



ШКОЛЬНЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ: БЕЗОПАСНО, ДОСТУПНО И НАГЛЯДНО

Василий Анатолиевич Красицкий
Белорусский государственный университет

Абстракт

Школьный химический эксперимент играет очень важную роль в процессе преподавания химии. Он способствует более глубокому усвоению учебного материала, развивает познавательную активность учеников и формирует интерес к предмету. Однако некоторые учителя снижают долю химического эксперимента в учебном процессе, мотивируя это недостатком или отсутствием нужных реактивов в школе, а также соображениями безопасности и ответственности за здоровье учеников. Поэтому проблемы обеспеченности школьных лабораторий реактивами и безопасности химического эксперимента являются актуальными. В данной статье приводятся оригинальные простые и безопасные методики приготовления некоторых важных реактивов исходя из доступных веществ и материалов в условиях школьной лаборатории. Предлагаемые методики помогут учителям, при необходимости, самостоятельно решить проблему дефицита некоторых реактивов. Безопасная методика получения этилена может с успехом использоваться и в ученическом эксперименте.

Ключевые слова: преподавание химии, химический эксперимент, безопасность.

Введение

Лет 30 тому назад, когда я только начинал изучать химию, наша строгая и мудрая учительница просто «баловала» нас, школьников, химическими опытами. Эффектные, правильно подобранные и умело выполненные, они не занимали много времени, но вызывали большой интерес к предмету и надолго запоминались. Мы с нетерпением ждали нового урока и новых опытов. Настоящим праздником в школе была «Неделя химии», которая заканчивалась большим, обычно театрализованным «Химическим вечером». Его кульминацией были занимательные опыты, которые мы демонстрировали сами.

Теперь я понимаю, насколько права была моя учительница, широко и умело использовавшая эксперимент в своей работе. Преподавание химии, особенно в средней школе, должно основываться на обязательном сочетании теории с химическим экспериментом. Без него преподавание всегда выглядит однобоким и является неполноценным, а изучение предмета становится скучным и неинтересным.

Часто, проводя занятия со студентами по методике преподавания химии и демонстрируя им тот или иной эксперимент по школьному курсу, спрашиваю, знаком ли им этот опыт? К сожалению, так же часто получаю отрицательный ответ – «Нет, не знаком», хотя хорошо знаю, что этот опыт прост в исполнении, наглядно демонстрирует суть явления и запоминается в несколько раз лучше, чем виртуальное и банальное «Представьте себе, что...». Однако, факт остаётся фактом – некоторые учителя по тем или иным обстоятельствам уменьшают долю химического эксперимента, ограничиваясь словесным методом обучения.

В чём же дело? Школьные преподаватели, с которыми я постоянно общаюсь и беседую на эту тему, понимают проблему и видят в ее основе несколько причин. Прежде всего, учителя, особенно сельских школ, ссылаются на недостаточное материально-техническое снабжение школьных лабораторий и сетуют на отсутствие нужных реактивов и оборудования. Действительно, найти нужные реактивы бывает трудно, а порой и просто невозможно. Но самое удивительное в том, что некоторые, в основном, молодые учителя, по их признанию, избегают демонстрационного и ученического эксперимента только потому, что считают его в той или иной мере опасным. Они помнят неприятные последствия некоторых своих «неудачных» опытов и знают о происшествиях, случившихся на уроках своих коллег. Поэтому они не хотят рисковать

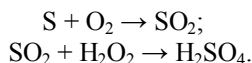
сами и подвергать риску своих учеников. Что ж, причина очень весомая, но имеет ли она под собой реальную основу? Зная школьный химический эксперимент в деталях, однозначно отвечаю – нет! При соблюдении техники безопасности и при грамотном выполнении методических рекомендаций школьный химический эксперимент не представляет опасности ни для учителя, ни для учеников. Все химические опыты, предусмотренные школьной программой, отработаны и проверены в течение многих десятилетий несколькими поколениями учителей. Вероятность несчастного случая на уроках химии определяется только квалификацией учителя и его умением организовать работу класса.

Таким образом, уровень использования химического эксперимента в школе зависит от двух факторов – от обеспеченности школ реактивами и от уровня химической грамотности учителей. Последний, субъективный фактор, более весом и более значим. Он зависит от желания учителя самосовершенствоваться, расти профессионально, искать и находить способы решения проблем, хотя бы той же проблемы обеспеченности школы реактивами. При желании учителя эта проблема вполне решаема. Об этом свидетельствует опыт работы многих учителей химии. Так, например, в качестве реактивов они с успехом используют некоторые товары бытовой химии и лекарственные препараты или самостоятельно синтезируют нужные реактивы в школьной лаборатории из более доступных веществ и материалов.

В данной статье я предлагаю простые и безопасные методики приготовления некоторых реактивов из дешёвых и доступных веществ и материалов в условиях школьной лаборатории.

1. Приготовление раствора серной кислоты

Используемые реакции:



Объяснение: При горении серы на воздухе образуется оксид серы(IV), который затем окисляется пероксидом водорода, образуя серную кислоту.

Реактивы: Сера S (порошок); пероксид водорода H_2O_2 (водный раствор, $w = 10\%$, $\rho \approx 1 \text{ г/см}^3$); хлорид натрия NaCl (порошок).

Оборудование: Коническая колба (1 дм³); теххимические весы; газовая горелка или электрическая плитка; ложечка для сжигания твёрдых веществ; спиртовка; широкий кристаллизатор.

Методика выполнения:

● Работать в вытяжном шкафу!

1. Отвесьте серу массой 5 г.
2. Налейте в колбу раствор пероксида водорода объемом 50 см³.
3. В широком кристаллизаторе тщательно перемешайте хлорид натрия со снегом или мелкоизмельченным льдом в массовом соотношении 1:3. В приготовленной охлаждающей смеси сделайте углубление и поместите туда колбу с раствором (Рис. 1).

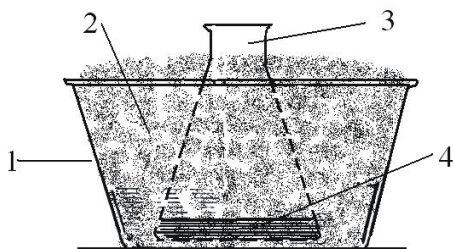


Рис. 1. Установка для получения серной кислоты.
1 – стеклянный кристаллизатор; 2 – охлаждающая смесь; 3 – коническая колба; 4 – раствор пероксида водорода

4. Наберите в ложечку серы и внесите в пламя спиртовки. После того, как расплавленная сера загорится, внесите ложечку в колбу так, чтобы она находилась примерно в центре колбы и дождитесь сгорания серы.

5. Извлеките колбу из охлаждающей смеси, перемешайте ее содержимое и снова поставьте в кристаллизатор для охлаждения.

6. Повторяйте указанные операции (п. 4 и п. 5) до полного сжигания всей серы.

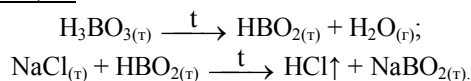
7. Приготовленный таким образом раствор нагрейте на электрической плитке до кипения и прокипятите раствор в течение 1 минуты. При этом удалится избыточный пероксид водорода или оксид серы (IV).

В приготовленном растворе массовая доля серной кислоты составляет около 15%.

Преимущества метода: Данный, не описанный в литературе метод, позволяет достаточно быстро (15–20 минут) приготовить раствор серной кислоты исходя из доступных материалов. Метод безопасен и прост в исполнении.

2. Приготовление соляной кислоты

Используемые реакции:



Объяснение: При нагревании ортоборная кислота дегидратируется с образованием полимерной нелетучей метаборной кислоты HBO_2 , которая при нагревании вытесняет летучий HCl из твердого NaCl . Пары воды и хлороводорода при охлаждении конденсируются, образуя соляную кислоту.

Реактивы: Борная кислота (порошок); хлорид натрия (порошок).

Оборудование: Лабораторный штатив; фарфоровая ступка с пестиком; 2 конических колбы (0,5 дм³ и 1 дм³); резиновая пробка со стеклянной трубкой; газоотводная резиновая трубка; теххимические весы; широкий кристаллизатор; электрическая плитка.

Методика выполнения:

● Работать в вытяжном шкафу!

1. Отвесьте на весах хлорид натрия массой 20 г и борную кислоту массой 40 г. Смесь тщательно перетрите в ступке и поместите в коническую колбу объемом 0,5 дм³, равномерно распределив порошок по ее дну. Сверху на смесь насыпьте порошок NaCl слоем примерно 1 см. Закройте колбу пробкой с газоотводной трубкой и закрепите ее в лапке штатива (Рис. 2).

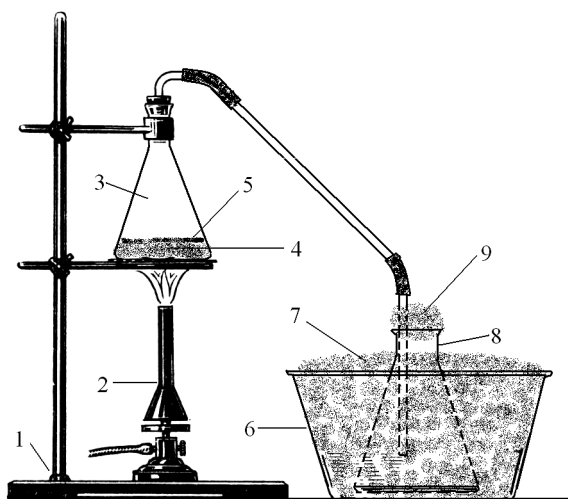


Рис 2. Установка для получения соляной кислоты.

1 - лабораторный штатив; 2 – газовая горелка; 3, 8 – конические колбы; 4 – смесь борной кислоты с хлоридом натрия; 5 – слой хлорида натрия; 6 – стеклянный кристаллизатор; 7 - охлаждающая смесь; 9 – комок снега.

2. В широком кристаллизаторе тщательно перемешайте хлорид натрия со снегом или мелкоизмельченным льдом в массовом соотношении 1:3. В приготовленной охлаждающей смеси сделайте углубление и погрузите в нее целиком коническую колбу объемом 1 дм³.

3. Газоотводную трубку опустите в охлаждаемую колбу до половины ее высоты. Отверстие колбы закройте плотным комком чистого снега.

4. Нагревайте на плитке колбу со смесью твердых веществ до прекращения выделения паров воды и хлороводорода, которые конденсируются в большой колбе, образуя соляную кислоту. Если в ходе синтеза комок снега растаял и упал в колбу, замените его новым.

5. Извлеките газоотводную трубку из охлаждаемой колбы и прекратите нагревание смеси.

В приготовленном растворе массовая доля хлороводорода составляет около 20%.

Преимущества метода: Предлагаемый метод позволяет быстро (15-20 минут) приготовить соляную кислоту из доступных материалов. В отличие от известного метода получения хлороводорода ($\text{NaCl}_{\text{тв}} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})}$), данный метод безопасен и прост в исполнении.

Примечание: Для конденсации паров можно использовать холодильник Либиха. В этом случае используют прибор, изображенный на рис. 3.

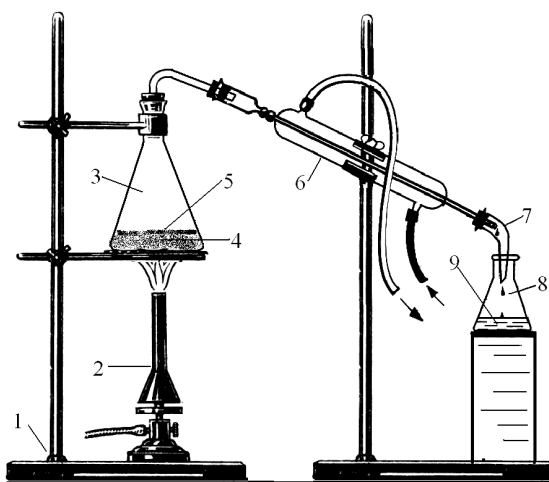
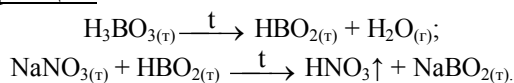


Рис. 3. Установка для получения соляной кислоты.

1 – лабораторный штатив; 2 – газовая горелка; 3, 8 – конические колбы; 4 – смесь борной кислоты с хлоридом натрия; 5 – слой хлорида натрия; 6 – холодильник Либиха; 7 – аллонж; 9 – соляная кислота.

3. Приготовление раствора азотной кислоты

Используемые реакции:



Объяснение: При нагревании ортоборная кислота дегидратируется с образованием полимерной нелетучей метаборной кислоты HBO_2 , которая при нагревании вытесняет летучую HNO_3 из твердого NaCl . Пары воды и HNO_3 при охлаждении конденсируются, образуя раствор азотной кислоты.

Реактивы: Борная кислота (порошок); нитрат натрия (порошок).

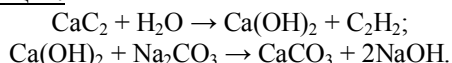
Оборудование и методика выполнения те же, что и в предыдущем случае.

В приготовленном растворе массовая доля азотной кислоты составляет около 15%.

Преимущества метода те же, что и в п.2.

4. Приготовление раствора гидроксида натрия

Используемые реакции:



Объяснение: При взаимодействии карбида кальция с водой образуется гидроксид кальция, который реагирует с карбонатом натрия, образуя гидроксид натрия. Карбид кальция берётся в небольшом избытке для полного превращения Na_2CO_3 в NaOH . Избыточный Ca(OH)_2 в присутствии NaOH практически нерастворим и остается в осадке.

Реактивы: Карбид кальция; карбонат натрия (раствор).

Оборудование: Коническая колба (1 дм³) с резиновой пробкой.

Методика выполнения:

● Работать в вытяжном шкафу!

1. Налейте в колбу раствор объёмом 200 см³ с массовой долей карбоната натрия, равной 15%.

2. Поместите в раствор карбид кальция массой 25 г и дождитесь окончания реакции. Тщательно перемешайте смесь в течение 2-3 минут и плотно закройте колбу резиновой пробкой.

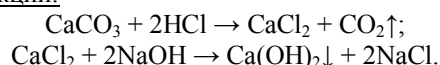
3. Дайте смеси отстояться в течение 1 часа, прозрачный раствор быстро и аккуратно перелейте в полиэтиленовую тару и плотно закройте.

В приготовленном растворе массовая доля гидроксида натрия составляет около 12%.

Преимущества метода: Данный метод позволяет приготовить раствор гидроксида натрия исходя из доступных материалов. Метод безопасен и прост в исполнении.

5. Приготовление «известковой воды»

Используемые реакции:



Объяснение: При взаимодействии карбоната кальция (берётся в избытке) с соляной кислотой получается хлорид кальция, который реагирует с гидроксидом натрия, образуя гидроксид кальция.

Реактивы: Карбонат кальция (мрамор); соляная кислота; гидроксид натрия (раствор).

Оборудование: Коническая колба (1 дм³) с резиновой пробкой, химический стакан (50 см³).

Методика выполнения:

1. Налейте в стакан соляную кислоту объёмом 10 см³, приготовленную в опыте 2, и добавьте к ней кусочки мрамора массой 3,5 г.

2. Дождитесь окончания реакции, прозрачный раствор хлорида кальция слейте в коническую колбу и, добавляя дистиллированную воду, доведите объём раствора до 0,5 дм³.

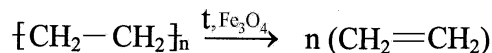
3. Осторожно, по каплям, при энергичном перемешивании, добавляйте в колбу раствор гидроксида натрия, приготовленный в опыте 4, до возникновения еле заметного помутнения. Приготовленный раствор перелейте в полиэтиленовую посуду и плотно закройте.

Примечание: В приготовленной «известковой воде» содержится хлорид натрия, который не мешает протеканию реакций с участием Ca(OH)_2 .

Преимущества метода: Данный метод позволяет очень быстро (5 – 10 минут) приготовить «известковую воду» исходя из доступных материалов. Метод совершенно безопасен.

6. Получение этена (этилена)

Используемая реакция:



Объяснение: При сильном нагревании в присутствии оксида железа (II,III) Fe_3O_4 («железной окалины») полиэтилен подвергается деполимеризации с образованием смеси низкомолекулярных веществ, среди которых преобладает этилен.

Реактивы: Полиэтилен (кусочки полиэтиленовой крышки); оксид железа(II,III) Fe_3O_4 (порошок).

Оборудование: Лабораторный штатив; демонстрационная пробирка; резиновая пробка со стеклянной трубкой, газоотводная резиновая трубка; газовая горелка или спиртовка.

Методика выполнения:

1. Мелкие кусочки полиэтилена массой 3 г поместите в колбу, добавьте порошок железной окалины массой 1 г.

2. Закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой и укрепите в лапке штатива над газовой горелкой или спиртовкой (Рис. 4).

3. Осторожно прогрейте всю пробирку, а потом сильно нагрейте ее нижнюю часть со смесью. При этом начинается выделение этилена.

Преимущества метода: Данный, не описанный в литературе метод, позволяет быстро получить этилен исходя из доступных материалов. Очень важным является тот факт, что получаемый этилен не содержит примесь SO_2 и при проведении реакции Вагнера наблюдается образование бурого осадка MnO_2 , а не полное обесцвечивание раствора, как в случае с этиленом, полученным по известному методу ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})}$). В отличие от последнего, предлагаемый метод совершенно безопасен и прост в исполнении.

Примечание: При демонстрации горючести этилена никогда не поджигайте его у отверстия газоотводной трубки во избежание сильного взрыва. Нужно предварительно собрать газ в небольшом широкогорлом сосуде, например, в цилиндре, и только потом поджечь.

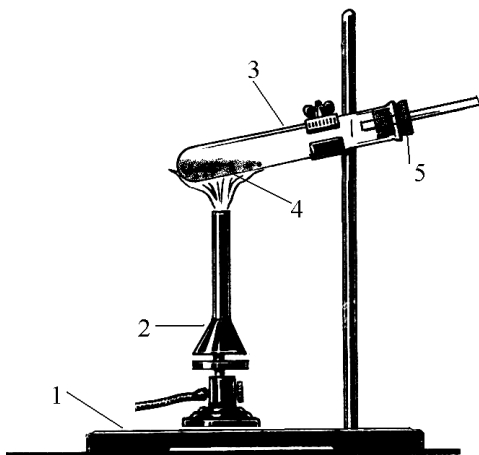


Рис. 4. Установка для получения этилена.

1 – лабораторный штатив; 2 – газовая горелка; 3 – демонстрационная пробирка; 4 – смесь полиэтилена с железной окалиной; 5 – пробка со стеклянной трубкой.

Все эти простые и безопасные методики опробованы экспериментально и могут, при необходимости,

использоваться учителями в условиях школьной лаборатории для самостоятельного приготовления ряда реактивов. Методика получения этилена может быть использована и в ученическом эксперименте.

Литература

- Nöding S., Flohr F. (1979). *Methodik, Didaktik und Praxis des Chemieunterrichts*. Heidelberg.
Wich P. Experimentalchemie.de. [On-line], [20/03/2006]. Available on the Internet:
<<http://www.experimentalchemie.de/>>
Umweltschutz und Sicherheit. [On-line], [20/03/2006]. Available on the Internet:
<http://schullabor.aprentas.ch/experiment_sicherheits_index.html>
Bibliothek der Experimente. [On-line], [20/03/2006]. Available on the Internet:
<http://schullabor.aprentas.ch/experiment_neue_index.html>
Chemie 9. [On-line], [20/03/2006]. Available on the Internet:
<<http://www.tqnet.de/chemie/chemie9.html>>

Summary

SCHOOL CHEMICAL EXPERIMENT: SAFE, SIMPLE AND VISUAL

Vasilii Anatol'evich Krasickii

School chemical experiment plays a very important role in the process of chemistry teaching. It increases learning effectiveness of teaching material, develops pupils' cognitive activity and forms interest in the subject. Some teachers, however, decrease the share of the chemical experiment in the teaching process, motivating this by lack or absence of necessary reagents at school, and for the reasons of safety and responsibility for pupils' health. Therefore, the problems of supplying school laboratories with reagents and the safety of chemical experiment are topical.

This article describes original simple and safe methods of preparing some important reagents from the substances and materials that are available at school laboratories. The proposed methods will assist teachers, when necessary, to solve the problem of the lack of some reagents independently. Safe method of obtaining ethylene can be also successfully used in pupils' experiments.

Key words: chemistry teaching, chemical experiment, safety.



Vasilii Anatol'evich Krasickii

Belorus State University
220002, Minsk, Kropotnik Str. 51 – 97, Belorus
E-mail: ykras64@mail.ru