

ШКОЛЬНЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕЩЕСТВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В БЫТУ

Карпов Г.М.

Гимназия №1, г. Нижний Новгород

Химические опыты при обучении химии, по мнению большинства методистов, имеют решающее значение в формировании интереса к предмету. Однако на современном этапе подрастающему поколению доступен более эффектный эксперимент, чем тот, который предлагается на уроках. В детских развлекательных центрах аниматоры располагают большими возможностями и средствами, чем химический кабинет общеобразовательного учебного заведения.

Одним из возможных способов привлечь внимание учащихся к обсуждению демонстрируемых учителем опытов считаем постановку экспериментов с использованием веществ, применяемых в повседневной деятельности. Таким образом удаётся реализовать и практико-ориентированный подход в обучении. Кроме того, учителя часто избегают отчётности по расходованию веществ, внесённых в перечень прекурсоров, избавляясь от них. В этом случае снова приходят на помощь вещества для повседневного применения.

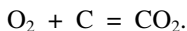
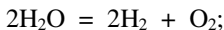
Приведём примеры экспериментов, для выполнения которых можно использовать доступные вещества, применяемые в быту.

Способы получения и сбора кислорода подробно описаны не только в пособиях для учителя, но и в школьных учебниках. Однако, на наш взгляд, следует более подробно остановиться на менее известном варианте *получения кислорода из гидроперита* (комплексное соединение мочевины с пероксидом водорода). Гидроперит (свободно продаётся в аптеках) содержит до 35% пероксида водорода. Получе-

ние кислорода из гидроперита не требует нагревания, что упрощает ученический эксперимент и, кроме того, позволяет обойтись без перманганата калия, являющегося прекурсором в синтезе наркотиков.

Лабораторный опыт получения кислорода имеет большое значение для формирования у школьников практических умений работы с газообразными веществами, плохо растворимыми в воде. Сбор и хранение кислорода методом вытеснения воды даёт возможность ещё раз повторить принцип «растворение полярного в полярном, неполярного в неполярном». Для проведения опыта каждому ученику требуется 2–3 таблетки гидроперита, оксид марганца (IV) или 2–3 мл «крепкого» раствора перманганата калия, пробирка с газоотводной трубкой, пустая пробирка и небольшой кристаллизатор.

Редко используемый способ получения водорода, разработанный на кафедре методики обучения химии РГПУ, (Санкт Петербург) – *термолиз воды в вольтовой дуге*. Для выполнения опыта требуются: кристаллизатор или широкий стакан, мерный цилиндр, реостат, провода с клеммами, два угольных электрода, лабораторный штатив с держателями, пластмассовый держатель для пробирок. Через реостат включают в сеть электроды, один из которых держат зажимом для пробирок, не касаясь электропроводных предметов. Второй электрод устанавливают стационарно и погружают в воду так, чтобы он находился под отверстием цилиндра, заполненного водой и опрокинутого в кристаллизатор. Для создания вольтовой дуги под водой свободно закреплённым электродом часто и непродолжительно касаются стационарно закреплённого электрода. В момент касания электродов возникает вольтова дуга. Под действием высокой температуры вода разлагается, образующиеся газы собираются в цилиндре, вытесняя воду. Предполагаемые химические процессы:



В цилиндре собирается смесь водорода и углекислого газа (в составе смеси преобладает водород).

Данный опыт удобно использовать в тех случаях, когда учитель хочет показать учащимся, что на практике чаще получается не чистое вещество, а смесь, из которой следует выделить нужное. После проведения опыта с целью обсуждения возможных способов отделения водорода от примесей следует организовать беседу с учащимися. Это позволит им ещё раз вернуться к ранее пройденной теме.

Опыт по получению галогенов. Для его проведения нужно три мерных цилиндра или три стакана. В первом получаем хлорную воду, используя бытовой препарат «Белизна» – водный раствор гипохлорита натрия, к которому добавляем концентрированную соляную кислоту или подкисленный крепкий раствор поваренной соли до появления жёлто-зелёной окраски раствора. Полученную хлорную воду добавляем во второй цилиндр с раствором бромида натрия или калия, получаем раствор бурого цвета за счёт выделения брома. Полученную бромную воду добавляем в третий цилиндр с раствором иодида калия – выделяющийся иод окрашивает раствор в более тёмный цвет. Демонстрацию опыта легко сопровождать комментариями или эвристической беседой, так как опыт можно остановить на любой стадии и добиться правильного ответа от учащихся.

Восстановительные свойства углерода удобно демонстрировать способом, предложенным преподавателями кафедры химии Арзамасского педагогического университета им. Гайдара, который заключается в следующем. Порошок *графита* (не угля!) смешивают с порошком оксида железа (III) и помещают на кафельную плитку небольшой горкой, в которую стационарно погружают графитовый стержень от карандаша, соединённый с источником переменного тока (электрическая розетка). Другой стержень зажимают не проводящим ток зажимом и соединяют с источником тока через реостат. Этот стержень не закрепляют стационарно, а постоянно перемещают его по всему объёму смеси, не подводя к другому стержню ближе чем на 0,5 см (рис. 1). Между электродами возникает Вольтова дуга, и под действием высокой температуры идёт восстановление железа из окси-

да, что можно обнаружить с помощью магнита после выключения прибора из сети.

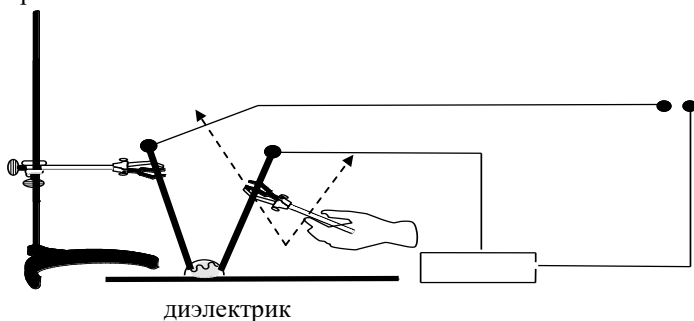


Рис. 1. Прибор для восстановления железа (III) из оксида с помощью углерода

Окислительные свойства углекислого газа подтверждаются и в опыте, демонстрирующем невозможность тушения оксидом углерода (IV) разгоревшегося углеводорода, в качестве которого удобно брать парафин. В тигель или фарфоровую чашку помещают парафин, чашку в кольцо лабораторного штатива и нагревают до температуры воспламенения. На разгоревшиеся пары парафина направляют слабую струю углекислого газа (рис. 2). При этом пламя не гаснет, происходит выделение огромного количества копоти вследствие протекания реакции:

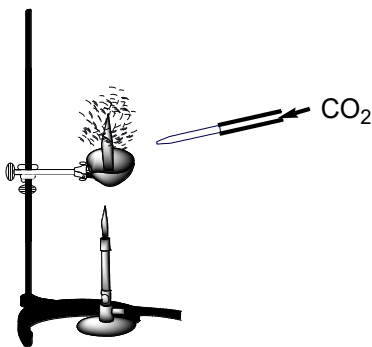
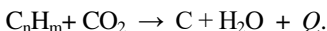


Рис. 2. Взаимодействие углекислого газа с парафином

Этот опыт ещё раз подтверждает, что высшие оксиды неметаллов являются окислителями, а водородные соединения неметаллов проявляют восстановительные свойства.

Первые темы школьного курса органической химии (предельные и непредельные углеводороды и др.) в школьной практике часто обеднены химическим экспериментом. Оправдать это тем, что

школа не имеет достаточной материальной базы, сложно. Программные опыты можно заменить дидактически равноценными, не требующими сложного оборудования и труднодоступных реактивов. Для изучения основных физических и химических свойств соединений гомологических рядов алканов и алкенов мы рекомендуем воспользоваться газовой зажигалкой (заполненной пропан-бутановой смесью), бензином, керосином и скипидаром. Опыты с перечисленными веществами доступны и позволяют осуществить связь изучаемого материала с жизненной практикой.

Постановка опытов с вышеназванными реактивами не сложна с точки зрения техники эксперимента, но методика их введения в урок может иметь обширный спектр воздействий: образовательных, воспитательных и развивающих.

При проведении этого эксперимента учащиеся знакомятся со свойствами веществ, используемых в повседневной жизни, учатся применять полученные знания для объяснения явлений окружающей действительности. Предлагаемый эксперимент позволит учителю сформировать познавательный интерес в области химии.

Мы предлагаем наиболее доступные и интересные для решения различных дидактических задач познавательные опыты.

Физические свойства (растворимость) углеводородов

1. При смешивании бензина с водой после встряхивания и отстаивания смеси жидкость разделяется на два слоя. Учащимся предлагается объяснить смысл утверждений: «подобное растворяется в подобном» (алхимики) и «полярное растворяется в полярном» (Д.И.Менделеев).

2. Неполарность молекул предельных газообразных углеводородов можно подтвердить следующим экспериментом: из газовой зажигалки методом вытеснения воды набирают в два одинаковых цилиндра равные объёмы пропан-бутановой смеси, как показано на рис.3 А.

Учащиеся отмечают плохую растворимость газов. Затем учитель в один из цилиндров с помощью шприца с иглой вводит 5–10 см³ бен-

зина. Газ быстро растворяется в бензине, который образует слой над водой в цилиндре, и столбик жидкости резко поднимается вверх (рис. 3. Б).

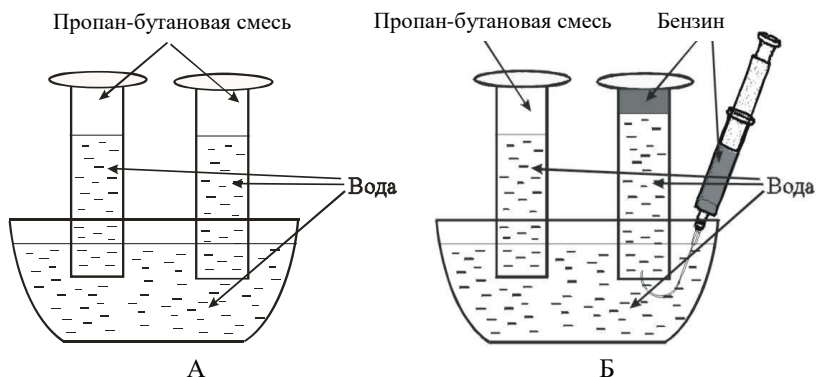


Рис. 3. Прибор для изучения растворимости углеводородов

Для того чтобы усилить наглядность эксперимента, можно покрасить воду любым красителем и использовать белый экран. Эксперимент доказывает неполярность молекул предельных углеводородов, помогает обосновать правило «неполярное легче растворяется в неполярном». В ходе химического эксперимента учащиеся получают опережающие знания о составе попутных газов и нефти, о применении пропан-бутановой смеси, о физических свойствах компонентов смеси (температура кипения составляет $-42,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ соответственно).

Интересным для учащихся является опыт растворения (сорбции) пропан-бутановой смеси в парафине. Кусочек парафиновой свечи помещают в резиновую перчатку вместе с зажигалкой (зажигалка не должна быть пьезо), перчатку туго завязывают на месте запястья. Через перчатку нажимают на клапан зажигалки, не зажигая её. Перчатка раздувается от газа. После чего начинаем растирать парафин через перчатку. Газ постепенно абсорбируется парафином, перчатка сдувается.

Химические свойства предельных углеводородов

Отношение к окислителям

1. В кристаллизатор наливают слабый (розового цвета) раствор перманганата калия. Этим же раствором заполняют цилиндр и вводят

в него пропан-бутановую смесь из зажигалки. Внимание учащихся обращают на то, что ни при пропуске газа через этот раствор (пузырьки), ни при длительном нахождении газовой смеси над раствором окраска последнего не изменяется.

2. Эксперимент по доказательству предельного характера ректификационного бензина прост в исполнении. К раствору перманганата калия (можно взять и раствор дихромата калия) добавляют бензин. Окраска растворов даже при интенсивном взбалтывании смеси не изменяется.

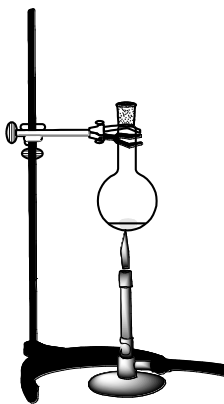


Рис. 4. Прибор для окисления парафина

3. После проведения этих опытов у учащихся может сложиться впечатление, что алканы вообще не проявляют восстановительных свойств, на практике так и происходит. Однако в промышленности алканы часто окисляют до альдегидов и карбоновых кислот. Предлагаемый опыт поможет избавиться учащимся от заблуждения. В пробирку или круглодонную колбу на 50 мл помещают немного ($\frac{1}{2}$ чайной ложки) порошка оксида меди (II) и кусочек (1 см^3) парафина. Сосуд закрывают рыхлым тампоном минеральной ваты, смесь нагревают на пламени горелки (рис. 4), расплавленный парафин восстанавливает оксид до чистой меди, что хорошо заметно по изменению окраски порошка с чёрной на красную. Следовательно, парафин окисляется, другие алканы тоже могут окисляться, только условия и окислители должны подбираться для каждой реакции индивидуально. Следует отметить, что параллельно идёт процесс крекинга парафина и в процессе восстановления могут участвовать его продукты.

Реакции замещения водорода в алканах

При изучении реакций замещения водорода в алканах на галогены в практикумах предлагаются варианты опытов с применением метана. Однако они сложны по технике исполнения, что исключает возможность их реального использования учителями. Химические свой-

ства учитель «показывает», записывая на доске уравнение реакции и давая соответствующие пояснения.

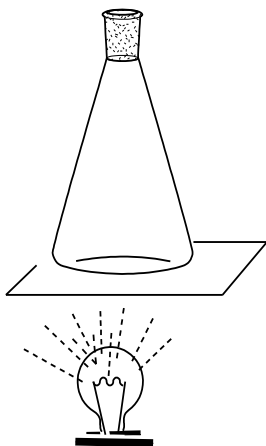


Рис. 5. Прибор для хлорирования алканов

Предлагаем простой вариант постановки эксперимента. Для опыта берется ректификационный бензин, предельность которого была доказана. Сухую коническую колбу заполняют хлором и, быстро прилив 10–15 мл бензина, плотно закрывают пробкой. На рассеянном свете (белый экран) наблюдаем изменение цвета бензина до желто-зелёного вследствие растворения хлора. (Этот фрагмент опыта может служить дополнением к опыту, доказывающему растворение неполярного вещества в неполярном растворителе). После обсуждения результатов наблюдения колбу с содержимым помещают на стекло с яркой подсветкой (рис. 5). При ярком освещении (жёсткие условия) в колбе начинается химическая реакция, о которой можно судить по следующим признакам: в жидкости появляются пузырьки газа (выделяется хлороводород, нерастворимый в неполярном бензине). Выделение газа можно показать, спроецировав эксперимент на экран. Жёлто-зелёная окраска раствора изменяется до светло-зелёной, а затем раствор обесцвечивается. Через 1–2 минуты пробку колбы открывают и наблюдают образование над горлом колбы облачка «белого дыма». Внесенная в зону «облака» влажная (синяя или фиолетовая) лакмусовая бумага изменяет окраску на красную, что свидетельствует о наличии катионов водорода, которые могли «прийти» только от молекул углеводорода (бензин) вследствие реакции замещения. Если бензин содержит воду, то пары соляной кислоты («белое облако») образуются внутри и видны в закрытой колбе.

Этот эксперимент сходен по технике выполнения с опытом по взаимодействию бензола с хлором (на свету) с образованием гекса-

хлорана, когда рассматриваются реакции присоединения бензола, идущие в жёстких условиях. В обоих случаях в колбе образуется густой белый дым. Но в случае с бензолом идёт реакция присоединения с образованием гексахлорциклогексана, а в реакции с углеводородами, содержащимися в бензине, – реакция замещения, где один из продуктов – хлороводород. На уроках по обобщению и систематизации знаний постановка таких опытов параллельно позволяет не только решать образовательные задачи (развиваем понятие «химическая реакция»; доказываем, что свойства веществ есть функция состава и строения), но и совершенствовать умения сравнивать, сопоставлять, наблюдать, делать выводы и т.д.

Насытить бензин хлором можно и не получая отдельно хлор. Для этого в цилиндр наливают подкисленный раствор поваренной соли, сверху слой бензина и в последнюю очередь добавляют белизну. В нижнем водном слое идёт получение хлора, который растворяется в неполярном слое бензина. Насыщенный хлором бензин отделяют делительной воронкой или просто декантируют сливанием.

Изучению **диеновых углеводородов** в средней школе может способствовать простой в исполнении лабораторный опыт получения бутадиена и испытания его свойств. Для проведения лабораторной работы каждому ученику понадобятся: лабораторный штатив с лапкой, пробирка с Г-образной трубкой, спиртовка, растворы перманганата калия и иода. Учащиеся собирают прибор, как показано на рис.6 А.

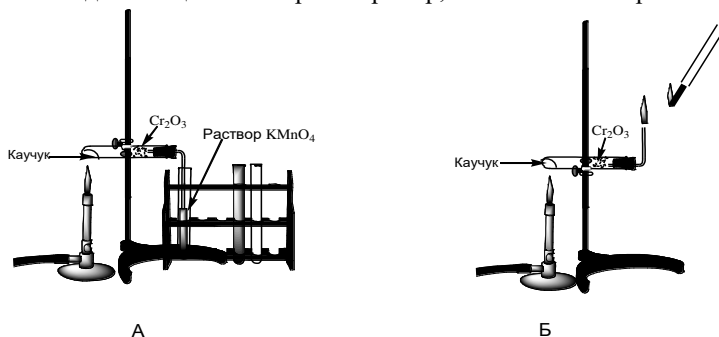


Рис. 6. Прибор для получения диеновых углеводородов

и изучения их свойств

В пробирку, расположенную горизонтально, ближе ко дну помещают каучук, вблизи пробки располагают оксид хрома (III) на носителе из минеральной ваты. Закрывают пробирку пробкой с Г-образной газоотводной трубкой, которую погружают в слабый раствор перманганата калия. При нагревании каучука происходит его деполимеризация. Получающийся диеновый углеводород окисляется перманганатом калия до многоатомного спирта, а перманганат калия восстанавливается до оксида марганца (IV). Наличие многоатомного спирта проверяют реакцией на свежеприготовленный гидроксид меди (II) в избытке щёлочи: раствор окрашивается в синий цвет. Повернув пробирку газоотводной трубкой вверх (рис. 6Б), поджигают выделяющийся газ.

Чтобы доказать неопределённость каучука, можно использовать или приготовленные растворы различных каучуков, или резиновый клей (раствор каучука в бензине). Наличие кратных связей в растворах каучуков легко определяется по обесцвечиванию бромной или иодной воды.

Поделимся также опытом, **как можно приготовить некоторые реактивы из доступных в быту веществ.**

Приготовить гидроксид натрия можно растворением чайной соды в кипящей воде с последующим её упариванием. Щёлочь получается с небольшой примесью карбонатов, не являющихся помехой для любого школьного эксперимента.

Для приготовления ацетата натрия используем 0,5 л уксусной эссенции (70%) и четыре столовых ложки пищевой соды, которую всыпаем в кислоту постепенно, постоянно помешивая во избежание бурного вспенивания; полученный раствор упариваем до появления первых кристаллов, оставляем кристаллизоваться с последующей декантацией. Если нужен безводный ацетат, то упариваем досуха.

Приготовленные щёлочь и ацетат можно использовать для получения метана методом, описанным в школьных учебниках.

Некоторые реактивы при их отсутствии в школьной лаборатории можно заменить, например, на доступные аптечные препараты. Так, раствор формальдегида для реакции серебряного зеркала с успехом заменяется уротропином (продаётся в аптеках). При кипячении раствора получается формальдегид и аммиак, реакция с оксидом серебра идёт всегда удачно, даже при кипячении.

При отсутствии или дефиците реактивов и оборудования в школьной лаборатории описанные нами химические эксперименты должны помочь учителю заменить программные опыты дидактически равноценными. Предлагаемые опыты с использованием доступных веществ, применяемых в повседневной жизни, не требуют сложной техники выполнения и позволяют осуществить связь изучаемого материала с жизнью, что создаёт условия для формирования познавательного интереса школьников.