

Развитие химических способностей школьников при подготовке к олимпиадам по химии

С. И. Кулиев, кандидат химических наук, доцент;

Н. А. Степанова, старший преподаватель

Витебский госуниверситет им. П. М. Машерова, кафедра химии

В настоящее время наблюдается активизация исследований по проблемам одаренности. Они ведутся в таких направлениях, как диагностика, разработка теоретико-методических основ системы воспитания и обучения талантливых детей. Создаются классификации одаренных детей, концептуальные модели одаренности [1; 2], разрабатываются концепции работы в школах и других образовательных учреждениях с одаренными детьми [3; 4], проектируются программы «Одаренные дети» [5; 6].

Современное состояние проблемы одаренности как сформированного и динамично развивающегося интегрального свойства личности характеризуется тремя параметрами. Первый измеряется тестами IQ и выявляет в основном уровень конвергентного мышления. Вторым определяет уровень креативности, в структуру которой входит дивергентное мышление. Третьим выявляет уровень мотивации. В некоторой корреляции с этими параметрами находится классификация А. И. Савенкова [1], выделяющая четыре группы одаренных детей:

- 1) дети с высокими показателями по специальным тестам интеллекта;
- 2) с высоким уровнем творческих способностей;

- 3) дети, достигшие успехов в каких-либо областях деятельности (музыканты, художники, математики, шахматисты и др.);

- 4) хорошо обучающиеся в школе (академическая одаренность).

Сложилось так, что педагоги в основном работают с третьей и четвертой группами детей. Действительно, результаты республиканских и международных химических олимпиад говорят о высоком уровне интеллектуальной одаренности наших школьников. Однако сдвиг продуцирования научных знаний в сферу производства решений требует использовать резервы второй группы одаренных детей, а также создать условия для раскрытия творческого потенциала остальных групп.

Что же такое «химическая одаренность»? Она может проявиться очень рано. Известно, что величайший химик современности Роберт Бернс Вудворд уже в 11 лет использовал научные журналы. В 16 лет он стал студентом, зная к этому времени в совершенстве органическую химию, которую выучил оригинальным способом: используя синтез веществ [7].

Одним из первых на проблему химических способностей обратил внимание Д. А. Эпштейн, который счи-

тал, что способность к химии существует объективно как определенное сочетание свойств человека: «химическая голова» плюс «химические руки». А. А. Коробейникова, Г. В. Лисичкин отметили и такой специфический компонент, как «чувство вещества и химического процесса» [8]. При моделировании конструкта химических способностей необходимо учесть именно особое отношение человека к веществам. Действительно, способность к абстрагированию и обобщению, хорошая терминологическая память нужны биологу и математику так же, как и химику. Выявить же способных к химии учеников педагогу помогает наличие у них стремления работать с веществом, интерес к нему, к его превращениям. Работая с такими детьми, постоянно сталкиваешься с фактами самостоятельного экспериментирования.

Участники будущих олимпиад теоретически наизусть знают признаки огромного множества реакций, но в школе, к сожалению, не занимаются химическим экспериментом. На занятиях-тренингах, проводимых нами, они с удивлением и удовлетворением отмечают: «Смотри-ка, действительно, цвет стал зеленым». Конечно, выдающимся химиком все-таки надо родиться. А талант проявится, так как «вожделет» из-за высокой мотивации, требует реализации в творчестве. Важно как можно раньше выявить одаренных и просто способных к химии детей и организовать их обучение. Некоторые призеры Республиканской и Менделеевской олимпиад начинали заниматься у нас до начала изучения курса химии в школе.

Компоненты химических способностей проявляются на двух уровнях: генотипическом и фенотипическом (рис. 1). Генотипический уровень определяется биологическими структурами человека, его генетической программой, неповторимой у каждого индивидуума. Сюда входят: а) особенности органов чувств и моторики — точ-



Рис. 1. Базовая модель химической одаренности

ность восприятия внешних свойств веществ и изменений, происходящих в процессе химических превращений, хорошая координация движений и глазомер, развитое ощущение времени и пространства, быстрота реакции; б) особенности психических процессов — аналитико-синтетические качества ума, развитое ассоциативное мышление, способность к абстрагированию, оперированию символами, числами, развитое образное мышление, большой объем внимания, наблюдательность, развитая терминологическая, логическая, механическая память; в) креативность — определяется триадой П. Торренса: творческими способностями, творческими умениями, творческой мотивацией. Многие компоненты химических способностей (как правило, общие) можно развить в процессе обучения или компенсировать усиленным развитием других компонентов фенотипического уровня (например, недостаточный объем памяти — воспитанием привычки к тщательным систематическим записям), но такой компонент, как способность к абстрагированию, оперированию символами, не компенсируется в процессе обучения и воспитания. Подчеркнем, что

выявление и реализация специфических компонентов химических способностей — пространственное воображение, развитая сенсорика, умение наблюдать химические явления, соотносить химический эксперимент с теоретическим объяснением, «чувство вещества», умение оперировать моделями и конструкторские умения — невозможны без опыта творческой деятельности в области химического эксперимента.

Не случайно в последнее время ученые обеспокоены тенденцией к сокращению по разным причинам химического эксперимента в школе [9—11]. В настоящее время объективным становится усиление его роли в связи с прикладной, практической и экологической направленностью изучения химии. Отрыв от изучения объекта этой науки — веществ и их превращений — ведет к сведению ее к предмету о формулах и уравнениях. Проблемы химического эксперимента в средней школе преломляются через призму экспериментальных туров республиканских и региональных химических олимпиад. Имея длительный опыт работы (1989—2002) с одаренными и способными детьми при подготовке к олимпиадам различного уровня, мы отмечали у них высокий уровень теоретических знаний и в то же время беспомощность при выполнении простейших операций в химическом эксперименте [12].

Процесс реформирования химического образования в республике явно обозначил базовый уровень, ориентированный на изучение химии как компонента культуры, и профильный — с углубленным изучением, связанный с будущей профессиональной деятельностью.

Химический эксперимент для базового химического образования должен способствовать пониманию современных задач и проблем химии, необходимости ее развития. Человек живет в мире веществ — природных и искусственно созданных. Многие

из нас, педагогов, знают, какое глубокое впечатление на школьников производят яркие информативные опыты — могучее средство развития их интеллектуальной, эмоционально-чувственной, потребностно-мотивационной и волевой сфер. Они могут демонстрировать необходимость химических знаний 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.

Методическая сторона эксперимента специализированного химического профиля должна быть направлена на развитие навыков исследователя, отличающегося высоким профессионализмом, интеллектом, упорством в достижении поставленной научной задачи, на формирование культуры химического эксперимента, заключающейся в постановке вопросов, выдвижении гипотезы, в подборе методик эксперимента, в анализе результатов и формулировке выводов. Следовательно, экспериментальные задания должны носить исследовательский характер, быть возможно длительными по времени и доступными в исполнении. При этом большое внимание необходимо уделять анализу результатов в виде письменного отчета с соблюдением требований строгой научности и точности. Необходимо также обеспечить школьникам возможность презентации результатов своих исследований, возможность проявить себя, проверить свои знания и способности. Опытом подобной деятельности учащиеся обогащаются на олимпиадах, конкурсах, конференциях, смотрах. Проводя интеллектуальные и практические тренинги, мы обращаем внимание не только на формирование навыков мышления первого порядка — познания, решения проблемы, но и, не в меньшей степени, на развитие навыков второго порядка — креативности и

способности давать оценку. Тренинги проводятся в различных формах: лекции-беседы, индивидуальные теоретические и поисково-исследовательские экспериментальные задания, семинары, работа с научной и справочной литературой. В процессе деятельности актуализируются разнообразные способы познания химических явлений, развиваются химические способности, рефлексия, совершенствуются устная и письменная речь, умения оппонирования и защиты.

Являясь авторами заданий экспериментальных туров областных и республиканских химических олимпиад, мы столкнулись с проблемой диагностики химических способностей. Как правило, в условиях олимпиады диагностируются конкретные знания и умения. Поэтому необходимо было решить следующие задачи:

- выявить требования к экспериментальному заданию с учетом диагностики химических способностей;
- осуществить интегрированный подход, в котором будет реализован познавательный, развивающий и творческий потенциал;
- сконструировать технологический «измеритель», позволяющий сравнить результаты, быстро и четко оформить и проверить выполнение задания;
- выявить степень привлекательности задания для участников олимпиады;
- провести анализ результатов, установить зависимость между успешностью выполнения отдельных этапов задания и уровнем развития химических способностей.

Для стимуляции воображения и создания положительного эмоционального фона в предъявлении задания был использован гуманитарно-культурологический подход. Вместе с техническими и логическими операциями участникам было предложено увидеть новое в хорошо известном, смоделировать механизм реакции, включив образное мышление; воспринять и объяснить цветовые переходы, расшифровать название заданий.

Обращение к образно-эмоциональной сфере важно для стимуляции проявления способностей. Не случайно призерами Республиканской олимпиады 2000 и 2001 годов стали учащиеся Республиканского колледжа искусств и Витебской гимназии, где также компонент гуманитарных знаний значителен. При конструировании задания как измерителя широкого диапазона сформированных экспериментальных знаний и умений, а также для выявления химических способностей мы сформулировали следующие требования к нему.

- Задание не должно быть полностью творческим, ибо невозможно предугадать наличие опыта творческой деятельности у участников олимпиады. Однако элементы творчества должны присутствовать, для этого необходимо найти проблему, субъективно новую для всех.

- Нецелесообразно делать его и полностью открытым, т.е. задание не должно иметь множество решений, так как невозможно будет сравнить результаты решения.

- При составлении задачи не следует выходить далеко за пределы школьной программы, наоборот, желательно найти проблемы в известном учебном материале.

- Важное требование — обладание широким диагностическим спектром химических знаний, умений, способностей. Для обеспечения обучающе-диагностирующей функции в условии должна быть познавательная химическая и культурологическая информация.

- Немаловажное значение имеет такое свойство, как привлекательность задачи для участников: этого можно достичь красивыми опытами, оригинальным предъявлением условия, наличием неожиданного противоречия, выходом на практическое использование знаний.

- Важно, чтобы задание было безопасным в проведении эксперимента, простым в аппаратурном оформлении, сопоставимым с техническим

оборудованием школьных химических лабораторий.

В качестве такой задачи, которая отвечает вышеперечисленным требованиям, мы предложили цепочку превращений, являющейся популяр-

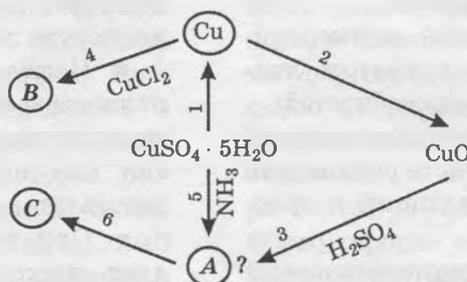
ным контролирующим заданием. Задание предлагалось нами на Республиканской олимпиаде для учащихся 11 класса, и далее использовалось в качестве обучающей модели на тренингах.

«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»:



I. Первое направление «Red-Ox».

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

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

Рекомендации.

- Для получения достаточного количества меди необходимо использовать примерно половину выданного вам кристаллического пентагидрата сульфата меди(II) и 8—9 гранул цинка.

- Полученную медь рекомендуется в конце промыть на фильтре 1—2 мл спирта.

II. Второе направление «Элементарно, Ватсон!».

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

Рекомендации.

- Добейтесь полного превращения меди.

III. Третье направление «Загадка простой реакции».

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

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

Рекомендации.

- Не встряхивайте пробирку, внимательно наблюдайте.
- При четком выполнении эксперимента будут видны пузырьки выделяющегося газа.

Обнаруженные вами интересные факты показывают протекание реакции по механизму, отличному от того, который вы знаете. Различными физико-химическими методами установлено, что при взаимодействии CuO с разбавленной серной кислотой возможно образование следующих продуктов: Cu (вы убедились наверняка), 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 следующее упрощенное суммарное уравнение этой реакции:



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».

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

Рекомендации.

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

• Часть полученного раствора перелейте в пробирку с медью и прокипятите в течение 1—2 мин. (Внимание: работать под тягой!) Слейте содержимое пробирки 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.

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

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

V. Пятое направление «Веществу уже 500 лет».

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 жюри.

VI. Шестое направление «Имитатор».

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

2. В какой пробирке его обнаружили?

Форма отчета*

I. Первое направление «Red-Ox».

1. Уравнение реакции:



2. Доказательство возможности протекания реакции с использованием электродных потенциалов.

$$E^0(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,337 \text{ в}; E^0(\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}) = -0,703 \text{ в}.$$

Электродный потенциал системы меди больше электродного потенциала системы цинка, система меди является окислителем (конкретно Cu^{2+}).

$$\Delta E = 0,337 - (-0,703) = 1,04 \text{ в}; \Delta E > 0, \text{ реакция возможна}.$$

3. Расчет массовой доли выхода меди и массы использованного купороса.

Допустим, масса цинка 2 г (взвешивание до реакции); масса цинка после реакции 0,3 г, масса цинка прореагировала: $2 - 0,3 = 1,7$ г, $n(\text{Zn}) = 1,7/65 = 0,0262$ (моль); по уравнению: $n(\text{Cu}) = n(\text{Zn}) = 0,0262$ моль;

$$\text{масса меди} = 0,0262 \cdot 64 = 1,67 \text{ г};$$

$$n(\text{Zn})_{\text{теор}} = 2/65 = 0,031 \text{ (моль)}; n(\text{Cu})_{\text{теор}} = 0,031 \text{ моль};$$

$$m(\text{Cu})_{\text{теор}} = 0,031 \cdot 64 = 1,984 \text{ г}; \omega(\text{вых. Cu}) = 1,67/1,984 = 0,84 \text{ (84 \%)};$$

$$m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) \text{ израсходовано} = 0,0262 \cdot 250 = 6,54 \text{ г}.$$

4. Можно ли в данном случае для увеличения скорости реакции использовать раствор соляной кислоты?

Нет, так как она взаимодействует с цинком, а по условию необходимо обеспечить полный выход меди.

II. Второе направление «Элементарно Ватсон».

1. Условия проведения, признаки и уравнение реакции.

 $2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$, вещество черного цвета, прокаливание в металлической ложечке.

2. Изменится ли масса оксида меди(II) при нагревании выше 1000 °С? Ответ подтвердите с помощью уравнения реакции.

Да, так как идет процесс: $2\text{CuO} = \text{Cu}_2\text{O} + 1/2\text{O}_2$.

III. Третье направление «Загадка простой реакции».

1. Признаки реакции.

Черный цвет вещества оксида меди(II) переходит в бурый цвет меди.

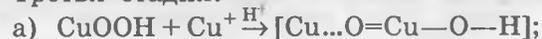
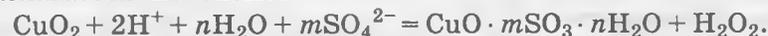
2. Признаки реакции.

Выделяются растущие пузырьки газа.

3. Возможный механизм реакции.



Третья стадия:


 $2\text{Cu}^+ = \text{Cu}^{2+} + \text{Cu}^0$; $\text{Cu}^+ \rightarrow \text{CuO}_2$, пероксид меди(I) неустойчив и в кислой среде разлагается по схеме:


* Для желающих использовать задачу в качестве тренинга химического эксперимента приводим ответы.

Под влиянием ионов Cu^{2+} пероксид водорода каталитически разлагается на кислород и воду:

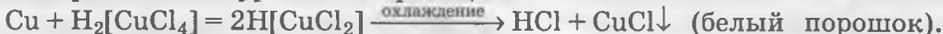


IV. Четвертое направление «Ах, этот нантокит».

1. Объясните изменение цвета на зеленый, приведите уравнение реакции, название полученного вещества.

$\text{CuCl}_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2[\text{CuCl}_4]$ — насыщенно зеленый цвет раствора, название вещества тетрахлоркупрат(II) водорода.

2. Признаки и уравнение реакции:



3. Признаки и уравнение реакции:

а) с конц. HCl :



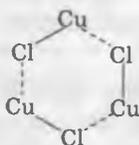
б) с раствором аммиака:



в) отношение к воздуху:



4. Структура вещества **B** в газовой фазе



Cu_3Cl_3 — имеет форму шестичленного цикла с чередованием атомов меди и хлора, с тремя связями по донорно-акцепторному механизму.

V. Пятое направление «Веществу 500 лет».

1. Признаки и уравнение реакции, название полученного вещества.

$\text{CuSO}_4 + 4\text{NH}_3 \rightarrow \text{Cu}[(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$, раствор синего цвета, комплексное соединение сульфат тетраамминмеди(II).

2. Какова роль спирта?

Спирт связывает воду, что приводит к уменьшению растворимости вещества, этот процесс называется высаливанием:



VI. Шестое направление «Имитатор».

1. Признаки реакции после подщелачивания, название полученного вещества, уравнение реакции:

$\text{Cu}[(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 4\text{NH}_3 + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$, желеобразный осадок голубого цвета.

Условия и признаки обнаружения инвертного сахара, уравнение реакции:



$\text{Cu}(\text{OH}) \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{Cu}_2\text{O}$ — вещество красного цвета.

2. Номер пробирки с инвертным сахаром.

Используя задание в качестве обучающей модели, необходимо обращать внимание школьников на предварительное обдумывание плана работы (часто ребята приступают к ней, не взвесив цинк), на внимательное чтение условия

и формы отчета (учащиеся не замечают «ловушки» — соляная кислота в качестве «ускорителя» реакции). Опыт показывает, что у школьников возникают серьезные проблемы с восприятием цветовых переходов: они не различают

«насыщенно голубой или зеленый» цвет, не замечают границы цветовых переходов, например бурой окраски меди в черный оксид меди(II), изменения голубого цвета раствора на синий и зеленый. Учащиеся испытывают затруднения в вопросах теоретического объяснения цвета, связанного с различным строением комплексов.

Следует обсудить со школьниками синтез вещества, обратив их внимание на способы выделения веществ из реакционной массы (роль спирта, холодной водяной бани). Очень интересным оказался творческий момент, напрямую связанный с химическими способностями, — третье направление «Загадка простой реакции». Результаты олимпиады и работа на тренировочных занятиях показывают, что образное и пространственное мышление, как компоненты творческой одаренности, не являются для учащихся привычным инструментом познания химических явлений. Они «боятся» довериться эксперименту, опираются на устоявшийся теоретический багаж либо не используют его вовсе. Так, в ходе эксперимента учащиеся отчетливо видят 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 редко кто из школьников может привлечь знания из тем «Катализ» (где изучается механизм гетерогенного катализа и его суть) и «Механизм радикального замещения» (из органической химии). Конечно, не следует ожидать, что учащиеся смоделируют весь механизм, однако они смогут выйти на образование пероксидной группировки, если применят графическое моделирование, выполнят рисунок, включив воображение — «проникнут» в кристаллическую решетку оксида меди.

Таким образом, у школьников в процессе выполнения комбинирован-

ных экспериментальных заданий диагностируются в режиме контроля и совершенствуются в режиме тренинга теоретические знания, формируются практические умения, развиваются химические способности.

Учителя, занимающиеся подготовкой учащихся к олимпиадам, тщательно собирают к ним задания. Для предоставления равных возможностей школьникам из образовательных центров и периферии целесообразно создать электронно-информационное обеспечение программы «Одаренные дети. Химия». Это может быть сайт в Интернете, на котором разместится дистанционный учебно-методический комплекс «ДУМКа». Его структура могла бы включать:

- программу по психологическому тестированию, выявляющую особенности психических процессов и органов чувств;
 - программу, тестирующую компоненты химических способностей;
 - программы, тестирующие достигнутый уровень знаний по химии;
 - рекомендации по конструированию собственной образовательной траектории (развитие компонентов химических способностей, изучение недостаточно усвоенных и пропущенных тем при подготовке к олимпиадам);
 - справочный и обучающий материал по учебным темам и путеводитель по ним;
 - банк заданий и задач для олимпиад различного уровня с решениями и для самостоятельного решения;
 - химические игры;
 - мультимедийные программы для освоения и приобретения необходимых навыков для выполнения экспериментальных задач;
 - контролирующие программы по всем необходимым разделам.
- Для эффективной реализации подобного проекта должна быть создана творческая группа с участием заинтересованных лиц из всех регионов страны с определением базовых вузов при координации Министерства образования Республики Беларусь.

1. Савенков, А. И. Идентификация одаренных детей как педагогическая проблема // Школьные технологии. — 2000. — № 1. — С. 236—245.
2. Савенков, А. И. Детская одаренность как теоретическая проблема // Начальная школа. — 2000. — № 1. — С. 94—100.
3. Завельский, Ю. К. Концепция работы с одаренными детьми // Завуч. — 2000. — № 1.
4. Коваленко, Г. П. Вундеркинды: национальный ресурс и приоритет // Адукацыя і выхаванне. — 1999. — № 10. — С. 39—42.
5. Малкіна, М. М. Мэтавая праграма «Адараныя дзеці» // Адукацыя і выхаванне. — 1998. — № 9. — С. 17—24.
6. Кулиев, С. И., Степанова, Н. А. Региональная программа «Одаренные дети. Химия. Проблемы и перспективы» // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. — 2001. — № 2 (20).
7. Кузнецов, М. А. и др. Облик молекулы. Очерк современной стереохимии. — Л.: 1989. — С. 99.
8. Лисичкин, Г.В., Коробейникова, Л.А. Годитесь ли вы в химики? // Химия и жизнь. — 1981. — № 4. — С. 13—17.
9. «Важно самому быть увлеченным, чтобы увлечь ребят». Беседа с В.С. Полосиным // Химия в школе. — 1996. — № 3. — С. 2—4.
10. Нифантьев, Э. Е. Школьная химия и потребности общества // Химия в школе. — 1996. — № 3. — С. 2.
11. Злотников, Э. Г. Учитель за демонстрационным столом // Химия в школе. — 1996. — № 5. — С. 62.
12. Кулиев, С. И., Степанова, Н. А. Эксперимент на уроках химии через призму республиканской олимпиады // Веснік Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта. — 2000. — № 1 (15).
13. Тупикин, Е. И., Чукбар, Т. Г., Шевелев, Н. П. Характер взаимодействия оксида меди(II) с серной кислотой // Химия в школе. — 1989. — № 5. — С. 144—146.
14. Хвалюк, В. Н., Рагойша, А. А. Итоги 35-й Международной олимпиады школьников по химии // Хімія: праблемы выкладання. — 2003. — № 5 (41). — С. 32.
15. Колевич, Т. А. 36-я Международная олимпиада по химии // Хімія: праблемы выкладання. — 2004. — № 6 (48).

Водородный мотороллер

(Использование нетрадиционных видов энергии)

Японская фирма «Хонда» планирует выпустить в 2006 г. небольшую установочную партию электромотороллеров, работающих на водороде. Этот газ будет выработываться из метанола и далее будет применяться не для взрывного сжигания в цилиндрах двигателя внутреннего сгорания, а для получения электротока в топливных элементах. Полученный ток будет использоваться для питания электродвигателей, встроенных в ступицы колес.

По потребительским характеристикам такой мотороллер пока уступает бензиновому, но экологически он несравненно лучше. Над созданием подобных моделей работает и «Ямаха».

Подготовил Д. И. Мычко