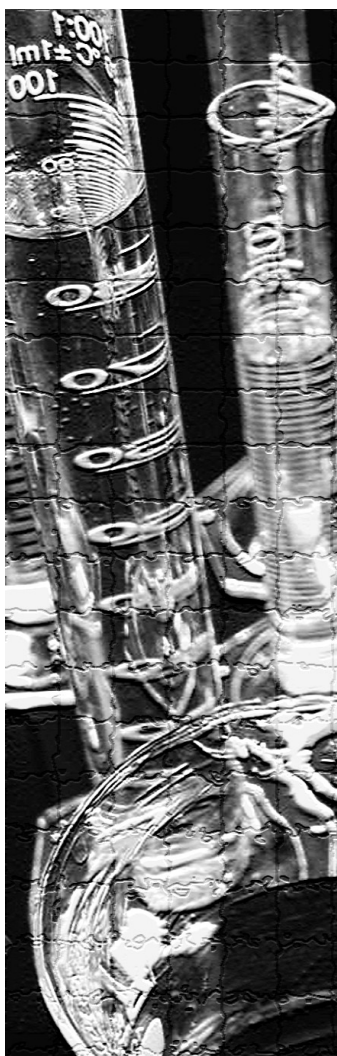


Е. В. Попкова, Ю. В. Сурин, Н. С. Юрова
МГОУ

Экологические аспекты совершенствования ШКОЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

при развивающем обучении



В настоящее время актуальной проблемой в методике обучения химии стала необходимость обновления и модернизации школьного химического эксперимента. Одним из ведущих аспектов её решения можно назвать экологическую направленность при разработке новых опытов. Зачастую в школе используют эксперименты, которые не в полной мере соответствуют современным экологическим требованиям, а порой даже правилам безопасности (например, использование бромной воды при проведении качественных реакций в органической химии, концентрированной серной кислоты при получении хлороводорода и т. д.). В то же время новые правила безопасности, разработанные в 2005 г. для кабинетов (лабораторий) химии общеобразовательных школ, исключают применение учащимися многих опасных веществ [1]. В связи с этим возникает потребность в новом подходе к пониманию принципов отбора химических опытов для средней школы.

Одна из важнейших задач экологического образования — формирование надпредметных знаний и умений, направленных на улучшение состояния окружающей среды и качества жизни. Один из путей решения экологических задач в обучении химии — совершенствование школьного химического эксперимента. В ходе его выполнения у учащихся формируются предметные компетенции: общекультурная, учебно-познавательная, информационная, коммуникативная, экологическая.

Для реализации этих задач возникает необходимость в проведении исследований для обеспечения школы новыми интересными опытами с экологической направленностью. В настоящее время ведутся поиск и разработка таких экспериментов, которые бы в полной мере соответствовали правилам безопасности и способствовали развитию учащихся при их выполнении.

Для решения поставленных задач были разработаны новые лабораторные опыты для учащихся 9-го и 11-го классов. Примеры таких опытов опубликованы в журнале «Химия в школе» [2].

В данной работе предлагаются разработанные нами новые проблемные эксперименты, имеющие экологическую направленность. Выбор реактивов и конкретных опытов, рекомендуемых для школы, соответствует в полной мере действующим стандартам образования. Данные опыты могут быть использованы при проблемном обучении в дополнение к стандартным экспериментам, которые применяются в настоящее время. Их использование рекомендуется в 9-м или 11-м классе по выбору учителя. Описание опытов даётся детально и подробно для успешного их применения учащимися с разным уровнем подготовки по химии.

Исследование отношения оксида меди(II) к растворам солей железа(II) и железа(III)

Данные проблемные опыты рекомендуются выполнять во время изучения темы «Металлы» для углубления знаний учащихся по вопросу о гидролизе солей железа с разной степенью окисления.

Опыт 1. Взаимодействие оксида меди(II) с раствором сульфата железа(III)

Реактивы и оборудование: 10%-ный раствор сульфата железа(III), порошок оксида меди(II); газовая горелка, треножник, фарфоровая чашка, стеклянная палочка, тигельные щипцы.

В небольшую фарфоровую чашку наливают 10 мл раствора сульфата железа(III) и слегка нагревают. Постепенно, небольшими порциями добавляют порошок оксида меди(II). Нагревают 3–5 мин, постоянно перемешивая раствор стеклянной палочкой. После этого раствор охлаждают. Окраска полученного раствора постепенно изменяется сначала на зеленоватую, а затем на голубую.

Обсуждение опыта и вывод

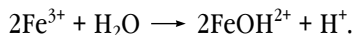
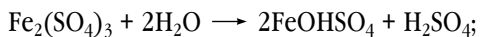
Результаты опыта создают проблемную ситуацию, поскольку учащимся ничего не

известно о возможности взаимодействия оксида меди(II) с растворами солей.

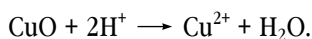
В школьном курсе химии они обычно изучают только растворение оксида меди(II) в растворе серной кислоты. Для решения проблемной ситуации учащиеся могут привлечь свои знания по вопросу о гидролизе солей по катиону.

Сначала они выдвигают гипотезу о том, что раствор, полученный в результате опыта, вероятно, содержит ионы меди Cu^{2+} из-за протекания реакции между оксидом меди(II) и ионами водорода, накапливающимися вследствие гидролиза соли железа(III).

Эта гипотеза должна быть подтверждена составлением уравнений реакций в молекулярном и ионном виде:



Теперь они могут объяснить, что раствор имеет кислую среду вследствие процесса гидролиза соли, идущего по катиону. Поскольку реакция проводилась при нагревании, то на следующем этапе объяснения учащиеся должны составить уравнение реакции растворения оксида меди(II) в растворе соли, имеющем кислую реакцию:



Концентрация ионов водорода, которые образовались при гидролизе соли, вполне достаточна для растворения оксида меди(II).

Данный опыт доказывает, что растворение оксида меди(II) в растворе соли, имеющей кислую реакцию среды, подобен опыту с растворением оксида меди(II) в серной кислоте.

Использование учащимися в данном опыте вместо серной кислоты раствора соли, содержащей ионы водорода, может дополнить демонстрацию учителя по растворению оксида меди(II) в серной кислоте при нагревании. Новый опыт должен проводиться с осторожностью. Данный эксперимент способствует созданию на уроке проблемной ситуации, организации активной мыслительной деятельности учащихся и применению знаний в незнакомой ситуации.

Опыт 2. Изучение отношения оксида меди(II) к раствору сульфата железа(II)

Реактивы и оборудование: 10%-ный раствор сульфата железа(II), порошок оксида меди(II); газовая горелка, треножник, фарфоровая чашка, стеклянная палочка, тигельные щипцы.

В фарфоровую чашку наливают 10 мл раствора сульфата железа(II) и слегка нагревают. Постепенно, небольшими порциями добавляют порошок оксида меди(II). Нагревают 1–2 мин, постоянно перемешивая раствор стеклянной палочкой. Отмечают незначительное изменение цвета раствора.

Обсуждение опыта и вывод

Данный опыт можно поставить как сравнительный, а его проведение создаёт новую проблемную ситуацию, так как результаты резко отличаются от предыдущего опыта. При изучении темы «Гидролиз солей» можно поставить данный опыт как сравнительный опыт действия на оксид меди(II) сульфата железа(II).

Результаты опыта доказывают, что растворения оксида меди(II) практически не происходит. Как же это можно объяснить? Ведь в растворе соли железа(III) это происходило достаточно легко.

Эта новая проблема должна решаться с помощью знаний учащихся о различной силе оснований, образованных катионами Fe^{2+} и Fe^{3+} , и поэтому различной степени гидролиза солей. В качестве предположения учащиеся могут высказать мысль о том, что из-за различных радиусов и зарядов ионов Fe^{2+} и Fe^{3+} их способность подвергаться гидролизу в водных растворах разная. Соль железа(III), образованная катионом слабого основания, подвергается сильному гидролизу, и накапливающиеся в растворе ионы водорода способствуют растворению оксида меди(II). Соли железа(II), образованные более сильным основанием, подвергаются гидролизу в меньшей степени, и концентрация ионов водорода в растворе незначительна, поэтому растворения оксида меди(II) не происходит.

Делается вывод о том, что поскольку гидроксид железа(III) более слабое основание,

чем гидроксид железа(II), то соли железа (III) в водных растворах гидрализуются сильнее, чем соли железа(II).

Таким образом, эти проблемные опыты дают возможность учащимся, используя исследовательскую деятельность, сделать новые выводы и углубить свои знания о различной способности гидролиза солей с различными зарядами и радиусами катионов металлов.

В зависимости от уровня подготовки учащихся рекомендуется использовать данные опыты в 9-м классе как демонстрационные, а в 11-м — как лабораторные.

Применение аммиаков серебра и никеля в качестве катализаторов в реакции разложения пероксида водорода

Традиционно в эксперименте разложения пероксида водорода применяют в качестве катализатора оксид марганца(IV) или иногда аммиакат меди(II). Нами разработаны более эффективные катализаторы этой реакции — аммиакаты серебра и никеля(II). Наряду с аммиакатом меди(II) можно применять два новых аммиаката с более высокой эффективностью действия и более энергичным выделением кислорода при разложении пероксида водорода. Данные опыты целесообразно проводить в 11-м классе при рассмотрении темы «Скорость химических реакций».

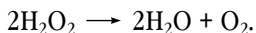
Опыт 1. Взаимодействие раствора аммиаката серебра(I) с пероксидом водорода

Реактивы и оборудование: 10%-ный раствор нитрата серебра(I), 3%-ный раствор аммиака, 3%-ный раствор пероксида водорода; пробирки, лучинка.

В пробирку наливают 2 мл раствора нитрата серебра(I) и добавляют раствор аммиака до растворения первоначально образующегося осадка. Затем несколько капель полученного комплекса добавляют в пробирку с 1 мл пероксида водорода. Наблюдают бурное выделение газа и появление желтоватой окраски раствора. С помощью тлеющей лучинки определяют, что образующийся газ — кислород. Скорость протекания реакции очень высокая.

Обсуждение опыта и вывод

Пероксид водорода высокой чистоты и разбавленные водные растворы его при комнатной температуре вполне устойчивы, но в присутствии ионов переходных металлов разлагаются с выделением кислорода. Неустойчивость молекулы H_2O_2 и лёгкость отщепления кислорода связаны с малой прочностью пероксидной цепочки $-\text{O}-\text{O}-$ [3]:



Использование аммиаката серебра дополняет опыты по разложению пероксида водорода. Применение данного катализатора даёт возможность учащимся актуализировать свои знания в новых условиях, установив влияние переходных металлов на процесс разложения пероксида водорода.

Опыт 2. Взаимодействие раствора аммиаката никеля(II) с пероксидом водорода

Реактивы и оборудование: 10%-ный раствор сульфата никеля(II), 3%-ный раствор аммиака, 3%-ный раствор пероксида водорода; пробирки, лучинка.

В пробирку наливают 2 мл раствора сульфата никеля(II) и добавляют к нему несколько капель раствора аммиака. Наблюдают появление синей окраски вследствие образования аммиаката никеля(II). Затем к раствору пероксида водорода добавляют по каплям полученный раствор катализатора. Происходит бурное образование газа, так как раствор этой соли также обладает каталитическими свойствами. С помощью тлеющей лучинки определяют, что образующийся газ — кислород. Скорость протекания реакции более высокая, чем в предыдущем опыте.

Обсуждение опыта и вывод

Разработанные в проведённой исследовательской работе новые катализаторы — аммиакат серебра(I) и аммиакат никеля(II) более эффективны и экологически безопасны в условиях средней школы. Данные опыты доказывают, что вместо солей меди(II) можно использовать другие безопасные реактивы с более высокой эффективностью действия, что делает школьный эксперимент более разнообразным и увлекательным.

Сравнение возможности взаимодействия раствора хлорида марганца(II) с аммиакатом меди(II) и сульфатом меди(II)

Традиционно в школьном курсе химии восстановление солей меди(II) до более низкой степени окисления Cu^+ проводится только в курсе органической химии при использовании глюкозы. Значит, у учащихся фактически отсутствует необходимая информация о восстановлении ионов Cu^{2+} неорганическими восстановителями. Для углубления и развития знаний учащихся разработан опыт с раствором хлорида марганца(II), который рекомендуется использовать в 11-м классе при обобщении и систематизации знаний о свойствах восстановителей.

Опыт 1. Взаимодействие раствора хлорида марганца(II) с аммиакатом меди(II)

Реактивы и оборудование: 10%-ный раствор сульфата меди(II), 10%-ный раствор хлорида марганца(II), 3%-ный раствор аммиака; пробирки.

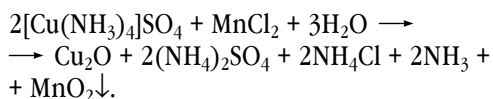
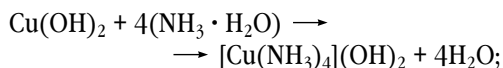
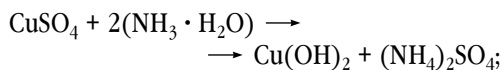
Готовят аммиачный раствор сульфата меди(II), добавляя к раствору последнего по каплям раствор аммиака до растворения первоначально выпавшего осадка. При этом образуется прозрачный раствор насыщенного синего цвета. Далее в пробирку с раствором хлорида марганца(II) добавляют раствор аммиаката меди(II). Наблюдают образование осадка красно-коричневого цвета. Следовательно, между растворами этих веществ протекает окислительно-восстановительная реакция.

Обсуждение опыта и вывод

Такое направление реакции создаёт проблемную ситуацию. Учащимся предлагается составить возможные уравнения химических реакций. После выдвижения гипотез и детального анализа возможных направлений химических реакций они составляют различные варианты таких уравнений, из которых становится очевидно, что протекающий процесс имеет окислительно-восстановительный характер. В роли восстановителя выступает хлорид марганца(II), а применяе-

мый аммиакат меди(II) выполняет функцию окислителя.

Чтобы помочь учащимся составить правильные уравнения химических реакций, учитель приводит дополнительную информацию о составе продуктов окислительно-восстановительной реакции. Он объясняет, что при добавлении к раствору аммиаката меди(II) раствора хлорида марганца(II) розового цвета наблюдается образование красно-коричневого осадка, который свидетельствует о восстановлении ионов Cu^{2+} . Таким образом, ионы Cu^{2+} , входящие в состав комплекса, восстанавливаются до ионов Cu^+ с образованием красного осадка, а хлорид марганца(II) в нейтральной среде переходит в оксид марганца(IV). Все эти процессы можно выразить следующим образом:



Для сравнения можно провести опыт с использованием раствора сульфата меди(II).

Опыт 2. Отношение раствора сульфата меди(II) к раствору хлорида марганца(II)

Данный сравнительный опыт следует проводить при изучении окислительных свойств ионов Cu^{2+} .

Реактивы и оборудование: 10%-ный раствор сульфата меди(II), раствор хлорида марганца(II); пробирки.

В пробирку с раствором сульфата меди(II) прилить раствор хлорида марганца(II). Изменения цвета и выпадения осадка не наблюдается. Следовательно, протекания химической реакции в этом случае не происходит.

Обсуждение опыта и вывод

Сравнение двух проведённых опытов доказывает, что реакция протекает только в первом случае. Хотя ионы Mn^{2+} и сильный вос-

становитель, но восстановление ионов Cu^{2+} до более низкой степени окисления происходит только с аммиакатом меди(II).

Проведение данных опытов подтверждает возможность восстановления ионов Cu^{2+} не только органическими восстановителями, но и неорганическими. Кроме того, можно сделать вывод: окислительные свойства ионов Cu^{2+} при проведении опытов с аммиакатом меди(II) проявляются в большей степени.

Сравнение действия растворов гидрокарбоната натрия и гидрокарбоната калия на раствор сульфата меди(II)

Данный эксперимент позволяет получить основную соль ярко-бирюзового цвета и наблюдать выделение углекислого газа. Обычно опыт по получению основной соли меди(II) проводится при действии на раствор соли меди(II) раствором карбоната натрия. Опыты с растворами кислых солей угольной кислоты не выполняют, поэтому учащиеся не наблюдают таких опытов и не умеют составлять подобные уравнения, связанные с усилением гидролиза солей.

Опыт 1. Взаимодействие раствора сульфата меди(II) с раствором гидрокарбоната натрия

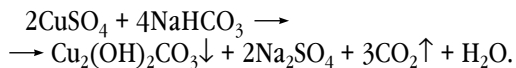
Реактивы и оборудование: 10%-ный раствор сульфата меди(II), раствор гидрокарбоната натрия; пробирки, лучинка, спички.

В пробирку наливают 3 мл сульфата меди(II) и добавляют осторожно, по каплям раствор гидрокарбоната натрия. Наблюдают образование голубовато-зелёного осадка основной соли и выделение газа. С помощью тлеющей лучинки определяют, что образуется углекислый газ. Далее добавляют к полученному осадку некоторый избыток раствора гидрокарбоната натрия и убеждаются, что дальнейшего растворения осадка не происходит.

Обсуждение опыта и вывод

Необычность опыта для учащихся заключается в том, что очень бурно выделяется

углекислый газ и получается соль меди(II) необычного, бирюзового цвета. Результаты этого опыта можно объяснить образованием данного вещества [4]:



При обсуждении результатов опыта у учащихся может возникнуть вопрос: в чём особенность взаимодействия растворов солей, образованных слабым основанием и слабой кислотой? Опираясь на полученные знания учащихся, учитель подводит их к выводу об усилении гидролиза по аниону.

Опыт 2. Взаимодействие раствора сульфата меди(II) с раствором гидрокарбоната калия

Реактивы и оборудование: 10%-ный раствор сульфата меди(II), раствор гидрокарбоната натрия; пробирки, лучинка, спички.

В пробирку наливают 3 мл сульфата меди(II) и осторожно добавляют раствор гидрокарбоната калия. Наблюдают образование ярко-бирюзового осадка и бурное выделение газа. С помощью тлеющей лучинки определяют, что образуется углекислый газ. Далее к полученному осадку добавляют некоторый избыток раствора гидрокарбоната калия и наблюдают постепенное растворение первоначально образовавшегося осадка.

Обсуждение опыта и вывод

Результат опыта может вызвать у учащихся затруднение при его объяснении, поскольку реактив, который использовали для получения осадка, при дальнейшем его приливании

вызывает растворение. Создаётся проблемная ситуация. Для её решения необходимо обоснование каждого этапа данного опыта. Образование осадка учащиеся могут объяснить получением малорастворимой основной соли. Растворение этого осадка, очевидно, происходит вследствие бурного выделения углекислого газа.

Таким образом, при проведении этих двух опытов можно убедиться в том, что взаимодействие солей слабых оснований и кислот солей слабых кислот друг с другом может способствовать усилению гидролиза.

Применение представленных проблемных опытов активизирует мыслительную деятельность учащихся, способствует развитию их творческих способностей и повышает интерес к изучаемой науке. Экологические аспекты данной работы также способствуют решению таких задач путём внедрения более безопасных химических опытов, сохранения здоровья учащихся, формирования у них бережного отношения к окружающей среде. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила безопасности для кабинетов (лабораторий) химии общеобразовательных школ // Химия в школе. — 2005. — № 1. — С. 50–58; 2005. — № 2. — С. 57.
2. **Сурин Ю. В., Юрова Н. С., Попкова Е. В.** Проблемно-развивающие опыты с бесцветными растворами солей железа(III). — 2009. — № 1. — С. 50–55.
3. **Угай Я. И.** Общая и неорганическая химия: Учебник для вузов. — 2-е изд., испр. — М.: Высшая школа, 2000. — С. 302.
4. **Лидин Р. А., Молочко В. А., Андреева Л. А.** Реакции неорганических веществ: Справочник. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Дрофа, 2007. — С. 152.

Ключевые слова: экологические аспекты при проведении опытов, совершенствование школьного химического эксперимента, проблемные опыты, активизация мыслительной деятельности учащихся.

Key words: ecological aspects while conducting experiments, improving school chemical experiment, problem tests, activating students' thinking activity.