

Государственное бюджетное образовательное учреждение
дополнительного профессионального образования
«Нижегородский институт развития образования»

МЕТОДИКА
ПОСТАНОВКИ *и* **ПРИМЕНЕНИЯ**
ХИМИЧЕСКИХ ОПЫТОВ
на УРОКАХ
в ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ
УЧРЕЖДЕНИЯХ

Методическое пособие

Нижний Новгород
Нижегородский институт развития образования
2012

УДК 372.016:54

ББК 74.262.4

М54

Рекомендовано к изданию
научно-методическим экспертным советом ГБОУ ДПО НИРО

А в т о р ы:

Г. М. Карпов, канд. пед. наук, доцент кафедры химии
и химического образования ГБОУ ВПО НГПУ им. Козьмы Минина;

Л. С. Чернышова, канд. пед. наук, доцент кафедры химии
и химического образования ГБОУ ВПО НГПУ им. Козьмы Минина;

А. И. Перевозчиков, канд. пед. наук, доцент кафедры химии
и химического образования ГБОУ ВПО НГПУ им. Козьмы Минина;

Л. И. Асанова, канд. пед. наук, доцент кафедры
естественнонаучного образования ГБОУ ДПО НИРО

Р е ц е н з е н т ы:

И. Л. Федюшкин, докт. хим. наук, профессор, заведующий
лабораторией Института металлоорганической химии РАН;

О. Н. Колпакова, канд. пед. наук, заведующий сектором
содержания образования отдела дошкольного и общего
образования Министерства образования Нижегородской области

Методика постановки и применения химических опытов
М54 на уроках в образовательных учреждениях : методическое по-
собие / Г. М. Карпов, Л. С. Чернышова, А. И. Перевозчиков,
Л. И. Асанова. — Н. Новгород : Нижегородский институт раз-
вития образования, 2012. — 75 с.

ISBN 978-5-7565-0516-0

В пособии раскрываются методические подходы к постановке химического эксперимента на разных этапах изучения школьного курса химии в соответствии с требованиями образовательных стандартов. Предназначено для учителей химии.

УДК 372.016:54

ББК 74.262.4

© Г. М. Карпов, Л. С. Чернышова, А. И. Перевозчиков, Л. И. Асанова, 2012

© ГБОУ ДПО «Нижегородский институт развития образования», 2012

ISBN 978-5-7565-0516-0

ПРЕДИСЛОВИЕ

Использованию химического эксперимента при обучении в средней школе посвящено огромное количество работ. В первую очередь это книги В. Н. Верховского, К. Я. Парменова, А. Д. Смирнова; из последних изданий следует отметить работы А. А. Журина, В. В. Загорского, П. А. Оржековского. И все-таки проблема применения химического эксперимента как средства формирования когнитивных, креативных и поведенческих качеств личности остается малоизученной.

Предлагаемые классификации химического эксперимента (демонстрационный и лабораторный, учительский и ученический, эксперимент в начальный момент познания и эксперимент для подтверждения выводов педагога или учащихся) носят чаще всего констатирующий характер и не раскрывают истинного значения эксперимента в процессе формирования или развития химических понятий.

Доказано, что химический эксперимент является обязательным при обучении, что он способствует формированию познавательного интереса, осознанности получаемых знаний, творчества. Но о том, как спланировать и провести опыт, чтобы он выполнил необходимую функцию, сказано мало. В данном пособии мы попытаемся уточнить и расширить представления о возможностях химического эксперимента в средней школе и предложить методические подходы к постановке известных и вновь разработанных опытов с тем, чтобы они стали эффективным средством обучения.

В пособии использованы результаты диссертационных исследований нижегородских методистов: Г. М. Карпова, А. И. Перевозчикова, Ю. В. Скопиной, Е. В. Ильичевой, Л. С. Чернышовой.

ЗНАЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОНЯТИЙ У УЧАЩИХСЯ 8-ГО КЛАССА В РАМКАХ ИЗУЧЕНИЯ ПЕРВЫХ ТЕМ ШКОЛЬНОГО КУРСА ХИМИИ

Все учебные предметы, изучаемые подростком, прежде всего стимулируют у него развитие абстрактно-логического мышления. В результате учащиеся с развитыми невербальными способностями оказываются в невыгодном положении, а среди школьников таких более трети. Поэтому становится все более очевидной необходимость изменения методических подходов в обучении естественным дисциплинам, что позволило бы активизировать неиспользуемые резервы развития учащихся.

С позиций компетентностного подхода, расширяющего и дополняющего знаниево-ориентированный, делается акцент на практической стороне содержания образования: следует научить школьников применять теоретические знания в реальных жизненных ситуациях для решения конкретных задач.

Химия как учебная дисциплина предоставляет в школьном образовании все необходимые дидактические возможности и средства для формирования основных компетенций учащихся: *ключевых*, относящихся к общему содержанию образования; *общепредметных*, относящихся к определенному кругу учебных предметов и образовательных областей; *предметных*, формирующихся в рамках учебных предметов. К последней группе относится *химическая компетенция*, которая включает в себя:

→ понятие о химии как неотъемлемой составляющей единой естественнонаучной картины мира, как науке о природе, тесно взаимодействующей с другими естественными науками;

→ представление о том, что окружающий мир состоит из веществ, которые характеризуются определенной структурой и способны к взаимным превращениям, что существует причинно-следственная связь между структурой, свойствами и применением веществ;

→ химическое мышление, умение анализировать явления окружающего мира в химических понятиях, способность говорить и думать на химическом языке;

→ понимание роли химии в повседневной жизни, а также в решении глобальных проблем человечества: продовольственной, энергетической, экологической и др.;

→ навыки грамотного обращения с веществами, материалами и химическими процессами в повседневной жизни и практической деятельности, а также умение управлять химическими процессами, что является необходимым условием безопасности собственной жизни и нормального функционирования окружающей среды*.

В формировании компетенций при обучении химии одна из ведущих ролей отводится *химическому эксперименту*. Правильная организация деятельности учащихся при выполнении химического эксперимента позволит:

→ включить всех учащихся малой группы в проведение химического опыта;

→ активизировать их познавательную деятельность;

→ обеспечить развитие экспериментальных, коммуникативных, интеллектуальных и контрольно-оценочных компетенций;

→ оценить степень усвоения экспериментальных, методических и интеллектуальных компетенций с помощью пооперационного взаимоконтроля;

→ обеспечить усвоение знаний, умений и навыков в контексте компетентного подхода**.

* Габриелян О. С., Краснова В. Г. Компетентностный подход в обучении химии // Химия в школе. 2007. № 2. С. 16.

** Белов П. С. Из опыта формирования химических компетенций учащихся // Химия в школе. 2009. № 10. С. 25.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ ХИМИИ С УЧЕТОМ ПСИХИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ПОДРОСТКОВ

Анализ интеллектуального развития учащихся 8-х классов позволяет представить изменения в их мыслительной деятельности, которые происходят у них в этот период развития. Такой анализ связан с необходимостью не только учитывать при обучении возрастные особенности учащихся, но и предвидеть перспективы их развития. На протяжении года у восьмиклассников наблюдается прогресс в овладении умственными операциями, такими как абстрагирование, анализ, сравнение, обобщение. Основные интеллектуальные умения формируются у них в рамках качественного развития понятийного, теоретического мышления*. Однако становление системы химических знаний учащихся 8-го класса должно опираться не на понятийное, а на образное мышление, проходить в несколько этапов, на каждом из которых повышается уровень теоретических обобщений.

Психологические исследования** показывают, что вербальный и невербальный компоненты познавательной деятельности играют неодинаковую роль в успешности овладения знаниями в школе. Невербальные способности в подростковом возрасте имеют более выраженную природную основу, что связано с опережающим развитием правого полушария головного мозга. Роль наглядного материала в процессе усвоения продолжает оставаться весьма важной, так как наиболее быстро и точно понятия усваиваются при опоре на методически правильно подобранные наглядные образы.

* *Борисова Е. М. и др.* Особенности обучения и психического развития школьников 13—17 лет: (Педагогическая наука реформе школы) / Под ред. И. Е. Дубровиной, Б. С. Круглова. М.: Педагогика, 1979. 256 с.

** *Кабардов М. К., Матова М. К.* Межполушарная асимметрия и вербальные и невербальные компоненты познавательных способностей // Вопросы психологии. 1988. № 6. С. 106—115.

Развитие рациональных форм мышления у подростков необходимо, но этого не достаточно в случае новых для обучающихся задач, ход решения которых не вытекает непосредственно из уже известных им способов действий*. Реальный восьмиклассник далек от «идеальной» модели старшего подростка, на которую ориентированы методические приемы преподавания естественных дисциплин**.

Особенностям психического развития восьмиклассников должны соответствовать методические подходы в обучении, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Методические подходы к формированию понятий химии с учетом психического развития подростков

Предлагаемые подходы в обучении	Особенности психического развития подростков
Формирование абстрактных понятий и химического языка должно опираться на образное мышление	У большинства подростков не развиты мыслительные операции с символами и отвлеченными понятиями, слабо развито понятийное мышление
Формирование химических понятий должно пройти следующие уровни: химический эксперимент — моделирование химических объектов — создание их зрительного образа — прогова-	Не сформирована способность действовать в уме, но в течение года она существенно возрастает. Новое задание неодинаково доступно на различных уровнях его вы-

* Шульдина О. С., Тенишева Н. Х. Активизация образного мышления как необходимое условие формирования продуктивного мышления при изучении химии // Актуальные проблемы модернизации химического образования и развития химических наук: Материалы 53-й Всероссийской научно-практической конференции химиков. СПб.: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2006. С. 155—156.

** Борисова Е. М. и др. Особенности обучения и психического развития школьников 13—17 лет: (Педагогическая наука реформе школы) / Под ред. И. Е. Дубровиной, Б. С. Круглова. М.: Педагогика, 1979. 256 с.

Предлагаемые подходы в обучении	Особенности психического развития подростков
ривание вслух смысла химического явления — знаковое отображение понятия или явления	полнения без опоры на предметные образы
В процессе преподавания необходимо задействовать по возможности все органы чувств. На начальном этапе главной формой обучения химии должны являться фронтальные лабораторные работы с последующим моделированием	Развитие памяти и мышления находится на сравнительно низком уровне, усвоение наиболее эффективно при «включении» наглядно-образного мышления
Учебный материал должен структурироваться по принципу концентризма с целью неоднократного возвращения к ранее изученному, расширяя и углубляя имеющиеся у учащихся знания	Не использующаяся информация отсеивается в мозге по механизму угасания и торможения
Наряду с вербальными следует применять методы, основанные на образах	Характерна выраженность невербального интеллекта (правополушарного) по сравнению с вербальным

По мнению В. В. Загорского*, в последние годы учителя и методисты, увлеченные инновациями, забыли о результатах исследований советских психологов 1933 года, которые показали, что для учащихся в возрасте до 14 лет, привыкших мыслить конкретно, труден переход от явлений к абстрактным образам. Следовательно, химический эксперимент сам по себе не является средством формирования образа того или иного явления. Для создания в сознании учащегося образа, а на его основе — формирования понятия на вербальном и

* Загорский В. В. Замкнутый круг или спираль? Химия в российской школе — история и перспективы // Школьное обозрение. 1999. № 2—3. С. 6—11.

знаковом уровнях необходим этап материального или графического моделирования.

Понятие как познавательный образ характеризуется следующими чертами:

→ наличие развитой вербальной части, включающей в себя название объекта и информацию о некоторых его характеристиках;

→ сопоставление субъектом образа и оценка его с точки зрения соответствия образа объекту*.

В построении познавательного образа выделяют две фазы:

→ *первая* — специально организованная перцептивная деятельность, в основе которой лежат определенные способы обследования объекта: наблюдение, химический эксперимент, моделирование и затем — применение имеющегося у учащихся понятийного аппарата. В этой фазе формируется мысленный и вербальный образ объекта;

→ *вторая* — создание образа по представлению — осуществляется при отсутствии объекта или модели, его замещающей. Основным содержанием данной деятельности является мысленное преобразование, к мысленному образу добавляется знаковый (математическая или химическая формула, уравнение химической реакции и др.).

При создании образа объекта реализуется функция одномоментности восприятия**. Оперирование моделью позволяет учащимся представить объект, интерпретировать его, исследовать с целью получения новой информации. С помощью моделирования объект получает своего знаково-символического двойника, в отношении которого ученик в большей степени свободен, чем в оперировании реальным объектом.

Следует помнить, что вслед за восприятием материального объекта (в химии это химический эксперимент) необходимо моделирование увиденного учащимися — самостоятельное или с помощью учителя. Следующим этапом должны быть

* Алексеева И. Ю. Человеческое знание и его компьютерный образ. М.: Наука, 1992. 127 с.

** Сапогова Е. В. Операции моделирования как условие развития воображения // Вопросы психологии. 1993. № 3. С. 24—31.

обсуждение модели и применение ее для вербального восприятия понятия.

Важным этапом в применении химического эксперимента на уроке химии является организация наблюдения и фиксации полученных данных. Интересный вариант предлагает в своем диссертационном исследовании Ю. И. Скопина*, убедительно доказывая действенность структурно-логических схем в сочетании с химическим экспериментом.

Структурно-логическая схема — это графический способ показа идей, проблем, задач, форм и методов действия в их логической взаимосвязи. По сути дела, структурно-логическая схема — это одновременно и схематическое изложение материала, и развернутый план ответа.

Процесс построения структурно-логической схемы описания химического эксперимента основывается на ряде методических правил:

Правило 1. На основе наблюдения провести полный анализ информации. Найти ключевые слова, смысловые ядра, выявить логические связи.

Правило 2. Логически упорядоченный материал должен быть представлен в легко обозримой, наглядной форме. Возможно представление материала с помощью запоминающихся средств, использование которых рассчитано на образные ассоциации.

Правило 3. Схема не должна являться предметом усвоения, она выступает лишь средством усвоения каких-либо знаний, поэтому при ее воспроизведении возможны любые структурные изменения, но при их неизменной логической связи.

Структурно-логические схемы составляются в двух видах:

- на основе интегрального алгоритма;
- на основе дифференциального алгоритма.

Интегральный алгоритм представляет собой несколько фиксированных смысловых блоков:

- 1) название опыта;

* Скопина Ю. И. Химический эксперимент в сочетании со структурно-логическими схемами как средство развития познавательной активности иностранных слушателей: Дис. ... канд. пед. наук. Н. Новгород, 2007. 150 с.

- 2) результаты наблюдения (условия протекания реакции, внешние признаки изменения);
- 3) рисунок установки, название его частей;
- 4) смысловое содержание (*моделирование явления*);
- 5) химический смысл (*знаковая модель*);
- 6) субъективная новизна (новые вещества, приборы, методы выполнения опыта, значение явления);
- 7) основные выводы.

Составление схем на основе интегрального алгоритма — целеустремленный процесс, в ходе которого получаемая информация сортируется и включается в свои блоки. При составлении интегрального алгоритма важно, чтобы вся информация по блокам разместилась на одном листе. Это необходимо для того, чтобы она была перед глазами ученика.

Структурно-логические схемы на основании *дифференциального алгоритма* предполагают выделение из каждого самостоятельного фрагмента информации ключевых слов, смысловых ядер, цепи значений. Таким образом, осуществляется сквозное выделение смысловой структуры отдельной проблемы с последующим изображением логической связи выделенных элементов в графической форме. В центре схемы, как правило, ставится основная идея или проблема, а вокруг выстраиваются соподчиненные идеи, проблемы, пути, формы, методы конкретных действий. Такие схемы целесообразно использовать при обобщении и повторении учебного материала.

Работа со структурно-логическими схемами, описывающими эксперимент, нацелена на развитие групп следующих умений:

→ *Умения репродуктивного характера*: трансформация увиденного в устную и письменную речь и, наоборот, устной и письменной речи — в образы; устное и письменное изложение учебного материала по схеме с помощью опорных слов с предварительным просмотром опыта и прослушиванием рассказа преподавателя (впоследствии только после просмотра); ответы на вопросы преподавателя и других учащихся. Данные умения развиваются на протяжении всего процесса обучения.

→ *Умения продуктивно-репродуктивного характера*: завершение составления опорных схем на основе интегрального алгоритма с помощью преподавателя после просмотра опыта, устное и письменное изложение учебного материала по схеме без опорных слов; составление вопросов. Данные умения начинают развиваться на втором этапе обучения.

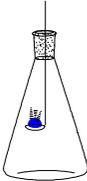
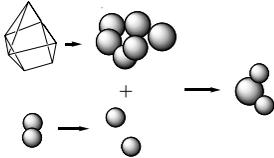
→ *Умения продуктивного характера*: составление обобщающих структурно-логических схем по теме на основе дифференциального алгоритма. Данные умения развиваются на завершающем этапе обучения.

Умения разделены на три группы (репродуктивного, продуктивно-репродуктивного, продуктивного характера) условно, так как на всех этапах существуют элементы и того и другого вида мышления.

Примером структурно-логической схемы может служить схема, составленная к опыту «Горение серы в кислороде» (см. таблицу 2).

Таблица 2

**Структурно-логическая схема
на основе интегрального алгоритма**

1. Название опыта	Горение серы в кислороде
2. Результаты наблюдения	Сера сгорает в колбе, заполненной кислородом, ярко-голубым пламенем, при горении выделяется сизоватый газ с характерным запахом
3. Рисунок установки, название ее частей	
4. Смысловое содержание (моделирование явления)	

5. Химический смысл (знаковая модель)	$S + O_2 = SO_2$
6. Субъективная новизна	<i>(индивидуальная для каждого ученика запись)</i>
7. Основные выводы	При горении серы в кислороде происходит разложение кристаллов серы до атомов с последующим соединением их согласно валентности с атомами кислорода, образовавшимися из двухатомных молекул кислорода

Необходимо отметить, что структурно-логическая форма представления учебной информации имеет и ряд недостатков*:

→ Схематизм способствует некоторой упрощенности понимания любого явления. Это может создать у учащихся иллюзию, что для изучения предмета вполне достаточно изображенного материала.

→ Схематическая форма представления учебного материала может не в полной мере соответствовать содержанию, которое она «кодирует». Например, знания о процессах изучаемых явлений (формирование навыка, развитие мышления и т. п.) «требуют» другой формы схематизации, чем просто знания о фактах, явлениях, их свойствах и т. п.

В процессе осмысления воспринимаемой информации, представленной в виде структурно-логической схемы, можно выделить следующие этапы:

→ выявление комплекса признаков из потока информации и отнесение их к определенному объекту или понятию;

→ идентификация объекта на основе нахождения общего или различного с имеющимися в памяти понятиями;

→ отнесение воспринятого объекта к определенной категории с последующим поиском дополнительных признаков;

→ формирование окончательного вывода о том, что это за объект.

Эффективность химического эксперимента зависит от:

* Нефедов В. Н. Структурно-логические схемы: методика составления. Горький, 1988. 25 с.

- постановки конкретной цели и задач, которые должны быть решены с помощью опыта;
- построения рационального плана наблюдения;
- отбора средств, с помощью которых преподаватель показывает изучаемые объекты или явления, а также управляет наблюдением учащихся, чтобы у них не возникло так называемых «спекулятивных догадок»;
- умения фиксировать результаты наблюдения;
- умения анализировать и обобщать полученные данные*.

Всем перечисленным требованиям в полной мере отвечает применение при описании и наблюдении химического эксперимента в форме структурно-логической схемы.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПОСТАНОВКИ ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПЕРВЫХ ТЕМ КУРСА ХИМИИ В 8-М КЛАССЕ

Чистые вещества и смеси

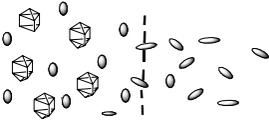
Для формирования понятий о чистых веществах и смесях были отобраны опыты: фильтрование; очистка веществ перегонкой. Эти опыты в 8-м классе лучше проделать лабораторно. Под руководством учителя по принципу: «Делай как я» или с использованием учащимися подробной ориентировочной основы выполняются опыт по приготовлению смеси воды и глины, ее отстаивание и декантация, сливание жидкого слоя на фильтр и получение чистой воды. По результатам наблюдений учащиеся заполняют структурно-логическую схему (см. таблицу 3).

Таблица 3

Структурно-логическая схема, описывающая фильтрование как способ разделения смесей

1. Название опыта	Разделение смесей фильтрованием
2. Результаты наблюдения	При выливании смеси воды и глины на бумажный фильтр наблюдается разделение смеси

* Юлов В. Ф. Концепция современного естествознания: Учебное пособие. Киров: ВГПУ, 1997. 253 с.

3. Рисунок установки, название его частей	
4. Смысловое содержание (моделирование явления)	
5. Химический смысл (знаковая модель)	Молекулы воды меньше, чем частички измельченной глины
6. Субъективная новизна	<i>(индивидуальная для каждого ученика запись)</i>
7. Основные выводы	Фильтрация осуществляется за счет того, что меньшие по размеру молекулы воды проходят через поры фильтра, а частички глины задерживаются на нем. Разделение смеси происходит за счет разницы в свойствах веществ

Графическую модель ученики составляют под руководством учителя с последующим ее проговариванием. Однако для убедительного доказательства того, что в смесях индивидуальные вещества сохраняют свои свойства и что это их свойство применяется для разделения смесей, одного опыта недостаточно. Далее можно познакомить учащихся с перегонкой и высаливанием. Эти опыты послужат доказательством того, что молекулы веществ взаимодействуют друг с другом не только на уровне химической реакции; они позволят учащимся убедиться в том, что физическое состояние веществ во многом зависит от этого взаимодействия.

Высаливание как способ разделения смеси в литературе описывается реже, поэтому остановимся на нем.

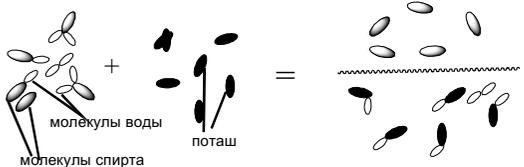
Высаливание спирта из водного раствора

Для проведения опыта в цилиндре с пробкой готовят 50 мл смеси этанола и воды в объемном соотношении 1:1. К приготовленному раствору добавляют карбонат калия (поташ K_2CO_3) и интенсивно встряхивают закрытый пробкой цилиндр. Через некоторое время образовавшаяся после встряхивания эмульсия расслаивается на два взаимно нерастворимых слоя — водный раствор карбоната калия и спирт. Для успешного проведения опыта нужно брать большой избыток соли, чтобы она оставалась в осадке.

Наблюдение и обсуждение опыта проводится с использованием структурно-логической схемы (см. таблицу 4).

Таблица 4

Структурно-логическая схема, описывающая выделение спирта из воды способом высаливания

1. Название опыта	Высаливание спирта из смеси с водой карбонатом калия
2. Результаты наблюдения	После добавления к смеси карбоната калия с последующим перемешиванием жидкая смесь разделилась на два слоя, верхний слой — спирт
3. Рисунок установки, название его частей	
4. Смысловое содержание (моделирование явления)	
5. Химический смысл (знаковая модель)	Молекулы воды удерживаются молекулярными частицами поташа прочнее, чем молекулами спирта, поэтому жидкость делится на несмешивающиеся слои

6. Субъективная новизна	<i>(индивидуальная для каждого ученика запись)</i>
7. Основные выводы	Отделить одну жидкость от другой в случае их взаимной растворимости можно добавлением вещества, образующего более прочные связи с частицами одной из жидкостей смеси

Обсуждение эксперимента по высаливанию спирта из водного раствора может способствовать формированию у учащихся опорных знаний об электромагнитной природе химического взаимодействия. Параллельно с этим опытом можно показать взаимно нерастворимые жидкости, сопроводив демонстрацию материальной моделью. Между двумя магнитами, имитирующими молекулы воды, помещают пластмассовый шарик, имитирующий молекулы керосина. Магниты, притягиваясь, друг к другу, выталкивают шарик, помещенный между их полюсами. Материальная модель, хотя и упрощенно, дает представление учащимся о причинах нерастворимости жидкостей друг в друге.

Синтез воды в эвдиометре

Этот опыт может быть использован для доказательства таких законов и понятий, как закон постоянства состава вещества и валентность. Техника выполнения опыта описана во многих пособиях для учителей и студентов*. Мы опишем технику проведения эксперимента по методу учителя средней школы № 121 Нижнего Новгорода В. М. Шеймана.

Для эвдиометра берут длинную стеклянную трубку, запаянную с одной стороны, на трубку наносят деления. Эвдиометр помещают в высокий прозрачный сосуд с водой и зажимают эвдиометр в лапку лабораторного штатива. Методом вытеснения воды эвдиометр наполняют водородом и кислородом. Поджигание смеси рекомендуется осуществлять следующим образом. Тонкий двухжильный провод длиной около 1 м с одной стороны снабжают электрической вилкой, с другой сто-

* Полосин В. С. Школьный эксперимент по неорганической химии. 2-е изд., перераб. М.: Просвещение, 1970. 336 с.

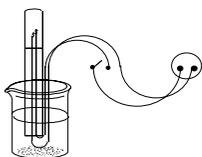


Рис. 1.

Прибор для синтеза воды в эвдиометре

роны провода разделяют и срезают на разной высоте. Расстояние между оголенными концами должно быть не менее 1,5 см. Оголенные концы проводов соединяют очень тонким металлическим «волоском». При включении в сеть изготовленного провода «волосок» перегорает, поджигая при этом газовую смесь. Провод вставляют в подготовленный эвдиометр так, чтобы оголенные концы его находились в газовой смеси (рис. 1). Включение прибора в сеть должно быть очень кратковременным, поэтому один из проводов часто снабжают размыкающим ключом (кнопка электрического звонка). При взрыве газовой смеси происходит синтез воды, в результате чего объем газов уменьшается.

С целью демонстрации понятия «валентность» опыт повторяют несколько раз с различным соотношением водорода и кислорода в газовой смеси. Результаты проведенных опытов позволяют сделать учащимся вывод о том, что водород с кислородом всегда реагируют в соотношении 2:1 соответственно. Следовательно, атомы элементов обладают способностью присоединять к себе определенное число атомов другого элемента, что и получило название «валентность». Для закрепления умений пользоваться понятием и величиной валентности предлагаем использовать графическую модель (рис. 2).

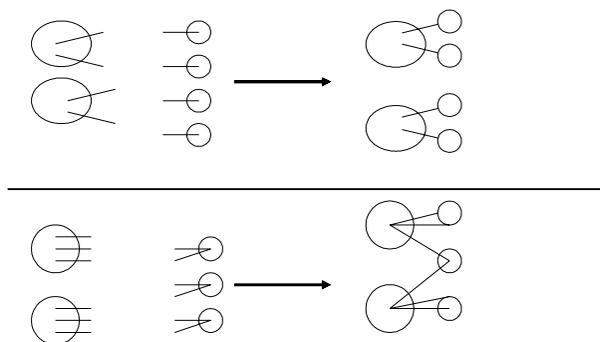
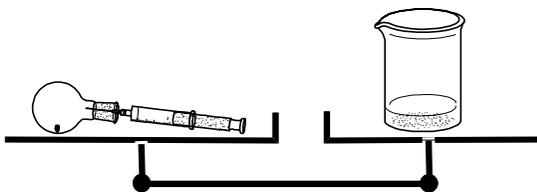


Рис. 2. Модель, иллюстрирующая понятие «валентность»

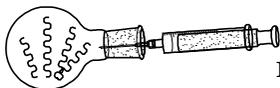
Применяя подобные графические модели, учащиеся легче овладевают умением составлять формулы по валентности и на основании сформированного понятия и умения, соответствующего ему, усваивают закон постоянства состава веществ.

Закон сохранения массы веществ

Опыт рекомендуем провести как имитацию опыта М. В. Ломоносова, с помощью которого он опроверг господствовавшую в то время теорию флогистона. Вместо реторты используем термостойкую круглодонную колбу, закрытую пробкой, через которую проходит игла шприца. В колбу помещают кусочек фосфора величиной не больше рисового зернышка. Герметично закрыв колбу, прибор уравнивают на весах разновесами или сосудом с водой (рис. 3). После этого зажигают фосфор в колбе нагреванием его через стенку, не нарушая при этом герметичности, и наблюдают образование густого белого дыма. По завершении горения фосфора колбу снова помещают на чашку весов и убеждаются, что равновесие не нарушилось. Доказательством того, что часть воздуха соединилась с фосфором, является положение поршня шприца после охлаждения прибора.



До и после нагревания



После охлаждения установки объем газа в шприце уменьшился

Рис. 3. Прибор для демонстрации закона сохранения массы веществ

По итогам опыта с учащимися проводят беседу, результатом которой может стать составление материальной или графической модели, подобной той, что приведена на рис. 4.

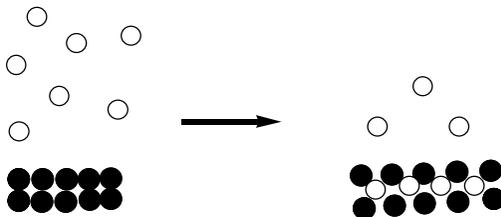


Рис. 4. Графическая модель, иллюстрирующая закон сохранения массы веществ

Модель позволит учащимся более осмысленно усвоить суть закона сохранения массы веществ.

Типы химических реакций

Реакцию соединения можно иллюстрировать горением простых веществ в кислороде или взаимодействием некоторых неметаллов с водородом. Рекомендуем использовать реакции с газами, так как при выполнении таких опытов легче регистрировать исчезновение исходных веществ и получение продуктов по изменению объема. Одновременно опыт послужит пропедевтикой изучения газовых законов. Для демонстрации воспользуемся реакцией взаимодействия двух простых и двух сложных веществ. Реакцию водорода с кислородом демонстрируем в эвдиометре (опыт описан на с. 17—18); реакцию между аммиаком и хлороводородом — в приборе, собранном из двух шприцов и стеклянной трубки, закрытой герметично с двух сторон резиновыми пробками, через которые проходят иглы шприцов (рис. 5). Вначале демонстрируют прибор, наполненный воздухом. Поршни, вдавленные в шприцы, возвращаются в исходное положение, так как воздух, подобно другим газам, упруг. На втором этапе опыта шприцы наполняют один хлороводородом, другой — аммиаком. После вдавливания поршни не возвращаются в исходное положение, а в соединительной трубке появляется белый дым. Уменьшение объема газов свидетельствует о том, что газы соединились.

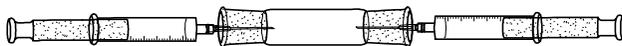


Рис. 5. Прибор для проведения реакции между хлороводородом и аммиаком

Совместно с учащимися учитель моделирует процесс, результатом которого может стать графическая модель, представленная ниже (рис. 6), сопровождаемая буквенной записью и знаковой моделью — уравнением химической реакции.

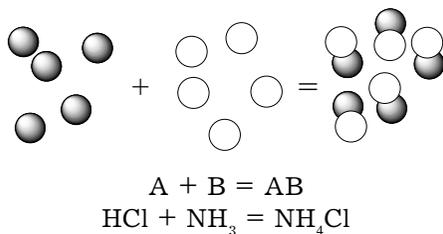


Рис. 6. Графическая модель реакции соединения между хлороводородом и аммиаком

Реакцию разложения часто демонстрируют на примере разложения карбоната гидроксомеди (II), что вполне допустимо и оправдано, так как в результате опыта легко обнаруживаются продукты реакции. Опыт можно провести в приборе, изображенном на рис. 3 на с. 19, только вместо фосфора в колбу помещают около 1 г карбоната гидроксомеди (II) и нагревают его на открытом пламени спиртовки. В результате реакции разложения на стенках колбы появляются капельки воды, порошок меняет цвет с зеленого на черный, а положение поршня шприца свидетельствует об увеличении объема газа. Графическая модель может быть обратной модели реакции соединения.

Реакцию замещения удобно демонстрировать все в том же приборе (рис. 3). В колбу наливают 2—3 мл раствора соляной кислоты, в которую помещают гранулу цинка, и закрывают пробкой со шприцом. Поршень шприца постепенно выдвигается образующимся в результате реакции водородом, что свидетельствует об изменении объема газа в замкнутой

системе прибора. Моделировать процесс удобно с помощью двух магнитов разной силы и железного предмета, например шарика или скрепки. Скрепку прикрепляют к слабому магниту, затем подносят сильный магнит и разводят их. При этом скрепка остается на сильном магните. Графическую модель, а на ее основе и буквенную, в данном случае могут составить сами учащиеся.

Реакцию обмена можно проиллюстрировать любым из описанных в литературе способов. Важно только, чтобы в результате реакции один из продуктов «покинул» реакционную среду. Материальное моделирование процесса можно осуществить с помощью четырех магнитов.

Кислород. Водород. Вода, растворы

Данные темы, кроме того что имеют самостоятельное значение в начальном обучении химии, играют заметную роль в закреплении знаний и умений учащихся по пройденной теме «Первоначальные химические понятия». При изучении этих тем педагог неоднократно должен возвращать учащихся к моделям, составленным ранее, так как опыты практически полностью им соответствуют.

Способы получения и собирания 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 содержит до 35 % пероксида водорода. Получение кислорода из гидроперита не требует нагревания, что упрощает ученический эксперимент, и, кроме того, позволяет обойтись без являющегося прекурсором перманганата калия.

Лабораторный опыт получения кислорода имеет большое значение для формирования практических умений работы с газообразными веществами, плохо растворимыми в воде. Сбор и хранение кислорода методом вытеснения воды дают возможность еще раз повторить принцип «растворение полярного в полярном, неполярного в неполярном», вспомнить материальное моделирование с двумя магнитами и пластмассовым шариком, помещенным между полюсами магнитов (см.

с. 17). Для проведения опыта каждому ученику требуются 2—3 таблетки гидроперита, оксид марганца (IV) или 2—3 мл «крепкого» раствора перманганата калия, пробирка с газоотводной трубкой, пустая пробирка и небольшой кристаллизатор. Учащимся следует раздать ориентировочную основу действий. Результаты опыта рекомендуется оформить в виде структурно-логической схемы на основе интегрального алгоритма (см. таблицу 5).

Таблица 5

**Структурно-логическая схема,
описывающая получение кислорода из гидроперита**

1. Название опыта	Получение кислорода и собирание его методом вытеснения воды
2. Результаты наблюдения	Пероксид водорода под действием воды и перманганата калия разлагается с выделением газа. Получающийся кислород вытесняет воду из пробирки, опрокинутой вверх дном в кристаллизатор с водой, и собирается над слоем жидкости
3. Рисунок установки, название его частей	
4. Смысловое содержание (моделирование явления)	Сложное вещество — пероксид водорода разлагается на простое — кислород и сложное — воду, происходящая реакция относится к типу реакций разложения. Молекулы кислорода неполярные и не растворяются в полярном растворителе — воде
5. Химический смысл (знаковая модель)	$2\text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$
6. Субъективная новизна	<i>(индивидуальная для каждого ученика запись)</i>
7. Основные выводы	В лаборатории кислород можно получить разложением некоторых сложных веществ, например пероксида водорода. Полученный кислород можно длительное время хранить над слоем воды, так как он плохо растворим в ней

Опишем методику выполнения опыта. В пробирку наливают 2—3 мл крепкого раствора перманганата калия. Вместо него можно взять 2—3 мл воды и добавить к ней порошок оксида марганца (IV). В приготовленную смесь помещают таблетки гидроперита. Пробирку закрывают газоотводной трубкой, конец которой подводят под вторую пробирку, наполненную водой и опрокинутую вверх дном в кристаллизатор с водой. Кислород в этом случае выделяется очень спокойно и равномерно, реакция не требует нагревания. Проверка наличия кислорода в собранном газе проводится как обычно, то есть с помощью тлеющей лучинки.

Полученный кислород можно собрать и методом вытеснения воздуха. Этот способ собирания газов позволит восстановить и закрепить знания об относительной плотности газов, полученные учащимися в курсе физики.

Эксперимент, иллюстрирующий химические свойства кислорода, хорошо изложен в школьных учебниках химии. Один из опытов описан в структурно-логической схеме (см. таблицу 2 на с. 12—13). Однако следует остановиться на свойстве кислорода окислять сложные вещества. Мы предлагаем продемонстрировать учащимся горение аммиака в чистом кислороде. Опыт проводится в сосуде Ландольта (рис. 7).

При проведении этого эксперимента следует учесть, что при нагревании перманганат калия (1) сильно «пылит», поэтому в колено, где он находится, необходимо поместить кусочек минеральной ваты (2). Кислород для опыта можно получить и без нагревания (способ описан выше на с. 20—21). При нагревании смеси кристаллических хлорида аммония и гидроксида кальция (3) кроме аммиака образуются пары воды, для улавливания которых рекомендуется брать избыток гидроксида кальция. Обращаем внимание: для того чтобы аммиак горел в кислороде, необходимо нагревать оба колена сосуда.

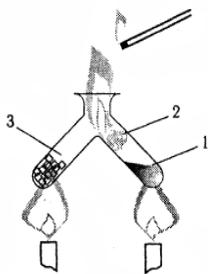


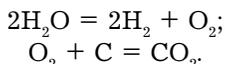
Рис. 7.
Прибор для
демонстрации
горения
аммиака
в кислороде

Демонстрируя этот опыт, мы показываем различную активность кислорода, содержащегося в воздухе, и чистого кислорода. Это

знание пригодится учащимся при изучении скорости химической реакции и условий ее протекания.

Редко используемый способ получения водорода, разработанный на кафедре методики обучения химии РГПУ им. А. И. Герцена (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 закрепленным электродом часто и непродолжительно касаются стационарно закрепленного 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 еще раз вернуться к ранее пройденной теме.

Отметим, что опыты, иллюстрирующие свойства водорода, хорошо описаны В. С. Полосиным* и другими авторами.

* Полосин В. С. Школьный эксперимент по неорганической химии. 2-е изд., перераб. М.: Просвещение, 1970. 336 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПОСТАНОВКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГАЛОГЕНОВ В 8-М КЛАССЕ

К моменту изучения неорганической химии в 8-м классе, которое начинается с изучения галогенов, у учащихся уже вырабатывается умение анализировать результаты химических опытов. Материальное или графическое моделирование процессов и явлений под руководством учителя становится лишним. В данном случае можно обойтись вербальным описанием изучаемых объектов и явлений. На этом этапе химический эксперимент получает иное предназначение — он становится мощным развивающим средством.

Эксперимент нельзя рассматривать только как способ формирования практических умений, таких как взвешивание, смешивание, переливание и др. Любому учебному эксперименту предшествует интеллектуальная работа. В связи с этим В. Ф. Юлов* предлагает программу эксперимента, представленную на схеме 1.

Схема 1

Факторы, сопровождающие выполнение эксперимента



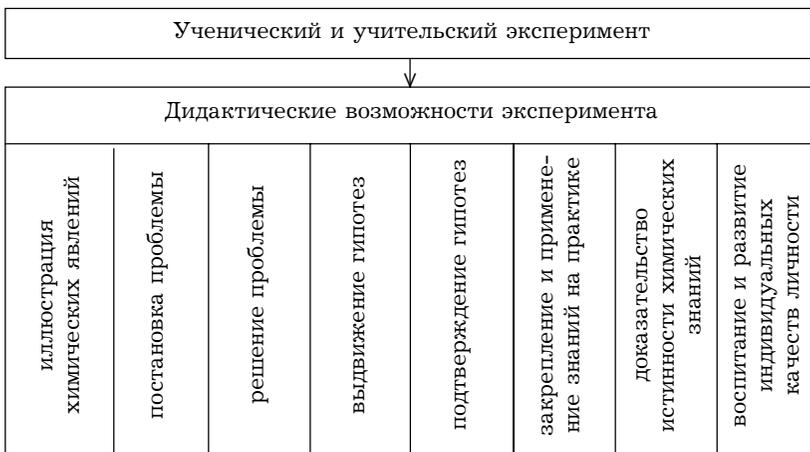
Замысел определенного эксперимента вытекает из некоторой теории (гипотезы). Из нее выводятся предсказания фактов, которые и становятся предметом поиска. Основная

* Юлов В. Ф. Концепция современного естествознания: Учебное пособие. Киров: ВГПУ, 1997. 253 с.

нагрузка в эксперименте приходится на интеллект. И только на следующем этапе включаются органы чувств. Чувственность эксперимента обеспечивает разнообразие функций: участие в материальных действиях и контроль над ними, наблюдение и участие в измерениях. Для того чтобы в учебную деятельность включились органы чувств, необходимо создать определенные материальные условия. Изучаемый объект и соответствующие приборы являются средствами обучения. Таким образом, при изучении естественных дисциплин развитие интеллекта можно и нужно осуществлять через учебный и исследовательский эксперименты (см. схему 2). Нельзя вырывать эксперимент из контекста обучения химии. Наблюдение, выполнение эксперимента являются системными. Следовательно, они сложнее по сравнению с другими интеллектуальными задачами, так как требуют применения предметных, общеучебных, практических и интеллектуальных умений.

Схема 2

Химический эксперимент в системе обучения



Дидактические задачи, решаемые с помощью химического эксперимента при обучении химии, во второй половине 8-го класса иные, чем в начале обучения. Методические приемы использования эксперимента также различаются.

В таблице 6 на с. 28 приведены примеры часто использу-

ющихся приемов постановки лабораторного и демонстрационного эксперимента. При обучении химии в 8-м классе лучше не нарушать порядок их следования. Задания для учащихся должны усложняться постепенно, что приведет к более прочному усвоению химических знаний. При изучении галогенов лучше пользоваться первым вариантом, описанным в таблице 6, так как у школьников при изучении первоначальных химических понятий уже выработалось умение моделировать химические процессы на основе обсуждения наблюдений.

Таблица 6

**Методические подходы к применению
химического эксперимента**

№ варианта	Вариант методического подхода	Творческий уровень	Деятельность учащихся
1	Учитель демонстрирует учащимся прибор, показывает принцип его действия (не объясняя)	I порядка — низкий	Преобразование визуальной информации
2	Учитель дает лишь словесное описание прибора и принцип его действия (без демонстрации)	II порядка — средний	Преобразование речевой информации
3	Учитель не говорит о приборе и не объясняет принцип его действия, а сразу ставит перед учащимися задачу (проблему)	III порядка — высокий	Выдвижение гипотезы с последующим ее подтверждением экспериментально

Опыты, иллюстрирующие свойства галогенов

Получение хлора в лабораторных условиях часто рекомендуют проводить, применяя реакцию между соляной кислотой и перманганатом калия или оксидом марганца (IV). Мы рекомендуем в качестве окислителя использовать дихромат калия. Преимущество этого способа состоит в том, что, поскольку реакция между соляной кислотой и дихроматом калия идет только при нагревании, ее можно остановить в любой момент, прекратив нагревание. Поэтому для получения хлора необязательно использовать колбу Вюрца с капельной

воронкой, можно обойтись пробиркой с газотводной трубкой, не опасаясь бурного вспенивания реакционной смеси. Известно, что чем проще выполнение опыта, тем вероятнее его применение на уроке.

Физические свойства хлора необходимо изучать, обращая внимание учащихся на зависимость свойств вещества от его строения. С этой целью можно продемонстрировать различную растворимость хлора в полярных (вода) и неполярных (керосин, бензин, бензол) растворителях.

Для проведения опыта требуются два широких низких стакана или две высокие чашки Петри и две пробирки. Пробирки наполняют хлором и опрокидывают в стаканы, наполненные водой. С помощью шприца в один из цилиндров вводят около 10 мл бензина (рис. 8).

При осторожном покачивании пробирок (необходимо следить за тем, чтобы их горло не поднималось выше уровня жидкости) наблюдаются следующие изменения: в бензине хлор растворяется полностью, вследствие чего жидкость заполняет пробирку; в воде растворение хлора происходит значительно хуже.

Приведенный опыт способствует формированию у учащихся умений выявлять зависимость между свойствами и строением вещества. На основании этого опыта ученики, применяя ранее полученные знания, делают вывод о неполярности молекул хлора, о типе химической связи в них. По нашему мнению, этот эксперимент целесообразно сначала продемонстрировать, а затем провести обсуждение его результатов. Путь рассуждений учащихся может быть следующим. Хлор обладает различной растворимостью в воде и бензине. Исходя из хорошей растворимости хлора в неполярном растворителе (бензине), можно сделать вывод о том, что молекулы хлора неполярные. Хлор — простое вещество, атомы в его молекуле связаны ковалентной неполярной связью. Малая молекулярная масса и неполярность молекул хлора указывают на то, что при нормальных условиях хлор — газ.

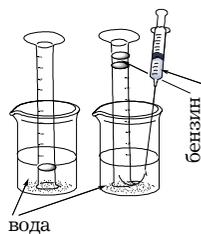


Рис. 8. Прибор для изучения растворимости хлора

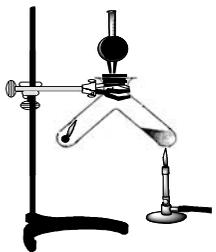


Рис. 9.
Прибор для проведения реакции хлора с натрием

Окислительные свойства хлора наглядно демонстрирует опыт взаимодействия хлора с натрием. Реакцию удобно проводить в сосуде Ландольта (рис. 9), одно колено которого заполняют смесью для получения хлора, а в другое помещают кусочек натрия величиной с небольшую горошину.

Горло сосуда закрывают хлоркальциевой трубкой, заполненной гранулированным активированным углем для улавливания избытка хлора и продуктов реакции между хлором и натрием. При нагревании смеси концентрированной соляной кислоты с дихроматом калия выделяющийся хлор воспламеняет натрий. Подобно этому можно демонстрировать реакцию окисления хлором красного фосфора.

По результатам опытов учитель предлагает учащимся охарактеризовать увиденные явления, сделать вывод об окислительно-восстановительных свойствах простого вещества, предположить продукты реакции и выразить наблюдаемое свойство знаковой моделью (уравнением химической реакции).

Для демонстрации горения водорода в хлоре также можно воспользоваться сосудом Ландольта. С этой целью в одно колено прибора помещают смесь для получения хлора, в другое — раствор соляной или серной кислоты и 5—7 гранул цинка

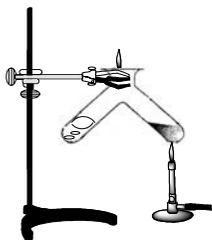


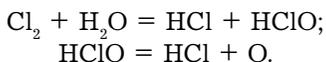
Рис. 10.
Прибор для демонстрации горения водорода в хлоре

(рис. 10). При нагревании смеси концентрированной соляной кислоты с дихроматом калия происходит выделение хлора. Водород в другом колене образуется без нагревания. При поджигании водорода у выхода из сосуда возникает беловатое пламя, над которым появляется дымок. При поднесении к пламени влажной лакмусовой бумажки индикатор указывает на наличие «кислой» среды. Хлор можно получить и восстановлением из поваренной соли, если воспользоваться в качестве окислителя смесью оксида марганца (IV) и концентрированной серной кислоты. Реакция, как и в первом случае, идет при нагревании.

При обсуждении опыта, как и в предыдущем случае, следует избегать графического или материального моделирования. Результатом обсуждения должна стать запись химического уравнения.

Восстановительные свойства хлор проявляет очень слабо, в основном в реакциях диспропорционирования. Отметим, что этот опыт, кроме образовательного, имеет большое воспитательное значение.

Постановка опыта не требует сложного оборудования. Небольшую коническую колбу наполняют хлором, полученным одним из описанных выше способов. В атмосферу хлора вносят смоченную водой синюю лакмусовую бумажку. Изменения, происходящие на ней, следующие: цвет лакмуса сначала меняется на красный, что указывает на наличие «кислой» среды раствора; после покраснения бумажка постепенно обесцвечивается, так как параллельно с первым процессом идет другой. Записать уравнения происходящих реакций учащимся сложно, поэтому рекомендуем сделать это учителю:



Учитель объясняет учащимся, что при растворении хлора в воде происходит окислительно-восстановительная реакция, в которой и окислителем, и восстановителем является хлор. Образование двух кислот и становится причиной изменения окраски индикатора с синей на красную. Малая устойчивость HClO становится причиной образования атомарного кислорода в момент разложения кислоты. Именно он и разрушает молекулы красителя, вследствие чего лакмусовая бумажка обесцвечивается.

В описанных в литературе опытах, демонстрирующих отбеливающие свойства хлора, предлагается использовать влажную окрашенную ткань. Подобная постановка опыта не раскрывает этапа образования кислотного раствора. При обсуждении эксперимента необходимо уделить внимание не столько отбеливающим свойствам вещества, сколько мерам безопасности при работе с хлорсодержащими веществами, познакомить учащихся с первыми признаками отравления хлором (слезоточивость и насморк, так как в первую очередь пора-

жаются слизистые оболочки глаз и носоглотки). Следует предупредить учащихся о невозможности применения влажной ватно-марлевой повязки для защиты от отравления хлором. В этом заключается воспитательное значение опыта. Конечно, немаловажны знания учащихся о применении обеззараживающих и отбеливающих свойств изучаемого вещества, но для восьмиклассника это не столь актуально.

Взаимное вытеснение галогенов из их солей удобно продемонстрировать в простом приборе, состоящем из пробирки, закрытой пробкой, через которую проходит игла шприца. Пробирку наполняют смесью для получения хлора, в шприц помещают два ватных рыхлых тампона, смоченных соответственно бромидом и йодидом калия. При этом поршень шприца выдвинут наполовину для обеспечения его хода. При нагревании смеси в пробирке выделяется хлор. Под его давлением поршень шприца выдвигается, хлор попадает внутрь шприца. Хлор реагирует с бромидом и йодидом калия, вследствие чего изменяется окраска смоченных растворами солей ватных тампонов (рис. 11).

При обсуждении эксперимента важно обратить внимание учащихся на относительную электроотрицательность хлора, брома и йода. Для объяснения наблюдаемого явления можно напомнить о материальном моделировании, проведенном с помощью магнитов при формировании понятия о реакциях замещения. При неоднократном возвращении к пройденному ранее учебному материалу у учащихся происходят полное его усвоение и запоминание.

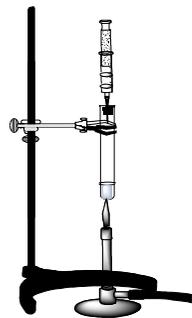


Рис. 11.
Прибор для изучения взаимного вытеснения галогенов из их солей

В теме «Галогены» эксперимент предшествует его обсуждению. В результате происходит преобразование полученной учащимися визуальной информации. Уровень творчества учеников (согласно таблице 6 на с. 28) остается низким. Повысив уровень творчества при выполнении, наблюдении, описании эксперимента, мы можем «потерять» часть хорошо успевающих учащихся, у которых еще не в

полной мере сформировалась способность осуществлять действия в уме.

Опыт можно еще более упростить. Для его проведения нужны 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 до появления желто-зеленой окраски раствора. Полученную хлорную воду добавляем во второй цилиндр с раствором бромида натрия или калия, получаем раствор бурого цвета за счет выделения брома. Полученную бромную воду добавляем в третий цилиндр с раствором йодида калия — выделяющийся йод окрашивает раствор в более темный цвет. Демонстрацию опыта легко сопровождать комментариями или эвристической беседой, так как опыт можно остановить на любой стадии и добиться от учащихся правильного ответа.

Анализ результатов эксперимента и обобщающей схемы (рис. 12) при обсуждении свойств хлора и его соединений поможет ученикам систематизировать основные свойства соединений элемента с различными степенями его окисления в них.

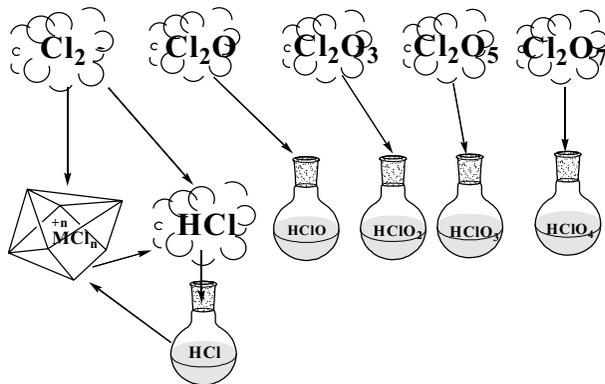


Рис. 12. Свойства соединений хлора с различными степенями окисления

Учащиеся могут сделать следующие выводы обобщающего характера:

→ Хлор — газ желто-зеленого цвета, очень активный окислитель. С хлором реагируют большинство металлов и многие

неметаллы. Сложные вещества, проявляющие свойства восстановителей, тоже окисляются хлором.

→ В атмосфере хлора горит водород с образованием газообразного хлороводорода, который при растворении в воде дает соляную кислоту. При взаимодействии с металлами хлор дает хлориды — соли соляной кислоты. При действии на кристаллические хлориды концентрированной серной кислотой можно получить хлороводород.

→ Кислородные соединения хлора получают косвенным путем, через кислородсодержащие кислоты хлора. При растворении хлора в воде образуется смесь соляной и хлорноватистой кислот. Последняя легко разлагается с образованием соляной кислоты и атомарного кислорода. Образующийся атомарный кислород обесцвечивает красители.

→ Соединения хлора с положительной степенью окисления являются очень сильными окислителями.

ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ХИМИИ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ В ШКОЛЕ (8—9-Й КЛАСС)

К 9-му классу у учащихся неплохо сформированы мыслительные операции. Кроме того, из курса 8-го класса им знакомы основные приборы и посуда, применяемые при проведении школьного химического эксперимента. Поэтому ученики могут осуществлять эксперимент на более высоком уровне творчества. На этом этапе обучения перед проведением химического опыта учитель озвучивает свойство вещества, дает краткое словесное описание опыта и предлагает учащимся самостоятельно выбрать прибор или установку, в которой удобно осуществить превращение.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПОСТАНОВКИ ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ИЗУЧЕНИИ НЕМЕТАЛЛОВ

Опыты при изучении серы и ее соединений (упрощенные варианты)

Окислительные свойства сера должна проявлять, являясь типичным неметаллом. Минимальную степень окисления она будет проявлять в соединениях с водородом и металлами, так как ее относительная электроотрицательность выше, чем у водорода и металлов. В зависимости от кристаллической структуры веществ и разницы в электроотрицательности условия протекания реакций будут различаться. Для того чтобы сера прореагировала с водородом, ее необходимо нагреть. Если опыт проводить в замкнутом сосуде, то при нагревании сосуд может разгерметизироваться и расширяющийся при нагревании газ выбьет пробку. Как это предотвратить? Можно поступить следующим образом: пробку следует снабдить

шприцом, тогда при расширении газов поршень шприца будет выдвигаться, и герметичность прибора не нарушится. После охлаждения установки поршень возвратится в исходное положение, что свидетельствует о том, что объем полученного газа не увеличился и не уменьшился по сравнению с исходным объемом водорода. После составления уравнения реакции учащиеся обращают внимание на то, что газообразные вещества реагируют в эквимольном отношении. Это еще раз убеждает их в неформальности знаковой записи химических реакций.

Опыт выполняют следующим образом (рис. 13). В пробирку помещают небольшой кусок серы и локально нагревают дно пробирки. Сера начинает плавиться и после охлаждения пробирки приклеивается к ее дну. Затем методом вытеснения воздуха наполняют пробирку водородом и закрывают ее пробкой со шприцом, поршень которого выдвинут наполовину. При нагревании серы в собранном приборе происходит реакция. Для обнаружения сероводорода в пробирку заранее помещают смоченную лакмусовую бумажку, располагая ее ближе к пробке.

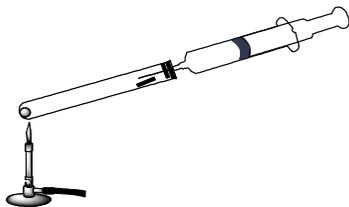


Рис. 13. Прибор для получения сероводорода

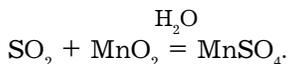
Восстановительные свойства серы, как правило, демонстрируют, сжигая ее в кислороде. Техника выполнения этих опытов хорошо изложена В. С. Полосиным*, а также В. Н. Верховским и А. Д. Смирновым**. Мы охарактеризуем проблем-

* Полосин В. С. Школьный эксперимент по неорганической химии. 2-е изд., перераб. М.: Просвещение, 1970. 336 с.

** Верховский В. Н., Смирнов А. Д. Техника химического эксперимента: Пособие для учителей. Т. II. 7-е изд., перераб. М.: Просвещение, 1973. 368 с.

ный опыт, совмещающий восстановительные свойства серы и оксида серы (IV).

В плоскодонную колбу, снабженную пробкой с вставленной в нее ложечкой для сжигания веществ, наливают 10—15 мл темно-розового раствора перманганата калия, в который бросают 2—3 таблетки гидроперита. Начинается реакция с выделением кислорода. Серу поджигают на воздухе в ложечке, вставленной в пробку, а затем погружают в атмосферу кислорода, плотно закрыв колбу пробкой с вставленной в нее ложечкой (рис. 14). В кислороде сера горит ярко-голубым пламенем с выделением сернистого газа. После прекращения горения, по истечении 1—2 минут, бурый осадок оксида марганца (IV), образовавшийся при получении кислорода, растворяется, что доказывает восстановительные свойства оксида серы (IV):



Основным вопросом для обсуждения результатов опыта должно стать растворение осадка оксида марганца (IV). Конечно, не каждый ученик сможет правильно объяснить этот факт. Однако беседа активизирует познавательную деятельность учащихся.

В дальнейшем можно повторить тот же эксперимент, заменив серу фосфором. Результат будет иным: осадок оксида марганца не растворится, так как получающийся при горении оксид фосфора (V) не проявляет восстановительных свойств.

Свойства сероводорода можно разделить на две группы: водный раствор сероводорода — слабая кислота, а сероводород и его водный раствор — сильные восстановители. Эти группы свойств лучше выделить для учащихся в отдельные блоки. Для демонстрации кислотных свойств используют заранее приготовленный раствор сероводорода. Даже при имеющейся в кабинете тяге необходимо работать так, чтобы сероводородная вода по возможно-

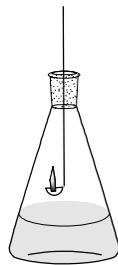


Рис. 14. Прибор для получения оксида серы (IV) и изучения его восстановительных свойств

сти была изолирована от окружающей среды (сероводород — сильный яд!).

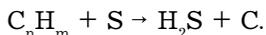
Для приготовления раствора рекомендуем прибор, изображенный на рис. 15. Пробирка-реактор, в которую помещена смесь парафина и серы, соединена с колбой-приемником, в которой находится вода для поглощения образующегося в реакторе сероводорода. Через пробку колбы-приемника проходит длинная игла шприца, которая достаёт до дна колбы для отбора полученной сероводородной воды (иглу можно удлинить, насадив на нее колпачок, использующийся при хранении шприца).



Рис. 15. Прибор для получения раствора сероводородной кислоты

Во время реакции к игле присоединен шприц без поршня, заполненный активированным углем, а игла в колбе-приемнике находится выше уровня жидкости.

Реакцию взаимодействия серы с парафином можно сравнить с реакцией взаимного вытеснения галогенов из их солей. Так как электроотрицательность серы немного выше, чем у углерода в парафине, то идет реакция замещения, в которой сера проявляет окислительные свойства:



Подобное сопоставление, выделение сходства в различных, на первый взгляд, реакциях является хорошим приемом формирования понятий.

Кислотные свойства сероводорода подтверждаются реак-

циями обмена с основаниями и солями тяжелых металлов. Эти реакции проводятся с целью повторения и закрепления знаний учащихся об основных классах неорганических соединений. Иное значение имеют реакции окисления сероводорода: ими доказываются сильные восстановительные свойства соединений серы с низшей степенью окисления, в отличие от подобных соединений хлора.

Рекомендуем также продемонстрировать опыт, который помимо восстановительных свойств сероводорода может доказать окислительные свойства оксида серы (IV). Этот опыт проводят подобно опыту горения серы в кислороде (рис. 13 на с. 36), но вместо смеси для получения кислорода в колбу наливают сероводородную воду, полученную в предыдущем опыте. Сжигают серу в воздухе, находящемся в колбе; выделяющийся сернистый газ взаимодействует с сероводородом, вследствие чего раствор мутнеет от выделяющейся серы.

Свойства серной кислоты и ее солей обычно демонстрируют пробирочными опытами. При изучении взаимодействия концентрированной серной кислоты обращаем особое внимание на наличие в ней двух ионов-окислителей. В разбавленном растворе окислителем является катион водорода. Поэтому металлы, стоящие в ряду напряжений до водорода, реагируют с ней с выделением водорода.

Концентрированная серная кислота проявляет окислительные свойства за счет серы в степени окисления +6 и поэтому является сильным окислителем, реагируя не только практически со всеми металлами, но и со многими неметаллами. Замечено, что свойства серной кислоты учащиеся запоминают не сразу. Поэтому для более прочного усвоения изучаемого материала рекомендуем применить схему 3 (с. 40).

К этой схеме ученики могут обращаться некоторое время даже при выполнении контрольных заданий, так как в такой ситуации они используют ее более осмысленно и корректно.

Для того чтобы помочь учащимся усвоить взаимные превращения соединений серы, следует после обсуждения результатов эксперимента проанализировать рис. 16 (с. 40), содержащий также информацию о физических свойствах веществ.

Свойства серной кислоты

Разбавленный раствор серной кислоты. Окислитель — ион водорода	$n\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{M} = \text{M}_2(\text{SO}_4)_n + n\text{H}_2$			
	Параллельно идет реакция с водой			Не реагируют
Ряд напряжений металлов	Li K Ba Ca Na Mg Al Be Mn Cr Zn Fe Co Ni Sn Pb H ₂ Cu Hg Ag Pt Au			
Концентрированная серная кислота. Окислитель — сера в степени окисления +6	? = H ₂ S	? = S	? = SO ₂	Не реагируют
	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{M} \rightarrow \text{M}_2(\text{SO}_4)_n + \text{H}_2\text{O} + ?$			
	Металлы, выделенные жирным шрифтом (Al , Cr , Fe), образуют при окислении прочную оксидную пленку, защищающую металл от реакции с кислотой			

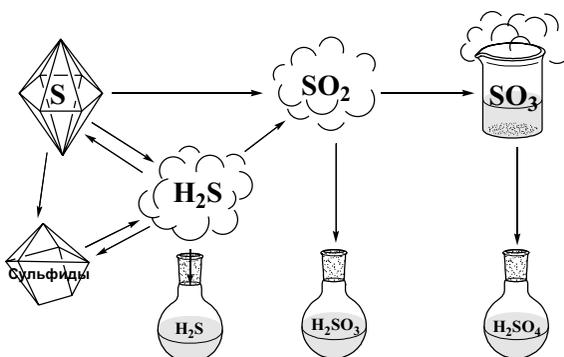


Рис. 16. Свойства соединений серы с различными степенями окисления

Анализ результатов эксперимента, схемы 3 и рис. 16 позволит учащимся сделать следующие выводы обобщающего характера:

→ Сера — кристаллическое вещество с молекулярной кристаллической решеткой, имеет невысокие температуры плавления и кипения, растворима в неполярных растворителях.

→ Сера горит с образованием сернистого газа, растворимого в воде, являющегося кислотным оксидом, которому соответствует слабая сернистая кислота. Оксид серы (VI) получают окислением сернистого газа в присутствии катализатора. Высший оксид серы — легко кипящая жидкость, в воде растворяется с выделением тепла, образуя серную кислоту.

→ Окислительные свойства серы проявляет в реакциях с водородом и металлами, образуя соответственно сероводород и сульфиды, последние легко гидролизуются с образованием сероводорода. Раствор сероводорода в воде обладает кислотными свойствами, сам же сероводород — хороший восстановитель, горит с образованием оксида серы (IV), очень ядовит.

Опыты при изучении азота и его соединений

Для выполнения опытов, иллюстрирующих свойства азота и его соединений, необходимо использовать достаточно сложные лабораторные установки. Поэтому, как правило, ограничиваются демонстрацией свойств азотной кислоты и качественным определением нитратов. Отметим, что в пособиях для учителей приводятся подробные описания этих опытов, а также различные варианты техники их постановки.

Окислительные свойства азота по сравнению с восстановительными выражены более ярко вследствие высокой электроотрицательности азота. Поэтому изучение свойств азота рекомендуем начинать именно с его окислительных свойств. Для демонстрации *окислительных свойств азота* следует выбрать реакцию, используемую в промышленности, — взаимодействие азота с водородом. Предлагаем простой способ ее проведения в сосуде Ландольта (рис. 17 на с. 42).

В этом опыте необходимо получить два вещества, которые затем вступают во взаимодействие. В первое колено помещают вату, пропитанную смесью насыщенных растворов хлорида аммония и нитрита натрия (1). Во время опыта это

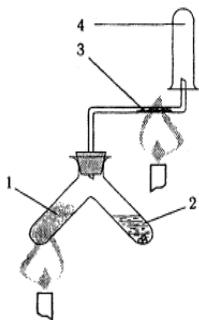
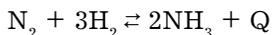


Рис. 17.
Прибор для проведения реакции между азотом и водородом

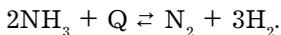
колено необходимо нагревать. Во второе колено помещают кусочки цинка и раствор серной кислоты (2). Сосуд закрывают пробкой с изогнутой газоотводной трубкой. В середине трубки помещают железные опилки или стружки (3), которые подогревают во время опыта. Выделяющийся аммиак собирают в пробирку (4), предварительно проведя пробу фенолфталеиновой бумагой, смоченной водой.

Такой вариант опыта удобен в исполнении, экономичен, исключает нагромождение различных приборов. Процесс синтеза аммиака протекает за короткий промежуток времени, с высокой степенью наглядности. При обсуждении опыта ученики восстанавливают и дополняют знания о скорости химической реакции, об обратимых реакциях и о способах его смещения.

Учащиеся должны убедиться в том, что наряду с синтезом аммиака



происходит противоположная химическая реакция: в присутствии катализатора при температуре около 400°C аммиак разлагается на исходные вещества — азот и водород, что свидетельствует об обратимости процесса:



Демонстрацию разложения аммиака на катализаторе проводят в пробирке, закрытой пробкой и снабженной шприцем. Пробирку наполняют аммиаком методом вытеснения воздуха, помещают в нее оксид хрома (III) и закрывают пробкой со шприцем, поршень которого полностью задвинут. При нагревании сначала происходит расширение газа, а затем частичное разложение аммиака. После охлаждения установки поршень не возвращается на прежнее место, что свидетельствует о частичном разложении аммиака.

Восстановительные свойства азота можно продемонстрировать при наличии устройства для создания вольтовой дуги или искрового разряда. Отметим, что полученного окси-

да азота хватит только для качественного его определения раствором дифениламина в концентрированной серной кислоте.

Восстановительные свойства аммиака демонстрируют в первую очередь реакциями его окисления. Для этого удобно использовать горение аммиака в кислороде в сосуде Ландольта (рис. 18), в первое колено которого помещают перманганат калия, а во второе — смесь кристаллического хлорида аммония и гидроксида кальция. При проведении этого эксперимента следует учесть, что при нагревании перманганат калия (1) сильно «пылит», поэтому в колено, где он находится, необходимо поместить кусочек ваты (2). Кислород можно получить и без нагревания из гидроперита (способ описан выше). При нагревании смеси кристаллических хлорида аммония и гидроксида кальция (3) кроме аммиака образуются пары воды, для улавливания которых рекомендуется брать избыток гидроксида кальция. На выходе из сосуда аммиак поджигают лучинкой, при этом он горит ровным пламенем.

Ученикам знаком этот способ демонстрации горения, поэтому при обсуждении опыта акцентируют внимание на лабораторном способе получения аммиака, на условиях его горения, упуская из обсуждения конструктивные особенности прибора. Важно отметить гигроскопичность гидроксида кальция.

Изучение каталитического окисления аммиака лучше начинать с постановки проблемного опыта, описанного в методической литературе как занимательный опыт «огненная метель». Колбу объемом не менее 1 л ополаскивают 2—3 мл 25 %-го раствора аммиака, при этом колба заполняется смесью аммиака и воздуха, на что обращают внимание учащихся. Затем в колбу высыпают разогретый на ложечке для сжигания веществ свежеприготовленный катализатор (Cr_2O_3). Оксид хрома (III) в ходе реакции окисления аммиака разогревается, образуя в колбе ярко светящиеся хлопья (рис. 19).

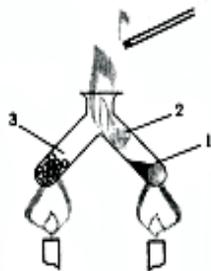


Рис. 18.
Прибор для демонстрации реакции горения аммиака в кислороде

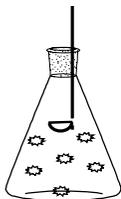
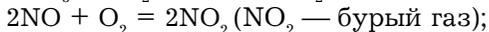
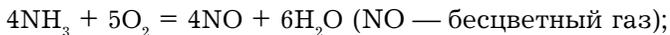


Рис. 19.
«Огненная
метель»
(каталитическое
окисление
аммиака)

Создается впечатление «огненной метели». Важно акцентировать внимание учащихся на явлениях, которые очень быстро начинают происходить после «потухания» катализатора: сначала бесцветный газ становится бурым, затем бурая окраска быстро сменяется на белый дым. Смена окрасок более заметна в большом объеме колбы.

При обсуждении этих явлений учащиеся восстанавливают знания как об окислительно-восстановительных реакциях, так и о кислотно-основных свойствах соединений. Результатом обсуждения выдвинутых учениками гипотез должно стать знаковое отображение происходящих явлений с помощью уравнений химических реакций:



$2\text{NO}_2 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NH}_4\text{NO}_2$ (мелкие кристаллы смеси полученных солей дают белую окраску).

Если учащиеся не могут соотнести реакции горения вещества с его восстановительными свойствами, то следует закрепить их знания, рассматривая реакции, в которых вещество восстанавливает металл из оксида. Такой опыт легко осуществим. Он проводится подобно восстановлению меди из оксида меди (II) водородом или угарным газом. В хлоркальциевую трубку помещают оксид меди, который нагревают в пламени горелки, через трубку над медью пропускают высушенный аммиак (рис. 20).

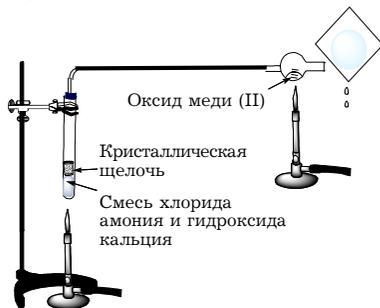


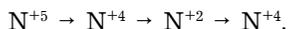
Рис. 20. Прибор для восстановления меди из оксида меди (II)

Аммиак получают в пробирке из смеси хлорида аммония и гидроксида кальция. На поверхность смеси помещают слой гранулированной щелочи в качестве осушителя (еще одно напоминание об основном характере аммиака).

Для получения оксидов азота и изучения их свойств можно воспользоваться прибором Кирюшкина (рис. 21). На конец воронки наматывают несколько витков медной проволоки и наливают в прибор концентрированную азотную кислоту. В результате реакции, не требующей нагревания, выделяется бурый газ (NO_2).

Но если попытаться собрать этот газ методом вытеснения воды, то в цилиндре над водой собирается бесцветный газ (NO). Цилиндр, заполненный оксидом азота (II), вынимают из кристаллизатора, снимают стекло, которым он был прикрыт. При этом оксид азота (II) окисляется до оксида азота (IV), имеющего бурый цвет. Этот опыт демонстрирует свойства сразу трех соединений азота. Постановка опыта должна быть направлена на организацию наблюдения. Описание же самих свойств соединений азота не вызывает затруднений у учащихся.

Изменение степени окисления азота в этом опыте перед демонстрацией можно выразить схемой, упрощенной знаковой моделью:



Превращения соединений азота, выраженные схемой, преобразуют в ряд уравнений химических реакций.

Учащимся сложно усвоить особенности взаимодействия азотной кислоты с металлами. Для осмысленного запоминания продуктов реакции рекомендуем использовать схему 4 (с. 46), подобную схеме 3.

По образцу обобщающих схем, описывающих основные свойства и состояния соединений серы и хлора, учащиеся смогут составить самостоятельно аналогичную схему для соединений азота (рис. 22 на с. 46), что значительно усилит ее познавательное значение.

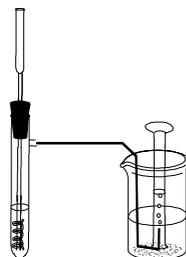


Рис. 21.
Прибор для получения оксидов азота

Свойства азотной кислоты

<p>Разбавленная азотная кислота. Окислитель — азот в степени окисления +5</p>	$\text{HNO}_3 + \text{M} = \text{M}(\text{NO}_3)_n + ?$	$? = \text{NH}_4\text{NO}_3$	$? = \text{NO}$	<p>Не реагируют</p>
<p>Ряд напряжений металлов</p>	<p>Li K Ba Ca Na Mg Al Be Mn Cr Zn Fe Co Ni Sn Pb H₂ Cu Hg Ag Pt Au</p>			
<p>Концентрированная азотная кислота. Окислитель — азот в степени окисления +5</p>	$\text{HNO}_3 + \text{M} \rightarrow \text{M}(\text{NO}_3)_n + \text{H}_2\text{O} + ?$	$? = \text{N}_2\text{O}$	$? = \text{NO}_2$	<p>Не реагируют</p>

Металлы, выделенные жирным шрифтом (**Al**, **Cr**, **Fe**), образуют при окислении прочную оксидную пленку, защищающую металл от реакции с кислотой

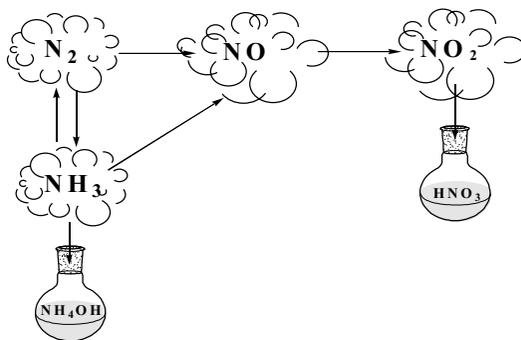


Рис. 22. Свойства соединений азота с различными степенями окисления

Анализ результатов эксперимента, схемы 4 и рис. 22 позволит ученикам сделать обобщающие выводы о свойствах азота и его соединений:

→ Азот при нормальных условиях — газ без цвета и запаха, очень плохо растворим в воде. С кислородом воздуха азот реагирует при очень высоких температурах (в природе это канал молнии) с образованием оксида азота (II), который не растворим в воде и является несолеобразующим оксидом. При нормальных условиях оксид азота (II) окисляется до оксида азота (IV), который легко растворяется в воде с образованием азотной кислоты и оксида азота (II) в результате реакции диспропорционирования. В избытке кислорода растворение происходит с образованием только азотной кислоты.

→ Окислительные свойства азот проявляет в реакции с водородом. Эта реакция обратима, так как наряду с процессом синтеза аммиака идет его разложение. Аммиак очень хорошо растворим в воде с образованием гидроксида аммония, проявляющего свойства основания в реакциях с кислотами, в результате чего образуются соли аммония. В кислороде аммиак горит, выделяя пары воды и азот; окисление аммиака в присутствии катализатора приводит к образованию оксида азота (II).

Опыты при изучении свойств фосфора и его соединений

Физические и химические свойства фосфора и его соединений в 9-м классе изучаются не так подробно, как свойства азота. Следует обратить особое внимание учащихся на то, что фосфор сильно отличается от азота по физическим свойствам, окислительной способности как простых веществ, так и соединений с положительной степенью окисления.

Перед демонстрацией опытов в беседе выявляют основные различия сравниваемых соединений на основе их строения. Опыты будут служить подтверждением предположений учащихся.

Основное направление обсуждения с учащимися *физических свойств фосфора* можно представить следующей последовательностью:

1. Радиус атома фосфора больше радиуса атома азота. Фосфор может ориентировать вокруг себя не один, а много атомов.
2. Следствием первого вывода может стать второй вывод:

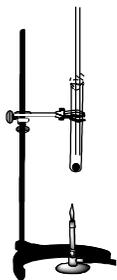


Рис. 23.
Прибор для превращения красного фосфора в белый

фосфор может образовывать три ковалентные связи с тремя другими атомами, образуя четырехатомные молекулы или атомный кристалл.

3. Фосфор образует несколько аллотропных модификаций, строение которых различно.

4. В случае образования молекул фосфор должен быть легкоплавким и растворимым в неполярных растворителях. В случае образования атомного кристалла фосфор должен быть тугоплавким и не растворимым в любых растворителях.

Известный опыт по изучению свойств фосфора рекомендуем несколько изменить, дополнив его операцией растворения полученного белого фосфора в толуоле или бензоле. В пробирку, закрепленную вертикально в лабораторном штативе, помещаем небольшой кусочек красного фосфора и стеклянную палочку. Пробирку закрываем рыхлым тампоном минеральной ваты и нагреваем подготовленную установку (рис. 23). При нагревании красный фосфор переходит в белый. Обращаем внимание учащихся на то, что красный фосфор не плавится, а белый фосфор при этой температуре переходит в жидкое агрегатное состояние, то есть одна из модификаций легкоплавкая, другая — тугоплавкая. После того как примерно половина взятого фосфора перешла в другую модификацию, нагревание прекращаем и пробирку охлаждаем на воздухе. В охлажденную пробирку со смесью белого и красного фосфора приливаем 1—2 мл бензола или толуола. Наблюдаем, что белый фосфор, в отличие от красного, растворяется. Раствор белого фосфора выливаем на фильтровальную бумагу, закрепленную на кольце лабораторного штатива (рис. 24), в затемненном месте. По мере испарения растворителя

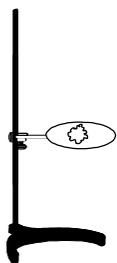


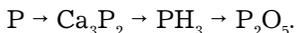
Рис. 24.
Окисление белого фосфора на воздухе

По мере испарения растворителя

фосфор начинает светиться (осторожно, бумага может вспыхнуть!).

Приведенный опыт можно использовать для демонстрации различий в условиях окисления белого и красного фосфора. Как и в предыдущем опыте, демонстрации предшествует беседа, в ходе которой используются выводы, полученные из анализа результатов первого опыта: белый фосфор имеет молекулярную кристаллическую решетку; красный фосфор обладает более прочной атомной кристаллической решеткой; для начала реакции окисления необходимо разрушить кристалл, для разрушения молекулярного кристалла требуется меньше энергии, поэтому белый фосфор самовоспламеняется на воздухе, а красный — нет.

Окислительные свойства фосфора демонстрируют редко, так как фосфор не реагирует с водородом. Выяснить это можно, сопоставив относительные электроотрицательности элементов: они имеют близкие значения. Однако водородное соединение фосфора — фосфин — существует. Для изучения окислительных свойств фосфора и его соединений рекомендуем экспериментально осуществить ряд следующих превращений:



Для этого в стеклянную трубку длиной около 15 см и диаметром не менее 0,5 см помещают смесь красного фосфора и опилок кальция; зажимают трубку в лабораторном штативе и нагревают смесь локально. Через 1—2 минуты смесь вспыхивает; в результате реакции образуется фосфид кальция. После охлаждения трубку разбивают пестиком, предварительно обернув тканью. Полученный фосфид вместе с осколками трубки помещают в стакан с водой, выделяющийся в реакции фосфин самовозгорается на воздухе, образуя белое «облачко» оксида фосфора (V). Обращаем внимание: *эксперимент обязательно следует проводить под тягой, так как фосфин ядовит!*

Этот опыт демонстрирует высокие восстановительные свойства соединений фосфора с отрицательной степенью окисления. К такому выводу учащихся можно подвести не только после наблюдения самовоспламенения фосфина и разложения фосфида водой, но и оттолкнувшись от того, что простое

вещество с трудом переходит в соединения с отрицательной степенью окисления, однако легко превращается в соединения с положительной степенью окисления. Эти факты указывают также на слабые окислительные свойства соединений фосфора с высшей степенью окисления.

Экспериментальное подтверждение кислотного характера оксидов и гидроксидов фосфора, как правило, не вызывает затруднений. Доступные каждому школьному кабинету опыты описаны в пособиях для учителей*.

Рис. 25 может стать своеобразным «путеводителем» для демонстрации химических свойств фосфора и его соединений.

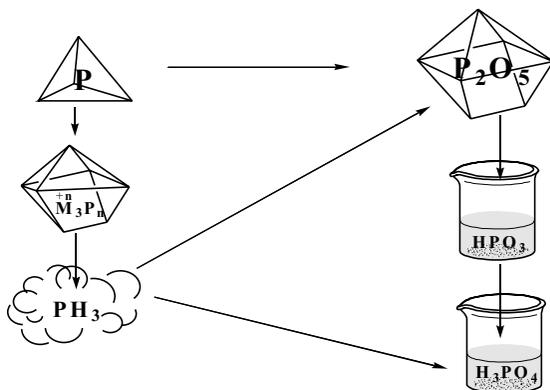


Рис. 25. Свойства фосфора и его соединений с различными степенями окисления

Обсуждение результатов эксперимента и анализ рисунка позволят учащимся сделать обобщающие выводы о свойствах фосфора и его соединений:

→ Фосфор образует кристаллическое вещество, имеет три аллотропные модификации: белый, красный и черный. Белый

* Полосин В. С. Школьный эксперимент по неорганической химии. 2-е изд., перераб. М.: Просвещение, 1970. 336 с.; Верховский В. Н., Смирнов А. Д. Техника химического эксперимента: Пособие для учителей. Т. II. 7-е изд., перераб. М.: Просвещение, 1973. 368 с.

фосфор имеет молекулярную кристаллическую решетку, легкоплавок, растворим в неполярных растворителях. Красный и черный фосфор имеет атомную кристаллическую решетку; эти модификации тугоплавкие, нерастворимы в любых растворителях.

→ На воздухе фосфор окисляется — горит с образованием оксида фосфора (V), который является кислотным оксидом. Растворяясь в воде при комнатной температуре, оксид фосфора (V) образует метафосфорную кислоту, а при кипячении — ортофосфорную.

→ Окислительные свойства фосфора выражены слабо и проявляются только в реакциях с сильными восстановителями. Водородное соединение — фосфин — получают действием воды или раствора щелочи на фосфида активных металлов. Фосфин на воздухе самовоспламеняется и сгорает с образованием ортофосфорной кислоты.

Опыты при изучении соединений элементов подгруппы углерода

Данные опыты не вызывают затруднений по технике выполнения, поэтому остановимся на методике постановки и введения в урок менее известных вариантов.

Кроме адсорбционных свойств углерода следует остановиться на доказательстве прочности кристаллической атомно-металлической решетки графита. Для этого его испытывают на тугоплавкость и растворимость в растворителях различной полярности. Полученные данные помогут учащимся ответить на вопросы: почему углерод устойчив на воздухе? Может ли углерод находиться в газообразном или жидком состоянии при относительно низких температурах?

Наличие углекислого газа в воздухе указывает на устойчивость его соединений с высшей степенью окисления и на их слабые окислительные свойства.

Восстановительные свойства углерода удобно продемонстрировать способом, предложенным преподавателями кафедры химии Арзамасского педагогического университета им. А. П. Гайдара, который заключается в следующем. Порошок графита (не угля!) смешивают с порошком оксида железа (III) и помещают на кафельную плитку небольшой горкой, в кото-

рую стационарно погружают графитовый стержень от карандаша, соединенный 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 объему смеси, не подводя к другому ближе чем на 0,5 см (рис. 26). Между электродами возникает Вольтова дуга, и под действием высокой температуры идет восстановление железа из оксида, что можно обнаружить с помощью магнита после выключения прибора из сети.

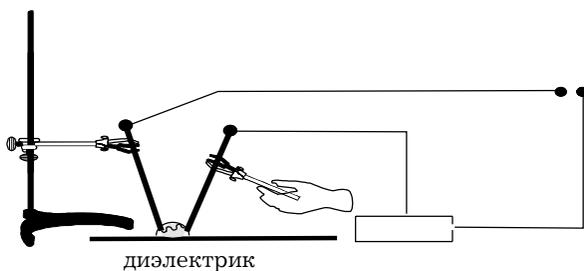
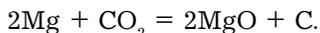


Рис. 26. Прибор для восстановления железа (III) из оксида с помощью углерода

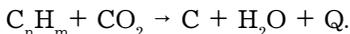
Окислительные свойства углекислого газа также демонстрируются очень редко, однако именно эти свойства оксида углерода (IV) имеют значение при тушении пожаров. В стакан, заполненный углекислым газом, погружают ложечку с зажженным порошком магния, который продолжает гореть в атмосфере углекислого газа. После прогорания вещества на ложечке сверху остается белый налет оксида магния, под которым находится черный углерод:



Опыт указывает на то, что углекислотный огнетушитель нельзя использовать при тушении сильных восстановителей. Этот опыт имеет скорее воспитательное, чем образовательное значение и опровергает ранее устоявшееся у учащихся мнение, что углекислый газ не поддерживает горение.

Окислительные свойства углекислого газа подтверждаются и в опыте, демонстрирующем невозможность тушения окси-

дом углерода (IV) разгоревшегося углеводорода, в качестве которого удобно брать парафин. В тигель или фарфоровую чашку помещают парафин, чашку закрепляют в кольце лабораторного штатива и нагревают до температуры воспламенения. На разгоревшиеся пары парафина направляют слабую струю углекислого газа (рис. 27). При этом пламя не гаснет, происходит выделение огромного количества копоти вследствие протекания реакции:



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

После изучения свойств неметаллов можно составить ряды высших оксидов неметаллов и водородных соединений и сравнить их окислительно-восстановительные свойства. Такое сопоставление сходных по свойствам соединений разных элементов приучает учащихся искать причинно-следственные связи, находить закономерности, отмечать отступления от них и объяснять причины этого.

Кислотный характер оксида углерода (IV) можно проиллюстрировать следующим проблемным экспериментом. Для проведения опыта требуется толстостенный сосуд, плотно закрывающийся пробкой с проходящей через нее стеклянной трубкой (рис. 28 на с. 54). В сосуд помещают 5—7 гранул кристаллической щелочи и добавляют к ней 10—15 мл воды. Сосуд наполняют углекислым газом методом вытеснения воздуха (рис. 28 А), закрывают пробкой с трубкой и, зажав отверстие трубки, энергично встряхивают колбу. Не отрывая пальца от трубки, сосуд опрокидывают и погружают газоотводной трубкой в кристаллизатор с водой. Под слоем воды убирают палец от трубки. При этом вода фонтаном устремляется в сосуд (рис. 28 Б). Почему это происходит, если растворимость углекислого газа в воде невелика и такого эффекта создать не может? Отвечая на этот вопрос, учащиеся активизируют

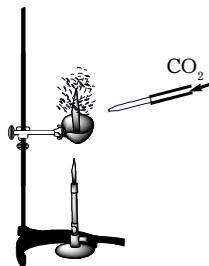


Рис. 27.
Взаимодействие
углекислого
газа с парафином

мыслительную деятельность, привлекают ранее полученные знания.

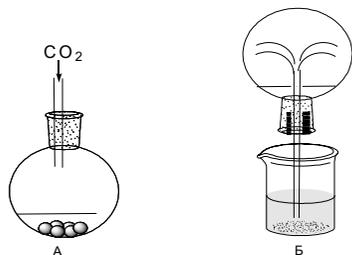


Рис. 28. Прибор для демонстрации кислотных свойств углекислого газа

Демонстрируя этот опыт, учитель не дает описания прибора, не раскрывает сути происходящего явления, а сразу ставит перед учащимися проблему. Несмотря на высокий уровень мыслительной деятельности учащихся, следует учесть, что этот опыт можно ставить как проблемный только в том случае, если ученики наблюдали подобные явления при изучении аммиака и хлороводорода, если ими полностью усвоены свойства неорганических соединений различных классов. В противном случае учащиеся не смогут решить эту проблему.

После демонстрации эксперимента следует предложить учащимся проанализировать схему, содержащую обобщающую информацию о свойствах соединений углерода с различными степенями окисления (рис. 29).

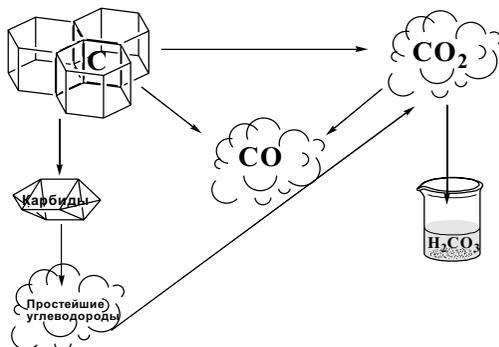


Рис. 29. Свойства соединений углерода с различными степенями окисления

После анализа результатов эксперимента и осмысления схемы учащиеся смогут сделать выводы о свойствах углерода и его соединениях:

→ Углерод — кристаллическое вещество, образует несколько аллотропных модификаций: алмаз, графит, карбин, фуллерены. В чистом виде в природе встречаются алмаз и графит, что обусловлено прочностью их кристаллических решеток.

→ Уголь горит с образованием углекислого газа, являющегося кислотным оксидом. Углекислый газ — очень слабый окислитель, однако при повышенной температуре окисляет углерод, в результате чего образуется угарный газ. Угарный газ — несолеобразующий оксид; проявляет сильные восстановительные свойства, горит на воздухе.

→ Окислительные свойства углерод проявляет в реакциях с металлами. Получающиеся при этом карбиды гидролизуются с образованием низкомолекулярных углеводородов, чаще метана или ацетилена. Углерод окисляется также под действием концентрированных азотной и серной кислот.

→ Устойчивыми являются соединения углерода с максимальной степенью окисления: мрамор, известняк.

Схему (рис. 30) и ее описание можно использовать как обобщающую или постепенно «растущую» при изучении кремния и его соединений.

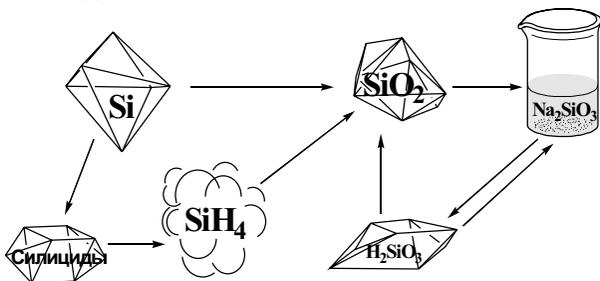


Рис. 30. Свойства кремния и его соединений

После изучения темы учащиеся смогут сделать следующие обобщающие выводы:

→ Кремний — серое кристаллическое вещество, полупроводник. При высокой температуре окисляется с образованием

высшего оксида, который повсеместно встречается в природе в виде речного песка. Оксид кремния нерастворим в воде, при сплавлении с основными оксидами дает соли очень слабой кремниевой кислоты, которую получают, действуя на растворимые силикаты кислотами (например, соляной). Кремниевая кислота нерастворима, при нагревании разлагается до воды и оксида кремния.

→ Обладая очень слабыми окислительными свойствами, кремний все же реагирует с сильными восстановителями — активными металлами с образованием силицидов. При действии на силициды концентрированной соляной кислоты образуется газообразный силан. Силан горит с образованием воды и оксида кремния.

→ Кремний не реагирует с кислотами, но реагирует с растворами щелочей с выделением водорода.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ПОСТАНОВКИ ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ИЗУЧЕНИИ МЕТАЛЛОВ

Металлы изучаются последними в курсе неорганической химии средней школы почти во всех учебных линиях. Это обусловлено включением в тему таких сложных понятий, как «электролиз», «коррозия металлов», а также изучением свойств элементов побочных подгрупп. К моменту изучения этой темы у учащихся практически полностью сформированы умения мыслительной деятельности. Это позволяет учителю применять методы проблемной постановки химического эксперимента разного уровня (табл. 7) в зависимости от особенностей изучаемой темы и уровня подготовки учащихся. Не следует забывать, что при классно-урочной системе обучения на уроке присутствуют ученики с разной успешностью овладения предметом. В случае демонстрационного эксперимента организовать дифференцированное обучение трудно, поэтому выбирают методы, которые будут доступны всем учащимся. Иная ситуация складывается при постановке лабораторного эксперимента: каждая из выделенных в классе групп выполняет работу различной сложности, но при этом все ученики осваивают одни и те же знания о химических

явлениях, только с разной степенью самостоятельности. Такая организация обучения на основе химического эксперимента требует более серьезной подготовки к уроку.

Таблица 7

Проблемная постановка химического эксперимента

Методы проблемной постановки химического эксперимента	Реконструкция информации	Деятельность учителя	Деятельность учащихся
Монологическое изложение, сопровождающее демонстрацию	Демонстрации предшествует постановка проблемы, которая может быть разрешена опытным путем	Демонстрация эксперимента с одновременным словесным его описанием	Наблюдение и действия по образцу
Рассказ на основе рассуждений, сопровождающий демонстрацию	Демонстрации предшествует постановка проблемы, восстанавливаются опорные знания учащихся, напоминаются пути решения сходных проблем экспериментальным способом	Словесное описание химического опыта, без указания устройства установки	Выбор необходимых приборов, соответствующих условиям проведения опыта, наблюдение
Эвристический	Постановка вопросов, для ответа на которые учащиеся должны видоизменить или приспособить известные им установки для открытия нового знания	Демонстрация опыта по рекомендациям, выработанным на основе предложений, выдвинутых учащимися	Выдвижение предложений по конструкции приборов и выбору веществ для опыта, наблюдение, рефлексия
Исследовательский		Косвенное руководство самообразовательной деятельностью учащихся	Поисковые приемы учения, самообразовательная деятельность

ИЗУЧЕНИЕ ОБЩИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ (КОРРОЗИЯ И ЭЛЕКТРОЛИЗ)

Эксперимент при изучении электрохимического ряда напряжений металлов описан в учебнике химии Ю. В. Ходакова и Д. А. Эпштейна*. Он предполагает проведение измерения напряжения на полюсах электродов, образующих гальваническую пару. Опыт можно немного упростить и выполнить его следующим образом. В диэлектрическую ванночку наливают раствор серной кислоты (приготовленный из расчета 1 объем кислоты на 5 объемов воды) на высоту не более 1 см. В приготовленный раствор помещают в произвольном порядке несколько пластинок разных металлов, например: алюминий, цинк, железо, свинец, медь. Затем с помощью демонстрационного гальванометра измеряют напряжение на полюсах пар металлов (рис. 31). Опыт показывает, что величина напряжения с каждым измерением различна. Учащимся предлагают разработать план проведения эксперимента, позволяющего определить пару металлов, напряжение на полюсах которых будет наибольшим, и на основании этого составить последовательный ряд металлов. Если ученики с поставленной задачей не справляются, учитель помогает им определить эту пару металлов. В дальнейших действиях учащиеся, как правило, не затрудняются. Опыт наглядно подтверждает физический смысл ряда напряжений металлов. Такая постановка опыта относится к эвристическому методу и занимает немало времени на уроке.

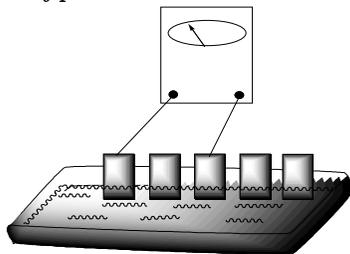


Рис. 31. Прибор для изучения электрохимического ряда напряжений металлов

* Ходаков Ю. В., Эпштейн Д. А. Неорганическая химия. М.: Просвещение, 1970. 208 с.

Техника выполнения опытов по теме «Коррозия металлов» не вызывает затруднений. Однако для того чтобы учащиеся усвоили это трудное понятие, лучше воспользоваться графическим моделированием (рис. 32), подобным тому, что предложен К. Зоммером*. При записи процесса электрохимической коррозии желательно придерживаться формы, принятой для составления окислительно-восстановительных реакций.

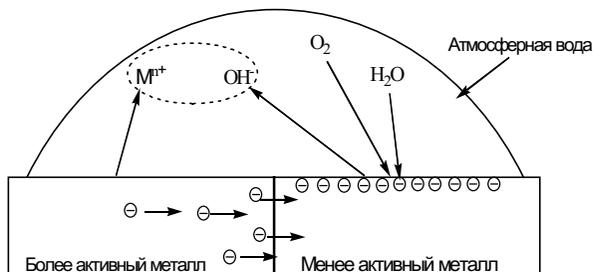
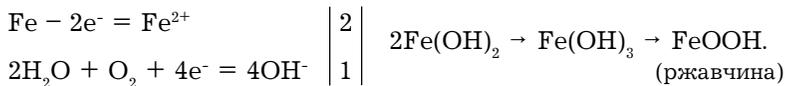


Рис. 32. Схема электрохимической коррозии металлов

Примерная форма знаковой записи может выглядеть так:

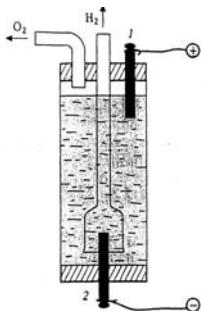


Процесс коррозии, конечно, более сложен, так как в воздухе кроме воды и кислорода есть углекислый газ, может происходить образование солей корродируемых металлов. Глубина изучения темы определяется программой, которой пользуется учитель.

Эксперимент по теме «Электролиз растворов солей» может служить иллюстрацией физического смысла электронного баланса.

С этой целью демонстрируют электролиз раствора сульфата натрия в приборе М. В. Федякина. Собирают прибор, как показано на рис. 33 на с. 60. В раствор сульфата натрия заранее добавляют смесь индикаторов фенолфталеина и лак-

* Зоммер К. Аккумулятор знаний по химии / Пер. с нем. П. Б. Терентьева. М.: Мир, 1977. 296 с.

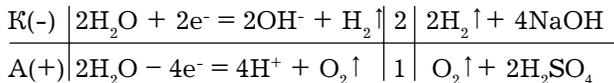


1 — анод,
2 — катод

Рис. 33.

Прибор для проведения электролиза

муса или универсальный индикатор. По результатам эксперимента учащиеся записывают схемы процессов, происходящих на аноде и катоде с участием внешнего электрического тока. Отмечают окраску среды раствора у анодного и катодного пространства, составляют электронный баланс реакции. Соотношение принятых и отданных электронов в нем соответственно равно 2:1.



После проведения электролиза растворы, полученные в катодном и анодном пространствах, перемешивают. Для этого снимают верхнюю пробку с закрепленными в ней электродом и стеклянной трубкой, ограничивающей катодное пространство. После перемешивания индикаторы показывают нейтральную среду. Запись уравнения реакции нейтрализации продуктов, полученных в катодном и анодном пространствах (2NaOH + H₂SO₄ = Na₂SO₄ + 2H₂O), позволяет ученикам наглядно убедиться в том, что коэффициенты в электронном балансе соответствуют коэффициентам в уравнении реакции нейтрализации. Это убедительно поясняет физический смысл электронного баланса.

Для закрепления знаний учащихся по теме можно воспользоваться опытом «Электрическое письмо», предложенным К. Я. Парменовым*. Этот опыт может использоваться и как занимательный. Собирают установку, состоящую из селенового выпрямителя, подающего напряжение не более 12 V, соединенного проводником отрицательным полюсом с металлической пластинкой, на которой размещены несколько слов фильтровальной бумаги, смоченной смесью растворов йодида калия или натрия и крахмального клейстера. Положительный полюс выпрямителя соединяют проводником с обыч-

* Парменов К. Я. опыты по химии с электрическим током: Пособие для учителей. М.: Учпедгиз, 1962. 178 с.

ной перьевой ручкой (рис. 34). Если «писать» такой ручкой на бумаге, находящейся на металлической пластинке, то в местах соприкосновения с ней пера появляются синие буквы вследствие выделения из электролита свободного йода и реакции его с крахмалом.

Для учащихся, изучивших процессы электролиза, этот эксперимент может стать проблемным. Если ответ найден, то задачу можно усложнить дополнительными вопросами: «Нужно ли менять полюса для получения малиновых линий на листе? Если да, то смесью растворов каких веществ следует пропитать фильтровальную бумагу?» (Бумага пропитывается растворами сульфата натрия и фенолфталеина, перо должно нести отрицательный заряд.)

При изучении общих свойств металлов (раздел «Сплавы») учителя часто ограничиваются демонстрацией имеющихся образцов. При этом остается недоказанной химическая природа получения многих сплавов. С целью ликвидации пробела можно проделать довольно простой по технике выполнения опыт по получению сплава свинца с натрием.

Для опыта *получения сплава свинца с натрием* в стальной тигель помещают около 5 г свинца, расплавляют его на пламени горелки и добавляют в расплав кусочек натрия примерно 0,5 см³. Наблюдается яркая вспышка, свидетельствующая об экзотермичности процесса. После «растворения» натрия в свинце сплав выливают на кафельную плитку. Полученный сплав, в отличие от исходных металлов, хрупкий, твердый; его пластинка, подвешенная на нити, при ударе по ней издает мелодичный звон. Таким образом, учащиеся могут сделать вывод о том, что свойства сплава не являются суммой свойств исходных металлов, что также свидетельствует о химической природе явления.

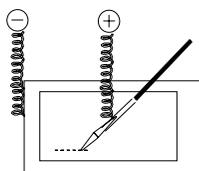


Рис. 34.
«Электрическое письмо»

ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ В ШКОЛЕ

ЭКСПЕРИМЕНТ ПРИ ИЗУЧЕНИИ УГЛЕВОДОРОДОВ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

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 жизнью, практикой, что создает условия для формирования познавательного интереса учащихся.

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. Учащиеся выполняют задание: «Объясните изречения: “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 объемы пропан-бутановой смеси, как показано на рис. 35 А.

Учащиеся отмечают плохую растворимость газов. Затем учитель в один из цилиндров с помощью шприца с иглой вводит 5—10 см³ бензина. Газ быстро растворяется в бензине, который образует слой над водой в цилиндре, и столбик жидкости резко поднимается вверх (рис. 35 Б).

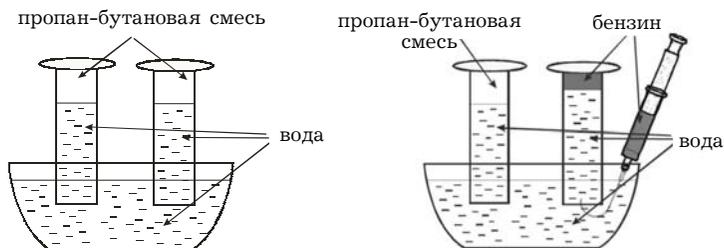


Рис. 35. Прибор для изучения растворимости углеводородов

Для того чтобы усилить наглядность эксперимента, можно подкрасить 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 их кипения составляет $-42,1^{\circ}\text{C}$ и $-0,5^{\circ}\text{C}$ соответственно).

Химические свойства предельных углеводородов

Отношение предельных углеводородов к окислителям можно изучить, проделывая следующие опыты

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 пропуски 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.

3. После проведения этих опытов у учеников 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 учащимся избавиться от заблуждения. В пробирку или круглодонную колбу на 50 мл помещают немного ($1/2$ чайной ложки) порошка оксида меди (II) и кусочек (1 см^3) парафина. Сосуд

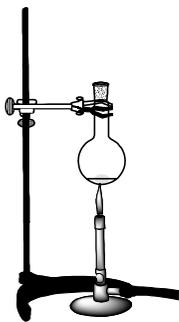


Рис. 36.
Прибор для окисления парафина

закрывают рыхлым тампоном минеральной ваты, смесь нагревают на пламени горелки (рис. 36), расплавленный парафин восстанавливает оксид до чистой меди, что хорошо заметно по изменению окраски порошка с черной на красную. Следовательно, парафин окисляется, другие алканы тоже могут окисляться, только условия и окислители должны подбираться для каждой реакции индивидуально. Следует отметить, что параллельно идет процесс крекинга парафина и в процессе восстановления могут участвовать его продукты.

Реакции замещения водорода в алканах на галогены обычно предлагают проводить, используя метан. Однако они сложны по техни-

ке исполнения, что исключает возможность их реального использования учителями. Химические свойства учитель «показывает», записывая на доске уравнение реакции и давая соответствующие пояснения.

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) наблюдается изменение цвета бензина до желто-зеленого 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 включенного кодоскопа (рис. 37). При ярком освещении (жесткие 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. Желто-зеленая окраска раствора изменяется до светло-зеленой, а затем раствор обесцвечивается. Через 1—2 минуты пробку колбы открывают и наблюдают образование над горлом колбы облачка «белого дыма». Внешенная 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 «гексахлорана», когда рассматриваются реакции присоединения бензола, идущие в жестких условиях. В обоих случаях в колбе образуется «густой белый дым». Но в случае

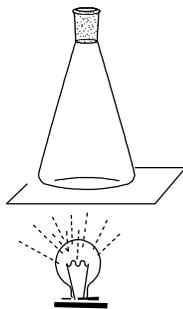


Рис. 37.
Прибор для
хлорирования
алканов

с бензолом идет реакция присоединения с образованием гексахлорциклогексана, а в другом — реакция замещения, где один из продуктов — хлороводород. На уроках по обобщению и систематизации знаний постановка таких опытов параллельно позволяет не только решать образовательные задачи (развивается понятие «химическая реакция»; доказывается, что свойства веществ есть функция состава и строения), но и совершенствовать умения сравнивать, сопоставлять, наблюдать, делать выводы и т. д.

Химические свойства непредельных углеводов

Для эксперимента можно использовать скипидар или керосин (содержащий около 2 % непредельных углеводов), имеющийся в продаже в хозяйственных магазинах. Скипидар — это смесь моно- и бициклических терпенов (α - и β -пиненов), в составе которых есть двойные связи. Эти вещества легко окисляются на воздухе, присоединяют галогены и галогеноводороды. Скипидар получают из живицы — жидкости, вытекающей из надрезов на коре сосны, пихты, лиственницы. Живицу перегоняют с водяным паром: отгоняется скипидар и остается твердая масса — канифоль. Скипидар используют как разбавитель смол, лаков, жиров, для проклейки писчей бумаги, в производстве линолеума и др. Эксперимент со скипидаром можно использовать и при изучении окислительно-восстановительных реакций, протекающих в различных средах: кислой, нейтральной, щелочной. В три цилиндра наливают раствор перманганата калия и добавляют в каждый скипидар. В зависимости от реакции среды наблюдают различную степень восстановления аниона MnO_4^- : в цилиндре с кислой средой образуется ион Mn^{2+} , вследствие чего раствор обесцвечивается; в нейтральной среде образуется бурый осадок MnO_2 ; в щелочной среде образуется манганат калия K_2MnO_4 изумрудно-зеленого цвета. В качестве окислителя можно взять раствор дихромата калия (оранжевого цвета) и наблюдать изменение окраски до зеленой или фиолетовой в зависимости от концентрации раствора дихромата. В скипидаре и керосине изменяют окраску бромная и йодная вода, так как идут реакции присоединения.

Таким образом, предложенные варианты химического эксперимента при отсутствии реактивов, оборудования или в случае сложной техники выполнения эксперимента должны помочь учителю заменить программные опыты дидактически равноценными. Определить место этих опытов в школьном курсе химии творчески работающий учитель сможет самостоятельно, в зависимости от тех дидактических задач, которые он ставит в процессе обучения. В результате проведенная серия опытов с природными углеводородами и углеводородами, измененными в ходе их переработки, помогает не только наглядно подтвердить свойства изучаемых гомологических рядов органических соединений, но и организовать проблемное обучение.

Ответы на вопросы учителя об относительной устойчивости предельных и непредельных углеводородов учащиеся самостоятельно находят в итогах эксперимента (бензин прямой гонки содержит предельные углеводороды, крекинг-бензин может содержать непредельную фракцию). В поиске ответа на вопрос о происхождении и нахождении в природе попутных газов ученики опираются на опыт, демонстрирующий растворимость пропанобутановой смеси в бензине.

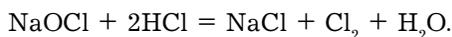
Предложенные опыты могут быть использованы при изучении органической химии как в 9-м, так и в 10-м классе.

Алкины и диеновые углеводороды в школьном курсе химии

Алкины в школьном курсе, как правило, изучают на примере ацетилена, получая его в приборе, собранном из колбы Вюрца и капельной воронки. Опыт можно значительно упростить и сократить время его демонстрации. Окисление ацетилена и реакция присоединения к нему галогенов могут быть проведены с использованием только мерных цилиндров. В три цилиндра наливаем слабый раствор перманганата калия, в один добавляем 1—2 мл серной кислоты, во второй — такое же количество насыщенного раствора гидроксида натрия или калия, третий оставляем с нейтральной средой. В цилиндры бросаем по кусочку карбида кальция величиной с крупную горошину. Карбид кальция реагирует с водой с образованием ацетилена, который изменяет окраску раствора пермангана-

та калия. В цилиндре с подкисленным раствором происходит обесцвечивание, с подщелоченным — образуется раствор изумрудно-зеленого цвета, с нейтральным — выпадает бурый осадок оксида марганца (IV).

Проблемным может стать опыт, демонстрирующий взаимодействие ацетилена с йодной, бромной и хлорной водой. Для получения хлорной воды можно воспользоваться весьма простым способом: в цилиндр наливают бытовой препарат «Белизна» и добавляют концентрированную соляную кислоту. «Белизна» содержит гипохлорит натрия, окисляющий хлорид-ион соляной кислоты до молекулярного хлора, который окрашивает раствор в желто-зеленый цвет:



В цилиндры с этими растворами бросают по кусочку карбида кальция. Выделяющийся ацетилен быстро обесцвечивает йодную и бромную воду. В случае с хлорной водой происходит неожиданное явление: пузырьки ацетилена, поднимающиеся со дна цилиндра, вспыхивают внутри жидкости, выделяющийся углерод накапливается на стенках цилиндра в виде копоти. Перед проведением опыта с хлорной водой учащимся задают вопрос: будет ли обесцвечиваться хлорная вода ацетиленом подобно бромной? Как правило, следует утвердительный ответ. После наблюдения обращается внимание на силу окислительных свойств соответствующих галогенов: хлор — самый сильный окислитель; кроме того, на свету он разлагается до атомарного, поэтому происходит не присоединение хлора к ацетилену по месту разрыва кратных связей, а горение ацетилена в хлоре.

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 йода. Учащиеся собирают прибор, как показано на рис. 38 А.

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 щелочи: раствор окрашивается в синий цвет. Повернув пробирку газоотводной трубкой вверх (рис. 38 Б), поджигают выделяющийся газ.

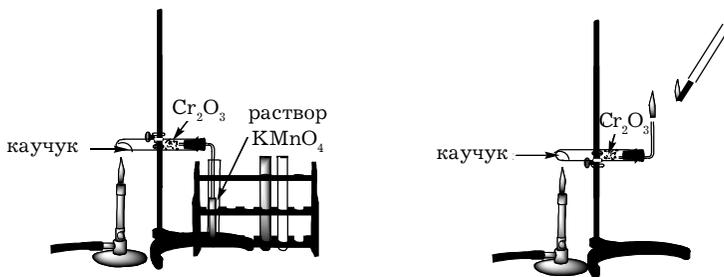


Рис. 38. Прибор для получения диеновых углеводородов и изучения их свойств

Чтобы доказать непредельность 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 йодной воды.

Лабораторные опыты служат хорошим закреплением не только практических умений учащихся, но и теоретических знаний. При соответствующей образовательным или развивающим задачам постановке вопросов лабораторные опыты дают великолепный обучающий результат: наряду с приобретением теоретических знаний ученики применяют практические умения, у них повышается уровень познавательной деятельности.

Для обсуждения можно предложить учащимся следующие вопросы и задания:

- Соберите прибор из предложенных деталей.
- Как проверить наличие непредельных углеводородов в продуктах деполимеризации каучука?
- Является ли обесцвечивание продуктами деполимеризации каучука бромной воды подтверждением того, что при разложении каучука получают диеновые углеводороды?
- Как доказать, что при разложении каучука наряду с другими непредельными углеводородами получают диеновые?

ЭКСПЕРИМЕНТ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СВОЙСТВ КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

При изучении органической химии в школах универсального профиля (1 час в неделю) удобно построить изучение темы крупным блоком, сравнивая свойства представителей разных классов: окисление, горение, кислотный характер и др. Отдельно останавливаются на специфических свойствах. Такой подход создает общее представление и дает возможность ученикам выделять вещества из общего ряда, опираясь на специфические черты в их строении и свойствах.

К общим свойствам относят горение и неполное окисление. Замечено, что на вопрос: «Почему органические вещества горят?» учащиеся затрудняются ответить. При изучении этого свойства необходимо обратить внимание на степень окисления углерода в веществе, используя шкалу изменения степени окисления углерода (рис. 39).

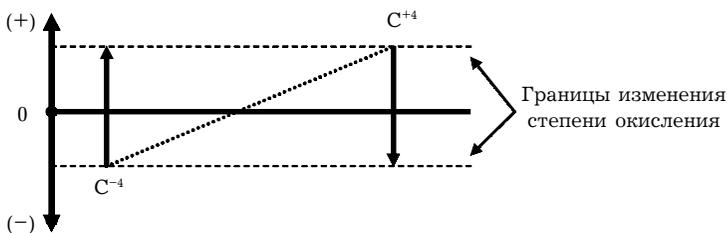


Рис. 39. Шкала изменения степеней окисления углерода

Углерод в органических соединениях чаще имеет отрицательные степени окисления, вследствие чего проявляет сильные восстановительные свойства, стремясь к устойчивому состоянию с максимальным значением степени окисления.

Для демонстрации горения кислородсодержащих органических веществ выбирают этанол, глицерин, формальдегид, уксусную кислоту, фенол. Эти соединения горят с образованием углекислого газа и иногда углерода. Горение глицерина, кислоты и фенола демонстрируют в фарфоровых чашках. Доведя нагреванием эти вещества до кипения, поджигают выделяющиеся пары (рис. 40).

Горение формальдегида удобно проводить в пробирке. В пробирку наливают 3—5 мл формалина (водный раствор формальдегида), на высоте 2—3 см над слоем жидкости помещают комок проволочки, на который как на полочку насыпают силикагель для поглощения испаряющейся из раствора воды. Так как растворимость газов при нагревании уменьшается, формальдегид выделяется из раствора; его поджигают лучинкой. Продолжительность горения зависит от концентрации формалина и взятого объема. Дополнительная информация о зависимости растворения газов от температуры служит основой проблемы, которую можно поставить перед учащимися.

При изучении неполного окисления кислородсодержащих соединений не рационально пользоваться понятием степени окисления. Удобнее сообщить учащимся, что окислить органическое вещество — значит увеличить количество связей углерода с кислородом и (или) уменьшить количество связей с водородом. В процесс окисления в первую очередь вступают атомы углерода, участвующие в образовании функциональных групп, что показано схемой:

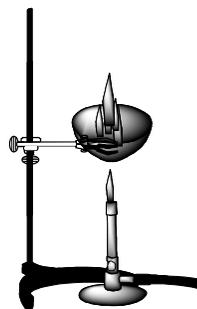
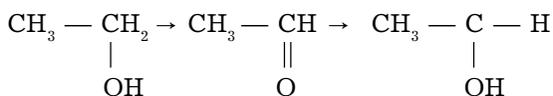
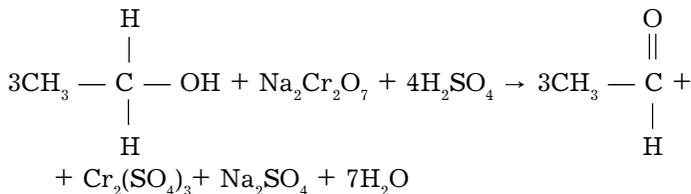


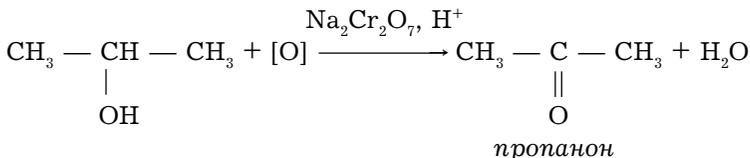
Рис. 40.
Прибор для демонстрации горения кислородсодержащих органических соединений

Одноатомные спирты при использовании в качестве окислителя дихромата натрия (в кислотной среде) окисляются до альдегидов:

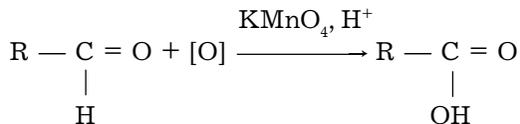


Оранжевая окраска раствора (за счет ионов $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) изменяется до сине-зеленой вследствие образования ионов Cr^{3+} . Изменение окраски позволяет определить спирт в очень низких (следовых) концентрациях.

Вторичные спирты могут окисляться до кетонов:



Реакции неполного окисления характерны только для альдегидов. Они легче, чем спирты, окисляются в карбоновые кислоты:



Кетоны по сравнению с альдегидами окисляются в более жестких условиях. Окисление кетонов сопровождается разрушением углеродной цепи.

В качестве окислителя спиртов можно использовать раствор перманганата калия в различных средах: щелочной, нейтральной и кислой. Внешние изменения будут происходить за счет соединений марганца. В щелочной среде образующийся манганат калия окрашивает раствор в зеленый цвет за счет образования ионов MnO_4^{2-} ; в нейтральной среде выпадает бурый осадок оксида марганца (IV); в кислой среде происходит обесцвечивание за счет образования сульфата марганца (II).

Для проведения опытов используют растворы одно- и многоатомных спиртов, формальдегида, уксусной или муравьиной кислоты.

К специфическим свойствам кислородсодержащих органических соединений можно отнести их взаимодействие с металлическим натрием и щелочами.

Взаимодействие глицерина с металлическим натрием демонстрируется без предварительного комментария, поэтому опыт приобретает проблемный характер. В первый же момент контакта металла с глицерином на его поверхности образуется защита в виде пузырьков водорода. В силу большой вязкости глицерина пузырьки водорода не отрываются и не поднимаются на поверхность жидкости. Создается впечатление, что глицерин не реагирует с натрием. Учащимся задают фокусирующие вопросы: какие спирты — одно- или многоатомные — проявляют кислотные свойства в большей степени? Почему этанол легко реагирует с натрием, а реакция глицерина с ним при обычных условиях не идет? Влияют ли физические свойства веществ на их реакционную способность? Что необходимо сделать, чтобы увеличить скорость реакции натрия с глицерином? В ходе беседы учащиеся должны прийти к выводу, что для увеличения скорости реакции натрия с глицерином вязкость глицерина следует уменьшить путем нагревания или растворения в растворителе, который не реагирует с натрием. Действительно, после нагревания глицерин бурно реагирует с металлом, выделяющийся водород в этих условиях возгорается, часть глицерина обугливается.

Подобным образом демонстрируется взаимодействие фенола с натрием. Опыты по взаимодействию натрия с глицерином и фенолом удобны для формирования представлений учащихся о зависимости условий возникновения реакции от физического состояния вещества.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алексинский, В. Н.* Занимательные опыты по химии : книга для учителя / В. Н. Алексинский. — 2-е изд., испр. — М. : Просвещение, 1995.
2. *Баталин, А. Х.* Занимательные опыты по химии / А. Х. Баталин, Л. Е. Олифсон. — Чкалов : Чкаловское изд-во, 1952.
3. *Верховский, В. Н.* Техника химического эксперимента : в 2 т. / В. Н. Верховский, А. Д. Смирнов. — М. : Просвещение, 1973.
4. *Габриелян, О. С.* Химический эксперимент в школе. 8 класс / О. С. Габриелян, Н. Н. Рунов, В. И. Толкунов. — М. : Дрофа, 2005.
5. *Габриелян, О. С.* Химический эксперимент в школе. 10 класс / О. С. Габриелян, Л. П. Ватлина. — М. : Дрофа, 2005.
6. *Иванова, М. А.* Химический демонстрационный эксперимент / М. А. Иванова, М. А. Кононова. — М. : Высшая школа, 1969.
7. *Назарова, Т. С.* Химический эксперимент в школе / Т. С. Назарова, А. А. Грабецкий, В. Н. Лаврова. — М. : Просвещение, 1987.
8. *Платонов, Ф. П.* Лекционные опыты и демонстрации по общей и неорганической химии / Ф. П. Платонов. — М. : Высшая школа, 1976.
9. *Полосин, В. С.* Школьный эксперимент по неорганической химии / В. С. Полосин. — М. : Просвещение, 1970.
10. *Степин, Б. Д.* Демонстрационные опыты по общей и неорганической химии : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Б. Д. Степин, Л. Ю. Аликберова, Н. С. Рукк, Е. В. Савинкина. — М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2003.
11. *Сурин, Ю. В.* Методика проведения проблемных опытов по химии: развивающий эксперимент / Ю. В. Сурин. — М. : Школа-Пресс, 1998.
12. *Толкунов, В. И.* Демонстрационный эксперимент в концентрической системе школьного химического образования / В. И. Толкунов. — Самара : СамГПИ, 2001.
13. *Толкунов, В. И.* Химический эксперимент в средней школе : пособие для учителей и студентов педвузов / В. И. Толкунов. — Самара : СамГПИ, 1997.
14. *Хомченко, Г. П.* Демонстрационный эксперимент по химии / Г. П. Хомченко, Ф. П. Платонов, И. Н. Чертков. — М. : Просвещение, 1978.
15. *Цветков, Л. А.* Эксперимент по органической химии в средней школе: Методика и техника : пособие для учителей / Л. А. Цветков. — М. : Просвещение, 1966.
16. *Чертков, И. Н.* Химический эксперимент с малыми количествами реактивов : книга для учителя / И. Н. Чертков, П. Н. Жуков. — М. : Просвещение, 1989.

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Предисловие</i>	3
ЗНАЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОНЯТИЙ У УЧАЩИХСЯ 8-ГО КЛАССА В РАМКАХ ИЗУЧЕНИЯ ПЕРВЫХ ТЕМ ШКОЛЬНОГО КУРСА ХИМИИ	4
Методические подходы к формированию основных понятий химии с учетом психиче- ского развития подростков	6
Методические приемы постановки химиче- ского эксперимента при изучении первых тем курса химии в 8-м классе	14
Методические приемы постановки и ис- пользования химического эксперимента при изучении галогенов в 8-м классе	26
ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ХИМИИ ЭЛЕМЕНТОВ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ В ШКОЛЕ (8—9-Й КЛАСС)	36
Методические приемы постановки химиче- ского эксперимента при изучении неме- таллов	36
Методические приемы постановки химиче- ского эксперимента при изучении металлов	56
ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ В ШКОЛЕ	62
Эксперимент при изучении углеводов в школьном курсе органической химии	62
Эксперимент при изучении свойств кисло- родсодержащих органических соединений	70
<i>Литература</i>	74

**МЕТОДИКА
ПОСТАНОВКИ и ПРИМЕНЕНИЯ
ХИМИЧЕСКИХ ОПЫТОВ
на УРОКАХ
в ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ**

Методическое пособие

Редактор *Н. Ю. Андреева*
Компьютерная верстка *О. В. Кондрашиной*

Оригинал-макет подписан в печать 28.08.2012 г.
Формат 60 × 84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Гарнитура «Journal». Печать офсетная.
Усл.-печ. л. 4,42. Тираж 100 экз. Заказ 1980.

ГБОУ ДПО «Нижегородский институт
развития образования»
603122, Н. Новгород, ул. Ванеева, 203.

www.niro.nnov.ru

Отпечатано в издательском центре учебной
и учебно-методической литературы
ГБОУ ДПО НИРО