

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра аналитической и неорганической химии

Неорганическая химия

Методические указания к выполнению лабораторных работ
для студентов специальности 020101
/Часть 1 работы 1-7/

Курган 2009

Кафедра: «Аналитическая и неорганическая химия»

Дисциплина: «Неорганическая химия»

Составили: доцент, канд. хим. наук Л.А. Бубнова;

доцент, канд. хим. наук О.В. Филистеев.

Работа выполнена при равноценном участии авторов.

Утверждены на заседании кафедры « 19 » января 2009г.

Рекомендован методическим советом университета «03» февраля 2009г.

НЕМЕТАЛЛЫ

Неметаллы располагаются в главных подгруппах групп: VIII (благородные газы); VII (галогены); VI (халькогены); V (азот, фосфор, мышьяк); IV (углерод, кремний, германий); III (бор); I (водород).

Все простые вещества - неметаллы при обычных условиях находятся либо в газообразном состоянии в молекулярной форме или в атомарной (благородные газы), либо в твердом виде. Только бром при обычных условиях - жидкость.

Твердые неметаллы образуют либо огромные макромолекулы - кристаллы (C, Si и др.), либо относительно небольшие макромолекулы (B₁₂, S₈, P₄). Связь между атомами ковалентная.

В периоде с увеличением порядкового номера элемента энергия ионизации атома увеличивается, а радиус - уменьшается. В группе наблюдается обратная зависимость этих величин от порядкового номера элемента. Это обуславливает увеличение окислительной способности элементов в периоде слева направо, а в группе снизу вверх.

Наиболее сильными окислителями являются фтор и кислород, хлор и бром.

Преимущественно восстановительные свойства проявляют водород, бор, углерод, кремний, германий, фосфор, мышьяк и теллур.

Промежуточные окислительно-восстановительные свойства имеют азот, сера, йод.

Кислород и галогены могут образовывать ионные соединения, а бор, углерод, водород, азот и фосфор - преимущественно ковалентные соединения.

Благородные газы имеют мало соединений.

ГАЛОГЕНЫ

Галогены (соль рождающие) - элементы главной подгруппы VII группы периодической системы Д.И. Менделеева - фтор, хлор, бром, йод, астат.

Опыты с галогенами выполняют только в вытяжном шкафу, в маске или в очках и с разрешения преподавателя. Опыты с бромом проводят под наблюдением преподавателя, в защитных перчатках и в очках.

Для нейтрализации свободных галогенов рекомендуется использовать кальцинированную соду - карбонат натрия. Продукты реакции, содержащие свободные галогены, сливают в специальные емкости, расположенные в вытяжном шкафу. Реакционный сосуд ополаскивают дважды небольшими порциями воды, промывные воды также сливают в эти емкости. После этого реакционный сосуд промывают раствором соды, который затем выливают в раковину под тягой. После этого сосуд можно вынести из вытяжного шкафа.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1 ГАЛОГЕНЫ

Опыт 1. Получение галогенов

Галогены в виде простых веществ можно получить путем окисления их соединений, в которых они проявляют степень окисления -1 (реакцию проводят в кислой среде).

а) получение хлора.

К небольшому количеству кристаллов перманганата калия, помещенных в пробирку, прилейте несколько капель концентрированной соляной кислоты. Каким газом наполняется пробирка?

Реакция протекает по уравнению:



б) получение брома.

Поместите в пробирку несколько кристаллов бромиды калия и немного оксида марганца (IV), смесь встряхните. При помощи стеклянной трубочки прилейте 2-3 капли концентрированной серной кислоты. Какими парами наполняется пробирка? Напишите уравнение реакции, если



Таким же образом получите йод из иодида калия.

Некоторые свойства йода

а) растворимость.

По несколько кристаллов йода поместите в пробирки с водой, тетрахлоридом углерода, бензолом и разбавленным раствором щелочи; отметьте окраску раствора. Сделайте вывод.

б) сублимация йода.

В сухую чистую пробирку поместите несколько кристаллов йода и осторожно нагрейте в пламени спиртовки. Темно-фиолетовые кристаллы йода переходят в пары, которые на охлажденных стенках пробирки осаждаются в виде черно-фиолетовых кристаллов с металлическим блеском. При быстром нагревании йод плавится ($t_{\text{пл}} = 113,6^\circ\text{C}$, $t_{\text{кип}} = 184,5^\circ\text{C}$).

Опыт 2. Горение меди, сурьмы и фосфора в хлоре

(демонстрационный опыт)

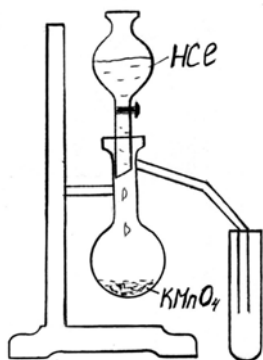


Рис.1. Получение хлора

В колбе Вюрца из кристаллов перманганата калия и концентрированной соляной кислоты получите хлор и заполните им три цилиндра. Цилиндры закройте стеклянными пластинками и проведите следующие опыты:

а) горение меди в хлоре.

Спираль из очищенной проволоки слегка нагрейте в пламени горелки и быстро внесите в цилиндр с хлором (перед наполнением цилиндра хлором на дно его следует положить слой сухого песка). Медь горит, на дно падают горячие капли хлорида меди (II).

б) горение сурьмы в хлоре.

В цилиндр, наполненный хлором, медленно ссыпайте со шпателя сурьму в порошке. Крупинки сурьмы вспыхивают белыми искрами.

в) горение фосфора в хлоре.

Поместите на металлическую ложечку немного красного фосфора и внесите в цилиндр с хлором. Фосфор самовоспламеняется и горит зеленоватым пламенем. На стенках цилиндра оседают хлориды фосфора.

Для опытов а), б) и в) напишите соответствующие уравнения реакций.

Опыт 3.

а) определение рН раствора хлора в воде:

1) на полоску индикаторной бумажки (лакмусовой или универсальной) поместите каплю хлорной воды. Наблюдайте изменение окраски.

2) раствор хлорной воды поместите в стаканчик и с помощью рН-метра определите значение рН раствора. Объясните, почему хлорная вода имеет кислую среду?

б) сравнение свойств свободных галогенов как окислителей.

Пользуясь раствором хлорной воды, бромиды калия и иодида калия, докажите, что хлор в свободном состоянии является более сильным окислителем, чем бром и йод. (Примечание: хлорную воду получают путем пропускания хлора через воду).

Напишите уравнение реакции.

Опыт 4. Качественная реакция на ионы Cl^- , Br^- , I^- .

В три пробирки налейте по 1,5- 2 мл: в 1-ю - раствора хлорида натрия, во 2-ю -раствора бромиды калия и в 3-ю - раствора иодида калия. В каждую пробирку добавьте по несколько капель нитрата серебра. Что наблюдаете? Напишите молекулярные и ионные уравнения реакций. Укажите цвета осадков.

Опыт 5. Получение и свойства хлороводорода

(Проводить под тягой).

В колбе Вюрца из кристаллов хлорида натрия и концентрированной серной кислоты получите хлороводород. Наполните пробирку хлороводородом из общего прибора, для чего конец газоотводной трубки прибора опустите в вашу пробирку до дна. Отверстие пробирки слегка закройте ватой. Когда над

ватой появится белое облачко (объясните!), отнимите пробирку от прибора, закройте ее большим пальцем и опустите в чашку с водой отверстием вниз. Под водой палец уберите. Вода фонтаном устремится в пробирку (почему?). Чтобы не вылить получившийся раствор, закройте пробирку под водой и поставьте ее в штатив. Разлейте раствор в две пробирки и докажите, что раствор хлороводорода в воде есть кислота, причем соляная. Напишите уравнение реакции получения хлороводорода.

Опыт 6. Взаимодействие хлорида натрия, бромида калия и иодида калия с концентрированной серной кислотой

В три пробирки поместите немного (~0,5г) сухих солей: хлорида натрия, бромида калия и иодида калия. Подготовьте индикаторы:

- а) увлажненные полоски бумаги с универсальным индикатором;
- б) полоски фильтровальной бумаги, смоченные подкисленным раствором перманганата калия;
- в) полоски фильтровальной бумаги, смоченные раствором ацетата или нитрата свинца.

В каждую из пробирок добавьте пипеткой 1-2 капли концентрированной серной кислоты. Поочередно помещая в пробирки полоски индикаторов, отметьте изменения их окраски.

Повторите этот эксперимент с бромидом и иодидом калия, добавив избыток концентрированной серной кислоты. Что наблюдаете?

Напишите уравнения реакций.

Опыт 7. Взаимодействие бромида и иодида калия с концентрированной ортофосфорной кислотой

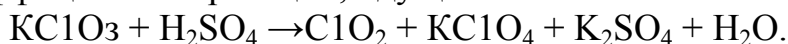
В две пробирки поместите небольшое количество сухих бромида и иодида калия. В обе пробирки добавьте концентрированную ортофосфорную кислоту. При необходимости пробирки подогрейте.

Для определения состава выделяющегося газа используйте, как и в предыдущем опыте, увлажненные полоски универсального индикатора и полоски, смоченные нитратом свинца. Что наблюдаете? Напишите уравнения реакций.

Опыт 8. Получение оксида хлора (IV)

(Проводить под тягой).

В сухую пробирку поместите немного хлората калия ($KClO_3$) и поставьте ее в штатив. При помощи стеклянной трубочки добавьте несколько капель концентрированной серной кислоты. Пробирка наполняется зеленовато-желтым газом ClO_2 , который очень легко взрывается. Расставьте коэффициенты в реакции, идущей по схеме:



Опыт 9. Окислительные свойства хлорноватой кислоты

В две пробирки налейте в каждую равные объемы растворов KClO_3 и KI . Наблюдаются ли изменения? Затем в одну из пробирок добавьте немного раствора серной кислоты. Что происходит? Сравните цвет раствора в обеих пробирках. Напишите уравнения реакций и объясните результаты опыта, учитывая, что окислительные свойства в растворе характерны только для HClO_3 , а не для ее солей.

Опыт 10. Влияние pH на окислительно-восстановительные свойства

К 0,1 М раствору KBr , подкисленному уксусной кислотой, прибавьте несколько капель 0,1 М раствора ацетата натрия. Затем прилейте немного 0,1 М раствора KMnO_4 . При нагревании выделяется свободный бром (запах!). Докажите присутствие брома с помощью полоски иод-крахмальной бумаги (синее окрашивание).

Опыт повторите с KCl , посинение иод-крахмальной бумаги не должно наблюдаться.

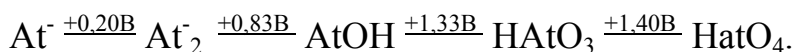
ВОПРОСЫ

1. На чем основан общий принцип получения галогенов в технике и лаборатории?
2. Особенность получения фтора.
3. Как изменяется растворимость AgHal в ряду F^- , Cl^- , Br^- , I^- ? Сопоставьте характер изменения в этом ряду значений ΔG°_{298} и ПР. Почему не для всех галогенидов имеются данные по ПР?
4. Какие катионы целесообразно использовать для обнаружения в растворе фторид-ионов и других галогенов?
5. Охарактеризуйте кислотно-основные свойства NaCl и SbCl_5 , KF и PF_5 . Приведите уравнения реакций гидролиза и взаимодействия указанных пар галогенидов.
6. Как изменяется устойчивость ионов NaL_3^- в ряду Cl_3^- , Br_3^- , I_3^- при следующих значениях константы равновесия реакции
 $\text{NaL} + \text{NaL}_2 \leftrightarrow \text{NaL}_3^-$:

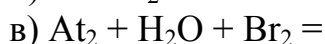
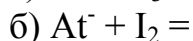
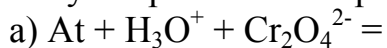
K	Cl_2	Br_2	I_2
0,2	16	700	
7. Почему для получения HBr и HI используют сиропообразную фосфорную кислоту?
8. Объясните, почему восстановительные свойства усиливаются в ряду $\text{F}^- \rightarrow \text{Cl}^- \rightarrow \text{Br}^- \rightarrow \text{I}^-$. Почему фтороводород, являясь одноосновной кислотой, образует кислые соли, например KHF_2 ? Почему HBr не может давать таких солей?
9. Составьте уравнения реакций Cl_2O , ClO_2 и ClO_3 с водой, приводящих к получению всех кислородсодержащих кислот хлора. Укажите относительную силу этих кислот в водном растворе.

10. Объясните, почему древесная лучинка, поднесенная к расплаву хлората калия, загорается?

11. Диаграмма Латимера для астата в кислотной среде имеет вид:



На основе этой диаграммы установите, какие астатсодержащие продукты могут образоваться в реакциях:



12. Напишите и обоснуйте схемы синтеза следующих веществ:

а) свободного брома; б) KClO_3 из KCl ; в) ClO_2 ; г) HBr из KBr .

Как вы будете выделять синтезируемое вещество в чистом виде?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2 СЕРА И ЕЕ СОЕДИНЕНИЯ

Опыт 1. Получение пластической серы

(демонстрационный опыт)

Пробирку наполните до половины ее объема кусочками черенковой серы, укрепите в держателе и осторожно нагрейте, все время встряхивая содержимое пробирки. Сера начнет плавиться ($112,8^\circ\text{C}$), образуя желтую, легко подвижную жидкость. При дальнейшем нагревании (160°C) жидкость начинает темнеть и ее вязкость повышается. Далее (при 200°C) она становится красно-коричневой и настолько вязкой, что не выливается из пробирки. При дальнейшем нагревании (выше 250°C) жидкость становится более подвижной. Объясните наблюдаемые явления. При $444,6^\circ\text{C}$ сера закипает. По мере повышения температуры цвет паров изменяется от оранжево-желтого до соломенно-желтого.

Кипящую серу вылейте тонкой струйкой в стакан с холодной водой. Стеклопалочкой достаньте из воды получившуюся массу и убедитесь в её эластичности. Сохраните полученную пластическую серу до конца занятия, чтобы проследить ее переход в ромбическую серу.

Опыт 2. Получение и свойства сероводорода (Под тягой!)

Сероводород ядовит! Все опыты с ним следует проводить в вытяжном шкафу. Продукты реакции, содержащие сероводород, нельзя выливать в раковину. Для нейтрализации сероводорода рекомендуется использовать кальцинированную соду - карбонат натрия.

Сероводород получают в аппарате Киппа (или в колбе Вюрца) при действии на сульфид железа (II) разбавленной соляной кислоты (или разбавленной серной кислоты). Напишите уравнения реакции.

При пропускании сероводорода через воду получается сероводородная вода.

а) к подкисленному раствору дихромата калия прилейте сероводородной воды. Наблюдайте изменения окраски раствора из оранжевого в зеленый и помутнение раствора за счет образования серы.

Напишите уравнение реакции в молекулярной и ионной формах.

б) к подкисленному раствору перманганата калия прилейте сероводородной воды. Наблюдайте обесцвечивание раствора и выпадение серы.

Напишите уравнение реакции в молекулярной и ионной формах.

Опыт 3. Получение сульфидов металлов путем реакции обменного взаимодействия

В отдельные пробирки налейте растворы солей марганца (II), кадмия (II), меди (II), цинка (II) и железа (II). В каждую пробирку прилейте понемногу сульфида натрия. Что наблюдаете?

Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной формах, укажите окраску образующихся осадков.

Опыт 4. Гидролиз сульфидов

а) К раствору сульфида натрия прилейте 2-3 капли раствора фенолфталеина. Объясните происходящие изменения окраски индикатора.

б) К раствору соли алюминия прилейте раствор сульфида натрия. Что наблюдаете? Напишите уравнение реакции гидролиза в молекулярной и ионной формах, зная, что образовавшийся студенистый осадок представляет собой гидроксид алюминия.

Опыт 5. Получение диоксида серы и его растворение в воде

(использовать общий прибор под тягой!)

Для получения диоксида серы в колбу Вюрца внесите безводный сульфит натрия, а в капельную воронку налейте 70%-ю серную кислоту.

Выделение газа можно регулировать либо введением в колбу малыми порциями серной кислоты, либо подогреванием колбы.

Опустите конец газоотводной трубки в пробирку (пробирку держать вертикально, вниз дном), наполните ее диоксидом серы. Проверьте его растворимость в воде, как было проведено при растворении хлороводорода. Убедитесь, что полученный раствор есть кислота. Напишите уравнения реакций получения и растворения диоксида серы.

Опыт 6. Окислительно-восстановительные свойства сульфитов

В две пробирки с подкисленным серной кислотой раствором сульфита натрия прилейте в одну - сульфида натрия, в другую - перманганата калия. Что наблюдаете? Напишите уравнения реакций и укажите, какую роль играет сульфит натрия в том и другом случае.

Опыт 7. Действие концентрированной серной кислоты на металлы

(под тягой!)

а) в пробирку поместите немного медных стружек, прилейте 2-3 мл концентрированной серной кислоты и слабо нагрейте. Обратите внимание на запах выделяющегося газа (осторожно!).

б) в пробирку положите 2-3 гранулы цинка, добавьте немного концентрированной серной кислоты и осторожно нагрейте. Выделяется диоксид серы, который может быть обнаружен по запаху. При дальнейшем нагревании на стенках пробирки наблюдается образование жёлтого налёта мелко дисперсной серы. Напишите уравнения реакций. Какие свойства в этих опытах проявляет серная кислота?

Опыт 8. Действие разбавленной серной кислоты на металлы

Испытайте действие разбавленной серной кислоты на цинк и медь. Напишите уравнения реакций и укажите, какой ион является окислителем в разбавленной серной кислоте в отличие от концентрированной.

Опыт 9. Дегидратирование органических веществ серной кислотой

а) стеклянной палочкой, смоченной концентрированной серной кислотой, напишите что-нибудь на бумаге (например, «Химия»). Бумагу слегка прогрейте, держа ее высоко над пламенем горелки. Через некоторое время наблюдайте почернение бумаги.

б) на кусок ткани нанесите стеклянной палочкой каплю концентрированной серной кислоты. Через некоторое время испытайте ткань на прочность.

в) обугливание сахара (демонстрационный опыт). В химический стакан на 100 мл поместите 10 г сахарной пудры, добавьте 1 мл воды и влейте 10 мл концентрированной серной кислоты. Содержимое стакана хорошо перемешайте и, оставив стеклянную палочку в стакане, наблюдайте за происходящим. Напишите уравнения реакций.

ВОПРОСЫ

1. В лаборатории сероводород получают в аппарате Киппа по реакции твёрдого сульфида железа (II) с хлороводородной кислотой. Можно ли заменить HCl на $H_2SO_{4(РАЗБ)}$, $HNO_{3(КОНЦ)}$, $HNO_{3(РАЗБ)}$? Ответ поясните. Напишите уравнения реакций.

2. При взаимодействии избытка серы с сульфидом натрия в концентрированном водном растворе происходит явление «катенации» серы. Составьте уравнения этой реакции. Приведите групповое название продуктов реакции, а также следующие соединения: $Na_2(S_2)$, $K_2(S_6)$, $H_2(S_2)$, $H_2(S_4)$, $H_2(S_5)$, $(NH_4)_2(S_9)$.

3. Диоксид серы реагирует с трифторидом бора, образуя продукт $SO_2 \cdot BF_3$. Используя МВС, рассмотрите строение SO_2 и BF_3 и механизм образования связи в продукте. Изобразите геометрическое строение продукта.

4. Вычислите ΔG°_{298} реакций взаимодействия $Al^{3+}_{(P)}$ и $S^{2-}_{(P)}$ в водном растворе с образованием соответственно $Al_2S_3_{(K)}$ и $Al(OH)_3_{(K)}$. Какой из этих процессов наиболее вероятен термодинамически?

5. Какие будут протекать реакции при пропускании сероводорода через:

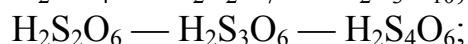
а) раствор концентрированной азотной кислоты;

б) раствор оксоманганата калия ($KMnO_4$);

в) хлорную воду.

Ответ обоснуйте данными по φ°_{298} соответствующих полуреакций.

6. Составьте структурные формулы и назовите соединения следующих рядов:



7. Напишите уравнения реакций взаимодействий концентрированной серной кислоты с металлами разной активности.

8. Оцените рН и концентрацию S^{2-} в 0,1М сероводородной кислоте, полагая, что концентрация ионов H^+ и HS^- определяются только первой стадией диссоциации ($K_1=10^{-7}$, $K_2=10^{-14}$). Во сколько раз изменится концентрация S^{2-} ионов при изменении рН этого раствора на единицу? (Ответ: в 100 раз).

9. Как ведут себя при нагревании серная кислота, гидросульфат натрия, сульфаты калия, меди (II), железа (III)?

10. Какие ионы образуются в растворе, если пропускать SO_2 :

а) в соляную кислоту, где находятся кусочки металлического цинка;

б) в воду, содержащую $NaOH$ и Cl_2 ?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 СОЕДИНЕНИЯ СЕРЫ (II), (VIII), СЕЛЕНА И ТЕЛЛУРА

Опыт 1. Неустойчивость тиосерной кислоты

К 2 мл. раствора тиосульфата натрия прибавьте равный объем раствора соляной кислоты и наблюдайте через некоторое время помутнение раствора. Чем объяснить возникновение мути? Составьте уравнение реакции.

Опыт 2. Получение тиосульфата натрия и изучение его свойств

Растворите при нагревании в колбе 10 г сульфита натрия в 20 мл воды. Внесите в колбу 3-4 г серы, предварительно смоченной этиловым спиртом, и нагрейте смесь до кипения. Прокипятив ее на малом пламени 10-15 минут (реакция раствора должна быть нейтральной при окончании процесса), отфильтруйте горячий раствор от избытка серы в фарфоровую чашку и упарьте его на водяной бане до начала кристаллизации. Затем охладите раствор льдом, выпавшие кристаллы отфильтруйте на воронке Бюхнера. Воронку опрокиньте на лист чистой фильтровальной бумаги и, постукивая по воронке снимите кристаллы вместе с фильтровальной бумагой. Покройте кристаллы сухим листом фильтровальной бумаги и, прижимая ладонью, удалите последние

следы раствора. После этого оставить кристаллы на воздухе на 10-15 минут, изредка перемешивая стеклянной палочкой. Если кристаллы сухие, то они не прилипают к стеклянной палочке. Напишите уравнение реакции.

Опыт 3. Восстановительные свойства тиосульфата

а) к 1-2 мл раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ прилейте по каплям хлорную воду. Запах хлора исчезает. Напишите уравнение реакции. Что является окислителем? Что является восстановителем?

б) к 2-3 мл раствора тиосульфата натрия прилейте около 1 мл крахмала. Приливайте по каплям раствор йодной воды до тех пор, пока не закончится реакция и раствор не окрасится в синий цвет. Напишите уравнение реакции, помня, что образуется натриевая соль тетраионовой кислоты. Что является восстановителем? Что является окислителем?

Опыт 4. Образование комплексного тиосульфата и его устойчивость

К 1 мл раствора нитрата серебра прилейте по каплям концентрированный раствор тиосульфата натрия до тех пор пока выпавший осадок не растворится. Составьте уравнение реакции. Полученный раствор разлейте в 4 пробирки и прилейте равные объемы растворов: в первую - гидроксида натрия; во вторую - хлорида натрия; в третью - йодида калия; в четвертую - сульфида натрия. В каких пробирках выпадет осадок и почему? Напишите уравнения реакций.

Опыт 5. Устойчивость к распаду пероксосульфатной кислоты

К раствору персульфата аммония прибавьте разбавленную серную кислоту. Установите природу выделяющегося газа.

Опыт 6. Окислительные свойства персульфат-иона

а) испытайте действие кислого раствора персульфата аммония на раствор йодида калия. Установите, что продуктом окисления является йод. Составьте уравнение реакции.

б) растворите несколько кристалликов соли Мора $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ в 5-6 мл дистиллированной воды, раствор разделите на две пробирки. К одной из них добавьте раствор персульфата аммония. Затем в обе пробирки добавьте раствор гидроксида натрия. Сравните цвет образовавшихся осадков в обеих пробирках. Напишите уравнения реакций.

Опыт 7. Сравните окислительно-восстановительные свойства SeO_3^{2-} и SO_3^{2-}

а) к концентрированному раствору селенистой кислоты или раствору селенита натрия, подкисленного соляной кислотой, прилейте насыщенный раствор сульфида натрия и нагрейте. Объясните выделение красно-коричневого аморфного осадка.

б) к растворам селеновой кислоты (H_2SeO_4) и тетрахлорида теллура (TeCl_4), подкисленных соляной кислотой, прилейте соответственно хлорида олова (SnCl_2) и сульфита натрия (Na_2SO_3). Составьте уравнения реакций.

Опыт 8. Свойства диоксида селена

а) испытайте отношение диоксида селена к воде, а также к растворам кислот и щелочей. Напишите уравнения реакций.

б) к растворам селенистой кислоты прибавьте растворы хлорида олова (II), сернистой кислоты. Что наблюдаете? Напишите уравнения реакций.

Опыт 9. Получение и свойства диоксида теллура

1г порошкообразного теллура поместите в стакан емкостью 200 мл, прилейте 15 мл концентрированной соляной кислоты и по каплям 5 мл концентрированной азотной кислоты. Смесь нагрейте. Если теллур не полностью растворился, то раствор нужно отфильтровать через складчатый фильтр. Постоянно помешивая фильтрат, вылейте в стакан со 100 мл горячей воды. Что наблюдаете? Нейтрализуйте раствор аммиаком до слабокислой реакции по метилоранжу. Полученные кристаллы отфильтруйте на воронке Бюхнера, промойте водой и высушите в сушильном шкафу. Испытайте отношение диоксида теллура к воде, раствору соляной кислоты и гидроксиду натрия.

ВОПРОСЫ

1. Как получить тиосульфат натрия? Почему при взаимодействии раствора тиосульфата с хлором и йодом получаются разные продукты? Что происходит при нагревании тиосульфата натрия?
2. На какой реакции основано использование тиосульфата натрия для ликвидации остатков хлора? Как протекает реакция с более легким окислителем - йодом? Какое применение имеет эта реакция в аналитической химии?
3. Существуют тиоугольная кислота (H_2CS_3), тиомышьяковая кислота (H_3AsS_4), но не может существовать тиохлорная кислота (HClS_4). Почему?
4. Концентрированную серную кислоту широко используют для осушки таких газов, как азот, кислород, углекислый газ, хлор, хлороводород. Можно ли сушить серной кислотой HI , H_2Se , HF , SO_2 ? Если нет, то напишите уравнения реакций.
5. При взаимодействии соединений Se_2Cl_2 и TeCl_2 с водой, селен и теллур подвергаются дисмутации до степени окисления (0) и (IV). Составьте уравнения реакций (учтите, что соединения Te^{+4} малорастворимы в воде).
6. Как изменяется прочность связи Э - Н и сила кислот в ряду $\text{H}_2\text{O} - \text{H}_2\text{Te}$ и чем это объясняется? Как изменяются восстановительные свойства $\text{H}_2\text{Э}$? Для обоснования ответа сравните значения соответствующих систем.

7. Можно ли получить селеноводород действием азотной кислоты на селенид цинка?

6. Рассмотрите свойства селенистой кислоты. Напишите уравнения реакций взаимодействия селенистой кислоты:

а) с раствором йода;

б) с оксидом серы (IV);

в) с подкисленным раствором KMnO_4 .

ЛАБОРОТОРНАЯ РАБОТА №4 АЗОТ И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ

Опыт 1. Получение и свойства азота (демонстрационный опыт)

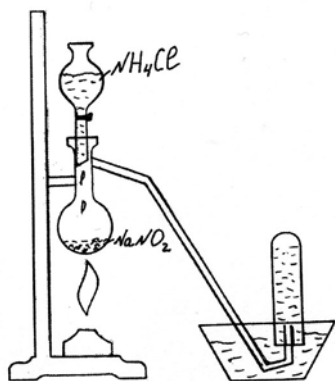
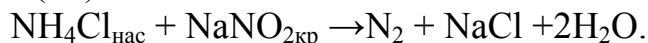


Рис.2. Получение азота

Соберите установку, грейте осторожно.

Методом вытеснения воды заполните колбу (пробирку) выделяющимся газом (N_2).



После заполнения сосуда газом под водой закройте его стеклянной пластиной, переверните колбу, внесите в нее тонкую горящую лучинку. Последняя тухнет. Как отличить от CO_2 ? Пропустите газ в пробирку с известковой водой. Что наблюдаете? Сделайте выводы.

Опыт 2. Получение и свойства аммиака

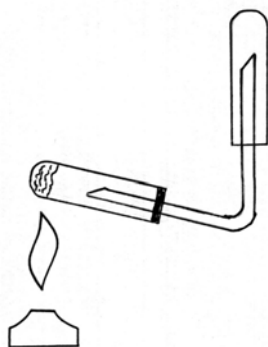


Рис. 3. Получение аммиака

а) возьмите примерно по 1,5 см³ твердого хлорида аммония и гидроксида кальция, тщательно разотрите эту смесь в ступке. Какой запах ощущаете? Полученную смесь всыпьте в пробирку, закрепите ее в держателе и соберите прибор по (рис. 3). Отверстие свободной пробирки закройте ватой. Нагревайте смесь непрерывно, несильно. Когда будет ощущаться запах аммиака у отверстия пустой пробирки, снимите ее с газоотводной трубки (держите отверстием вниз), закройте пальцем и опустите в чашку с дистиллированной водой. Под водой палец уберите, потом снова закройте, выньте пробирку из воды, встряхните, не открывая. Затем снова погрузите в воду, откройте отверстие пробирки. Вода устремится в пробирку. Закрыв пробирку пальцем, выньте ее из воды. Что скажете о растворимости аммиака? Испытайте полученный раствор лакмусом и фенолфталеином. Напишите уравнения реакций получения и растворения аммиака в воде. Какими свойствами обладает раствор аммиака?

б) 1-1,5 мл розового раствора аммиака, полученного при действии фенолфталеина, прокипятите на спиртовке. Что наблюдаете? Почему? Наполните пробирку аммиаком и внесите в неё горящую лучинку. Что наблюдаете?

в) на дно сухой пробирки поместите небольшое количество прокаленной сернокислой меди. Опустите в пробирку газоотводную трубку почти до самой поверхности соли, но не касаясь ее, и пропустите аммиак. Что наблюдаете? Напишите уравнения реакций.

г) к 2 мл йодной воды добавьте 2 мл концентрированного $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Что наблюдаете? Напишите уравнение реакции.

д) горение аммиака в кислороде (демонстрационный опыт).

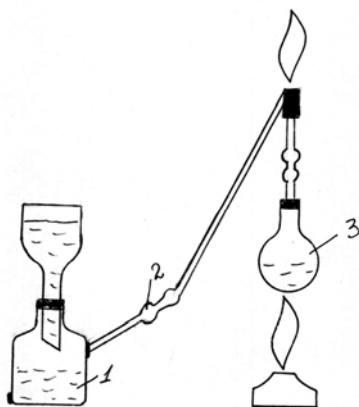


Рис.4. Горение аммиака в кислороде

Соберите установку по схеме (рис. 4): 1-газометр, заполнен O_2 ;

2-хлоркальциевая трубка, заполняется осушителем - натронной известью;

3-круглодонная колба, в которой помещен концентрированный раствор аммиака.

Содержимое колбы (3) слегка нагрейте и с помощью влажной индикаторной бумаги докажите появление аммиака в системе. Затем пропустите ток кислорода из газометра и подожгите пары аммиака. Что наблюдаете? Напишите уравнение реакции горения аммиака, зная, что азот окисляется при этом до свободного азота.

Опыт 3. Равновесие в растворе аммиака

К 1 мл концентрированного раствора $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ прилейте примерно 10 мл H_2O и одну каплю фенолфталеина. Окрашенный раствор разделите на три части. Содержимое одной пробирки прокипятите, в другую всыпьте совочек $\text{NH}_4\text{Cl}_{\text{кр}}$ и взболтайте содержимое. Сравните окраску трех пробирок. Сделайте выводы.

Опыт 4. Отношение солей аммония к нагреванию

а) термическое разложение NH_4Cl (опыты проводить под тягой!). Поместив на дно пробирки несколько кристаллов NH_4Cl , нагрейте, держа пробирку немного наклонно. Что наблюдаете? Определите, отличается ли возогнанное вещество по своему составу от хлорида аммония. Для этого полученные кристаллы растворите в воде (когда остынет пробирка) и откройте ион аммония и хлорид ионы.

б) в пробирку поместите немного кристаллов дихромата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7_{\text{кр}}$. Вертикально держите пробирку и слегка нагрейте. Что наблюдаете? Напишите уравнение реакции.

в) в пробирку поместите $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4_{\text{кр}}$, нагрейте. В пары внесите индикаторную бумажку. Что наблюдаете? Напишите уравнение реакции.

г) качественная реакция на NH_4^+ . К соли аммония прилейте концентрированной щелочи и нагрейте. Выделяющийся NH_3 обнаружьте с помощью индикаторной бумаги, по запаху. Нюхать осторожно!

Опыт 5. Свойства гидроксиламмония

В три пробирки налейте по 2-3 мл раствора хлористого гидроксиламмония. Раствор в одной пробирке испытайте лакмусом. В другую пробирку добавьте йодной воды, в 3%-й раствор перманганата калия. Какие свойства гидроксиламмония проявляются при этом? Напишите уравнение реакции.

Опыт 6. Получение NO и изучение его свойств

(демонстрационный опыт под тягой!)

Получите NO при действии на медные стружки разбавленной (1:1) азотной кислотой. Соберите NO в колбу путём вытеснения воды (воду полностью не вытеснять). Закройте колбу под водой стеклянной пластинкой и выньте её из воды. Откройте колбу и на фоне белого экрана наблюдайте за изменением окраски газа. После того, как бурая окраска газа исчезнет, подействуйте на

раствор фиолетовым лакмусом. Что наблюдаете? Напишите уравнение реакции растворения NO в воде.

Опыт 7. Восстановительные свойства азотистой кислоты

(под тягой!)

К подкисленному серной кислотой раствору перманганата калия прилейте раствор нитрита натрия. Что наблюдаете? Напишите уравнение реакции, если: $N^{+3} \rightarrow N^{+5}$, а $Mn^{+7} \rightarrow Mn^{+2}$.

Опыт 8. Действие азотной кислоты на медь

(под тягой!)

В две пробирки положите по несколько стружек меди, в одну из них прилейте концентрированной азотной кислоты, в другую - разбавленной. Что наблюдаете? Напишите уравнения реакций, если: $Cu^0 \rightarrow Cu^{+2}$; $N^{+5} \rightarrow N^{+4}$ (в концентрированной кислоте), $N^{+5} \rightarrow N^{+2}$ (в разбавленной кислоте).

Опыт 9. Разложение нитратов при нагревании

(демонстрационный опыт под тягой!)

В сухую пробирку насыпьте примерно 1,5 см³ нитрата калия. Укрепите пробирку вертикально в лапке железного штатива.

Приготовьте комочек серы и древесного угля, тигельные щипцы. Нагревая нитрат калия, расплавьте его, одновременно нагрейте уголёк на пламени спиртовки. Как только начнут выделяться пузырьки газа, бросьте в пробирку тлеющий уголек, а затем - комочек серы. Объясните, почему так энергично идет горение угля и серы в расплавленном нитрате калия? Напишите уравнения реакций разложения нитрата калия, горение угля и серы.

ВОПРОСЫ

1. Предложите возможный механизм гидролиза $NC1_2$.
2. Опишите происходящие с участием аммиака процессы: а) газообразный аммиак пропускают в воду; б) кусочек льда вносят в жидкий аммиак.
3. Составьте уравнения следующих реакций:
 - а) $NH_3 + F_2 \rightarrow$
 - б) $NH_4Cl + Ca(OH)_2 \rightarrow$
 - в) $NH_3 \cdot H_2O + NH_2Cl \rightarrow$
 - г) $NH_3 \cdot H_2O + OH^- + Ag^+ \rightarrow$
 - д) $NH_3OH^+ + AgCl \rightarrow$
 - е) $NH_2OH \cdot H_2O + MnO_4^- \rightarrow$
4. Составьте уравнения реакций термического разложения NH_4Cl , $NH_4H_2PO_4$, $(NH_4)_2CO_3$. Сравните с уравнением разложения NH_4NO_2 и NH_4NO_3 . Как влияет природа аниона на характер термического разложения солей аммония?
5. Опишите строение молекулы гидразина и объясните его агрегатное состояние, самоионизацию в жидком состоянии, способность к образованию

солей гидрозония, окислительные и восстановительные свойства реакции его получения. Вычислите тепловой эффект сгорания 1 кг гидразина.

6. Назовите все оксиды, которые образует азот. Покажите электронное строение их молекул, способы получения, свойства.

7. Как влияет концентрация азотной кислоты на степень её восстановления металлами? Имеет ли при этом значение активность металла? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

8. Покажите три типа термического разложения нитратов на примерах нитратов KNO_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, AgNO_3 . Напишите уравнения реакций.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5

Фосфор и его соединения

Правила работы с белым фосфором

Белый фосфор - ядовитое и очень огнеопасное вещество (температура воспламенения около 40°C), вызывает болезненные и труднозаживающие ожоги. При обращении с ним необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

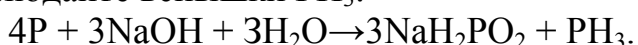
1. Хранить под водой;
2. Не трогать руками, брать пинцетом или щипцами;
3. Воспламенившийся фосфор тушить, засыпая песком или заливая водой;
4. Воспламенившийся на руке или на теле фосфор гасить, закрывая полотенцем; немедленно хорошо промыть обожженное место 10%-м раствором нитрата серебра или перманганата калия и только затем сделать обычную перевязку.

Опыт 1. Возгонка красного фосфора

(демонстрационный опыт под тягой!)

а) положите немного сухого красного фосфора в пробирку, отверстие пробирки закройте ватой, закрепите пробирку в штативе в слегка наклоненном положении и нагрейте небольшим пламенем спиртовки, чтобы пары фосфора не загорелись при выходе из пробирки. Наблюдайте появление налета белого фосфора на холодных частях пробирки.

б) в охлаждённую пробирку с белым фосфором налейте гидроксид натрия или калия концентрации 40% (или другой концентрации) и нагрейте содержимое пробирки до кипения. Пробирку держите вертикально. Наблюдайте вспышки PH_3 .



Опыт 2. Получение оксида фосфора (V) и растворение его в воде

(под тягой!)

При работе с красным фосфором соблюдать следующие правила:

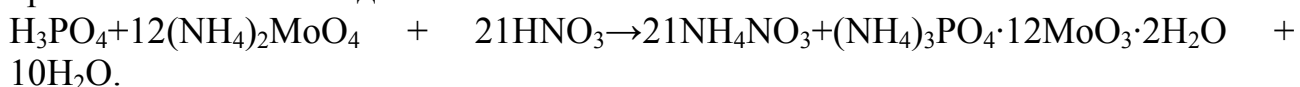
1. Воспламенившийся красный фосфор тушить, засыпая песком или заливая водой.

2. Поскольку попавший на тело горящий красный фосфор вызывает труднозаживающие ожоги, то при работе с красным фосфором быть осторожным. Загоревшийся на руке или на теле красный фосфор гасить, закрывая полотенцем. Остатки удалить бумагой, ватой или стеклянной палочкой, после чего обожженное место хорошо промыть раствором сульфата меди (II).

В коническую колбочку объемом 100 мл налейте 25-30 мл дистиллированной воды и опустите в колбу на металлической ложечке, не касаясь воды, предварительно зажженный фосфор. Чем наполняется колба? После наполнения колбы белым дымом опустите ложечку с горящим фосфором в чашку с водой. Колбу закройте стеклянной пластинкой. Через некоторое время, когда дым рассеется, в колбу добавьте раствор лакмуса. О чем свидетельствует изменение окраски лакмуса? Напишите уравнения реакций.

Опыт 3. Качественная реакция на ион PO_4^{3-}

В пробирку поместите 2-3 мл раствора молибденовокислого аммония, подкисленного азотной кислотой и добавьте 0,5 мл раствора фосфорной кислоты. Содержимое пробирки нагрейте, наблюдайте образование жёлтого кристаллического осадка



Опыт 4. Действие серной кислоты на фосфорит

Поместите в пробирку немного тонко измельчённого фосфорита $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ или костяной муки и прилейте 5-6 мл разбавленной 1:1 серной кислоты. Смесь осторожно прокипятите. По охлаждении пробирки добавьте 3-4 мл воды и отфильтруйте содержимое пробирки. С помощью молибдата аммония докажите присутствие фосфорной кислоты в фильтрате. Напишите уравнения реакций.

Опыт 5. Реакция осаждения иона PO_4^{3-}

К раствору гидрофосфата натрия добавьте буферный раствор, состоящий из 2-х мл 0,1М CH_3COOH и 2-х мл 0,1М CH_3COONa , затем прилейте раствор FeCl_3 . Наблюдайте осаждение осадка. Напишите уравнение реакции.

Опыт 6. Отношение гидрофосфата натрия к прокаливанию

В фарфоровом тигле прокалите немного Na_2HPO_4 . После охлаждения продукт разотрите в ступке. Часть порошка растворите в холодной воде и проведите с раствором следующие опыты, используя каждый раз несколько мл раствора:

а) добавьте раствор BaCl_2 . Образуется белый осадок $\text{Ba}_2\text{P}_2\text{O}_7$. Проверьте его растворимость в уксусной кислоте, при кипячении;

- б) добавьте раствор AgNO_3 , наблюдайте образование осадка $\text{Ag}_4\text{P}_2\text{O}_7$. Проверьте его растворимость в азотной кислоте и в растворе аммиака;
- в) добавьте раствор сульфата цинка, наблюдайте образование осадка $\text{Zn}_2\text{P}_2\text{O}_7$. Проверьте его растворимость в уксусной кислоте при кипячении;
- г) добавьте магниальную смесь. Наблюдайте образование осадка. Напишите уравнения реакций.

Опыт 7. Получение кальциевых солей фосфорной кислоты

Налейте в три пробирки по 2-3 мл раствора хлорида кальция и по 0,5-1 мл растворов: в одну - фосфат натрия, в другую - гидрофосфат натрия, в третью - дигидрофосфат натрия. Наблюдайте образование осадков. Какая из кальциевых солей фосфорной кислоты растворима в воде? Напишите уравнения реакций в ионной и молекулярной формах.

Опыт 8. Сравнительная растворимость фосфатов кальция

- а) в три пробирки поместите по совочку порошков: фосфата кальция, гидрофосфата кальция, дигидрофосфата кальция. В каждую прилейте по 3-5 мл дистиллированной воды. Объясните наблюдаемое явление.
- б) к раствору гидроксида кальция прибавьте по каплям раствор фосфорной кислоты при перемешивании. Объясните наблюдаемое потемнение раствора и последующее его растворение. Напишите уравнения реакций.

Опыт 9. Определение реакции среды

К водным растворам фосфата натрия, гидрофосфата натрия, дигидрофосфата натрия, фосфорной кислоты прилейте по несколько капель лакмуса. Определите среду.

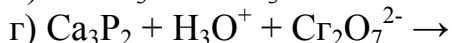
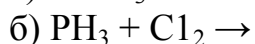
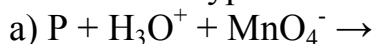
Опыт 10.

Раствор NaH_2PO_2 из опыта 1 разделите на две части. К одной из них прилейте раствор $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$, к другой - подкисленный раствор KMnO_4 . Что наблюдаете? Напишите уравнения реакций.

ВОПРОСЫ

1. Используя необходимые справочные данные, объясните, почему белый фосфор P_4 проявляет значительно большую химическую активность, чем молекулярный азот N_2 , хотя электроотрицательность фосфора значительно ниже, чем у азота. Будет ли атомный фосфор активнее азота? Дайте аргументированный ответ.

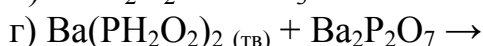
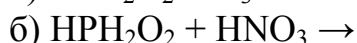
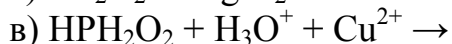
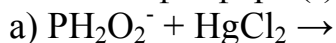
2. Составьте уравнения следующих реакций:



Какие химические свойства фосфора, фосфина, фосфида проявляются в этих реакциях?

3. Спектральными методами доказано, что фосфорноватистая кислота H_3PO_2 в водном растворе существует в двух таутомерных формах: $\text{H}_2(\text{PHO}_2)$ - фосфонистая кислота и $\text{H}(\text{PH}_2\text{O}_2)$ - фосфиновая кислота (вторая форма доминирует). Изобразите их пространственное строение и укажите, почему предпочтительней является вторая форма.

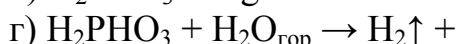
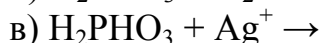
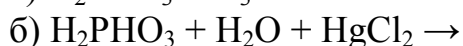
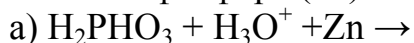
4. Составьте уравнения следующих реакций с участием кислородсодержащей кислоты фосфора (I) и ее производных:



Какие химические свойства соединений фосфора (I) проявляются в этих реакциях?

5. Установлено, что в водном растворе существует таутомерные формы фосфористой кислоты H_3PO_3 - кислородсодержащей кислоты фосфора (III): H_2PHO_3 - фосфоновая кислота и $\text{P}(\text{OH})_3$ - гидроксид фосфора (III). Вторая форма содержится в следовых количествах. Изобразите пространственное строение данных молекул и укажите причины, по которым предпочтительней является первая форма.

6. Составьте уравнения следующих реакций с участием кислородсодержащей кислоты фосфора (III):



Какие химические свойства соединений фосфора (III) характеризуют эти реакции?

7. Приведите уравнения реакций, протекающих при контакте:

а) декаоксида тетрафосфора с водой;

б) гексаоксида тетрафосфора с концентрированной серной кислотой.

Укажите условия проведения этих реакций.

8. Геометрическое строение иона $\text{P}_2\text{O}_7^{2-}$ - два тетраэдра с общей вершиной. Подтвердите такое строение предсказанием типа гибридизации атомных орбиталей фосфора. По МВС предскажите также геометрическую форму фосфинат - иона PHO_3^- и ортофосфат-иона PO_4^{3-} . Приведите все возможные доводы, характеризующие наибольшую устойчивость и реакционную инертность PO_4^{3-} .

9. Приведите константы ионизации фосфорной, фосфористой и фосфорноватистой кислот. Как согласуются эти данные со строением указанных соединений? Какая из кислот - H_3PO_3 или H_3PO_2 - проявляют

большую восстановительную активность? В подтверждение ответа приведите значения E°_{298} соответствующих полуреакций.

В газовой фазе существуют молекулы PN. По ММО опишите электронное строение этой молекулы, определите порядок связи в ней и укажите, каким другим азотсодержащим или фосфорсодержащим частицам она изоэлектронна. Является ли молекула PN полярной?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6 МЫШЬЯК, СУРЬМА, ВИСМУТ

Опыт 1. Вытеснение мышьяка, сурьмы и висмута из солей

а) налейте в пробирку 1-2 мл раствора арсената натрия, добавьте концентрированной соляной кислоты до кислой среды (определить, используя универсальную индикаторную бумагу) и поместите в пробирку гранулу олова. Через 10-15 минут можно наблюдать выделение мышьяка на олове в виде серого налета. Составьте уравнение реакции.

б) в две пробирки налейте по 2-3 мл растворов солей сурьмы и висмута соответственно. В каждую из них поместите по грануле цинка. На цинке выделяются сурьма и висмут. Составьте уравнения реакций.

Опыт 2. Получение гидроксидов сурьмы (III) и висмута (III)

В две пробирки поместите соответственно по 2-3 мл растворов солей сурьмы (III) и висмута (III) и добавьте в каждую раствор щелочи до появления осадков. Каждый осадок разделите на две части и проверьте отношение к избытку кислоты и щелочи. Сделайте вывод о свойствах гидроксидов. Составьте уравнения реакций.

Опыт 3. Получение сурьмяной кислоты

(опыт проводить в вытяжном шкафу)

Немного порошка сурьмы нагревайте в пробирке с концентрированной азотной кислотой до тех пор, пока весь взятый порошок сурьмы не превратится в белый, почти нерастворимый в воде и азотной кислоте порошок сурьмяной кислоты. После охлаждения раствора в пробирку налейте воды и дайте осесть осадку, после чего жидкость над осадком слейте и дважды промойте его декантацией. Составьте уравнение реакции получения сурьмяной кислоты.

Опыт 4. Окислительные свойства сурьмяной кислоты

(опыт проводить в вытяжном шкафу)

К полученному осадку сурьмяной кислоты прилейте 3-4 мл концентрированной соляной кислоты. Содержимое пробирки нагрейте до кипения и внесите в него полоску йод-крахмальной бумаги. Что наблюдаете? Напишите уравнения реакций.

Опыт 5. Получение сульфидов сурьмы и висмута и изучение их свойств

а) в пробирку с 1-2 мл раствора соли сурьмы добавьте сероводородной воды. Осадок отфильтруйте. Испытайте отношение получившегося сульфида к сернистому и многосернистому аммонiu. К раствору получившихся тиосолей добавьте концентрированной соляной кислоты. Что происходит? Составьте уравнения реакций.

б) на раствор соли трехвалентного висмута подействуйте сероводородной водой. Наблюдайте образование сульфида висмута. Осадок отфильтруйте и разделите на две пробирки. В одну добавьте сернистого аммония, в другую - многосернистого аммония. Сделайте вывод о свойствах сульфида висмута.

Опыт 6. Гидролиз солей трехвалентных сурьмы и висмута

В две пробирки внесите несколько кристаллов солей сурьмы и висмута. Добавьте 1-2 мл дистиллированной воды. Испытайте реакцию раствора универсальным индикатором. Затем добавьте в каждую пробирку еще по 2-3 мл дистиллированной воды. Каким образом можно получить прозрачные растворы солей сурьмы и висмута? Составьте уравнения реакций.

Опыт 7. Восстановительные свойства солей сурьмы (III)

В пробирку налейте 1-2 мл растворов соли сурьмы (III) и добавьте концентрированного раствора щелочи. В прозрачный бесцветный раствор добавьте раствор перманганата калия. Что происходит? Составьте уравнения реакций.

Опыт 8. Восстановительные свойства солей висмута (III)

В пробирку налейте 1-2 мл растворов соли висмута (III) и добавьте концентрированного раствора щелочи до образования осадка. В щелочной раствор пропустите газообразный хлор. Пробирку немного нагрейте до изменения цвета осадка. Осадок промойте водой методом декантации. Осадок сохраните для следующего опыта. Составьте уравнения реакций.

Опыт 9. Окислительные свойства висмутата натрия

Осадок висмута натрия, полученный в опыте 8, разделите на две пробирки.

а) в одну из них добавьте концентрированной соляной кислоты. Что наблюдаете? Осторожно понюхайте выделяющийся газ, в пары этого газа внесите йод-крахмальную бумагу, смоченную водой. Составьте уравнения реакций.

б) в другую пробирку добавьте 2-3 мл разбавленной азотной кислоты (1:1) и каплю раствора сульфата марганца. Что происходит? Составьте уравнения реакций.

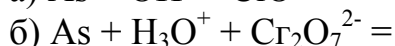
Опыт 10. Получение комплексного соединения трехвалентного висмута

В пробирку поместите каплю соли висмута и каплю раствора йодида калия. Выделяется черный осадок йодида висмута. К осадку добавьте избыток йодида калия до растворения йодида висмута, сопровождающегося образованием комплексного соединения калия $K[BiI_4]$. К полученному раствору $K[BiI_4]$ добавьте 5-10 капель воды и наблюдайте вторичное выпадение йодида висмута из-за разрушения комплексного соединения. Добавьте еще несколько капель воды и нагрейте пробирку. Отметьте образование оранжевого осадка BiO_1 , являющегося продуктом гидролиза получившегося йодида висмута.

ВОПРОСЫ

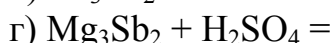
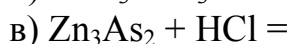
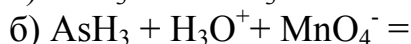
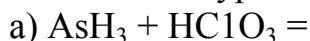
1. Пользуясь справочной и учебной литературой, приведите примеры названий и формул мышьяксодержащих минералов. Напишите уравнения реакций, протекающих при обжиге минералов. Почему цинк, свинец, висмут и другие металлы, получаемые из сульфидных руд, всегда содержат мышьяк?

2. Составьте уравнения следующих реакций с участием мышьяка и сурьмы:



На основании этих реакций укажите, какой из элементов в свободном виде, As или Sb, проявляет более сильные восстановительные свойства.

3. Составьте уравнения следующих реакций:



Какие из этих реакций являются окислительно-восстановительными?

4. Как в лаборатории получить As_2S_3 и As_2S_5 ?

Подвергаются ли сульфиды действию:

а) холодной воды;

б) концентрированной и разбавленной азотной кислот.

Ответ проиллюстрируйте уравнениями реакций.

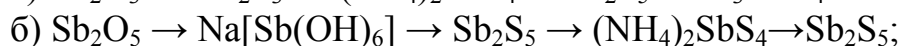
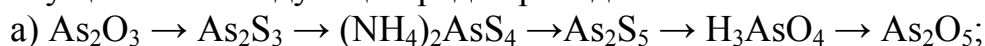
5. Висмут с кислородом образуют оксиды состава Bi_2O_3 и Bi_2O_5 , а также BiO_2 . Исследование показало, что BiO_2 - двойной оксид висмута (V) и висмута (III). Приведите формулу этого соединения. Какие свойства будут характерны для него?

6. Объясните, как изменяется в ряду N-P-As-Sb-Bi устойчивость гидроксидов в высшей степени окисления и в чем основная причина этой закономерности.

7. В растворе находятся ионы Sb^{3+} и Bi^{3+} . Действием каких реактивов можно разделить эти ионы? Напишите соответствующие уравнения реакций.

8. При добавлении небольшого количества раствора сульфида аммония к раствору хлорида мышьяка (III) или сурьмы (III) выпадают осадки соответствующих сульфидов. Если же сливать растворы в обратной последовательности - к избытку раствора сульфида аммония добавлять небольшое количество раствора хлорида мышьяка (III), висмута (III), то осадки не выпадают. Объясните наблюдаемые явления и напишите уравнения соответствующих реакций.

9. Напишите уравнения последовательных реакций, которыми можно осуществить следующий ряд переходов:



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7 УГЛЕРОД И КРЕМНИЙ

Опыт 1. Восстановительные свойства угля

Небольшое количество оксида меди (II) перемешать на листе примерно с таким же количеством мелко измельченного древесного угля. Смесь пересыпать в сухую пробирку и собрать прибор (рис.5). Конец газоотводной трубки опустить в пробирку с раствором гидроксида кальция, пробирку нагреть до прекращения выделения газа. Убрать пробирку, в которой был раствор гидроксида кальция, и только после этого погасить спиртовку. Дать пробирке остыть, рассмотреть ее содержимое, отметить его цвет. Написать уравнение реакции.

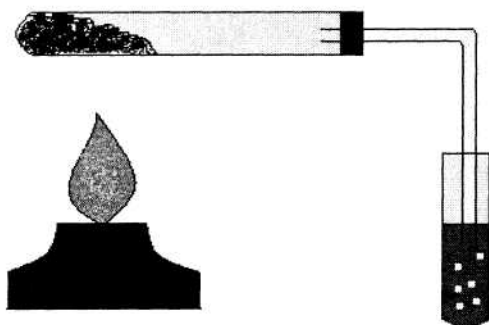


Рис.5. Восстановление оксида меди (II)

Опыт 2. Адсорбционная способность древесного угля

В коническую колбу налейте 50 мл дистиллированной воды и добавьте немного фуксина или фиолетовых чернил. Внесите в нее мелко измельченный древесный уголь и хорошо взболтайте. Через некоторое время содержимое

колбы отфильтруйте. Как изменится окраска раствора? Дайте объяснения наблюдаемому явлению.

Опыт 3. Получение и свойства оксида углерода (II)

(демонстрационный опыт, проводить под тягой)

а) соберите прибор, как показано на рис. 6. В колбу Вюрца поместите 5-6 г щавелевой кислоты (можно использовать муравьиную кислоту), а в капельную воронку налейте 12-15 мл концентрированной серной кислоты. Небольшими порциями приливайте из капельной воронки кислоту; смесь в колбе слегка нагрейте. Выждав некоторое время после начала реакции, соберите выделяющийся газ в два цилиндра под водой.

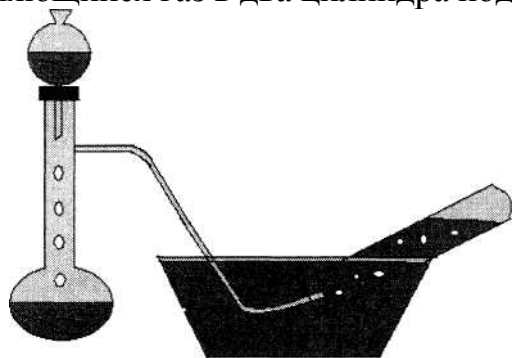


Рис. 6. Получение оксида углерода (II)

Закройте цилиндр под водой стеклянной пластиной, выньте из кристаллизатора и сохраните для следующего опыта.

б) откройте цилиндр, подожгите собранный газ горячей лучинкой. Одновременно по краю цилиндра осторожно вливайте воду, пока весь газ не будет вытеснен, при этом газ продолжает гореть. Обратите внимание на цвет пламени. Составьте уравнения реакций получения CO и его горения.

в) ток газа CO пропускайте через раствор $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$, при этом выпадает черный осадок серебра. Напишите уравнение реакции.

г) ток газа пропускайте через раствор KMnO_4 содержащий ионы Ag^+ , наблюдайте обесцвечивание раствора. Напишите уравнение реакции.

Опыт 4. Получение и свойства оксида углерода (IV)

а) в аппарат Киппа положите куски мрамора и налейте HCl (1:4). Наблюдайте выделение газа.

б) выделяющийся из аппарата Киппа газ пропустите в пробирку с водой, подкрашенной фиолетовым лакмусом. Что наблюдаете? Напишите уравнения реакций, происходящих при получении CO_2 , и растворения его в воде.

Полученный в воде раствор CO_2 прокипятите. Как изменится равновесие системы?

в) возьмите для опыта два стакана. Один из них наполните CO_2 из аппарата Киппа. Как держать стакан? Проверьте полноту наполнения стакана газом с помощью горящей лучинки, поднесенной к отверстию стакана. Наполненный CO_2 стакан закройте стеклянной пластиной. В другой стакан бросьте маленький кусочек ваты, смоченной спиртом, и подожгите его горящей лучинкой. Откройте стакан с CO_2 и осторожно (как воду) перелейте CO_2 из первого стакана во второй. Что происходит? Проверьте с помощью горящей лучинки, остался ли CO_2 в первом стакане. Какой вывод можно сделать об относительной плотности CO_2 по воздуху?

г) в стакан с CO_2 внесите ложечку с предварительно подожженным на спиртовке магнием. Наблюдайте за горением магния. Какого цвета образуются продукты? Содержимое ложечки при помощи совочка перенесите в пробирку и добавьте немного соляной кислоты. Оба ли вещества растворяются в кислоте? Какую роль играет CO_2 по отношению к магнию? Напишите уравнения реакций.

Опыт 5. Образование и свойства солей угольной кислоты

а) в пробирку с раствором $\text{Ca}(\text{OH})_2$ пропустите ток CO_2 . Наблюдайте образование белого осадка (этой реакцией обычно пользуются для открытия CO_2), продолжайте пропускать CO_2 , пока осадок не растворится. Напишите уравнения реакций, назовите образовавшиеся соли, сделайте вывод о растворимости их в воде. Полученный раствор гидрокарбоната кальция оставьте для следующего опыта.

б) раствор соли, полученный в опыте а), разлейте в две пробирки. Одну из них нагрейте, а в другую добавьте раствор $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Что наблюдаете? Напишите уравнения происходящих реакций.

в) с помощью универсальной индикаторной бумажки определите рН растворов Na_2CO_3 , NaHCO_3 и K_2CO_3 , для чего поместите по небольшому кусочку бумаги в пробирки с растворами названных солей и сравните окраску бумаги со шкалой рН. Напишите уравнения реакций гидролиза в молекулярной и ионной формах. Какая соль подвергается большему гидролизу? Дайте объяснение.

г) испытайте отношение к воде и к раствору HCl солей Na_2CO_3 , MgCO_3 и CaCO_3 . Напишите уравнения реакций в молекулярной и ионной формах. Объясните наблюдаемые явления.

Опыт 6. Получение аморфного кремния и силанов

(демонстрационный опыт)

а) насыпать в пробирку небольшое количество смеси порошка магния и тонко измельченного чистого сухого песка (в отношении 3:2). Пробирку укрепить в лапке штатива вертикально. (Наденьте защитные очки!) Сначала прогрейте всю смесь, а затем сильно нагревайте пробирки до тех пор, пока смесь не раскалится. После этого спиртовку оставьте, так как реакция

протекает с выделением большого количества тепла. Напишите уравнения реакций, имея в виду, что кроме кремния и оксида магния получается также небольшое количество силицида магния Mg_2Si .

б) после охлаждения пробирку с продуктами реакции разбейте в ступке и полученную смесь бросайте небольшими порциями в стакан с разбавленной HCl . Какие продукты смеси взаимодействуют с HCl ? Написать уравнения реакций. Оцените восстановительные свойства силана, имея в виду, что выделяющийся белый дым — это продукт горения силана. Написать уравнение реакции горения силана.

в) слейте жидкость с осадка аморфного кремния, полученного в предыдущем опыте. Промойте осадок водой и перенесите в пробирку. К аморфному кремнию прилейте немного концентрированного раствора KOH и нагрейте. Что наблюдаете? Подожгите выделяющийся газ. Напишите уравнения реакций.

Опыт 7. Гидролиз солей кремниевой кислоты, получение гидрогеля кремниевой кислоты

Возьмите примерно $1/4$ часть пробирки раствора силиката натрия и добавьте три капли спиртового раствора фенолфталеина. Что наблюдаете? Напишите уравнение реакции гидролиза силиката натрия.

При помощи стеклянной трубочки добавляйте по каплям раствора HCl (1:3) (после каждой капли взбалтывайте содержимое пробирки) до исчезновения малинового окрашивания. Все содержимое пробирки должно превратиться в студень-гель кремниевой кислоты. Напишите уравнения реакций.

Опыт 8. Получение неорганического сада

Поместите кристаллы солей кобальта, железа (II), алюминия, никеля и кальция на дно чашки Петри или небольшого стаканчика и осторожно прилейте 20-30 мл раствора «жидкого стекла» (раствора канцелярского, силикатного клея). Что наблюдаете? Кристаллы солей можно дополнительно добавлять в раствор сверху.

ВОПРОСЫ

1. Известно, что карбонат бария практически нерастворим в воде. Почему же он не выпадает в осадок при насыщении раствора нитрата бария газообразным диоксидом углерода?
2. Как получают оксид углерода (II) в лаборатории и в промышленности? Чем объясняется высокая энергия связи в молекулах CO ? За счет чего эти молекулы образуют комплексные соединения с металлами? Как их называют и где используют?
3. Как по ряду CF_4 , CCl_4 , CS_2 , Cl_4 изменяются агрегатные состояния галогенидов при обычных условиях и их устойчивость? Какой из них находит

применение в качестве хорошего негорючего растворителя органических веществ? Где находит применение фторид хлорид углерода CF_2Cl_2 ?

4. К каким классам относятся соединения углерода с галогенами, серой, металлами? Какие из последних называются метанидами и ацетилидами? Покажите их взаимодействие с водой.

5. Кремний растворяется в щелочах и смеси азотной и плавиковой кислот с образованием H_2SiF_6 и NO . Напишите уравнения этих реакций.

6. Как из растворимых силикатов получить кремниевую кислоту в виде геля? Какой вывод следует сделать о сравнительной силе угольной и кремниевой кислот, если последняя выполняется при пропускании CO_2 в раствор «жидкого стекла»?

7. Как получают силаны, если кремний с водородом непосредственно не взаимодействует?

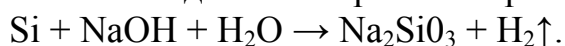
8. В состав силикатов входит 68,7% SiO_2 , 19,5% Al_2O_3 и 11,8% Na_2O . Выведите формулу силикатов, выразив ее в виде соединения оксидов.

9. Перечислите все возможные продукты, образующиеся при пропускании диоксида углерода через:

- а) раствор гидроксида бария;
- б) суспензию гидроксида магния;
- в) раствор тетрагидроксобериллата (II) натрия;
- г) раствор ортосиликата калия;

Почему в этих условиях суспензия гидроксида алюминия не становится прозрачным раствором?

10. Взаимодействие кремния с раствором щелочи протекает по схеме:



Сколько кремния и 30%-го раствора едкого натра потребуется для получения 15 м^3 водорода (н.у.).

Список литературы

1. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш.шк., 1998. - 743с.
2. Угай Я.И. Общая и неорганическая химия: Учеб. для вузов. - 2-е изд., испр. - М.: Высш.шк., 2000. - 527с.
3. Суворов А.В., Никольский А.Б. Общая химия: Учебное пособие для вузов. - СПб.: Химия, 1995.-624с.
4. Аноганикум: В 2-х т. Т.1. Пер. с нем. / Под ред. Л. Кольдица. - М.: Мир, 1984. - 672с.
5. Семенов И.Н., Перфилова И.Л. Химия: Учебник для вузов. - СПб.: Химиздат, 2000. -656с.
6. Общая химия. Биофизическая химия. Химия биогенных элементов: Учебник для вузов / Ю.А. Ершов, В.А. Пойков, А.С. Берлянд и др. / Под ред. Ю.А. Ершова. - 4-е род., стер. - М.: Высш.шк., 2003. - 560с.
7. Глинка Н.Л. Общая химия: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.А. Рабиновича. - Л.: Химия, 1988.-704с.
8. Лидин Р.А. Задачи по общей и неорганической химии: Учебное пособие для студентов высш. учеб. Заведений / Р.А. Лидин, В.А. Молочко, Л.Л. Андреева / Под ред. Р.А. Лидина. - М: Гуманитар, изд. центр ВЛАДОС, 2004. - 383с.
9. Витинг Л.М., Резницкий Л.А. Задачи и упражнения по общей химии: Учебное пособие. -3-е изд. - М: Изд-во МГУ, 1995. - 221с.
10. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.А. Рабиновича и Х.М. Рубиной. - 25-е изд., стер. - Л.: Химия, 1987. - 272с.
11. Мыльникова В.М. Методические рекомендации по подготовке к учебным занятиям по неорганической химии для студентов I курса естественно - географического факультета. - Курган, 1990. - 34с.

Бубнова Любовь Александровна

Филистеев Олег Владимирович

НЕОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Методические указания к выполнению лабораторных работ
для студентов специальности 020101
/Часть 1 работы 1-7/

Редактор Н.М. Устюгова

Подписано к печати	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. № 1
Печать трафаретная	Усл.печ.л. 2,0	Уч.-изд.л. 2,0
Заказ	Тираж 75	Цена свободная

РИЦ Курганского государственного университета
640669, г. Курган, ул.Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.