

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

«Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка»

СИНТЕЗЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Лабораторный практикум

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Минск 2009

Соединения p-элементов VI группы

Кислород O₂.

Меры предосторожности. *Какие меры предосторожности следует соблюдать при работе с кислородом? со спиртовкой? С бертолетовой солью надо обращаться осторожно, так как в присутствии малейших примесей горючих веществ (бумаги, угля и т. д.) она при трении или нагревании может дать сильный взрыв. Следует также иметь в виду, что MnO₂ иногда бывает загрязнен органическими веществами, для удаления их MnO₂ предварительно прокаливают.*

Методика синтеза. (1) Взвешивают 5 г перманганата калия и вносят в сухую пробирку. При отсутствии перманганата можно использовать смесь, состоящую из 5 г KClO₃ и 2 г предварительно прокаленного и охлажденного порошка MnO₂ (вещества смешивают в фарфоровой чашке стеклянной палочкой). Пробирку с содержимым взвешивают (масса а), в пробирку ближе к отверстию помещают рыхлый комочек ваты, закрывают пробкой с газоотводной трубкой.

Образующийся в ходе разложения соли кислород собирают методом вытеснения воды (2). Для этого цилиндр (банку, колбу), предназначенный для собирания газа, предварительно заполняют водой, затем закрывают стеклянной пластинкой или пробкой, опускают вниз отверстием в стеклянную ванну, в которую налита вода, и открывают под водой отверстие цилиндра.

Рассыпают или перманганат калия (либо смесь бертолетовой соли и диоксида марганца) равномерно по всей пробирке, закрепляют пробирку под наклоном в лапке штатива, затем осторожно нагревают пробирку по всей ее длине. Убедившись в том, что из газоотводной трубки выделяется кислород (3), подводят конец ее под цилиндр с водой. Затем нагревают, перемещая спиртовку от отверстия к дну пробирки, при этом требуется следить за тем, чтобы стекло не расплавилось. Кислород собирают в цилиндр (банку),

оставив в нем немного воды, вынимают газоотводную трубку из воды и только тогда прекращают нагревание (4). Закрывают сосуд с собранным газом под водой стеклянной пластинкой или пробкой, вынимают из воды и ставят на стол.

Таким же образом собирают кислород еще в один цилиндр (или банку). Нагревают пробирку до полного разложения перманганата калия (или $KClO_3$) и прекращения выделения газа. По окончании опыта сначала вынимают газоотводную трубку из воды и лишь затем отставляют спиртовку. Сосуды с кислородом сохраняют для исследования его свойств.

Пробирке с продуктами разложения дают охладиться до комнатной температуры, после чего взвешивают (масса b). Разность ($a - b$) дает массу выделившегося кислорода. Вычислите выход кислорода в процентах от теоретического.

Исследование свойств полученного соединения

1) В железную ложечку положите небольшой кусочек серы, зажгите его в пламени спиртовки и внесите в сосуд с кислородом, постепенно опуская ложечку. Сравните интенсивность горения серы в воздухе и кислороде. После сжигания влейте в сосуд немного воды, закройте сосуд и хорошо взболтайте, чтобы растворить продукт горения серы в воде. Измерьте pH полученного раствора индикаторной бумагой.

2) Прделайте такой же опыт, взяв вместо серы немного красного фосфора.

3) В сосуд с кислородом внесите предварительно зажженную ленту магния, держа ее железными щипцами (*не смотрите долго на горящий магний: это вредно для глаз!*). По окончании реакции влейте в сосуд воду и, закрыв сосуд, взболтайте его содержимое, измерьте pH раствора индикаторной бумагой (5).

4) На дно сосуда предварительно насыпьте немного песка. На конце тонкой стальной проволоки, прикрепленной к лучинке, укрепите маленький

кусочек угля. Раскалите уголь в пламени спиртовки и затем внесите в сосуд с кислородом. Отметьте, как горит железо в кислороде (6).

5) Возьмите сухую пробирку и на 1/5 часть заполните ее KNO_3 . Укрепите ее в штативе вертикально над металлической подставкой и нагревайте до расплавления соли (7). Когда из расплавленной массы начнут выделяться пузырьки газа, накалите в пламени спиртовки кусочек угля, держа его щипцами, и бросьте в пробирку, нагревание прекратите. Наблюдайте (*осторожно!*), как происходит горение угля в выделяющемся кислороде.

6) Обменной реакцией получите в пробирке осадок гидроксида марганца (II) (8). Обратите внимание на его цвет. Медленно пропускайте в полученную суспензию ток кислорода до изменения цвета осадка (9). Составьте уравнение реакции. В чем состоит разница между процессами горения и медленного окисления?

Вопросы для допуска

(1) Как получают кислород в промышленности и в лаборатории? Запишите уравнения соответствующих реакций. Чем можно заменить бертолетову соль или перманганат калия в случае их отсутствия в лаборатории?

(2) Вычислите плотность кислорода по воздуху, сделайте вывод о том, можно ли собрать чистый кислород методом вытеснения воздуха?

(3) Как это сделать?

(4) Что может произойти в случае, если сначала прекратить нагревание до того, как убрать газоотводную трубку?

(5) К какому классу соединений относятся продукты горения серы, фосфора и магния в кислороде? Что образуется при взаимодействии этих веществ с водой? Напишите соответствующие уравнения реакций.

(6) Напишите уравнение этой реакции, учитывая, что образуется Fe_3O_4 . Вычислите, в каком интервале температур термодинамически выгодно самопроизвольное протекание этой реакции.

(7) Составьте уравнение реакции разложения нитрата калия.

(8) Какие вещества можно использовать для получения гидроксида марганца? Запишите уравнение реакции.

(9) Составьте уравнение реакции. В чем состоит разница между процессами горения и медленного окисления?

Вопросы и задания для обсуждения

1. Напишите электронную формулу атома кислорода.
2. Используя метод молекулярных орбиталей, составьте энергетическую диаграмму молекулы кислорода. Чем объясняется парамагнетизм кислорода?
3. Используя метод молекулярных орбиталей, проанализируйте изменения длины связи и энергии связи в ряду частиц: O_2^+ , O_2 , O_2^- , O_2^{2-} .
4. Сравните физические свойства кислорода и озона. Чем объясняются большие значения температур кипения и плавления озона в сравнении с кислородом?
5. Сравните химические свойства кислорода и озона. Ответ подтвердите уравнениями реакций.
6. Какие вещества называются оксидами? Как их классифицируют?
7. Каким образом получают оксиды? Приведите уравнения реакций, иллюстрирующие наиболее общие способы получения оксидов.
8. Запишите уравнения реакций, характерных для солеобразующих оксидов.
9. Как получают гидраты оксидов? Ответ подтвердите уравнениями реакций.
10. Какими химическими свойствами обладают оксиды и гидроксиды металлов и неметаллов? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

11. Сравните строение молекул, физические и химические свойства (кисотно-основные и окислительно-восстановительные) воды и пероксида водорода.

12. Приведите уравнения реакций, характеризующие химические свойства пероксидов металлов.

13. Какие еще бинарные соединения образует кислород, кроме оксидов и пероксидов? Приведите реакции их получения.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

Литература

1. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия. – М.: Высш. шк., 2002. – 743 с.
2. Глинка Н. Л. Общая химия: учеб. пособие для вузов. – Л.: Химия, 1998. – 704 с.
3. Карапетьянц М. Х., Дракин С. И. Общая и неорганическая химия. – М.: Химия, 1992. – 592 с.
4. Свиридов В. В., Попкович Г. А., Василевская Е. И. Неорганический синтез. Мн.: «Універсітэцкае», 2000. – 224 с.
5. Волков Е. Н., Жарский И. М. Большой химический справочник. Мн.: «Современная школа», 2005. – 608 с.

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ

УДК

ББК

М

Печатается по решению редакционно-издательского совета БГПУ, рекомендована секцией естественных и сельскохозяйственных наук (протокол № от)

Рецензенты: кандидат химических наук, доцент кафедры аналитической химии БГУ *А. П. Подтероб*; кандидат химических наук, доцент кафедры химии БГПУ *Л. С. Новиков*.

Мицкевич, Е. Н., Окаев, Е. Б., Елисеев С. Ю.

Синтезы неорганических веществ: лаборатор. практикум / Е. Н. Мицкевич, Е. Б. Окаев, С. Ю. Елисеев. – Минск: БГПУ, 2009. – С.

ISBN

В практикум включены лабораторные работы по неорганическому синтезу, предназначенные для выполнения студентами первого курса. Даются основные сведения по технике безопасности, работе с химической посудой и оборудованием, а также основных операциях, используемых в ходе синтеза. Описание каждого синтеза включает указания по безопасности работы, препаративную процедуру, методы исследования свойств полученного вещества, вопросы для допуска, а также вопросы и задания для обсуждения работы.

Адресуется студентам факультета БГПУ, обучающимся по специальности «Биология. Химия»

УДК

ББК

© Мицкевич Е. Н., Окаев Е. Б., Елисеев С. Ю., 2009

© БГПУ, 2009

ISBN

РЕПОЗИТОРИЙ БГПУ