

УДК 54(07) + 372.854

С.И. Кулиев, Н.А. Степанова

Эксперимент на уроках химии через призму республиканской олимпиады

Процесс реформирования химического образования в республике явно обозначил базовый уровень, ориентированный на изучение химии как компонента культуры, и профильный – с углубленным изучением химии, связанный с будущей профессиональной деятельностью. Существует корреляция между образовательным уровнем взрослого населения и техническим уровнем развития страны. Задача всех образовательных учреждений – готовить творче-

ски мыслящих личностей, способных действовать в нестандартных, «нестандартных» ситуациях, умеющих выявить проблему, оценить и просчитать множественные пути ее решения, гармонично использующих для поиска истины разум (рациональное), опыт (чувственное) и интуицию [1]. Олимпиада – это созданная в образовательном пространстве ситуация, где одаренные учащиеся получают опыт подобной деятельности. Для них развитое олимпиадное движение как одно из направлений государственной политики, нацеленное на выявление «золотого потенциала» национальной науки, это жизненный шанс, возможность проявить себя, проверить свои знания и способности, волю к победе. Кроме того, олимпиада позволяет скорректировать процесс обучения в школе с современными требованиями к уровню подготовки выпускников – будущих студентов вузов, в частности, в области химического эксперимента.

В последнее время появились публикации, в которых ученые проявляют обеспокоенность в связи с тенденцией к сокращению по разным причинам химического эксперимента в школе [2–4]. Наши исследования, проведенные по итогам республиканской олимпиады, показывают низкий уровень знаний и умений в области химического эксперимента у школьников Витебской области, поступающих в университет [5]. Однако интерполировать результаты исследования на состояние химического эксперимента в школах республики мы не могли, так как исследование проводилось только методом тестирования, а средний бал поступающих был достаточно низким [3, 5]. Экспериментальный тур олимпиады предоставил возможность провести исследования шире.

Изучение состояния химического эксперимента в школе на основе тестирования поступивших в университет студентов, а также школьников студентами на педагогической практике, анкетирования учителей, а также изучения литературы позволило сформулировать ряд противоречий, существующих в настоящее время:

- между объективным усилением роли химического эксперимента в связи с прикладной, практической и экологической направленностью изучения химии и тенденцией к сокращению объема эксперимента в программе базовой школы [6];

- между необходимостью изучения объекта химии – веществ и их превращений – при непосредственном контакте с ними и недостаточном материальном обеспечении, а также непрофессионализмом некоторых учителей, игнорирующих химический эксперимент, что приводит к «меловому» методу обучения, превращению химии в науку о формулах и уравнениях;

- между требованиями программы – формированию системы химических знаний и умений – и отсутствием требований к уровню развития учащихся, их интеллектуальной, эмоционально-чувственной сферы, что невозможно без химического эксперимента;

- между необходимостью строгого выполнения правил техники безопасности и большой наполняемостью классов, что сдерживает учителей в выборе эксперимента, ограничивает организацию самостоятельной работы учащихся с учетом разноуровневого подхода, дифференциации и индивидуализации.

Разрешение этих противоречий потребует усилий со стороны ученых-методистов, учителей, ведущих подготовку старшеклассников, преподавателей вузов, органов народного образования. Недопустима недооценка химического эксперимента как метода обучения. Современная цивилизация немислима без химической науки. Человек живет в мире природных веществ и созданных им материалов. Учащиеся должны осознать необходимость согласования искусственно созданного человеком кругооборота веществ с воз-

возможностями природы [7, 8]. Это невозможно без знания веществ и закономерностей, лежащих в основе их превращений. Яркие информативные опыты производят глубокое впечатление на школьников, являясь могучим средством развития их интеллектуальной, эмоционально-чувственной, потребностно-мотивационной и волевой сфер. Они могут демонстрировать необходимость знаний по химии в быту, для поддержания здорового образа жизни – это проблемы питания, спорта, медицины, гигиены, косметики, моды, борьбы с алкоголизмом и наркоманией. Разработка экономических аспектов химического эксперимента может формировать деловые качества школьников. Химический эксперимент помогает выработать экологического оптимизма. Развивающие аспекты химического эксперимента решаются специально организованными методическими приемами, которые помогают гармонизировать левополушарное (логическое) и правополушарное (образное) мышление, ведь только такое целостное постижение мира лежит в основе любого творчества.

Экспериментальный тур Республиканской олимпиады по химии – это та площадка, которая позволяет выявить уровень экспериментальных знаний и умений участников олимпиады, сформировать у них химические способности, умение решать творческие задачи. Здесь находят отражение проблемы, связанные с состоянием химического эксперимента в школе.

В ходе исследования были поставлены следующие задачи:

- выявить требования к экспериментальному заданию;
- осуществить интегрированный подход, в котором будет реализован познавательный, развивающий и творческий потенциал;
- сконструировать технологичный «измеритель», позволяющий осуществить сравнимость результатов, быстроту и четкость оформления и проверки решения задачи;
- выявить степень привлекательности задания для участников олимпиады;
- провести анализ результатов, установить зависимость между успешностью выполнения отдельных этапов задания и сформированностью химических способностей.

Экспериментальные задания на областных и республиканских олимпиадах обеспечивали как правило диагностику конкретных знаний и умений и не определяли потенциальных возможностей участников. Так, на последней международной олимпиаде 1998 года, на практическом туре были предложены два задания, связанные с окислительно-восстановительным и кислотно-основным титрованием с целью установления состава предложенных смесей и веществ [9]. Формулируя гипотезу, мы предположили, что сконструированная экспериментальная задача выступит в качестве измерителя более широкого диапазона сформированных экспериментальных знаний и умений, позволит определить состояние преподавания химии в школе с применением химического эксперимента.

Отметим, что ведущие ученые-методисты уделяют большое внимание состоянию и развитию химического эксперимента в школе. В работах Г.М. Чернобельской, П.А. Оржековского, Ю.В. Сурина [10-13] намечены перспективы развивающего и творческого эксперимента. Однако олимпиадные экспериментальные задания имеют свои особенности, в соответствии с которыми мы сформулировали следующие требования.

Задача не может быть полностью творческой, ибо невозможно предугадать наличие опыта творческой деятельности участников олимпиады, однако элементы творчества должны присутствовать. Для этого необходимо найти проблему, субъективно новую для всех. Она не может быть и полностью от-

крытой, т.е. иметь множество решений, так как невозможно будет сравнить результаты решения. Содержание задачи не должно выходить далеко за пределы школьной программы, наоборот, желательно найти проблемы в известном учебном материале. Важное требование – обладание широким диагностирующим спектром химических знаний, умений и способностей. Для обеспечения обучающе-диагностирующей функции в условии необходимо заложить познавательную химическую и культурологическую информацию, кроме того, немаловажное значение имеет такое свойство как привлекательность для участников; этого можно достичь красивыми опытами, оригинально предъявленным условием, наличием неожиданного противоречия, выходом на практическое использование знаний. Важно, чтобы задание было безопасным в проведении эксперимента, простым в аппаратном оформлении, сопоставимым с техническим оборудованием школьных химических лабораторий.

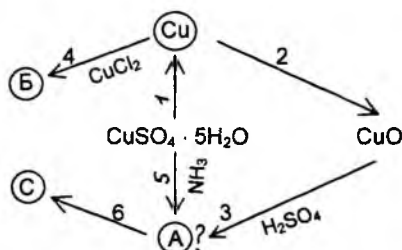
По нашему мнению, среди множества экспериментальных задач по всем вышеперечисленным требованиям могла бы отвечать модель «цепочек превращений», популярной в качестве контроля теоретических знаний учащихся, она была предложена нами на республиканской олимпиаде в 1999 г. для учащихся 11-х классов.

«Удивительные тайны медной горы»

«...Мне кажется пусты и полны заблуждений те науки, которые не порождены опытом, отцом всякой достоверности, и не завершаются в наглядном опыте, т.е. те науки, начало, середина или конец которых не проходят через одно из пяти чувств...»

Леонардо да Винчи

Предлагаем Вам совершить путешествие в мир меди, используя вот такой «путеводитель»:



1. Первое направление «Red-Ox»

2,0 балла

1. Получите медь, используя следующие реактивы и оборудование: пентагидрат сульфата меди (II) кристаллический, цинк в гранулах, химический стакан или колба.

2. Рассчитайте массовую долю выхода меди, массу использованного купороса (медный купорос не взвешивать).

Рекомендации:

– для получения достаточного количества меди Вам необходимо использовать примерно половину выданного Вам кристаллического пентагидрата сульфата меди (II) и 8-9 гранул цинка.

– полученную медь рекомендуется в конце промыть 1-2 мл спирта на фильтре.

II. Второе направление «Элементарно, Ватсон!» 1,5 балла

Часть полученной Вами меди превратите в оксид меди (II), используя оборудование на рабочих местах.

Рекомендации:

– добейтесь полного превращения.

III. Третье направление «Загадка простой реакции» 7.0 баллов

1. Полученный оксид меди (II) перенесите в пробирку и залейте 3-5 мл разбавленной серной кислотой. Что наблюдаете?

2. В другую пробирку опустите одну гранулу выданного Вам оксида меди (II), находящуюся на рабочем месте.

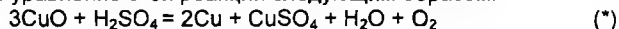
Рекомендации:

– не встряхивайте, внимательно наблюдайте;

– при четком выполнении эксперимента будут видны пузырьки выделяющегося газа.

Обнаруженные Вами интересные факты, показывают протекание реакции совершенно по другому механизму, чем Вы знаете. Различными физико-химическими методами установлено, что при взаимодействии CuO с разбавленной серной кислотой возможно образование следующих продуктов:

Cu (наверняка Вы убедились), Cu_2O , $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, а также довольно сложных комплексов, например $\text{Cu}_4(\text{OH})_6\text{SO}_4$, $\text{Cu}_3(\text{OH})_4\text{SO}_4$ и др. На основании анализа экспериментальных данных исследователи предлагают упрощенное суммарное уравнение этой реакции следующим образом:



3. Предложите возможный механизм данного процесса.

Информация к размышлению:

– из свойств оксидов переходных металлов известно, что их состав отклоняется от стехиометрии, в частности, для меди возможно образование оксида состава CuO_{1+x} , где $(x = 0 - 0,2)$;

– при объяснении учтите, что данная реакция гетерогенная.

IV. Четвертое направление «Ах, этот нантоцит» 6,0 баллов

Исследуйте взаимодействие меди, полученной Вами, с раствором хлорида меди (II).

Рекомендации:

1. В химическом стакане приготовьте раствор насыщенного голубого цвета хлорида меди (II), подкислите его концентрированной соляной кислотой до насыщенно зеленого цвета.

2. Часть полученного раствора перелейте в пробирку с медью и прокипятите 1-2 мин. (*Внимание:* работать под тягой!)

Содержимое пробирки слейте с непрореагировавшей меди в стакан с предварительно охлажденной холодной водой. Что наблюдаете?

Дайте отстояться содержимому стакана 2-3 мин., отфильтруйте и промойте осадок 1-2 мл спирта, высушите его между листками фильтровальной бумаги.

3. Исследуйте полученное вещество на взаимодействие: а) с концентрированной HCl , б) с раствором аммиака, в) на отношение к воздуху.

Дополнительно известно, что вещество Б, белого цвета имеет тривиальное название «нантокит», при переходе в газовую фазу образует циклический тример, напоминающий по структуре бензол.

V. Пятое направление «Веществу уже 500 лет» 1,5 балла

1. В пробирку, заполненную на 2/3 объема раствором аммиака, добавьте 2-3 лопаточки растертого в порошок пентагидрата сульфата меди (II). Разлейте раствор в две пробирки.

2. В одну из них добавьте спирт объемом 3-5 мл. Дайте отстояться осадку. Предъявите жури.

VI. Шестое направление «Имитатор» 2,0 балла

1. Продукт щелочного раствора второй пробирки используйте для обнаружения инвертного сахара в двух выданных Вам пробирках.

2. В какой пробирке его обнаружили?

Анализ работ лучших учеников школ республики показал низкий уровень экспериментальных знаний и умений. Так, не все предварительно обдумывали план работ: не взвесив цинк, приступали к синтезу, что повлияло на расчет массовой доли выхода меди. Из-за того, что невнимательно прочли условие и форму отчета, участники не заметили «ловушки» с добавлением соляной кислоты в качестве «ускорителя» реакции. Все это говорит о несформированных организационных умениях. Неожиданно возникли серьезные проблемы с восприятием цветовых ощущений; вызывали затруднения такие понятия как «насыщенно голубой или зеленый» цвет, не замечались границы цветовых переходов, например, переход бурой окраски меди в черный цвет оксида меди (II), изменения голубого цвета раствора на синий и зеленый. То же можно сказать и о теоретическом объяснении изменения цвета, связанного с различным строением комплексов. Некоторые испытывали трудности в составлении формул и названий комплексных соединений.

Участники олимпиады оказались не знакомы с методами выделения веществ из растворов; так, на роль спирта как высаливателя не указал никто из участников, то, что понятие «растворимость» не актуализировано, показал также тот факт, что не объяснялось применение холодной бани в эксперименте с получением хлорида меди (I). Не все смогли осуществить «перенос знаний»; так, в пункте IV.1 указывается на зеленый цвет вещества в присутствии соляной кислоты, но пункт IV.3.а) вызвал затруднение. Анализируя характерологические черты личности как компонента химических способностей 13, можно отметить наличие трудолюбия, аккуратности, уважения к соперникам, в большей степени решительности, чем систематичности, осторожности и осмотрительности; так, работая под тягой, некоторые школьники забывали подготовить все необходимое для эксперимента, что вело к нарушению правил техники безопасности.

Самым сложным и творческим моментом, проверкой сформированности химического мышления в задаче было третье направление – «Загадка простой реакции». В ходе эксперимента участники отчетливо увидели образование большого количества меди при взаимодействии свежеприготовленного оксида меди (II) с разбавленной серной кислотой, появление голубой окраски раствора сульфата меди (II), выделение пузырьков газа именно на поверхности гранул оксида меди (II). Однако для объяснения всех вышеперечисленных явлений они не сумели привлечь знания темы «Катализ», где изучается механизм гетерогенного катализа и его суть, а также темы «Механизм радикального замещения» из органической химии. Мы не рассчитывали, что учащиеся полностью смоделируют механизм, однако выйти на пероксидную группировку они могли, если бы применили графическое моделирова-

ние, выполнив рисунок, «включив воображение» – «проникли» в кристаллическую решетку оксида меди (II), что говорит о том, что образное и пространственное воображение не является привычным для познания сути химических явлений.

Максимально возможного балла (20) никто не набрал. Всего 10 из 33 участников справились с задачей на 50%, что еще раз подтвердило недооценку учителями республики химического эксперимента как важнейшего метода обучения. А ведь это еще и средство повышения мотивации изучения химии. Об этом говорит тот факт, что несмотря на то, что не все получалось, старшеклассники с интересом проводили исследования. Вот некоторые отзывы: «Практический тур был очень интересным. Тут уж, действительно, химия во всей красе» (Тишевич Евгений, БГУ, Минск). «Замечательный тур!!! Сразу можно увидеть и проверить, как умеешь обращаться с посудой и веществами. Кроме того, само содержание эксперимента (теория) предполагает всестороннюю проверку знания химии. Самое главное – было интересно !!!». (Лясковский Петр, БГУ, Минск).

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мычко Д.И.** Уроки алхимии // Хімія: праблемы выкладання, 1998, №4. С.116-119.
2. "Важно самому быть увлеченным, чтобы увлечь ребят". Беседа с В.С. Полосиным // Химия в школе, 1996, №3. С.2-4.
3. **Нифантьев Э.Е.** Школьная химия и потребности общества // Химия в школе, 1996, № 3. С.2.
4. **Злотников Э.Г.** Учитель за демонстрационным столом // Химия в школе, 1996, № 5. С.62.
5. **Степанова Н.А., Орехова Д.С., Смирнова Т.В.** Химический эксперимент и проблемы разноуровневого обучения // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта, 1998, № 2(8). С.33.
6. **Славинская Л.А.** Химический эксперимент в программе средней школы // Хімія: праблемы выкладання, 1998, №4. С.54.
7. **Мычко Д.И.** Концепция устойчивого развития и компоненты нового содержания химического образования. Материалы конференции: Высшая школа: состояние и перспективы. Мн.: РИВШ БГУ, 1997. С.54.
8. **Ротенберг В.С., Бондаренко С.М.** Мозг. Обучение. Здоровье: Кн. для учителя. М.: Просвещение, 1989. С.16.
9. **Хвалюк В.Н.** 30-я Международная химическая олимпиада школьников // Хімія: праблемы выкладання, 1998, №4. С.65.
10. **Чернобильская Г.М.** Что происходит с методами обучения химии // Химия в школе, 1997, № 5. С.
11. **Оржековский П.А.** Какую творческую задачу предложить ученику // Химия в школе, 1996, № 5. С.38-41.
12. **Сурин Ю.В.** Развивающий эксперимент: программное обеспечение школьного курса // Химия в школе, 1998, № 5. С.63; № 6. С.68.
13. **Гин А.А.** Требования к условию открытой задачи // Адукацыя і выхаванне, 1994, № 6. С.102.

S U M M A R Y

The authors have worked out the demands to diagnosical experimental task, using the integrative approach, which realizes the teaching and developing function of chemical experiment. The low level of formation of experimental knowledge and skills is discovered. It allows to make a conclusion that teachers of our Republic underestimate the chemical experiment as the basic method of teaching Chemistry.

Поступила в редакцию 20.09.1999