить окраску сульфида и написать уравнение реакции его образования.

Разделить осадок с маточным раствором на три части и осторожно слить раствор с осадков. К осадку первой пробирки добавить 1-2 мл раствора сульфида натрия, на второй осадок подействовать 40% раствором гидроксида натрия (калия), к сульфиду в третьей пробирке прилить 20% раствор соляной кислоты.

Что наблюдается в каждом случае? Напишите уравнения реакций и сделайте вывод о кислотно-основных свойствах сульфида сурьмы (III).

На раствор тиоантимоната (III) натрия, содержащийся в первой пробирке, полученный взаимодействием между сульфидом натрия и сульфидом сурьмы (III), подействовать 4мл 2н раствора соляной кислоты и слегка нагреть. Что происходит? Напишите уравнение реакции. О чем свидетельствует данная реакция?

б) по методике, аналогичной предыдущему опыту, из соли висмута (III) получите сульфид висмута (III) и изучите его кислотно-основные свойства.

Используя результаты проведенных опытов, сравните кислотно-основные свойства сульфидов сурьмы и висмута (III). В чем причина наблюдаемых различий?

3. Гидролиз хлоридов сурьмы и висмута (III):

а) в две пробирки отдельно внести немного порошка хлорида сурьмы и нитрата висмута, затем добавить воды. Что наблюдается? Напишите уравнения реакций;

б) разделить содержимое каждой пробирки на две части и подействовать на осадки концентрированными растворами гидроксида натрия (калия) и соляной кислоты. Отметьте признаки реакций и напишите их уравнения.

4. Окислительно-восстановительные свойства соединений сурьмы и висмута (III):

а) в две пробирки налить по 1 мл раствора перманганата калия, подкислить соляной кислотой и добавить в одну из пробирок раствора хлорида сурьмы, а в другую – раствора нитрата висмута. Что происходит? Как объяснить различную восстановительную активность данных соединений? Напишите уравнение реакции;

б) внести в две пробирки по 1 мл растворов хлорида олова (II), добавить по каплям 50% раствор гидроксида натрия до растворения выпавших вначале осадков. Добавить к одному из полученных растворов немного

раствора хлорида сурьмы, а к другому – нитрата висмута. Что наблюдается? Затем прилить в каждую пробирку еще немного концентрированного раствора щелочи. Что происходит? Объясните имеющиеся отличия в окислительных свойствах соединений сурьмы (III) и висмута (III), пользуясь понятием стандартного электродного потенциала, а также учитывая значения энергий ионизации сурьмы и висмута.

Опыт 6. Окислительные свойства соединений сурьмы и висмута(V)

1. В две пробирки отдельно поместить небольшое количество кристаллических антимоноата калия и висмутата натрия. Подействовать концентрированным раствором соляной кислоты. Что наблюдается? При отсутствии признаков реакции нагреть раствор. Напишите уравнения реакций.

2. В две пробирки налить по 1 мл раствора сульфата (нитрата) марганца(II), подкислить 20% раствором азотной кислоты и добавить немного кристаллических (на кончике шпателя) солей: к одной – висмутата натрия, к другой – антимоноата калия. Отметить признаки реакций и написать их уравнения.

Сравнить окислительные свойства соединений сурьмы и висмута (V). Объясните, почему участие в данной реакции подчеркивает очень сильную окислительную способность вещества и чем обусловлены сильные окислительные свойства соединений висмута (V).

3. Поместить в пробирку немного кристаллического висмутата натрия и прилить разбавленный 50% раствор серной кислоты. Что происходит? Напишите уравнение реакции. Какую роль в данной реакции играет серная кислота?

ГРУППОВЫЕ ОПЫТЫ

Опыт 1. Свойства фосфора

*Опыт проводить в вытяжном шкафу
только под наблюдением преподавателя!*

1. Окислительные свойства

Закрепить пробирку в штативе, насыпать порошок алюминия слоем высотой не более 2 мм и добавить такой же объем сухого фосфора. Осторожно перемешать смесь стеклянной палочкой, перевести пробирку в наклонное положение и нагревать пламенем спиртовки в течение 5 мин.

После охлаждения смеси добавить 1 мл 10% раствора соляной кислоты. Отметить цвет выделяющегося газа. Что происходит при его контакте с воздухом? Написать уравнения происходящих реакций.

2. Восстановительные свойства

а) поместить в пробирку немного фосфора и прилить 1 мл концентрированной азотной кислоты. Нагреть раствор. Что наблюдается?

б) повторить опыт, используя в качестве окислителя концентрированную серную кислоту. Запишите признаки реакции.

Установите формулы образующихся фосфорных кислот, используя качественные реакции, описанные в опыте 1. Напишите уравнения реакций взаимодействия фосфора с кислотами.

Опыт 2. Получение белого фосфора

Опыт проводить только под наблюдением преподавателя!

Положить на дно пробирки небольшое количество сухого красного фосфора и закрыть отверстие кусочком ваты. Закрепить пробирку в лапке штатива в наклонном положении и осторожно нагреть то место, где лежит фосфор. Наблюдать свечение фосфора в темноте. Каковы условия перехода красного фосфора в белый и наоборот? Какие еще аллотропные модификации фосфора существуют? Как они могут быть получены?

Опыт 3. Изучение термического разложения дигидрофосфата натрия и гидрофосфата натрия

В двух небольших тиглях в муфельной печи при температуре 400-500°C в течение 5 минут прокалить по 0,5 г дигидрофосфата и гидрофосфата натрия. После охлаждения каждую соль растворить в 5 мл воды.

Установить продукты разложения солей, используя качественные реакции на ортофосфат-, метафосфат-, пирофосфат-ионы, описанные в опыте 1. Составить уравнения реакций термического разложения исследуемых солей и реакций, лежащих в основе их анализа.

СОДЕРЖАНИЕ

Работа 1. Окислительно-восстановительные реакции.....	3
Работа 2. Галогены.....	6
Работа 3. Кислород. Сера.....	10
Работа 4. Азот.....	18
Работа 5. Фосфор. Сурьма. Висмут.....	28