

А. А. Белохвостов, профессор Е. Я. Аршанский
Витебский государственный университет имени П.М. Машерова

НЕКАПРИЗНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ, или Опыты, которые всегда получаются



Химия — наука экспериментально-теоретическая. Экспериментальный характер химии проявляется прежде всего в том, что каждое научное понятие должно быть не только теоретически обосновано, но практически доказано. В своё время ещё М. В. Ломоносов писал: «Химии никоим образом научиться невозможно, не видав самой практики и не принимаясь за химические операции». Таким образом, эксперимент является методом исследования и средством научного познания в химической науке.

Аналогичную роль призван выполнить и учебный химический эксперимент. Однако учебный эксперимент отличается от научного тем, что его результаты заранее predetermined. Учащиеся «открывают» уже давно известные в химической науке факты, хотя для них полученные опытным путём результаты и сделанные выводы являются принципиально новыми. Другие отличия учебного химического эксперимента от научного — его простота и кратковременность.

Можно выделить познавательную, воспитательную и развивающую функции использования химического эксперимента в обучении [1–3].

Познавательная функция состоит в том, что учебный химический эксперимент является источником знаний; знакомит с методами исследований, применяемыми в химической науке; служит основой для проверки гипотез, построенных на основе теории; обеспечивает наглядность в изучении веществ и химических процессов; иллюстрирует области применения химических реакций в быту и на производстве.

Воспитательная функция учебного химического эксперимента заключается в том, что он является средством

формирования научного мировоззрения, поскольку убеждает в истинности химических законов и теорий; осуществляет трудовое, нравственное, эстетическое и экологическое воспитание; способствует развитию бережного отношения к материальным ценностям; оказывает сильное эмоциональное воздействие, прививая интерес к изучению химии.

Развивающая функция связана с тем, что учебный химический эксперимент развивает наблюдательность, умение анализировать наблюдаемые явления, делать выводы, обобщать; формирует практические экспериментальные умения; развивает творческие способности обучающихся.

Таким образом, эксперимент всегда был обязательной и неотъемлемой частью обучения химии. Именно поэтому он является самой исследованной областью в методике обучения химии. В методической литературе описаны различные техники выполнения и методики использования химического эксперимента в образовательном процессе. В Интернете идёт популяризация разнообразных видеороликов, в которых демонстрируются химические опыты. В условиях информатизации образования появился новый вид учебного химического эксперимента — виртуальный эксперимент, в котором средством демонстрации или моделирования химических процессов и явлений является компьютерная техника [4].

Виртуальный эксперимент представлен виртуальными демонстрациями и виртуальными лабораториями. *Виртуальная демонстрация* — компьютерная программа, воспроизводящая на компьютере динамические изображения, создающие визуальные эффекты, имитирующие признаки и условия протекания химических процессов. Такая программа не допускает вмешательства пользователя в алгоритм, реализующий её работу. *Виртуальная лаборатория* позволяет моделировать на компьютере химический

процесс, изменять условия и параметры его проведения.

В настоящее время виртуальные химические лаборатории имеют огромные дидактические возможности:

а) воспроизводят тонкие детали опытов, ускользающие при проведении реального эксперимента;

б) обеспечивают получение наглядных, динамичных и запоминающихся иллюстраций сложных или опасных химических опытов;

в) позволяют моделировать опыты, требующие дорогостоящих реактивов, опасные и длительные;

г) допускают моделирование ситуаций, недоступных в реальном химическом эксперименте.

Грандиозные перспективы при обучении химии открывает использование *технологии дополненной реальности* (Augmented Reality или AR), которая прокладывает своеобразный мост между реальным и виртуальным пространством. Дополненная реальность — технология, позволяющая совмещать реальные и виртуальные объекты в реальном времени и обеспечивающая дополнительной информацией. Сегодня на её основе создаются даже мобильные приложения, которые позволяют проводить виртуальные химические опыты без специального оборудования и реактивов [5].

Казалось бы, следует радоваться появлению новых возможностей использования учебного химического эксперимента и развитию методики обучения химии в этом направлении. Однако приходится констатировать факт, что из образовательной практики буквально исчезает реальный химический эксперимент, который нельзя ничем заменить. Невозможно сформировать у учащихся осознанные представления о химических процессах, закономерностях их возникновения и протекания, не демонстрируя реальных веществ и химических реакций,

исключив из учебного процесса ученический химический эксперимент. В этом случае знания учащихся не будут подкреплены практикой, а значит, неизбежно станут формальными. Никакой виртуальный химический эксперимент не способен оказать на обучающихся эмоциональное воздействие, равное по силе успешно проведённому реальному опыту. Именно реальный химический эксперимент всегда надолго запоминается учащимися, именно его они всегда с нетерпением ждут.

Исчезновению реального химического эксперимента из образовательной практики способствует целый ряд причин. Среди них не только возможность лёгкой замены реального эксперимента виртуальным, но и недостаток реактивов. Нередко страдает и методическая подготовка учителей в области химического эксперимента, что приводит к возникновению боязни проводить опыты. Однажды неудавшийся или просто «капризный» химический опыт навсегда лишает учителя желания его проводить. Ещё одна веская причина — отсутствие старой литературы по химическому эксперименту. На смену книгам, изданным 25–30 и более лет тому назад, содержащим подробное описание техники проведения химических опытов, изложенное простым и ясным языком [6–9], пришли очень немногочисленные современные издания, которые не всегда отличаются доступностью и последовательностью текста. В результате даже занимательные опыты, которые ещё вчера ученики ждали с огромным нетерпением, исчезают из химических вечеров и праздников. Это недопустимо!

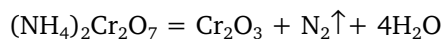
Описанное положение дел побудило нас предложить учителю небольшую подборку красивых занимательных опытов, которые всегда получаются и не требуют недоступных реактивов. Их можно использовать как на уроке, так и во внеурочной деятельности [10]. Многие из этих опытов

вовсе не новы и известны. Наша цель состояла в том, чтобы собрать такие опыты и пополнить ими методическую копилку учителя-практика, особенно начинающего свой путь в нашей непростой, но очень благородной и всегда востребованной профессии. Представленные опыты мы условно разделили на две группы: волшебные огни и цветные превращения.

ВОЛШЕБНЫЕ ОГНИ

Вулкан

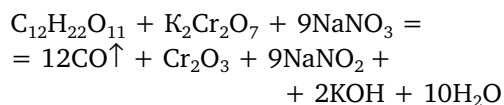
На демонстрационном столике расстилают большой лист бумаги, на него кладут асбестированную сетку с тонко измельчённым в ступке дихроматом аммония, насыщенным в виде горки. До поверхности соли дотрагиваются раскалённой стеклянной палочкой (зажжённой лучинкой). При этом начинается энергичное разложение соли, похожее на «извержение» маленького вулкана. В результате проведения опыта образуется достаточно много рыхлого тёмно-зелёного вещества — оксида хрома(III).



Фараоновы змеи

Для проведения эксперимента потребуются дихромат калия, нитрат натрия и сахар. Необходимо взять эти вещества примерно в равных объёмах и смешать, растирая в ступке. Затем слегка увлажнить и смешать содержимое ступки с небольшим количеством клея (в коллоидном состоянии). Для этого может подойти предварительно сваренный крахмальный клейстер или канцелярский клей (только не ПВА). Смесь следует скатать в колбаску, а затем разложить на металлической или асбестовой пластинке. Если поджечь смесь с одной стороны, то вспыхнет едва заметный огонёк и начнёт выползать сначала чёрная, а после остывания — зелёная змея. При

увеличении доли нитрата аммония змея растёт медленнее.



Если поджечь влажную смесь дихромата аммония и нитрата аммония, то из неё начнёт выползать змея зелёного цвета.

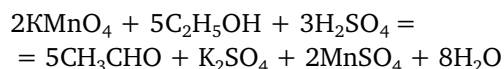
Опыты проводить в хорошо проветриваемом помещении.

Сахарная змея

Промытый и прокалённый (мелкий) речной песок следует смешать с небольшим количеством этилового спирта, чтобы песок стал мокрым. Из мокрого песка делают куличик с углублением в середине. В это углубление помещают смесь из 10 г гидрокарбоната натрия и 65 г сахарной пыли. Подожигают куличик. Сахарная смесь сначала карамелизируется, а потом из неё выползает чёрная извивающаяся змея.

Волшебная палочка

В фарфоровую чашку помещают немного (1,5–2 г) порошка перманганата калия. При помощи пипетки добавляют 2–3 капли концентрированной серной кислоты и перемешивают стеклянной палочкой. Должна получиться кашицеобразная смесь. Если концом стеклянной палочки, на которой есть немного смеси, прикоснуться к хорошо смоченному спиртом фитилю спиртовки, то она загорается. Опыт можно повторить несколько раз, но при этом каждый раз необходимо использовать новые стеклянные палочки, не допуская попадания спирта в фарфоровую чашку со смесью.



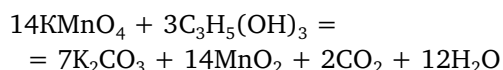
Воспламенение костра

Готовят кашицеобразную смесь порошка перманганата калия и концентрированной

серной кислоты (аналогично предыдущему опыту). Переносят смесь на железную подставку, формируют небольшую горочку и маскируют её сухими деревянными стружками, создавая подобие будущего костра. Центральную часть костра оставляют непокрытой стружками. Небольшой комочек ваты смачивают в этиловом спирте и незаметно бросают в центр костра, который сразу же воспламенится.

Самовозгорание

В фарфоровую чашку или на керамическую плитку насыпают в виде горки тщательно растёртый перманганат калия. В вершине горки делают небольшое углубление и вносят туда несколько капель безводного глицерина. Примерно через минуту смесь воспламенится. При этом происходит вспышка фиолетового цвета. Горение сопровождается разбросом раскалённых частиц продуктов реакции.



Несгораемый платок

Носовой платок смачивают водой и отжимают, затем смачивают ацетоном. Взяв платок щипцами за угол, поджигают его и вращают по кругу до тех пор, пока горение не прекратится. Сам платок остаётся целым, так как сгорает ацетон, а ткань не успевает загореться. Ацетон может быть заменён этиловым спиртом, но в этом случае опыт получается менее эффективным.

Цветные огни

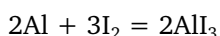
В фарфоровые чашки помещают порошки карбонатов натрия, калия, кальция, бария, а также малахит (основной карбонат меди(II)). Готовят склянку с разбавленной соляной или серной кислотой. Щипцы необходимо хорошо обмотать ватой, обмокнуть в этиловый спирт, отжать излишки спир-

та и поджечь вату с помощью спиртовки. По очереди быстро приливают к каждой соли кислоту и подносят горящее пламя, которое каждый раз окрашивается в разный цвет в зависимости от металла, входящего в состав соли. Необходимо иметь кристаллизатор с водой для тушения огня. Наиболее эффектно выглядит зелёное пламя в опыте с малахитом.

Зажигающая вода

На жестяной или стеклянной пластинке смешивают равные объёмы истёртого в порошок иода и порошка алюминия. Смесь (3–5 г) собирают шпателем в небольшую кучку, в углубление которой капают из пипетки воду, выполняющую роль катализатора. Между иодом и алюминием немедленно начинается реакция с образованием иодида алюминия.

Выделяется большое количество фиолетовых паров иода, иногда появляются отдельные вспышки. Реакцию нужно проводить под стеклянным колпаком. При отсутствии его следует брать небольшие порции веществ. Аналогичный опыт можно проделать с цинковой пылью.



Дым без огня

Используют два больших стеклянных стакана или цилиндра. Первый стакан смачивают крепким (25%-ным) раствором аммиака и быстро закрывают стеклом. Аналогично второй стакан смачивают концентрированной соляной кислотой и также закрывают стеклом. Внешне оба стакана кажутся пустыми. При совмещении отверстий обоих стаканов образуется большое количество белого дыма.



Опыт можно проводить, совмещая концы двух стеклянных палочек, предварительно

смочив одну в крепком растворе аммиака, а другую в концентрированной соляной кислоте.

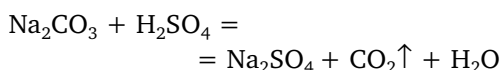
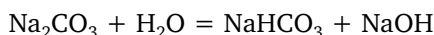
ЦВЕТНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ

Изменение цвета розы

Изготавливают розы из белой фильтровальной бумаги, смачивают их раствором фенолфталеина и высушивают. Опрыскивают розу из пульверизатора слабым раствором щёлочи. Роза приобретает малиновый цвет. Для возвращения прежней окраски розу следует опрыскать слабым раствором кислоты.

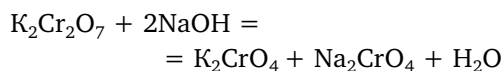
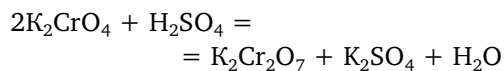
Вино из воды

Два стакана на 1/4 часть объёма заполняют водой. В первый стакан добавляют фенолфталеин, а во второй — чайную ложку карбоната натрия. Содержимое первого стакана переливают во второй. Получившийся раствор окрашивается в красно-малиновый цвет, напоминая вино. Для превращения «вина» в «воду» необходимо добавить разбавленную серную кислоту.



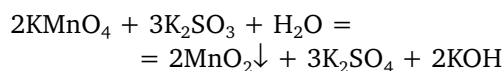
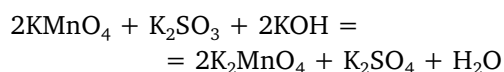
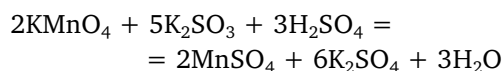
Разноцветные соки

В большую колбу наливают раствор хромата калия и демонстрируют «лимонный сок». Добавляют немного разбавленной серной кислоты до появления оранжевой окраски раствора — «апельсинового сока». Приливают избыток раствора гидроксида натрия до появления «лимонного сока», к которому добавляют немного фенолфталеина. В присутствии избытка щёлочи фенолфталеин изменяет свою окраску, создавая подобие появления «малинового сока». Каждый раз колбу с растворами необходимо встряхивать.



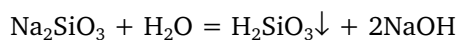
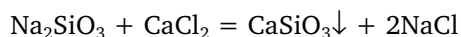
Раствор-хамелеон

В три конические колбы наливают фиолетовый раствор перманганата калия, заполнив каждую колбу на $\frac{1}{4}$ часть её объёма. Далее содержимое первой колбы подкисляют разбавленной серной кислотой, а во вторую колбу добавляют раствор гидроксида калия. Затем во все колбы добавляют концентрированный раствор сульфата калия. Содержимое всех трёх колб перемешивают встряхиванием. В первой колбе раствор обесцвечивается, во второй становится зелёным, а в третьей появляется практически коричневый осадок.



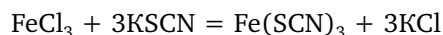
Химический мармелад

В один стакан на $\frac{1}{5}$ часть его объёма наливают раствор хлорида кальция и добавляют фенолфталеин. Другой стакан на половину его объёма заполняют раствором силиката натрия (можно использовать разбавленный водой силикатный клей). Раствор из первого стакана переливают во второй стакан и быстро перемешивают стеклянной палочкой. Получается «химический мармелад» малинового цвета. Стеклянная палочка может в нём стоять вертикально.

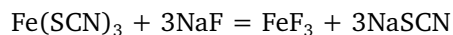


Кровавая рана

Смачивают нож раствором роданида калия. Перед проведением опыта смачивают ладонь «дезинфицирующим» средством. В его роли выступает раствор хлорида железа(III). Проводят тупой стороной ножа по ладони. В месте соприкосновения ножа и руки образуется «крово-красная рана», от которой во все стороны растекается «кровь».

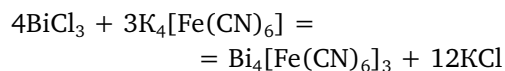
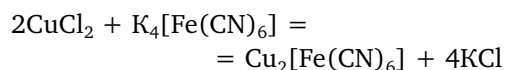
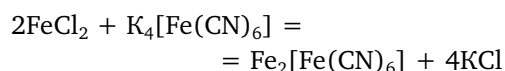
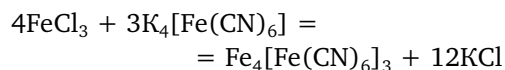


Для удаления «крови» необходимо протереть «рану» ваткой, смоченной в растворе фторида натрия.



Моментальная цветная фотография

На белой бумаге выполняют рисунок с помощью стеклянной палочки, используя растворы солей железа(II), железа(III), меди(II) и висмута(III). Поскольку слабые растворы этих солей почти бесцветны, то бумага остаётся неокрашенной. Рисунок высушивают. Для «проявления» рисунка по бумаге проводят влажным тампоном, смоченным раствором гексацианоферрата(II) калия (жёлтой кровяной соли). При химической реакции жёлтой кровяной соли с солями железа(II) появляется зелёное окрашивание, с солями железа(III) — синее, с солями меди(II) — тёмно-коричневое, а с солями висмута(III) — жёлтое.



Опыт можно проводить, применяя контурную карту местности. При этом моря и реки покрывают слабым раствором соли железа(III), леса — раствором соли железа(II), горы — раствором соли меди(II), а пески — раствором соли висмута(III). После обработки жёлтой кровяной солью моря и реки становятся синими, горы — коричневыми, пески — жёлтыми, а леса — зелёными. В таком варианте опыт называется «Волшебная географическая карта».

Тайная надпись

На фильтровальную бумагу наносят надпись или любой рисунок с помощью стеклянной палочки, смоченной в разбавленной серной кислоте. Дают фильтровальную бумагу высохнуть, при этом надпись становится невидимой. Для проявления надписи необходимо аккуратно прогреть фильтровальную бумагу вблизи пламени спиртовки, следя, чтобы бумага не загорелась. В результате появляется надпись чёрного цвета.

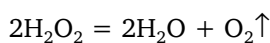
Волшебный утюг

На лист бумаги (лучше розового цвета) с помощью стеклянной палочки наносят рисунок розовым раствором хлорида кобальта(II). Дают бумаге немного просохнуть. При демонстрации опыта необходимо прогладить бумагу горячим утюгом. В процессе термической обработки соль кобальта обезвоживается и проступает рисунок голубого цвета.

Цветная пена, или зубная паста для слона

На большой поднос ставят мерный цилиндр и наливают в него немного жидкого моющего средства типа Fairy, которое можно

подкрасить, используя пищевые красители. Следует заранее подготовить стаканчик с 25–30%-ным раствором пероксида водорода и стаканчик с раствором иодида калия. Содержимое обоих стаканчиков одновременно вливают в мерный цилиндр. Сразу же появляется огромный поток пены, который «вырывается» из отверстия мерного цилиндра, заполняя всю площадь подноса. Иодид калия выполняет роль катализатора при разложении пероксида водорода.



ЛИТЕРАТУРА

1. Аршанский Е. Я., Романовец Г. С., Мякинник Т. Н. Настольная книга учителя химии: учеб. -метод. пособие для учителей общеобразоват. учреждений с белорус. и рус. яз. обучения / Под ред. Е. Я Аршанского. — Минск: Сэр-Вит, 2010.
2. Ермакова Ю. А., Ахметов М. А. Химический эксперимент при изучении нового материала // Химия в школе. — № 5. — С. 45–48.
3. Сурич Ю. В. Проблемный эксперимент в совершенствовании теоретических знаний учащихся // Химия в школе. — 2017. — № 2. — С. 48–51.
4. Белохвостов А. А., Аршанский Е. Я. Виртуальный эксперимент на уроках химии // Химия в школе. — 2012. — № 4. — С. 49–55.
5. Белохвостов А. А., Аршанский Е. Я. Дополненная реальность в преподавании химии: возможности и перспективы использования // Свиридовские чтения. — Вып. 14. — Минск: БГУ, 2018, — С. 131–140.
6. Куликова Е. Л. Вечера занимательной химии. — Минск: Народная асвета, 1966.
7. Малышкина В. Занимательная химия. Нескучный учебник. — СПб.: Тригон, 1998.
8. Полосин В. С. Школьный эксперимент по неорганической химии. — М.: Просвещение, 1970.
9. Сомин Л. Е. Увлекательная химия: пособие для учителей. Из опыта работы. — М.: Просвещение, 1978.
10. Кортунов Г. М., Борунова Е. Б. Конференция «Химия в кино»: от содержания к формированию регулятивных УУД // Химия в школе. — 2017. — № 8. — С. 37–44.

Ключевые слова: учебный химический эксперимент, реальный и виртуальный химический эксперимент, занимательные химические опыты, техника выполнения химических опытов.

Key words: educational chemical experiment, real and virtual chemical experiments, entertaining chemical experiments, technique of performing chemical experiments.