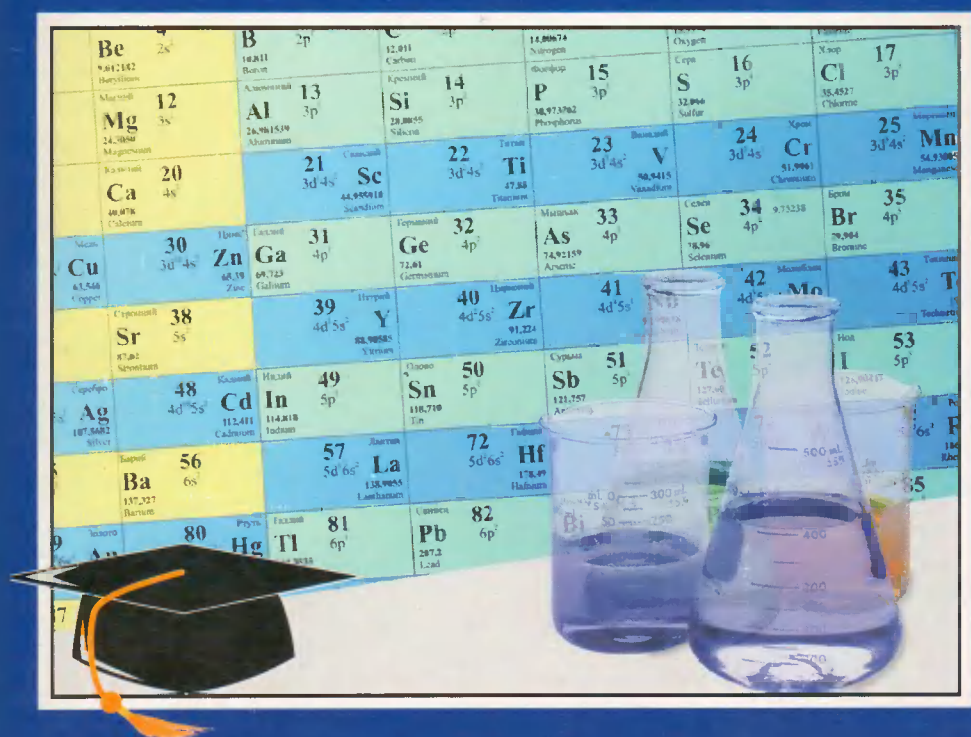
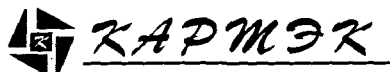


О.С. Зайцев

ПРАКТИЧЕСКАЯ МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ В СРЕДНЕЙ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ





О.С. Зайцев

**ПРАКТИЧЕСКАЯ МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ
В СРЕДНЕЙ И ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ**

Допущено Учебно-методическим объединением по классическому университетскому образованию в качестве учебника для студентов высших учебных заведений.

Издательство КАРТЭК
Москва 2012

УДК 372.854
ББК 74.262.4
3-17

Научный редактор: доктор технических наук, профессор А.П. Акользин
Рецензенты: доктор химических наук, профессор Г.В. Лисичкин,
доктор педагогических наук, профессор Г.М. Чернобельская,
доктор педагогических наук, профессор Г.Н. Фадеев

Зайцев О.С.

3-17 Практическая методика обучения химии в средней и высшей школе.
Учебник. — М.: Издательство КАРТЭК, 2012. — 470 с.
ISBN 978-5-9901582-5-2

В учебнике обсуждаются теоретические и практические основы методики обучения химии, важные для формирования творческого химического мышления. На положениях и рекомендациях системного и деятельностного подходов и теории многостороннего рассмотрения и изучения объекта рассматривается содержание обучения, методы (исследовательский, проблемный, программированный, алгоритмизированный и другие), средства обучения (видеопроектор, графопроектор, компьютер и другие) и формы (лекция, семинар, лабораторный практикум, внеаудиторная работа). Большое внимание уделено еженедельному, тематическому и итоговому видам контроля, качествам знания и их диагностике, оценке успешности учебной деятельности учащихся и преподавателя. Так как цели современного обучения широки, учебник может найти различное применение в познавательном процессе средней и высшей школы. Учебник предназначен для разностороннего применения. В первую очередь он рассчитан на студентов, бакалавров, магистров, аспирантов и соискателей, обучающихся по методике обучения химии и даже других естественных наук. Предлагаемый учебник будет полезен опытным и начинающим учителям и преподавателям химии и методики обучения для более глубокого ознакомления с этими дисциплинами и для дальнейшей самостоятельной работы. Так как химия обладает обширными связями с другими естественными науками, можно посоветовать использовать этот учебник преподавателям других естественных наук.

УДК 372.854
ББК 74.262.4

ISBN 978-5-9901582-5-2

© Зайцев О.С., 2012
© Издательство КАРТЭК, 2012

Предисловие

Перед российской средней и высшей школой стоит важнейшая цель подготовки высоко квалифицированных специалистов, обладающих развитым творческим мышлением. Эта задача может быть решена упорной работой учителей средней школы и преподавателей высших учебных заведений, обладающих глубокими и широкими научными знаниями и методикой обучения, способствующей успешной научной и практической деятельности специалистов и всестороннему развитию будущего поколения.

Так как цель современного обучения очень широка, этот учебник предназначен для разностороннего применения. В первую очередь он рассчитан на студентов, бакалавров, магистров, аспирантов и соискателей, обучающихся по методике обучения химии. Они смогут сформулировать или уточнить название темы и выбрать пути педагогического исследования для сдачи выпускного и кандидатского экзамена по методике обучения химии и защиты дипломной работы и диссертации. Учебник рассчитан не только на студентов педагогических вузов, изучающих педагогику, но и на учащихся других высших учебных заведений, изучающих лишь одну методику обучения, что заметно изменило содержание и структуру учебника. Желательно, чтобы все изучающие химию студенты и, в первую очередь, младших курсов, были ознакомлены с методикой обучения, так как это существенно поможет им в усвоении общих и специальных дисциплин. Предлагаемый учебник будет полезен опытным и начинающим учителям и преподавателям химии и методики обучения для более глубокого ознакомления с этими дисциплинами и дальнейшей самостоятельной работы. Так как химия обладает обширными связями с другими естественными науками, можно посоветовать использовать этот учебник преподавателям естественных наук, даже тем, которые по своим убеждениям далеки от методики обучения и ее не принимают. Несмотря на то, что методика обучения может значительно повышать успешность усвоения знаний, преподаватель должен помнить, что главное в его работе состоит в обширности и глубине его научных представлений.

Содержание обучения или отобранные научные знания непосредственно влияют на тип мышления, и творческое научное мышление создается обучением на основе научных знаний. Наиболее действенный способ обучения химии состоит в перенесении системы химической науки на систему учебной дисциплины. Другими словами, содержание, построение и организация обучения в общих чертах должны повторять систему изучаемой науки.

Преподаватель должен помнить, что одно только новое содержание обучения не приводит к ожидаемым результатам без пересмотра познавательного процесса, включающего новую деятельность преподавателя по передаче учащимся знаний творческого характера и деятельность самих учащихся по усвоению знаний, в которую входят два важнейших компонента обучения — научная речь (устная и письменная) и научное общение.

Для создания целостной системы обучения химии необходимо:

- 1) выделить и сформулировать методические принципы обучения;
- 2) найти теоретическое обоснование для определения содержания курса;
- 3) выбрать содержание дисциплины из обилия имеющихся научных знаний;
- 4) установить последовательность его изучения;
- 5) предложить методы обучения, в наибольшей мере соответствующие эффективно-му усвоению содержания;
- 6) рекомендовать средства обучения, способствующие эффективному усвоению содержания курса;
- 7) разработать формы организации передачи учащимся выделенного содержания, т.е. проведение уроков, лекций, лабораторного практикума, семинаров и внеаудиторной работы;
- 8) выделить те качества знаний, которые проявляются в работе с учебником и во всем учебном процессе;
- 9) предложить способы контроля, позволяющие следить за ходом усвоения учебного материала, формированием творческого химического мышления и качественно и количественно оценивать результаты обучения;
- 10) разработать приемы диагностики качеств усвоенных знаний, доказывающие эффективность всей системы обучения и достижение цели, т.е. формирования творческого химического мышления учащихся.

Примерно по такому плану построен этот учебник. В нем даны конкретные примеры, показывающие приемы обучения, касающиеся развития творческого мышления учащихся, их научной речи и научного общения. Учебник в некоторой степени рассчитан на школу ближайшего будущего.

В учебнике для развития творческого химического мышления учащихся принят системный подход к содержанию обучения, общепедагогическая теория многостороннего рассмотрения и изучения объекта, деятельностный подход к усвоению знаний и организации обучения и вытекающие из этих подходов требования широкого введения в обучение научной речи и научного общения учащихся с преподавателем и между собой.

Читатели должны помнить, что автор не навязывает им предлагаемую методику обучения, а пытается указать на различные пути ее совершенствования, которые преподаватель может выбрать в зависимости от целей обучения, собственных наклонностей и способностей, состава учащихся, имеющихся учебников химии и т.п. Более того, прочитав этот учебник, преподаватель увидит, насколько велики воз-

возможности серьезных научных разработок в области методики обучения, и сможет предложить свою собственную методику.

Автор старался не углубляться в часто догматические теоретические основы педагогики, а дать как можно больше практических советов преподавателям для их непростой работы. Длительный опыт преподавания курса “Методика обучения химии” показал, что без конкретных химических примеров усвоение этой частной науки оказывается не высоким. Поэтому в учебнике, в отличие от традиционных учебников по методике средней школы, приводятся многочисленные примеры, охватывающие различные разделы курса химии.

Автору пришлось остановиться на недостатках химического образования, чтобы преподаватели химии эти недостатки и ошибки смогли исправить. Автор старался избегать часто применяемого в современных методических работах наукоподобного педагогического языка. Например, технология обучения (методика обучения), компетентность (знания, умения, навыки), когнитивность (познание), контекстность (соединение), рефлексия (осмысление), реализация (осуществление) и т.п. Полобный язык методики химии создает неправильное представление об этой науке, как недоступной обычному преподавателю, и отталкивают желающих приобщиться к ней.

В учебнике преподаватель найдет довольно много рисунков. Некоторые рисунки сопровождаются методическими комментариями. Преподаватели могут использовать рисунки учебника в своих лекциях по химии и методике обучения.

В некотором отношении этот учебник относится к химическому образованию будущего. Автор надеется, что после современного упадка химического образования в средней школе и на первом курсе во многих вузах химическое образование возвратится на прежний уровень и его превзойдет, и тогда этот учебник принесет преподавателям химии еще большую пользу.

Автор был не в состоянии охватить все вопросы методики обучения химии, поэтому к каждому разделу учебника приводится обширный список рекомендуемой литературы, которую советуем просмотреть и выбрать наиболее интересные источники. Литературные ссылки, приведенные по теме одной главы, могут быть использованы при работе над другими темами. Студенту или аспиранту, работающему над дипломной или диссертационной работой, рефератом или докладом, следует изучить ссылки ко всем разделам учебника, так как многие ссылки не повторяются. Некоторые педагогические и методические идеи литературных источников не соответствуют тому, о чем говорится в учебнике, но автор приводит их для сравнения различных точек зрения.

Автор советует читателю дополнительно обратиться к доступной литературе: к газете “Первое сентября. Химия”, журналам “Химия в школе”, “Химия. Методика преподавания”, “Химия и жизнь”, “Нау-

ка и жизнь” и другим, а также к реферативному журналу “Химия”. Последние годы происходит снижение количества публикаций по научно-обоснованным методикам обучения химии, поэтому преподавателям и учащимся, выполняющим дипломные и аспирантские работы, можно рекомендовать обратиться к журналам о методике преподавания в школе биологии, физики, математики, географии. Специалисты по методике обучения различным наукам не связаны друг с другом общими идеями, и частные методики обучения развиваются почти независимо друг от друга. Обращение к методикам обучения других наук приведет к взаимному обогащению новыми идеями. Очень полезно провести поиск литературы в журналах по педагогике, психологии и философии.

Учебник создавался автором по материалам его лекций для учителей средних школ, студентов, дипломников, магистров и аспирантов высшей школы и слушателей факультетов повышения квалификации преподавателей. Этот учебник может служить методическим пособием для занимающихся по учебнику автора “Химия” для студентов естественнонаучных специальностей (Издательство “Академия”, 2008 г.).

В 1999 году издательством “Владос” был опубликован учебник автора “Методика обучения химии. Теоретический и прикладной аспекты”, рассчитанный на учителей химии средней школы и преподавателей вузов. Из-за ограниченного объема настоящего учебника многие вопросы методики обучения не обсуждаются и интересующимся рекомендуем обратиться к первому учебнику.

Без заботы жены и своих двоих сыновей, старший из которых спас автору жизнь, этого учебника не было бы. Автор благодарен всему Химическому факультету МГУ, на котором проработал всю жизнь и со многими преподавателями которого обсуждал многочисленные вопросы методики обучения. Особенно много получил автор от постоянно окружающих его преподавателей кафедры общей химии. Заведующий кафедрой общей химии профессор С.Ф. Дунаев способствовал работе над рукописью учебника. Немало преподавателей химии страны содействовали выпуску книг автора. Всем он говорит: “Огромное спасибо!”. К сожалению, большинство их нас покинули. Автор благодарен издательству “КАРТЭК”, которое взялось за выпуск в свет этого учебника. Автор глубоко признателен профессору А.П. Акользину, десятки лет поддерживающему нововведения автора и содействовавшему публикации учебника. Много труда вложила в рукопись учебника редактор А. Акользина, которой автор искренне благодарен.

Этот учебник посвящен памяти Леонида Александровича Цветкова, который отличался от всех других подобных людей современности необыкновенной доброжелательностью. Он искал будущих методистов химии, помогал им, заставлял писать диссертации и защищаться и пытался ввести их в члены Академии Педагогических наук. Леонид Александрович создал школу методистов-химиков, которая после его

ухода из жизни распалась. Такого человека, как Леонид Александрович сейчас нет.

Ничто не будет так полезно автору для продолжения работы, как доброжелательная и справедливая критика его труда. Автор заранее благодарит читателей, которые укажут на ошибки и внесут предложения для изменения содержания и структуры учебника. Кроме того, автор просит присылать ему методические рекомендации, разработки, статьи и пособия по методике обучения химии. Наиболее интересные будут использованы в дальнейшей работе над учебником. У автора просьба к преподавателям химии вузов посоветовать прочитать эту книгу заведующим кафедрами химии и кафедрами методики преподавания химии и естественных наук.

Наш адрес: 119992, Москва, Воробьевы горы, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Химический факультет, кафедра общей химии, лаборатория методики обучения химии.

Автор

Глава 1

Педагогические и методические основы обучения химии

1.1. Педагогика - дидактика - методика

Прежде чем начинать разговор о методике обучения, нужно познакомиться с некоторыми понятиями педагогики и методики.

Педагогика - совокупность теоретических и прикладных наук, изучающих образование, обучение и воспитание.

Образование - процесс и результат усвоения знаний, умений и навыков.

Обучение - передача и усвоение знаний, умений, навыков и способов познавательной деятельности человеку от другого человека, обладающему более высокими вышеперечисленными личностными характеристиками в науке и учебной дисциплине. Такое написано почти во всех учебниках по педагогике и методике, но деятельностный подход заметно изменяет это представление: обучение — **двусторонняя деятельность** преподавателя и учащегося по усвоению знаний, умений, навыков и способов познавательной деятельности.

Преподавание - деятельность преподавателя в обучении.

Часто понятия “обучение” и “преподавание” используются как синонимы. Иногда в учебном процессе разграничить эти понятия бывает трудно, настолько сильно они сливаются. Ниже эти понятия также иногда не различаются.

Автор старался чаще употреблять слово “**преподаватель**”, подразумевая под ним учителя, аспиранта, стажера, магистра, бакалавра, студента педагогического вуза и читателя учебника. Слова “ученик” и “студент” в большинстве случаев заменены словом “**учащийся**”.

Учение - деятельность учащегося в обучении.

В средней школе изучаемый курс называют **предметом**, в высшей школе - **дисциплиной**. Мы будем использовать последний термин, чтобы молодой читатель не путал его с каким-либо материальным объектом.

Воспитание - формирование личности (характер, поведение, общение, культура и т.п.) при обучении и его результат, влияющий на успехи в усвоении изучаемой науки. **Дидактика** - область педагогики, занимающаяся содержанием обучения, закономерностями обучения, методами, средствами, организационными формами, контролем и оценками успешности, а также диагностикой качеств достигнутого обучения. Дидактику, как науку об изучении дисциплин вообще, называют **общей дидактикой**. Преподаватели чаще всего имеют дело с дидактиками обучения отдельным дисциплинам, так называемыми **частными дидактиками**, или **методиками обучения** дисциплинам. Содержание этих дидактик определяется в первую очередь содержанием и методами.

Обучение проходит двумя путями. 1. Обучение на **собственном опыте** или приобретение знаний самостоятельно из доступных источников. Этот способ приводит к хорошим результатам, но он длителен и ограничен по содержанию. 2. Обучение **другим человеком** при передаче им своего опыта, что позволяет за короткое время (школа, вуз) передать преподавателем и книгой огромный, накопленный предыдущими поколениями опыт (знания). В этом учебнике речь будет идти, в основном, о втором пути обучения.

Изучающий методику химии обязательно должен познакомиться с трудами или, хотя бы, с названиями трудов великих педагогов прошлого.

Коменский Ян Амос (28.3.1592, Южная Моравия - 15.11.1670, Амстердам), чешский педагог. "Театр всех вещей (1614-1627)", "Лабиринт света и рай сердца" (1623), "Открытая дверь к языкам", "Великая дидактика" (1632-1638) "Астрономия" (1632), "Материнская школа" (1632), "Физика" (1633), "Предвестник пансофии" (1637-1639), "Новейший метод языков" (1649), "О культуре природных дарований" (1650), "Похвала истинному методу" (1651), "О пользе точного наименования вещей" (1651), "Пансофическая школа" (1651), "Воскресший Форацій или об изгнании лени из школы" (1652), "Школа-игра" (1656), "Мир чувственных вещей в картинках" (1658), "Всеобщий совет об исправлении дел человеческих" (1662), "Ангел мира" (1667).

Песталотти Иоганн Генрих (12.1.1746, Цюрих - 17.2.1827, Швейцария), швейцарский педагог. "Как Гертруда учит своих детей" (1801), "Лебединая песня" (1826).

Дистервег Фридрих Адольф (29.10.1790, Вестфалия - 7.7.1866, Берлин), немецкий педагог. "Руководство к образованию немецких учителей" (1835), "Руководство к математической географии" (1840), "Элементарная геометрия" (1860).

Ушинский Константин Дмитриевич (19.2.1824, Тула - 22.12.1870, Одесса), русский педагог. "Человек как предмет воспитания. Главнейшие черты человеческого организма в приложении к искусству воспитания. Опыт педагогической антропологии" (1868-1869), "О камеральном образовании", "Вопрос о душе в его современном состоянии", "Родное слово", "Детский мир". "О народности в общественном воспитании", "О пользе педагогической литературы", "Труд в его психологическом и воспитательном значении".

Очень полезно познакомиться с научными, педагогическими и методическими идеями М.В. Ломоносова и Д.И. Менделеева. Многообразие интересов этих ученых видна из названий их работ.

Ломоносов Михаил Васильевич (8.11.1711, деревня Денисовка Архангельской губернии - 4.4.1765, Петербург), ученый-энциклопедист. "Работа по физике о превращении твердого тела в жидкое в зависимости от предсуществующей жидкости" (1738), "Письмо о правилах рос-

сийского стихотворства" (1739), "Рассуждение о катоптрико-диоптрическом зажигательном инструменте" (1741), "Физико-химические рассуждения о соответствии серебра и ртути..." (1741), "Опыт теории о нечувствительных частицах тел и вообще о причинах частных качеств" (1743), "О сцеплении и расположении физических монад" (1743), "О составляющих природные тела нечувствительных физических частицах, в которых заключается достаточное основание частных качеств" (1743), "Краткое руководство к риторике, на пользу любителей сладкоречия" (1743), "Утреннее размышление о Божьем величестве" (1743), "Вечернее размышление о Божьем величестве при случае великого северного сияния" (1743), "О действии химических растворителей вообще" (1743), "276 заметок по физике и корпускулярной философии" (1743-1744), "Заметки о тяжести тел" (1743-1744), "О вольном движении воздуха, в рудниках примеченном" (1744), "Размышления о причинах теплоты и холода" (1744), "О металлическом блеске" (1745), "Краткое руководство к красноречию" (1747), "Опыт теории упругости воздуха" (1748), "Письмо к Леонарду Эйлеру от 5 июля 1748 г." (1748), "Диссертация о рождении и природе селитры" (1749), "Проект конструкции универсального барометра" (1749), "Собрание разных сочинений в стихах и прозе Михаила Ломоносова" (1751), "Слово о пользе химии" (1751), "Древняя российская история от начала российского народа до кончины великого князя Ярослава Первого или до 1054 года" (1751-1763), "Курс физической химии" (1752-1754), "Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих" (1753), Письмо И.И. Шувалову с предложениями об организации Московского университета (1754), "Рассуждение об обязанностях журналистов при изложении ими сочинений, предназначенное для поддержания свободы философии" (1754), "Слово похвальное Петру Великому" (1755), "Российская грамматика" (1755), "Слово о происхождении света, новую теорию о цветах представляющее" (1756), "Теория электричества, изложенная математически" (1756), "О нынешнем состоянии словесных наук в России" (1756-1757), "Слово о рождении металлов от трясения Земли" (1757), "Об отношении количества материи и веса" (1757-1758), "Предисловие о пользе книг церковных в российском языке" (1758), "Рассуждения о большой точности морского пути" (1759), "Таблицы колебаний центроскопического маятника" (1759), "Рассуждение о происхождении ледяных гор в Северных морях" (1760), "Рассуждение о твердости и жидкости тел" (1760), "Краткий Российский летописец с родословием" (1760), "О сохранении и размножении российского народа" (1761), "Об усовершенствовании зрительных труб" (1762), "Краткое описание разных путешествий по северным морям и показание возможного проходу Сибирским океаном в Восточную Индию" (1762-1763), "О слоях земных" (1763), "Первые основания металлургии, или рудных дел" (1763), "Известие о сочиняемой российской минералогии" (1763), "О северном морепла-

вании на Восток по Сибирскому океану” (1764), “Обзор важнейших открытий, которыми постарался обогатить естественные науки Михайло Ломоносов” (1764), “Роспись сочинениям и другим делам советника Ломоносова” (1764), “Древняя Российская история” (1766).

Менделеев Дмитрий Иванович (27.1.1834, Тобольск - 20.1.1907, Петербург), ученый-энциклопедист. “Химический анализ ортита из Финляндии” (1854), “Изоморфизм в связи с отношениями кристаллической формы к составу” (1855), “Удельные объемы” (1856), “Проект кабинета естественных наук в гимназии, состоящей при Ришельевском лицее” (1856), “Сушение яичного белка” (1857), “О связи некоторых физических свойств тел с их химическими реакциями” (1858), “Замечание о коэффициенте капиллярности” (1859), “Заметки о расширении гомологичных жидкостей” (1860), “О сцеплении некоторых жидкостей и значения молекулярного сцепления при химическом взаимодействии тел” (1860), “О расширении жидкостей при нагревании выше температур кипения” (1860), “Органическая химия” (1861), “Сахарное производство” (1861), “Оптическая сахарометрия” (1862), “О соединении спирта с водой” (1864), “Об организации сельскохозяйственных опытов” (1866), “О нефтяном производстве в России” (1867), “О мерах развития нефтяной промышленности России” (1867), “Основы химии” (1868), “Соотношение свойств с атомным весом элементов” (1869), “Опыт системы элементов” (таблица) (1869), “О количествах кислорода в соляных окислах и об атомности элементов” (1869), “О законе теплємкости и сложности угольной частицы” (1869), “Проект распределения специальных предметов отделения естественных наук физико-математического факультета С.-Петербургского университета” (1869), “Об атомном объеме простых тел” (1870), “О соединениях, содержащих группу NO_2 ” (1870), “О месте церия в системе элементов” (1870), “Естественная система элементов и применение ее к указанию свойств неоткрытых элементов” (1870), “Периодическая законность химических элементов” (1871), “Заметка по вопросу о преобразовании гимназий” (1871), “О применимости периодического закона к церитовым металлам” (1873), “О дифференциальном барометре” (1873), “О необходимости и пользе для точных научных исследований принятия метрической системы измерения температуры” (1873), “О нефтяном воздушном термометре, в котором 1°C отвечает столб нефти около 42 мм, что дает возможность с помощью катетометра определять тысячные доли градуса” (1873), “О разрыве стеклянных трубок, испытанных для устройства манометра, назначенного для измерения сжимаемости газов при высоких давлениях” (1874), “Отчет об упругости газов” (1875), “По поводу открытия галлия” (1875), “О температуре верхних слоев атмосферы” (1875), “О воздухе” (1875), “О барометрическом нивелировании и применении для него высотометра” (1876), “О сжимаемости газов при малых давлениях” (1876), “О коэффициентах расширения некоторых газов” (1876),

“О выражении годовых изменений температуры воздуха” (1876), “О нефтяном промысле в Америке и об отношении его к нефтяному русскому промыслу на Кавказе” (1876), “Исследования над законом Мариотта” (1877), “Об истинных (объемных) коэффициентах расширения газов при разных давлениях” (1877), “Что делать с бакинской нефтью?” (1880), “Перед картиною Куинджи” (1880), “О преподавании химии на 1-м курсе” (1880), “Где строить нефтяные заводы” (1881), “Какая же академия нужна России?” (1882), “О коэффициенте внутреннего трения нефтяных углеводородов, в том числе смазочных масел” (1882), “Об условиях развития заводского дела в России” (1882), “Расширение жидкостей” (1883), “О возбуждении промышленного развития России” (1883), “О необходимости устройства нового здания для химической лаборатории в имп. С.-Петербургском университете” (1884), “Осветительное масло русской и американской нефти” (1886), “О нефти и ее употреблении в общежитии и как топлива для машин” (1887), “Лекции теоретической химии, читанные на высших женских курсах” (1886–1887), “О соединении спирта с водой” (1887), “Исследование водных растворов по удельному весу” (1887), “Будущая сила, покоящаяся на берегах Донца” (1888), “Материалы для пересмотра общего таможенного тарифа” (1889), “Приемы естествознания в изучении цен” (1889), “По поводу открытия азотистоводородной кислоты N_3H ” (1890), “Сообщения, касающиеся Главной артиллерийской лаборатории взрывчатых веществ” (1891), “Соображения по внутренней баллистике ружья” (1891), “Толковый тариф” (1891), “Мнение о способах для поощрения мореходства и судостроения в России” (1891), “Вещество” (1891), “Винокурение” (1892), “Вода” (1892), “Воды сточные” (1892), “Фабрично-заводская промышленность и торговля России” (1893), “О бездымном пироколлодийном порохе” (1893), “О пользе и значении химии” (1894), “О бассейне для испытания судовых моделей” (1893), “О весе литра воздуха” (1894), “О величине веса граммовых гирь, принятых в работах до появления более точных” (1894), “О весе определенного объема воды” (1895), “Об изменении удельного веса воды при нагревании от 0 до 30°” (1895), “Об одной геометрической теореме” (1895), “О весе кубического дециметра воды при ее максимальной плотности” (1896), “О безопасности допускаемого в продажу русского керосина и о повышении нормы его температуры вспышки” (1896), “Топливо” (1896), “Оправдание протекционизма” (1897), “О подготовке профессоров и преподавателей для высших учебных заведений” (1897), “Золото из серебра” (1897), “Основы фабрично-заводской промышленности” (1897), “Опытное исследование колебания весов” (1898), “В пользу обучения” (1899), “Экзамены” (1899), “Уральская железная промышленность в 1899 г.” (1899), “По вопросам русского школьного образования” (1890), “О направлении русского просвещения и о необходимости подготовки учителей” (1900), “Учение о промышленности” (1900), “Заметки о на-

родном просвещении России” (1901), “О нуждах русского сельского хозяйства” (1902), “Попытка химического понимания мирового эфира” (1902), “О связи сельского хозяйства с другими видами промышленности” (1903), “Заветные мысли” (1903), “Фабрики и заводы” (1904), “Спиритические узлы” (1904), “Колебания при истечении” (1904), “Об образовании, преимущественно высшем” (1904), “О подготовке учителей и профессоров” (1904), “Желательное устройство правительства” (1905), “Проект Училища наставников” (1905), “К познанию России” (1906), “Основы химии. 8-е издание” (1906).

Познакомьтесь с трудами последнего русского энциклопедиста В.И. Вернадского (1863–1945), а также с лучшими учебниками химии прошедших лет - Б.В. Некрасова, Н.Л. Глинки, С.А. Шукарева, Л.А. Николаева, К.Г. Хомякова, В.А. Киреева.

Вопросы и задания

1. Прежде чем продолжить чтение учебника, представьте себе, что вам поручено разработать содержание и структуру курса “Методика обучения химии”. Выполните это задание и сохраните его. После изучения курса сравните вашу работу с этим учебником или другими учебниками по методике химии.

2. Откройте и просмотрите содержание, по крайней мере, двух учебников химии из следующих: 1) Б.В. Некрасова, 2) Н.Л. Глинки, 3) С.А. Шукарева, 4) Л.А. Николаева, 5) К.Г. Хомякова, 6) В.А. Киреева или другого понравившегося вам учебника. Сравните их, составьте краткую характеристику, указав на отличительные черты (научность, доступность, интересность и т.п.) и возможности использования при преподавании и изучении химии.

3. Проверьте себя, знаете ли вы соотношение между следующими науками: педагогика, дидактика, методика, частная методика, методика учебной дисциплины, методика преподавания, методика обучения. Сформулируйте своими словами определения этих наук.

4. Иногда в педагогической литературе можно встретить выражение “общая дидактика”. Каков смысл этого понятия?

5. Укажите признаки различия в содержании понятий “образование”, “обучение”, “преподавание” и “учение”.

6. Представьте себе, что вы рассказываете учащимся о каком-либо вопросе курса химии, например, гидролизе. Что вы делаете - преподаете или обучаете? Теперь представьте себе, что вы проводите семинар по той же теме, и ваши учащиеся у доски записывают уравнения реакций, объясняют, почему они составляют такие уравнения, вы исправляете допущенные ошибки, другие учащиеся также участвуют в обсуждении этого вопроса. Что происходит в аудитории - преподавание, учение или обучение?

7. Прочитайте списки работ М.В. Ломоносова и Д.И. Менделеева и убедитесь в многосторонности их интересов. Перечислите направления их исследований. При преподавании каких вопросов химии вы будете ссылаться на их работы? Как вы объясните причину многосторонности их работ? Это гениальность или что-то другое?

8. Каковы предложения Д.И. Менделеева по подготовке преподавателей химии? Прочитайте педагогические сочинения Д.И. Менделеева.

9. Представьте себе, что вам поручено, предположим, из ста тысяч студентов воспитать хотя бы одного такого будущего ученого, как Д.И. Менделеев, а остальных студентов приблизить, насколько это вам удастся, к образу мышления и деятельности этого великого человека. Как вы поступите?

10. Познакомьтесь с трудами великого естествоиспытателя и мыслителя В.И. Вернадского, составьте список его трудов и докажете энциклопедичность знаний ученого.

Рекомендуемая литература

1. Коменский Я.А. Избранные педагогические сочинения. - М.: 1955.
2. Песталотти И.Г. Избранные педагогические сочинения. Т. 1-2. М.: - 1981.
3. Дистервег Ф.А. Избранные педагогические сочинения. - М.: 1956.
4. Ушинский К.Д. Избранные педагогические сочинения. Т. 1-2. М.: - 1974.
5. Ломоносов М.В. Полное собрание сочинений. Т.1-10. - М., Л.: 1950-1959.
- Избранные труды по химии и физике. - М. - 1961. Избранные произведения. - М., Л.: 1965.
6. Менделеев Д.И. Собрание сочинений. Тт. 1-25. - Л., М.: 1937-1954.
7. Рубинштейн С.А. Основы общей психологии. - М., СПб.: 2007. - 713 с.
8. Рубинштейн С.Л. Бытие и сознание. О месте психического во всеобщей взаимосвязи явлений материального мира. - М.: 1957. - 328 с.
9. Рубинштейн С.Л. Принципы и пути развития психологии. - М.: 1959. - 354 с.
10. Выготский Л.С. Психология. - М.: 2000. - 1008 с.
11. Гальперин П.Я. Умственные действия как основа формирования мысли и образа // Вопросы психологии. - 1957. - № 6.
12. Гальперин П.Я. Психология мышления и учение о поэтапном формировании умственных действий. - В кн. "Исследования мышления в советской психологии". - М.: - 1966. - С. 236-277.
13. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. - М.: 1984. - 344 с.
14. Талызина Н.Ф. Педагогическая психология. - М.: 1998. - 288 с.
15. Солсо Р. Когнитивная психология. Перевод с англ. - СПб.: 2002. - 592 с.
16. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. - М.: 1989. - 192 с.
17. Беспалько В.П. Основы теории педагогических систем. - Воронеж.: 1977. - 304 с.
18. Григорович Л.А., Марцинковская Т.Д. Педагогика и психология. - М.: 2006. - 475 с.
19. Верзилин Н.М. Основы методики преподавания ботаники. М.: 1955. - 820 с.
20. Цветков Л.А. Пятьдесят лет учебного предмета химии в советской школе // Химия в школе. - 1967. - № 1. - С. 16-27; № 2. - С. 12-23.

21. Крапивин С.Г. Записки по методике химии. - М., Л.: 1936. - 224 с.
22. Верховский В.Н., Гольдфарб Я.Л., Сморгонский Л.М. Методика преподавания химии в средней школе. - М.: 1936. - 371 с.
23. Парменов К.Я. Химия как учебный предмет в дореволюционной и советской школе. - М.: 1963. - 359 с.
24. Шаповаленко С.Г. Методика обучения химии в восьмилетней средней школе (общие вопросы). - М.: 1963. - 668 с.
25. Кирюшкин Д.М. Методика преподавания химии в средней школе. - М.: 1968. - 611 с.
26. Кирюшкин Д.М., Полосин В.С. Методика обучения химии. - М.: 1970. - 495 с.
27. Общая методика обучения химии. Под ред. Л.А. Цветкова. - М.: 1981. - Т. 1. - 224 с. - Т. 2. - 223 с.
28. Ходаков Ю.В. Преподавание неорганической химии в 7 - 8 классах. - М.: 1980. - 318 с.
29. Ходаков Ю.В. Преподавание неорганической химии в 9 классе. - М.: 1980. - 192 с.
30. Педагогическая энциклопедия. Тт. 1-4. - М.: 1964-1968.
31. Золотов Ю.К. Очерки аналитической химии. - М.: 1977. - 239 с.
32. Чернобельская Г.М. Теория и методика обучения химии. - М.: - 2010. - 318 с.
33. Зайцев О.С. Методика обучения химии. Теоретический и прикладной аспекты. - М.: 1999. - 384 с.
34. Вендровская Р.Б. Очерки истории советской дидактики. - М.: 1982. - 128 с.
35. Лернер И.Я. Каким должно быть воспитывающее обучение // Химия в школе. - 1995. - № 2. - С. 12-19.
36. Зверев И.Д. Основные направления совершенствования содержания учебных предметов // Советская педагогика. - 1979. - № 4. - С. 66-72.
37. Зорина Л.Я. Ценности естественнонаучного образования // Педагогика. - 1995. - № 3. - С. 29-33.
38. Шепетов А.С. Системность - дидактическое требование к обучению и его результатам // Советская педагогика. - 1978. - № 10. - С. 73.
39. Парменов К.Я. Педагогические извращения в теории и практике преподавания химии в школе // Биология и химия в школе. - 1936. - № 6. С. 58-59.
40. Пак М.С. Методическое наследие В.Н. Верховского и его современное значение // Химия в школе. - 1993. - № 5. - С. 16-20.
41. Цветков Л.А. Роль Л.М. Сморгонского в развитии советской методики преподавания химии // Химия в школе. - 1962. - № 5. - С. 44-52.
42. Борисов И.Н. Методические идеи Л.М. Сморгонского и современное преподавание химии // Химия в школе. - 1973. - № 3. - С. 45-50.
43. Телешов С.В. Материалы для истории научной и прикладной деятельности по методике обучения химии в России за 1774-1939 гг. (учебные программы). С-Пб.: 2006. - 265 с.
44. Минченков Е.Е., Лисичкин Г.В. Концепция школьного химического образования // Химия в школе. - 1993. - № 6. - С. 2-8.
45. Зайцев О.С. О новой концепции химического образования // Химия в школе. - 2000. - № 3. - С. 7-9.
46. Сергиевский В.В. Психологические особенности "химического мышления" и преподавание химии в инженерно-химическом вузе // Журнал Всесоюзного Химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1990. - № 3. - С. 343-347.

47. Хомченко Г.П. За подлинно вузовский курс химии // Вестник высшей школы. - 1964. - № 2. - С. 18-20.
48. Хомченко Г.П. О согласованном преподавании химии в средней и высшей школе // Химия в школе. - 1962. - № 1. - С. 40-50.
49. Зоркий П.М. Структурная химия на рубеже веков // Российский химический журнал. - 2001. - Т. 45. - № 2. - С. 3-10.
50. Цветков Л.А., Иванова Р.Г. Проблемы совершенствования содержания обучения в средней школе // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1983. - Т. 5. - № 5. - С. 12-17.
51. Юзефовичус Т.А. Педагогические ошибки учителей // Химия. Методика преподавания в школе. - 2003. - № 5. - С. 29-36.
52. Селиверстова И.И. Некоторые методические приемы повышения успешности обучения химии // Химия. Методика преподавания. - 2005. - № 1. - С. 66-69.
53. Пономарева И.Н., Соломин В.П., Сидельникова Г.Д. Общая методика обучения биологии. - М.: - 2003. - 272 с.
54. Леонтьев А.Н. Обучение и воспитание должны быть ориентированы на будущее // Вопросы философии. - 1973. - № 11. - С. 30-33.
55. В журнале Всесоюзного Химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1973. - № 4; 1975. - № 5; 1978. - № 6; 1983. - № 5 напечатаны статьи по методике преподавания.
56. В журнале "Химия. Методика преподавания" почти в каждом из вышедших номеров напечатаны методические статьи Е.Е. Минченкова.

1.2. Система и цели обучения

Задача повышения качества подготовки специалистов решается всей системой образования и обучения.

Система - это взаимосвязанные объекты, части, элементы, компоненты некоторого реального или мысленного образования, обладающего целостностью. Система может состоять из множества объектов, но при изучении системы выделяется несколько объектов, так как в системе с большим числом составляющих ее частей трудно выделить и изучить связи между ними.

Мироздание - система с бесконечно большим числом объектов. Для изучения мироздания его подразделяют на подсистемы, которые можно рассматривать в виде самостоятельных систем, в свою очередь состоящих из систем и так далее.

Целостность системы предполагает, что удаление какого-либо компонента из системы приводит к ее разрушению или образованию новой системы. Если из Солнечной системы удалить Солнце, система перестает быть Солнечной. Если из атома водорода удалить электрон, образуется протон. Если из человеческого организма изъять сердце, он перестает функционировать. Так же действует на систему введение в нее новых компонентов или подсистем.

Под системой обучения понимается дидактический (методический) комплекс взаимосвязанных составляющих компонентов обучения

(элементов): целей, предметного содержания, методов обучения, средств и организационных форм обучения, способов контроля за усвоением пройденного содержания и приемов диагностики достижения заданных качеств знаний и поставленных целей обучения. Система обучения подчиняется поставленным целям обучения, и перечисленные компоненты системы находятся в состоянии подчинения (иерархии). Каждый элемент системы обучения отвечает на обычно задаваемые преподавателями вопросы: зачем учить, чему учить, как учить, при помощи чего учить, где и когда учить, каковы результаты обучения?

Определить содержание обучения (составить учебную программу, написать учебник, пособие, методические рекомендации, прочитать курс лекций, провести семинар, лабораторную работу и т.п.) можно, лишь четко представляя **цели обучения**. Введение в учебный процесс новых методов обучения дает положительные результаты, если они основаны на отобранном и составленном новом содержании, соответствующем поставленным целям. На современном этапе развития школы ведущей целью обучения является воспитание творчески активного специалиста, или, другими словами, специалиста с **творческим химическим мышлением**. Следует отметить, что мышление специалистов, работающих в различных науках, заметно различается, поэтому методики обучения различным дисциплинам также могут отличаться.

Совершенствование обучения не может состоять из улучшения какого-либо одного элемента системы, а должно проводиться одновременно по всем элементам системы, несмотря на то, что они подчинены друг другу (располагаются иерархически) и следуют в учебном процессе последовательно во времени друг за другом.

Определив и сформулировав цели обучения, преподаватель приступает к определению учебного **содержания**. Создаются учебник, учебное пособие, методическая разработка и т.п. Затем разрабатываются соответствующие содержанию (и целям) **методы обучения** - проблемное, исследовательское, программированное, алгоритмизированное, компьютерное и другие. Проработав эту работу, преподаватель приступает к совершенствованию **организационных форм обучения** - лекций, лабораторного практикума и семинаров. Далее преподаватель выбирает или создает соответствующие **средства обучения** - графопроектор (кодоскоп), видеопроектор, компьютер, меловая доска, демонстрации, приборы для лекционного эксперимента, лабораторное оборудование и другие.

Наконец, преподаватель переходит к разработке приемов **контроля** за усвоением знаний, для чего им предлагаются задания особого содержания, способные оценить усвоенные знания. Очевидно, знания творческого характера нельзя оценивать заданиями фактологического характера, а знания научных фактов бесполезно оценивать заданиями творческого (проблемного) характера. Последний этап работы препода-

давателя состоит в выяснении того, насколько ему удалось сформировать то или другое качество знания. Каждое качество знания **диагностируется** соответствующим заданием.

Соотношение “знание – творческое мышление – творческая деятельность” – сложная психолого-педагогическая проблема, но будем считать, что познавательная деятельность и входящее в неё знание формирует мышление, а мышление порождает новое знание и новые виды деятельности. Поэтому задаваемый целями обучения творческий тип мышления формируется с помощью отобранного учебного содержания и познавательной деятельности проблемного или творческого характера, а сформированное мышление порождает новое знание и новые виды деятельности. Мы не будем строго различать научное мышление и творческое мышление, полагая, что научное мышление должно быть творческим, и наоборот.

Научное знание и научное мышление формируются разнообразными путями, но ниже будут обсуждаться два важнейших взаимосвязанных приема, основанные на содержании.

1. Показ **системы современной науки** и перенос ее на систему изучаемой дисциплины. Обучение химии и учебник химии должны быть построены на основе системы современной химической науки, состоящей из следующих фундаментальных учений: 1) **учение о направлении химических процессов**, или **химическая термодинамика**; 2) **учение о скорости химических процессов**, или **химическая кинетика**; 3) **учение о строении вещества**. В методических целях эти три учения дополнены 4) **учением о периодическом изменении свойств элементов**.

2. Рассмотрение изучаемого объекта **многосторонне**, и, в первую очередь, по числу сторон (аспектов, представлений) совпадающему с числом основных учений данной науки. Требование многостороннего рассмотрения изучаемого объекта обусловлено одним из философских принципов познания – принципом **всесторонности**, предписывающим рассматривать при познании изучаемый объект в условиях многообразия связей с другими объектами.

Великий немецкий педагог **А. Дистервег** утверждал, что “больше приносит пользы рассмотрение одного и того же предмета с десяти различных сторон, чем обучение десяти различным предметам с одной стороны. Не в количестве знаний заключается образование, но в полном понимании и искусном применении всего того, что знаешь”. Эти мысли высказывались в другой форме и раньше, даже Сократом (470–399 до н.э.), Платоном (427–348 до н.э.) или Аристотелем (384–322 до н.э.), но, несмотря на очевидность, не использовались и не используются при преподавании естественных наук. Из требования многостороннего рассмотрения и изучения химических объектов вытекает важность речевой деятельности и научного общения учащихся.

Любое знание всегда многосторонне, и никогда не бывает чем-то одиночным, не связанным с другими знаниями и объектами, а это есть

важнейшее требование к знанию - его **системность**. Даже записывая формулу воды, мы показываем знание ее состава, количественные соотношения атомов, мысленно вспоминаем о структуре молекулы (не Н-Н-О!) и виде химических связей между атомами, и, возможно, нам приходят в голову мысли, как вода реагирует с другими веществами, что она основа жизни на Земле и т.п.

Так как любой рассматриваемый и изучаемый объект имеет бесконечно большое число различных сторон, свойств и связей с другими объектами, охват всех их в познании не осуществим. В обучении, тем более на начальных его этапах, **многостороннее рассмотрение** объекта не достижимо для обучаемых, так как они не обладают достаточным для такого рассмотрения количеством знаний. Не обладая развитым научным мышлением, учащийся не способен охватить одновременно не только большое число сторон объекта, но и даже нескольких. Поэтому в дидактических целях на первых порах обучения формируется способность к рассмотрению объекта с **малого числа сторон**, например, двух, трех или четырех. Примером двустороннего рассмотрения можно считать синтез аммиака, который обычно описывается с привлечением термодинамических и кинетических представлений.

После усвоения знаний по термодинамике, кинетике, строению вещества и периодичности, от учащегося, для описания реакции или вещества, требуется привлечение представлений этих четырех учений в рассказе о химическом объекте. В дальнейшем учащийся должен использовать **все имеющиеся у него знания** для рассмотрения изучаемого объекта. Например, для описания воды привлекаются энтальпия образования из простых веществ, энтропия, изобарный потенциал, константа равновесия, цепной механизм реакции образования из водорода и кислорода, зависимость скорости реакции от температуры, строение молекулы воды, тетраэдрический угол, водородная связь, аномальные свойства воды, сравнение свойств со свойствами сероводорода, фтороводорода и аммиака, вода в природе и в технологиях и т.п.

Знания, отвечающие современной системе изучаемой науки, будем называть **системными**, или **научными**. Аналогично тип мышления, при котором рассмотрение объекта осуществляется в соответствии с системой науки, назовем системным, или научным.

В обучение входят два важнейших компонента - научить мыслить и научить **терминологии** изучаемой науки, что необходимо для усвоения предметного содержания изучаемой дисциплины. Первый компонент особенно труден из-за отсутствия четких рекомендаций, как учить человека мыслить. Педагоги придумали множество способов, например, решение тестов, разгадывание кроссвордов, поиски ответов на загадки и т.п. Некоторые из этих приемов используются в средней школе, и, по опубликованным сообщениям, дают определенные результаты, но они развивают лишь отдельные качества мышления (или их диагностируют и количественно определяют), которыми некоторые, даже

талантливые, люди не обладают. Были попытки использовать эти приемы для обучения студентов, но они оказались мало результативными.

Второй компонент обучения - научить терминологии изучаемой науки - формируется легче. Овладение терминологией происходит медленно, и зависит от частоты упоминания (повторения) термина в учебной работе, в учебнике и в научных публикациях. Трудность для учащегося и преподавателя состоит в том, что часто научный термин не соответствует используемому слову в быту, в художественной литературе и даже в других науках и, к тому же, во многих случаях авторы дают разные толкования одного и того же понятия. Обязательные для овладения термины включаются в учебные программы курсов и в экзаменационные билеты. Иногда рекомендуют составлять краткие словари (тезаурусы) по изучаемой дисциплине.

Другая важнейшая составляющая методики обучения заключается в **деятельностном подходе** к обучению, предполагающем, что создание и усвоение знания осуществляется в собственной деятельности обучаемого (под руководством или по советам преподавателя). Познавательная деятельность должна, по мере возможности, соответствовать реальным формам научной или производственной деятельности, что отвечает методическому подходу переноса системы научной деятельности в систему обучения данной специальности.

1.3. Принципы обучения химии

Все виды человеческой деятельности осуществляются с соблюдением общепринятых закономерностей и правил, которые в педагогике и методике получили название **принципов обучения**. Принцип - основное положение какого-либо учения или теории, а также правила поведения и деятельности человека. Принципы обучения можно считать законами, но их так не называют, потому что **закон** выражает постоянное и устойчивое отношение между явлениями природы и общества, а принципы обучения довольно часто в педагогике изменяются в связи с изменением требований государства к своим специалистам и принимаемыми государством в данный исторический период политическими взглядами и близкими и дальними планами экономического развития. Дидактические принципы определяют требования к содержанию, методам, средствам, организационным формам обучения, контролю и оценке усвоенных знаний в соответствии с общепедагогическими целями и закономерностями обучения.

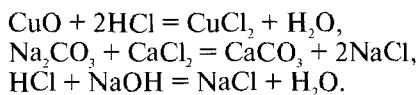
Принцип научности представляет исключительную важность как для определения содержания, так и для всего обучения в целом. Принцип научности предусматривает не только использование в курсе химии современных научных знаний, но, и это самое главное, отражение

системы изучаемой науки в учебнике и курсе химии. Это означает, что содержание и структура учебной дисциплины должны максимально, но в меру дидактических возможностей учащихся, следовать содержанию и структуре химической науки.

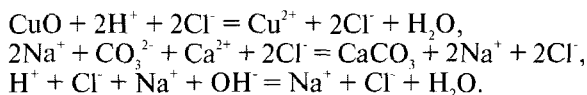
Современное толкование принципа научности заключается в том, что **содержание обучения подчиняется системе современной науки**, которую выражают совокупностью важнейших учений, находящихся во взаимосвязи. Современное **определение химии: химия - наука о превращениях веществ**. Из этого определения вытекает принцип первоочередного изучения химической **реакции**, а на его основе - изучение свойств веществ, участвующих в химических реакциях.

Принцип научности диктует использование того или иного метода обучения, организацию учебного процесса, распределение учебного материала по различным организационным формам обучения (лекция, практикум, семинар), контроль за усвоением учебного материала, оценку усвоенных знаний и т.п.

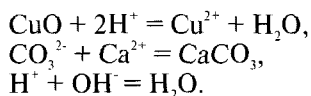
Обсудим только один из многих примеров **ненаучного обучения** химии в средней школе. В некоторых учебниках учащийся узнает о “механизмах” реакций с неорганическими веществами: замещения, обмена, соединения и разложения. Авторы предлагают несколько уравнений:



Авторы не уточняют агрегатное состояние реагирующих веществ, но эти реакции в том виде, как они записаны уравнениями, проходят при высоких температурах с участием газообразных веществ. В учебниках предполагается, что реакции проходят в водных растворах, но тогда автор должен вспомнить о сильных и слабых электролитах и записать формулы сильных электролитов в виде ионов, но он этого сделать не может, так предлагаемый “механизм” обсуждается до знакомства с силой электролитов. Позже школьнику пришлось бы записать уравнение с участием ионов:



Записав уравнения без одних и тех же ионов по обе стороны знака равенства, получаем:



Как назвать эти реакции? Последнее уравнение — это уравнение не реакции обмена, а всем известная реакция нейтрализации! Почему же сразу не назвать эту реакцию современным научным понятием, а не заставлять учащихся позже переучиваться? Принцип научности обучения не только самый главный из всех принципов, но и основа всего естественнонаучного обучения. Авторы учебников и преподаватели обязаны предлагать всегда только научное содержание, сделав его доступным. Чтобы в учебниках не появлялись упомянутые ошибки, достаточно с первых шагов обучения химии ввести представление о диссоциации электролитов. Ответ самых известных методистов: это невозможно, так как ученику средней школы это недоступно. Этот ответ показывает недостаточную методическую подготовку преподавателей. Недоступно, потому что не соблюдается принцип понятности содержания обучения. Даже если преподаватель доступно для учащихся введет новое содержание, ему это не позволят сделать из-за утвержденных учебных программ. Это только один пример ненаучности наших учебных программ, пример научной неграмотности важнейших государственных документов и требование их скорейшего пересмотра.

Принцип научности в современном образовании не учитывает ускоряющееся изменение науки, что требует введение нового **принципа изменчивости обучения**, учитывающего необходимость постоянного усвоения новых знаний, методов и средств обучения. Для преподавателя этот принцип переходит в **принцип непрерывного приспособления** (адаптации) к новым условиям развивающейся науки. Это позволит создать новое научное образование и обучение, что будет способствовать публикации истинно современных научных учебников.

В последнее время высокое значение приобрел **принцип системности**, или системного подхода к содержанию обучения и всего обучения в целом. Принцип системности заключается в таком подходе к содержанию обучения, который заставляет рассматривать изучаемый объект с привлечением учений современной науки. Из принципа системности вытекает **принцип систематичности**, требующий такой последовательности изучения материала, который отвечает принципу научности, т.е. последовательности, соответствующей подчиненности (иерархии) учений науки. Часто систематичным считают такое построение содержания, при котором последующее знание основано на предыдущем.

Из принципа системности содержания обучения следуют два других важнейших принципа **внутридисциплинарных** (внутрипредметных) и **междисциплинарных** (межпредметных) связей. Принцип внутридисциплинарных связей требует показа связей между теориями, законами, представлениями и понятиями с привлечением представлений учений науки. Принцип междисциплинарных связей показывает межнаучные связи как изучаемой науки с другими науками, так и с частными науками (дисциплинами). В высшей школе принцип междис-

циплинарных связей не изучен и почти не используется из-за традиционной изолированности учебных дисциплин и трудности поиска доступных и понятных студентам связей между науками и содержанием курсов учебных дисциплин.

Принципы системности и внутридисциплинарных и междисциплинарных связей приводят к **принципу многостороннего рассмотрения** изучаемого объекта. Знание всегда состоит из нескольких элементов (компонентов), и создание нового знания сопряжено с объединением знаний из различных областей науки и других наук. Преподаватель на лекции или на другом занятии рассматривает изучаемый объект многосторонне, а учащийся должен рассказывать о нем, привлекая, по возможности, как можно больше известных ему сведений междисциплинарного и внутридисциплинарного характера, относящихся к этому объекту. Чем больше разносторонних сведений учащийся покажет преподавателю, тем выше оценивается его ответ.

В последнее время в число принципов обучения включили **принцип гуманизации** образования, который приобрел особое значение при переходе от общества государственного насилия к гуманному обществу. Гуманизация образования всегда объявлялась важнейшим принципом при любых политических режимах, но осуществлялась часто негуманными путями и занимала неглавное место в образовании. Этот принцип предписывает учитывать человеческую природу обучаемого и ставить на одно из первых мест в обучении человеколюбие и справедливость. Гуманизация обучения затрудняется тем, что учащиеся в последние годы живут в реальном обществе, далеком от гуманистических воззрений (преступность, нечестная конкуренция и т.п.).

В педагогике выдвинут **принцип гуманитаризации обучения**, предполагающий осуществление связей естественных наук с науками гуманитарного цикла.

Принцип **одинаковой значимости** (значения) **гуманитарной и естественнонаучной подготовки** специалиста требует, кроме введения в содержание обучения вопросов гуманитарной направленности, некоторого пересмотра учебных планов - **число часов на гуманитарную составляющую обучения должно равняться числу часов на естественнонаучную подготовку**. Принятие этого принципа позволит изменить учебные планы курсов и расписания изучаемых дисциплин.

Введение исторических сведений в содержание обучения находит отражение в **принципе историзма**. Знание истории общества и истории изучаемой науки позволит учащемуся увидеть пути развития цивилизации и, в конечном итоге, найти те научные проблемы, которые он станет разрешать. Изучение истории науки создаст многочисленные проблемные ситуации и способствует развитию творческого мышления.

Иногда в список принципов обучения включают принцип **профессиональной направленности**, близкий **принципу междисциплинарных связей** и имеющий большое значение в преподавании фундаменталь-

ных дисциплин непрофилирующего характера, например, химии в нехимическом вузе, математики в химическом вузе и т.п. Следует несколько слов сказать об известном **принципе политехнического обучения** (“политехнизм”), сыгравшем в некоторой степени отрицательную роль в школьном обучении химии. Этот принцип прижился в основном в химии и превратил курс химии в описательный курс химической технологии с большим числом непонятных учащемуся устаревших технологических процессов, сведений о веществах, используемых в различных областях хозяйства, и с сильно пониженным количеством теоретических знаний. Этот принцип повлиял на содержание школьных учебников химии, но также нашел заметное отражение и в вузовских учебниках.

Принцип доступности обучения говорит о том, что содержание обучения и все обучение в целом должно соответствовать возрастным особенностям обучаемых и достигнутому ими уровню научных знаний. Недоступное содержание усваивается формально и не сознательно. Многие преподаватели считают, что материал лекции должен излагаться на высоком научном уровне, тогда никто не скажет о низкой научности лекции, забывая, что нередко высокая научность приводит к мало доступному для учащихся содержанию. Не менее часто это зависит от неспособности преподавателя доступно объяснять высоконаучный материал, так как доступность содержания обучения зависит от педагогических способностей преподавателя и широты его научных знаний. Можно привести многочисленные примеры доступного изложения сложнейших теоретических вопросов химии, которые не требуют впоследствии переучивания на научно строгие представления.

Принципу доступности близок **принцип понятности**, который относится к учебнику, лекциям и всему тому, что говорит преподаватель. Есть преподаватели, которые доступный материал могут изложить настолько “научно”, что он становится непонятным (одновременно недоступным) учащимся, и, наоборот, есть опытные преподаватели, которые могут очень сложный материал изложить понятно и одновременно строго научно. Принципы понятности и доступности относятся к способности преподавателя к педагогической деятельности.

Исторически **принцип наглядности** содержания в обучении возник как одно из требований, при котором учащиеся наблюдением и восприятием изучаемых объектов создают в своем сознании соответствующие представления, внутренне перерабатывают их в научные понятия и переводят в свою память. Суть этого принципа сложна и неоднозначна, и в педагогике нет твердого обоснования этого принципа. Простой подход заключается в объяснении явлений при помощи некоторых **аналогий**, которые в учебнике или на лекции отображаются рисунками. Неправильно трактуя явление рисунок может произвести такое сильное впечатление, что в дальнейшем изменить правильное знание на правильное почти не удастся. Так, обычное изобре-

жение атома в виде кругов, по которым вращаются электроны, настолько сильно сохраняется в памяти, что вероятностный подход к местонахождению электрона в атоме не входит в научное знание учащегося.

В последнее время предложены **принципы мотивационного характера** обучения. Создание мотивации учения – одно из важнейших требований эффективного обучения. Никакая деятельность не может быть плодотворной, если проводится без мотивации, и учащийся должен быть заинтересован в изучении предлагаемого ему содержания. Мотивацию обучения в первую очередь создает преподаватель и учебник. Принципы междисциплинарных связей и проблемности обучения имеют ярко выраженный мотивационный характер.

Вне всякого сомнения, экологизация образования есть важнейшая составная часть гуманизации образования, что привело к появлению **принципа экологизации** содержания обучения. Этот принцип объединяет принципы научности, междисциплинарных связей, гуманизации обучения и другие. К принципу экологизации приближается новый **принцип валиологизации**, заключающийся в том, что в содержание обучения вводятся знания о сохранении и улучшении здоровья человека, в частности, о курении, алкоголе и т.п.

Число содержательных принципов обучения может быть увеличено, и мы можем говорить о принципах показа картины мира, мировоззренческой направленности, математизации и т.п. Всё то новое, которое по необходимости входит в науку, в обучении приобретает статус принципа. Так, можно говорить о **принципе компьютеризации** – ни один современный специалист не мыслим без основ компьютерной грамотности.

Современная педагогическая психология считает, что знание создается той деятельностью, которая использует предложенное преподавателем или учебником содержание обучения. В этом состоит **принцип деятельностного подхода** к обучению, который выступает как общепедагогический и методический принцип. Суть принципа – знание усваивается благодаря познавательной деятельности самого обучаемого, и в памяти сохраняются приемы деятельности по получению новых усвоенных знаний. Отметим другой немаловажный аспект этого подхода – знание усваивается в деятельности, компонентами которой являются сами ранее усвоенные знания. Можно говорить о **принципе саморазвития** учащихся в собственной деятельности по созданию новых знаний из ранее усвоенных. Этот принцип вносит значительные изменения в содержание и методы обучения.

Важнейшей задачей современной школы является развитие мышления обучаемых, и, в первую очередь, творческого мышления. Эта задача находит свое выражение в **принципе творческого мышления**, вытекающим из системного и деятельностного подходов. Создание творчески активного специалиста – дело государственной важности, и этот

принцип особенно важен в современном образовании. Творческий специалист сможет ориентироваться в огромных количествах научных фактов и теоретических сведений, работать в межнаучных областях, непрерывно повышать свои знания и адаптироваться к постоянно изменяющимся состояниям науки и производства.

Принцип проблемности обучения тесно связан с принципом формирования творческого мышления, деятельностным и системным подходами, а также с принципами научности, мотивации, междисциплинарных и внутридисциплинарных связей, активности, групповым характером обучения, трудности изучения, положительного эмоционального фона и другими. Принцип проблемности предполагает введение в содержание учебника, лекций и других занятий проблемного материала, вызывающего у учащихся сомнения в правильности некоторых имеющихся у него знаний, удивление необычностью происходящих вокруг явлений, трудностью объяснения обычных и, казалось бы, понятных явлений. Деятельностный подход к обучению предполагает, что знания наиболее плодотворно усваиваются в собственной познавательной деятельности обучаемого, для чего в содержание обучения должен быть включен материал, способствующий созданию проблемных ситуаций для размышлений и поисков решений и способствующий развитию научной речи и общению студентов. Групповая и речевая формы учебной работы характеризуются высоким воспитывающим действием.

В деятельностный подход можно ввести несколько важнейших принципов организации обучения: **принцип групповой** познавательной деятельности, **принцип научного общения** и **принцип научной речевой** деятельности. Основным преимуществом групповой работы учащихся является развитие научной речи, которая повышает творческие способности и показывает наличие приобретенных знаний. Групповая учебная работа и научная речь воспитывают у учащихся способность к научному общению. Сочетание групповых форм обучения с индивидуальными и усиление роли самостоятельной работы должно стать одним из основных требований к современной школе.

К принципу саморазвития учащихся в собственной деятельности по созданию новых знаний из ранее усвоенных близок важнейший для развития творческого мышления принцип **взаимной передачи знаний** обучаемыми. Групповое выполнение лабораторных заданий, дискуссионное обсуждение и решение познавательных задач приводит к взаимному обмену знаниями. Этот принцип редко обсуждается в педагогике, тем не менее, при деятельностном подходе к обучению он важен, так как знания усваиваются не только от преподавателя и из учебника, но и из высказываний учащихся на лекциях и семинарах при дискуссионном обсуждении проблем, при групповом выполнении лабораторных заданий и во время докладов по темам рефератов.

Принцип **положительного эмоционального фона** обучения созвучен принципу мотивации и требует создания такой эмоциональной обстановки, при которой учащиеся показывают увлеченность, энтузиазм, потребность в приобретении знаний, интерес к учению, радость научного общения. Особенно важна любовь преподавателя к своей работе, что всегда ощущают учащиеся.

В педагогической литературе сообщается о нескольких педагогических теориях, которым их создатели и последователи приписывают наибольшее значение в обучении. На наш взгляд, деятельностный подход включает единственную педагогическую теорию, обладающую в полной мере признаками научной теории, **теорию поэтапного усвоения знаний** (формирования умственных действий), предложенную П.Я. Гальпериным и развитую Н.Ф. Талызиной. **Принцип поэтапного усвоения знаний** состоит в разделении процесса усвоения знания на шесть временных этапов: мотивация, ознакомление, материальное (материализованное) действие, внешняя речь, внутренняя речь и умственный этап (память). Подробнее о приложении принципа к организации обучения смотри ниже.

В 1968 году Л.В. Занков предложил несколько **принципов развивающего обучения**, из которых наиболее важные: при ведущей роли в обучении **теоретических знаний** обучение ведется на **высоком уровне трудности**; обучение ведется **быстрым темпом**; Л.В. Занков под понятием трудности понимал трудность в познании сущности научных явлений, связей и зависимостей между ними, что сближает его принцип с принципом системности.

Заметим, что в то время педагогическая общественность холодно отнеслась к принципам Л.В. Занкова. Принцип преимущества теоретических знаний перед другими знаниями даже сегодня вызывает споры у педагогов, забывающих, что без теории невозможна практическая деятельность. Отказ от принципа политехнизма повысил долю теоретических знаний в обучении. Высокий уровень трудности в отечественной педагогике был заменен на посильную трудность, что позволило авторам учебников понижать научный уровень их содержания до популярной литературы, а учителям средней школы-преподавать на низком научно-методическом уровне. Более того, принцип посильной трудности был изменен на принцип легкости обучения, приводящий человека к мысли, что вообще можно не учиться. Принцип легкости обучения антипедагогичен - школа должна готовить человека к будущей не легкой, а трудной жизни. Высокие темпы обучения вообще почти исчезли из познавательной деятельности. Принцип изучения быстрым темпом также почти не принимается даже сегодня отечественной педагогикой, хотя для будущего специалиста требуется быстрое выполнение требуемых от него действий. Заметим, что время достижения результата творческой деятельности у разных лиц может сильно различаться.

Принцип прочности знаний - важнейший принцип педагогики. Раньше прочность знаний, или их сохранность, связывалась с памятью и возможностью почти дословного воспроизведения некоторого текста. В настоящее время прочность знаний рассматривается, как овладение приемами мышления и видами познавательной деятельности для длительного их применения в будущем. Прочность знаний достигается при доступном, интересном и усвоенном содержании обучения. Неусвоенное и неинтересное знание быстро забывается и часто навсегда уходит из памяти. В современных условиях, когда смена научных представлений происходит очень быстро, значение этого принципа ослабляется. Предполагают, что иногда отсутствие какого-либо знания приводит к новому знанию.

Принцип перехода от обучения к самообучению имеет огромное значение в связи с непрерывным развитием науки и необходимостью постоянного обновления знаний.

С развитием педагогической науки и изменением целей обучения некоторые прежние принципы могут быть выведены из рассмотрения. Достаточно вспомнить историю с **программированным обучением**. Во время его внедрения говорилось о всеохватывающей важности этого метода обучения, и оно возводилось в ранг принципа обучения. Идеи и методы программированного обучения в настоящее время широко используются в компьютеризованном обучении.

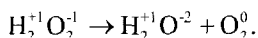
Перечисленные выше принципы обучения, должны служить преподавателю постоянными ориентирами в его деятельности и давать указания для наиболее целесообразных содержания и организации учебного процесса. Современное обучение должно строиться на главных общепедагогических принципах: научности, системного и деятельностного подходов, творческого мышления и многостороннего рассмотрения и изучения.

Обсудим приложение принципов научности, доступности, понятности и других на примере окислительно-восстановительных реакций.

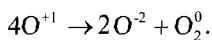
Уравнение окислительно-восстановительной реакции. Окислительно-восстановительные реакции изучаются во всех учебниках химии средней и высшей школы и обсуждаются в многочисленных методических публикациях. В одном из учебников для общеобразовательных учреждений тема начинается реакциями между Fe_2O_3 , оксидом и хлоридом серебра и водородом, цинка с хлороводородом в растворе, сероводородом и бромом. Выберите их этого списка реакций, те которые будут интересны учащимся. Окислительно-восстановительная реакция представлена двумя полуреакциями окисления и восстановления без объяснения этих понятий. Что такое “полуреакция”? Что дает введение этого понятия? Не лучше ли “полууравнение”? Почему бы вообще не отказаться от этого ненаучного и методически ненужного понятия?

Уравнения окислительно-восстановительных реакций **методом электронного баланса** в одном из учебников составляется на примере реакции между алюминием и йодом. Зачем автор приводит пример реакции, которая почти никогда не понадобится будущему специалисту? Когда и в каких случаях будущий специалист будет иметь дело с такой реакцией? Уравнение реакции между кислородом и водородом намного полезнее хотя бы потому, что с водой человек постоянно имеет дело и вода — главное вещество в нашей природе.

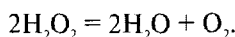
Почти сразу после длинного обсуждения этой реакции автор переходит к реакции диспропорционирования (не такой важной для усвоения темы!). Учащемуся дается уравнение с написанными сверху формул числами со знаками плюс и минус:



Понятно, что изображены степени окисления элементов, но ученику, изучающему химию по одному часу в неделю и слабо усвоившему предыдущий материал, эти числа могут оказаться непонятными. После скучных для школьника (я уверен!) уравнений с атомами кислорода, принимающими и отдающими электронами, предлагается уравнение:



Через несколько дней один школьник (в будущем нехимик) не смог мне объяснить, в чем смысл этого уравнения, как он подсчитал степени окисления, что они показывают и как следует написать уравнение в молекулярном виде:



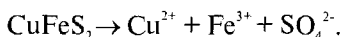
Пероксид водорода - очень важное для природы, технологии и быта вещество, поэтому выбор его оправдан, но подбор стехиометрических коэффициентов можно было бы произвести быстрее и более понятным для учащихся способом. В учебниках можно встретить многие другие уравнения, которые “собираются” теми же приемами, например, реакция в водном растворе перманганата калия и сульфита калия. Где и когда будет применена эта реакция в будущей работе специалиста? В обсуждении реакций встречается символ металла “Me” (метил?), упоминавшаяся удивительная “полуреакция”, теперь не использующееся в науке выражение “ряд напряжений”. В то же время, в важнейшей для природы реакции фотосинтеза между водой и углекислым газом с образованием глюкозы и кислорода не показываются окислители и восстановители, степени окисления и числа участвующих электронов.

Это происходит из-за того, что авторы не воспользовались **электронно-ионным методом** подбора стехиометрических коэффициентов уравнений реакций в водных растворах. Учащемуся, приученному подбирать стехиометрические коэффициенты, пользуясь степенью окисления или валентностью, трудно перейти к методу электронно-ионного баланса. Этот метод не требует знания ни степеней окисления, ни валентностей элементов. Метод легко усваивается школьниками даже в начале изучения химии, хотя, по непонятным причинам, не используется в средней и даже высшей школе.

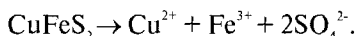
Этот метод широко используется в естественных науках. Он применим к органическим веществам в водных растворах (биохимические реакции) и к сложным по составу минералам, что важно при определении устойчивости минералов и их способности реагировать с другими минералами или ионами в зависимости от среды раствора и электродного потенциала (диаграммы рН-Е или Пурбе).

Приведем один пример. На минерал халькопирит CuFeS_2 действуют водным раствором кислоты-окислителя, например, азотной кислоты. Какой используется окислитель - не важно, так как в научном исследовании интересуются электродным потенциалом минерала, его термодинамическими характеристиками и условиями устойчивости в различных водных средах. Валентности и степени окисления меди, железа и серы в CuFeS_2 неизвестны. Учащемуся следует сказать о продуктах реакции, которые определяются химическим анализом, но могут быть предсказаны учащимся. Предположим, что обнаружено образование ионов Cu^{2+} , Fe^{3+} , SO_4^{2-} . Составим схемы уравнений:

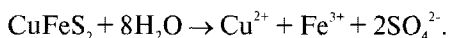
1. Так как минерал в воде не растворим, записываем его формулу и ставим стрелку, после которой перечисляем формулы образующихся из него веществ:



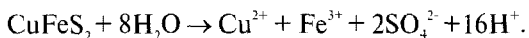
2. Уравниваем числа атомов в обеих частях схемы уравнения. Начинаем с “тяжелых” элементов и затем переходим к сере:



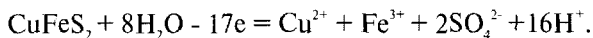
3. В правой части уравнения имеется $2 \cdot 4 = 8$ атомов кислорода в двух сульфат-ионах SO_4^{2-} . Следует то же число атомов кислорода поставить в левой части уравнения. Это можно сделать, записав в левой части 8 молекул воды:



4. В левой части уравнения в восьми молекулах воды $8 \cdot 2 = 16$ атомов водорода, поэтому в правой части схемы следует записать 16 ионов водорода (реакция проходит в водном кислотном растворе):

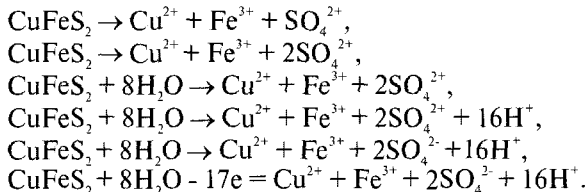


5. В полученной схеме числа атомов в правой и левой частях равны, но заменить стрелку на знак равенства можно после уравнивания зарядов. В левой части знаков зарядов нет, а в правой части сумма зарядов равна $(2+) + (3+) + 2 \cdot (2-) + 16 \cdot (1+) = +17$. Для уравнивания зарядов в левой части должно быть 17 положительных зарядов. Это можно сделать, записав перед стрелкой со знаком минус 17 отрицательно заряженных электронов (вычитание отрицательного числа приводит к положительному числу). Договоримся записывать числа принятых или отданных электронов всегда перед знаком стрелки, которую теперь заменим на знак равенства:



Разумеется, при составлении уравнения реакции их не следует переписывать несколько раз, а нужно последовательно дополнять недостающими ионами и молекулами и расставлять стехиометрические коэффициенты.

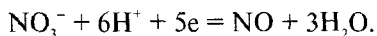
Отметим для преподавателей интересную и важную особенность обучения. Вместо того, чтобы объяснять учащемуся каждый шаг составления уравнения, преподаватель предлагает готовые схемы:



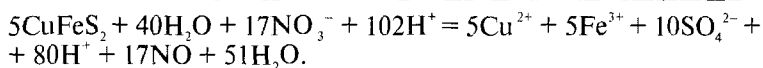
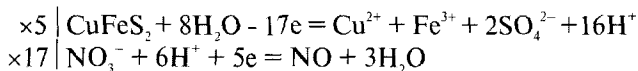
Если учащемуся поручить искать различия между схемами и их объяснять, он успешно самостоятельно усваивает этот метод (деятельностный подход!).

Молекулярное уравнение окислительно-восстановительной реакции. Часто преподаватели требуют написать полное молекулярное уравнение реакции. Но такое уравнение не отражает состав полученных продуктов, поэтому полные молекулярные уравнения реакции не используются в научных исследованиях. Тем не менее, подобное уравнение реакции составляется также алгоритмизированным методом. Продолжим составлять схемы реакций.

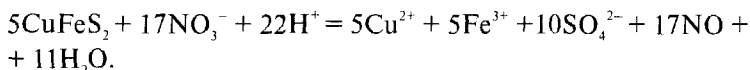
6. Теми же самыми действиями составим уравнение с участием нитрат-иона (а не молекул сильного электролита азотной кислоты):



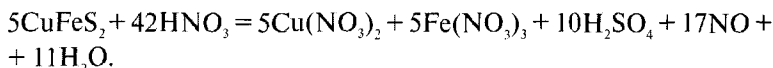
7. Суммируем оба уравнения, не забыв, что число отданных электронов равно числу принятых. Для этого в левой части указываем соответствующие множители:



8. Далее сокращаем одинаковые члены правой и левой частей уравнения:

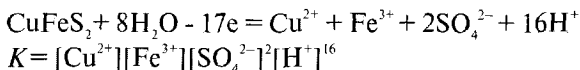


Окончательно получаем:



Уравнение не говорит о составе и количестве получившихся солей меди и железа. Чтобы их узнать, следует выпарить раствор и аналитическим методом определить состав и количества кристаллов $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, CuSO_4 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ и $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.

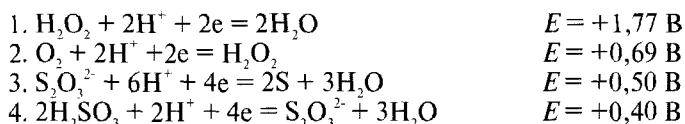
В константу равновесия реакции



не входят концентрации воды (для разбавленного раствора она постоянна и равна $(1000 \text{ г/л}) / (18 \text{ г/моль}) = \sim 55,5 \text{ моль/л}$) и концентрация кристаллического вещества (какой бы кусок не взять, концентрация постоянна). Числа электронов также не входят в константу равновесия. Обращаем внимание учащихся, как сильно влияет изменение концентрации ионов водорода на состояние равновесия. Просим учащегося ответить, как изменится константа равновесия при увеличении концентрации ионов водорода в 2 или 10 раз, при изменении pH на 2 или 4 единицы, в какую сторону сместится равновесие.

Электродные потенциалы реакций. У многих преподавателей объяснение материала этой важнейшей темы вызывает затруднение, а у учащихся (студентов) - непонимание основных положений, что приводит к неприятнейшим ошибкам в вычислениях и при объяснении неправильных результатов. Предположим, что преподаватель рассказал о

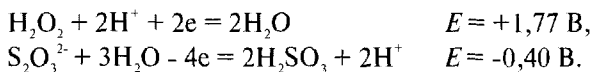
реакциях восстановления-окисления, о гальванических элементах, водородном электроде и стандартном электродном потенциале. Теперь следует научиться определять, возможна или невозможна интересующая нас реакция. Для этого следует из современной таблицы выписать уравнения реакций с участием требуемых веществ и их потенциалы. Обязательно в таблице потенциалов должны быть записаны уравнения **с прибавляемыми до знака равенства электронами** (в старых справочниках можно найти другое написание уравнений)! Пусть нас интересует, возможна ли в кислотной среде реакция между пероксидом водорода и тиосульфат-ионом (обнаружен в природных водах). Выпишем из таблицы все обнаруженные уравнения реакций и их стандартные потенциалы (индекс ° и 298 К не будем записывать). Ниже записаны для экономии времени лишь некоторые уравнения.



Для учащегося возникает почти непреодолимая трудность: какое из уравнений выбрать? Ответить на этот вопрос непросто. Конечно, следует воспользоваться теми уравнениями, которые дадут наибольшее положительное значение электродного потенциала (эдс) окислительно-восстановительной реакции. Это отвечает наибольшему отрицательному значению ΔG реакции и самой высокой термодинамической вероятности реакции (но кинетически реакция может оказаться замедленной).

При выборе уравнений следует помнить, что эдс реакции должна быть положительной. Если мы выберем вторым уравнение 3, то уравнение 1 должно быть записано с отдачей электронов, т.е. в противоположном направлении. Это не будет отвечать желаемым условиям и, кроме того, отрицательный потенциал при суммировании с потенциалом уравнения 3 сделает эдс суммарного уравнения отрицательной величиной (0,50 – 1,77). Если воспользуемся уравнением 2, то это уравнение в любом случае это не приведет к желаемым результатам. Из этих рассуждений следует, что для ответа на задание уравнение 3 не приемлемо и следует искать другое. Воспользуемся уравнением 4, перепишем его в противоположном направлении и изменим знак потенциала на противоположный. Заметим еще раз, что необходимо использовать современные справочные таблицы стандартных электродных потенциалов.

Обычно в учебных целях преподаватель предлагает учащемуся два уравнения, т.е. уравнения 1 и 4. Переписав уравнение 4 в противоположном направлении, получаем:



Посмотрите еще раз на уравнения 1 и 4. Как определить в каком направлении будет проходить реакция по суммарному уравнению?

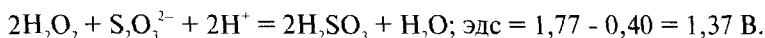
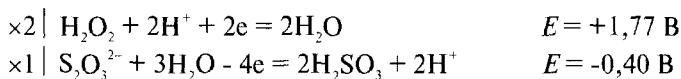
В большинстве учебников и большинство преподавателей предлагают советы, которые учащиеся не понимают. Некоторые учащиеся суммируют табличные уравнения, не переписывая одно из них в противоположном направлении. Другие вычитают или суммируют значения потенциалов, не понимая и не объясняя, почему они это делают, и получают отрицательные или неверные положительные значения эдс реакции. Учащиеся не могут объяснить, почему и какое уравнение переписывается в противоположном направлении.

В одном из учебников находим приемлемый совет: вычтем из одного уравнения другое, изменив знак потенциала на противоположный, и, если получим уравнение с отрицательным значением эдс (ΔE), то суммарное уравнение переписывается в противоположном направлении с изменением знака эдс на положительный.

Можно предложить простой, но более научный прием. Выбирается то уравнение, у которого **больше отрицательное или меньше положительное значение потенциала** по сравнению с потенциалом другой реакции. Реакция с большим отрицательным или меньшим положительным значением потенциала будет отличаться от другой реакции **большей способностью** образовывать электроны или **большей вероятностью** их образования. Заметим, что упоминание о способности или вероятности “образования” электронов на электроде сразу же приводит к тому, что учащиеся понимают, как следует поступить с вычислением эдс реакции. Этот пример показывает, как одно слово делает объясняемый материал доступным и понятным для учащихся. Строгий преподаватель может упрекнуть автора в слабой научности подхода, но, тем не менее, грубой научной ошибки здесь не сделано.

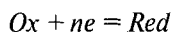
Электроны будут **переходить** с той реакции (электрода), где их больше, на другую, где их меньше, и уравнение этой реакции переписывается, как уравнение с отдачей электронов, т.е. в противоположном направлении и с противоположным знаком электродного потенциала. Число отданных и принимаемых электронов должно быть равно (потенциалы не умножаются на множители числа электронов).

Для изучаемой реакции имеем:



Таким образом, эта реакция возможна, но из справочных таблиц были выбраны только два уравнения, а их может быть больше, и следует изучить остальные варианты сочетания уравнений. В этом уравнении использован символ “эдс”, но правильнее было бы записывать просто “ E ” (иногда записывают ΔE).

Обратите внимание, что, обсуждая окислительно-восстановительные реакции, мы не пользовались терминами “окислитель” и “восстановитель”. Недопустимо в современных отечественных учебниках химии пользоваться такими обозначениями и уравнениями:



и говорить “редокси-электрод” и “редокси-потенциал”. Из некоторых учебников можно узнать, что окислитель называют “окисленной формой” вещества, а восстановитель — “восстановленной формой”. Словосочетание “окисленная форма” по правилам русского языка означает, что после окисления образовался восстановитель, а “восстановленная форма” — это окислитель! Это приводит к тому, что многие учащиеся не могут разобраться, что является окислителем и что восстановителем.

Также совершаются ошибки при использовании **формулы Нернста** с этими “формами вещества”. Мы рекомендуем пользоваться уравнением Нернста со знаком минус после E^0 и записывать дробь после логарифма в виде, **похожем** (!) на константу равновесия:

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln \frac{PC_{\text{прод}}}{PC_{\text{исх}}}$$

Некоторые студенты утверждают, что в формуле Нернста в дроби записана константа равновесия.

Повторяем для преподавателя еще раз важнейшие положения изучения направления окислительно-восстановительных реакций, которые часто не учитываются. Следует пользоваться таблицами с уравнениями электродных реакций, в которых прибавляемые электроны записаны перед знаком равенства. При написании уравнения реакции в противоположном направлении знак потенциала изменяется. Реакция возможна при положительном значении потенциала или эдс.

Эти примеры показывают не только методическое воздействие принципа научности на выбор содержания какой-либо темы учебника или лекции по химии, но и, кроме того, важность соблюдения преподавателем доступности учебного материала и, что не менее важно, полноты его изложения.

Вопросы и задания

1. Перечислите цели обучения химии в средней школе, химическом вузе и в нехимическом вузе. Это задание непростое. Особенно трудно вам будет его выполнить, если вы будете излагать свои мысли письменно.

2. Выберите те принципы обучения, которые вы положите в основу обучения, если в будущем вам придется заниматься преподаванием химии.

3. Вспомнив свое школьное и высшее образование, попытайтесь определить, на каких принципах было основано преподавание химии.

4. Постройте и нарисуйте карту расположения принципов обучения, распределив их в порядках эволюционной (одинаковой, в одной строчке) и иерархической (снижающейся, вниз по строчкам) значимости.

5. Предложите новые принципы обучения химии.

6. Вспомните, как вам преподавали химию в средней школе и на первом курсе вуза. Перечислите те недостатки, которых вы постараетесь избежать, если будете преподавать химию.

7. Подсчитайте, пользуясь учебным планом или расписанием занятий, число часов, приходящихся на гуманитарные и естественнонаучные дисциплины. Каков ваш вывод?

8. Просмотрите разделы главы “Уравнение окислительно-восстановительной реакции” и “Электродные потенциалы реакций”. Какие принципы обучения были использованы в этих разделах?

Рекомендуемая литература

1. Скаткин М.Н. Проблемы современной дидактики. - М.: - 1980. - 96 с.
2. Скаткин М.Н. Принципы обучения. - В кн.: Дидактика средней школы. - М.: - 1982. - С. 58-89.
3. Занков Л.В. Дидактика и жизнь. - М.: - 1968. - 176 с.
4. Гальперин П.Я. Умственные действия как основа формирования мысли и образа // Вопросы психологии. - 1957. - № 6.
5. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. - М.: - 1984. - 344 с.
6. Лернер И.Я. Процесс обучения и его закономерности. - М.: - 1980. - 96 с.
7. Зорина Л.Я. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников. - М.: - 1978. - 128 с.
8. Психолого-педагогические вопросы методики обучения химии в высшей школе. - Саранск: - 1987. - 100 с.
9. Загвязинский В.И. О современной трактовке дидактических принципов // Советская педагогика. - 1978. - № 10. - С. 66-72.
10. Шептулин А.П. Всесторонность рассмотрения как принцип диалектической логики // Философские науки. - 1982. - № 5. - С. 64-69.
11. Бабанский Ю.К. Взаимосвязь закономерностей, принципов обучения и способов его оптимизации // Советская педагогика. - 1982. - № 11. - С. 30-39.

12. Шепетов А.С. Системность - дидактическое требование к обучению и его результатам // Советская педагогика. - 1978. - № 10. - С. 73-79.
13. Пинский В.О. Нужен ли принцип системности в дидактике? // Советская педагогика. - 1982. - № 2. - С. 59-61.
14. Зайцев О.С. Наши методические принципы преподавания общей химии // Вестник высшей школы. - 1983. - № 7. - С. 27-31.
15. Потапов В.М., Шабаров Ю.С. Принципы и практика преподавания органической химии // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1981. - Т. 26. - № 2. - С. 168-174.
16. Оржековский П.А. Тенденции развития дидактического принципа сознательности // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 1. - С. 29-35.
17. Эпштейн Д.А. Реализация принципа политехнизма при обучении химии в условиях научно-технической революции // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1973. - Т. 18. - № 4. - С. 383-388.
18. Минченков Е.Е. Политехнизм и монотехнизм в образовании // Химия. Методика преподавания. - 2003. - № 8. - С. 30-32.
19. Зайцев О.С. О принципе политехнизма // Химия. Методика преподавания. - 2003. - № 8. - С. 28-30.
20. Назарова Т.С. Принцип наглядности и средства обучения // Химия. Методика преподавания. - 2002. - № 2. - С. 10.
21. Ефремов А.Н. Принцип историзма в учебно-воспитательной работе по химии // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1973. - Т. 18. - № 4. - С. 375-383.
22. Потапов В.М., Шабаров Ю.С. Принципы и практика преподавания органической химии // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1981. - Т. 26. - № 2. - С. 168-174.
23. Зайцев О.С. Принципы научной организации обучения общей химии // Сборник научно-методических статей по химии. - 1989. - № 11. - С. 53-67.
24. Зайцев О.С., Клеянкина М.К., Рутберг Л.Г. Принципы организации самостоятельной работы студентов при изучении курса химии // Сборник научно-методических статей. Химия. - М.: - 1991. - Вып. 13. - С. 17-23.
25. Матакова С.А., Зайцев О.С. О гуманизации и гуманитаризации химического образования // Химия. Методика преподавания. - 2003. - № 1. - С. 35-38.
26. Минченков Е.Е. Об интенсивности обучения химии // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 8. - С. 23-33.
27. Цетлин В.С. Доступность и трудность в обучении. - М.: - 1984. - 79 с.

1.4. Деятельность усвоения знания

Знание имеет различные смысловые значения (научное, быденное, личностное и другие), но преподавателя в основном интересует научное знание и его усвоение в учебном процессе. **Знание** — это форма систематизации и сохранения результатов познавательной деятельности человека. Знание должно быть доказано, обосновано, воспроизводимо, логично представлено и выражено средствами языка (устная и письменная речь).

В учебном процессе знания подразделяются на две главные группы: **фактологические** и **деятельностные**. К первым относятся формулиров-

ки законов, постулатов, правил, определений, какие-либо формулы, важные постоянные для расчетов по формулам, свойства элементов и соединений и т.п. Эти знания выучиваются “наизусть” (или почти наизусть) и не обязательно, чтобы обучаемый знал суть этих знаний. Знание становится настоящим знанием, если оно используется в деятельности, и такие знания называют деятельностными. Когда знание становится деятельностным, обучаемый познает его сущность, может его выразить своей речью и использовать в другой деятельности.

Содержание обучения разделяется на такие же две основные составляющие - фактологическое и деятельностное, которое имеет главную роль в учебном процессе. Усвоение знаний состоит в использовании их в познавательной деятельности или в действиях и операциях. Знания вне деятельности не могут усваиваться. Нельзя, как думают иногда преподаватели, вначале получить знания, а затем их использовать в деятельности. Любое знание следует вводить в ту деятельность, которая приводит к усвоению знания. Усвоение знания - это усвоение деятельности по применению знания в научных и жизненных ситуациях. Учащихся следует обучать деятельности, так как большинство фактологических знаний будущий специалист или не использует или сможет найти в научной литературе. Эти положения преподавателям кажутся очевидными, но в учебном процессе чаще всего не соблюдаются.

Цель обучения состоит не только в наполнении учащегося какими-либо важными для профессиональной деятельности знаниями, но и в формировании их качеств. Качества знаний зависят от выбранного содержания обучения и от характера проводимой познавательной деятельности. Для этого познакомимся с системой познавательной деятельности.

Деятельность - процесс приближения к поставленной цели и решения важных для человека задач, в том числе образовательных и познавательных. Любая деятельность состоит из последовательности действий, а действия состоят из операций. Деятельность, действия и операции совершаются человеком с определенными целями, которые задает или себе сам человек, или ему их ставят. Часто понятие “цель” заменяют понятием “мотив”. Строго подразделить деятельность, действие и операцию не удастся, так как некоторая первоначальная деятельность по мере ее повторения и усвоения переходит в действие, которое, в свою очередь, в операцию. Часто усвоенные операции выполняются бессознательно.

Обучение - двусторонняя деятельность преподавателя и учащихся. В деятельности выделяются ориентировочная, исполнительная и контрольная составляющие или части. **Ориентировочная часть** связана с условиями, или ориентирами, необходимыми для успешного выполнения деятельности. В **исполнительной части** происходит преобразование первоначального объекта деятельности в конечный. В **контроль-**

ной части осуществляется слежение за ходом деятельности, и сопоставляются полученные результаты с заданными целями.

Контроль в обучении проявляется в оценке качеств приобретенных знаний и состоит в определении степени соответствия сформированного знания (умения, навыка) знанию, задаваемому целями обучения. Один из способов описания целей обучения состоит в указании некоторого уровня качеств знаний, который должен быть достигнут в результате обучения. В педагогической и методической литературе описаны различные качества знаний.

В деятельностном подходе обучение рассматривается как деятельность, и к обучению, учению и преподаванию применяются те характеристики, которые относятся к деятельности. Психологи выделяют следующие **независимые характеристики** (параметры) деятельности: форма, обобщенность, свернутость и освоенность. Знания, усвоенные деятельностью, имеют те же характеристики. **Форма деятельности** показывает, как деятельность изменяется при приближении к поставленной цели. Различают три основные формы деятельности (действия, операции): материальную, внешнеречевую и умственную.

Материальная деятельность - это преобразование некоторого материального объекта в другой в соответствии с поставленной целью, например, сборка прибора, титрование, опыт и т.п. Материальная деятельность выполняется последовательностью действий и операций, и оценка за совершенную деятельность выставляется числом правильно выполненных действий и операций. Материальное знание - это усвоенные навыки выполнения каких-либо действий и операций. Можно говорить, что обучаемый знает, как собрать прибор, согнуть стеклянную трубку, просверлить пробку и т.п.

Внешнеречевая деятельность выражается устной или письменной речью и показывает переход материальной деятельности в теоретическое знание, что соответствует более высокому уровню усвоения и заслуживает более высокой оценки преподавателем. Когда учащийся может рассказать о каком-либо законе, явлении, веществе, мы говорим, что он что-то знает об этом объекте. Это знание не долговременно и быстро забывается, если не происходит его превращение в умственную форму.

Умственная деятельность означает, что деятельность осуществляется человеком "в уме", "про себя", и знание усвоено в виде представлений и понятий. Эти знания называют умственными, и они обладают более высокими качествами, сохраняются долго и прочно, но у человека часто возникают трудности с извлечением такого знания из памяти для немедленного применения. С этим неприятным явлением преподаватели не раз сталкиваются в своей учебной работе, когда учащийся не может дать немедленного ответа на заданный вопрос, хотя он обладает требуемым знанием. Преподавателю следует помнить об этом психологическом явлении, ждать, не раздражаясь, ответа, и ста-

ратся развивать способности обучаемых к быстрому извлечению знаний из памяти (к сожалению, психологи не дают надежных рекомендаций, как развивать эту способность).

Знание не может быть усвоено “сразу”. Для этого требуется интервал времени, состоящий из нескольких этапов, которые предлагает **теория поэтапного усвоения знаний** (П.Я. Гальперин, Н.Ф. Талызина).

I этап - ознакомление с целью будущей познавательной деятельности (или действия). Любая деятельность совершается человеком, если он знает, для чего он что-то делает. В начале лекции, лабораторного практикума или семинара преподаватель кратко рассказывает о цели предстоящего усвоения нового знания, создает условия для повышения заинтересованности будущей деятельностью, перечисляет некоторые стороны рассмотрения объектов, указывает на внутродисциплинарные и междисциплинарные связи, знакомит с некоторыми проблемами, которые придется решать и т.п.

II этап - разъяснение пути выполнения деятельности, при котором учащиеся знакомятся с составленной преподавателем или самим учащимся **ориентировочной основой деятельности, ООД**. Никто не делает чего-либо, если он не представляет себе, как он будет выполнять задание. ООД состоит из последовательности ориентиров (указателей), пользуясь которыми человек приближается к поставленной цели. ООД может предлагаться преподавателем **полной**, т.е. достаточной для правильного выполнения деятельности и получения желаемого результата (алгоритмизированное обучение), и **неполной**, когда учащийся должен сам найти недостающие и необходимые для выполнения деятельности ориентиры и выделить предполагаемые стороны (аспекты) многостороннего рассмотрения (проблемное обучение). Учащийся может самостоятельно построить ООД из имеющихся у него обобщенных или конкретных ориентиров, ранее использованных в других случаях деятельности. Учения науки играют роль наиболее обобщенной ориентировочной основы познавательной деятельности. Неполная ООД стимулирует мышление учащихся.

III этап - усвоение знания материальной и материализованной деятельностью. Материальной деятельностью учащийся усваивает новое знание, в полном смысле - работая руками с реальными предметами, приборами, оборудованием, штативами, пробирками, колбами, реактивами, растворами и т.п. Предусмотренное преподавателем отсутствие какого-либо объекта, например, в приборе трубки, пробки или крана, создает проблемную ситуацию, заставляющую думать и искать решение. Материализованная деятельность осуществляется с помощью знаковых средств, например, моделей кристаллических структур, диаграмм состояния, таблиц термодинамических характеристик и электродных потенциалов, диаграмм распределения элек-

группов по энергетическим уровням и подуровням атома и т.п. Отсутствие в модели детали, в таблице - числового условия, на графике - кривой, на диаграмме - колонки или сектора создают предпосылки мышления, и заставляют искать пути преодоления обнаруженного препятствия.

IV этап - усвоение знания устной или письменной речевой деятельностью. Научная речь - главный фактор формирования творческого мышления и усвоения знания. Для этого этапа преподаватель подбирает содержание занятия, необходимое для возникновения научной дискуссии при решении числовой задачи, групповом обсуждении проблемы, написании научного сочинения или реферата. Многостороннее рассмотрение и изучение поставленной преподавателем проблемы делает речь содержательной и интересной для учащихся и высоко оценивается преподавателем. Этот этап, несмотря на свою важность для формирования творческого мышления, мало используется в современном обучении, хотя такие формы учебного процесса, как лекция, семинар, лабораторное занятие, вполне доступны для проведения знания через этот этап.

Этапы V - усвоение знания внутренней речью, и VI - перевод знания в умственное состояние - проходят при сокращении (свертывании) знания для его сохранения в долговременной памяти. Эти этапы, как считают психологи, скрыты от преподавателя, хотя их проявление иногда удается обнаружить.

Теория поэтапного усвоения знаний дает конкретные рекомендации по изучению какого-либо вопроса курса, проводя его содержание через деятельность (действия, операции). Последовательность изложения материала на лекции, вводной беседе перед лабораторной работой, рассказе преподавателя или учащегося об изучаемом объекте — все эти учебные процедуры подчинены теории поэтапного усвоения. К сожалению, теория не позволяет решить следующую важнейшую проблему обучения — извлечение требующегося и считающегося усвоенным знания из памяти и перевода его в устную или письменную речь.

Вопросы и задания

1. Приведите примеры превращения познавательной деятельности в действия и операции.
2. Вспомните, были ли у вас случаи, когда преподаватель вводил новое знание, минуя первый и второй этапы усвоения знания.
3. Примерно оцените, насколько широко при изучении какого-либо нового знания вами использовался речевой этап.
4. Какие новые этапы усвоения вы могли бы предложить?
5. Какой этап, после шестого, вы считаете целесообразным ввести в обучение?

Рекомендуемая литература

1. Гальперин П.Я. Психология мышления и учение о поэтапном формировании умственных действий. - В кн. "Исследования мышления в советской психологии", - М.: - 1966. - 476 с. - С. 236-277.
2. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. - М.: 1984. - 344 с.
3. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. - М.: - 1975. - 304 с.
4. Шукина Г.И. Роль деятельности в учебном процессе. - М.: 1986. - 144 с.

Глава 2

Содержание курса химии

2.1. Содержание и построение курса на основе системы науки

Методика учебной дисциплины занимается содержанием, методами, средствами, организационными формами обучения, а также контролем за усвоением и диагностикой качеств сформированных знаний. Важнейшим звеном этой системы обучения является содержание курса химии, подчиняющее себе все компоненты учебного процесса. Насколько верно содержание обучения отражает поставленные цели обучения, настолько эффективно будет работать вся система обучения.

Главнейшей особенностью молодого специалиста следует считать наличие у него **творческого мышления**. Вопрос о развитии творческого мышления крайне широк, поэтому ниже речь будет идти о важнейшей черте такого мышления — **системности**. Один из путей формирования творческого мышления состоит в использовании идей системного подхода и **многостороннего рассмотрения и изучения объекта**.

Отвлечемся от химии – это покажет универсальность системного подхода. Представьте, что вы спросили у учащегося, из чего состоит человеческий организм, или как он устроен. Какую оценку вы поставите, если услышите, что человек состоит из протонов, нейтронов и электронов? Ответ правильный? Вообще-то правильный, но ставить за такой ответ “отлично”, вы, наверное, не захотите. Если учащийся ответит, что человек состоит из двух рук, двух ног, из двадцати пальцев, двух глаз и т.п. Что вы поставите за такой ответ? То же самое, отлично вы не поставите, хотя отвечающий прав. А если учащийся нарисует человека с сердцем, легкими, головным мозгом, желудком, печенью, почками (**рис. 2-1**) и сразу же ответит, что человек состоит из этих органов? Что ему поставит преподаватель? Конечно, “отлично”!

Если один учащийся скажет, что молекула воды состоит из протонов, нейтронов и электронов, а другой скажет, что двух атомов водорода и одного атома кислорода, как вы оцените этот ответ? А теперь постарайтесь подумать, почему так происходит. Почему, в общем-то, правильные ответы мы оцениваем по-разному?

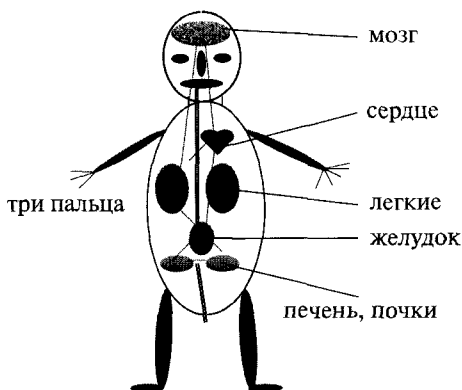


Рис. 2-1. Система организма

Это связано со склонностями преподавателя или с чем-то другим? Может ли организм существовать без пальца, руки, ноги, глаза? Конечно, может (но жизнь становится мало приятной). А может ли человек жить без сердца, желудка, легких и других подобных необходимых органов? Нет, не может!

С чего следует начинать описание организма? Именно с этих главных органов, без которых система организма существовать не может. Дав такое описание организма, можно переходить к описанию каждого из этих органов, снова рассматривая их как системы. Сердце состоит из желудочков, клапанов и других частей, удаление каждой из которых прекращает работу сердца. Но можно ли сказать, что сердце состоит из клеток? Сказать можно, но это будет ответ, показывающий, что учащийся не владеет системным подходом к рассмотрению изучаемого явления и, вообще говоря, системным качеством мышления. Описав каждый из органов, можно переходить к описанию того, из чего они состоят - ткани, мышцы и т.п. Далее можно перейти к описанию клеток и, в конце концов, сказать о протонах, нейтронах и электронах (и даже о кварках).

Все главные органы связаны между собой (на рисунке показаны не все связи). Если человек лишится пальца, он продолжает жить, так же как человек живет без аппендикса, глаз и других подобных органов. Эти органы не придают системе качества **целостности**. Но удаление сердца, легких, желудка прекращает функционирование человека, система теряет свои свойства и превращается в другую систему (не живую). Эти важнейшие органы говорят о целостности системы. Удаление электрона из атома превращает атом в ион, удаление нейтрона из ядра превращает один изотоп в другой, а удаление протона приводит к образованию нового элемента. Система теряет свою целостность и переходит в другую систему со своим новым качеством целостности.

Заметим, что описание организма, как состоящего из нескольких важных органов, не достаточно для научного описания - следует остановиться на **связях организма с окружающей средой**, выделив самые важные составляющие существования организма, например, температуру, наличие пищевых ресурсов, давление, уровень космического излучения и т.п. Изменение даже одного такого фактора приводит к утрате или изменению жизнедеятельности организма.

Для того, чтобы научить человека системному обсуждению и изучению объекта, преподавателю требуются знание и навыки системного подхода. Использование выводов и рекомендаций теории систем к конкретным вопросам организации какой-либо деятельности называют системно-структурным подходом, или просто **системным подходом** (так как любая система обладает определенной структурой).

В настоящее время не выработано четкого определения понятия "система", что объясняется огромным числом разного типа объектов, которые могут быть представлены в виде систем. Обычно под систе-

мой понимается целостный комплекс взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов, или элементов системы. Для методики обучения удобно следующее определение: **система - совокупность дискретных образований или элементов материального или духовного характера, находящихся во взаимосвязи, которая придает данной совокупности целостность.**

Дискретное образование материального характера - это химическая реакция, вещество, электрон, протон, ядро, атом, молекула, ион, комплексная или коллоидная частица, кристалл, геологический или биологический объект, Солнце и т.п. Это - книга, как объект, состоящий из страниц, картина, состоящая из холста, рамы и других деталей. Дискретное образование духовного характера - химическая наука, как запас знаний и видов деятельности по их получению. Это - учебная дисциплина, учебная программа, учебный план, теория, понятие, закон, определение и т.п. Это - содержание книги, лекции, конспекта. Это - то, что нарисовано на холсте картины. Совокупность свойств вещества, признаки сходства и различия объектов, то, что входит в систематизацию и классификацию объектов - это тоже системы.

Под **системным анализом** понимают такой способ рассмотрения системы, при котором выделяются элементы системы и находятся связи между ними. Результаты системного анализа позволяют построить **системным синтезом** модель системы, которая в некоторой степени описывает систему изучаемого объекта, повторяя его существенные качества, свойства или признаки. Такие системы используются в обучении.

Чрезвычайно важен такой признак системы, как ее **целостность**, о чем говорилось выше. Целостность системы означает, что удаление из системы хотя бы одного из составляющих ее элементов приводит к разрушению созданной системы или ее превращению в другую систему, описывающую изучаемый объект с некоторой другой стороны.

Способность человека выделять и предсказывать существенные составляющие изучаемого объекта, удаление которого приведет к разрушению системы или образованию новой, будем считать системной составляющей творческого мышления. Для того чтобы у учащегося развилось системное мышление, ему следует научиться выделять в изучаемом объекте главные компоненты и описывать объект, используя эти компоненты и связи между ними.

Формирование у обучаемых системного качества мышления оказывается затруднительным, поэтому приходится ограничиться одним из признаков системного мышления - способностью к **многостороннему рассмотрению** изучаемого объекта. **Теория многостороннего рассмотрения и изучения** объекта говорит, что все элементы системы связаны между собой и с другими знаниями, имеющими отношение к данному объекту. Многостороннее рассмотрение изучаемого объекта (в химии реакции и вещества) оказывается у учащихся, а в некоторых случаях

даже у преподавателей, затруднительным. Поэтому для школьников и студентов первого курса (особенно в начале изучения курса) ограничимся не многосторонним рассмотрением, а рассмотрением объекта с точки зрения нескольких, наиболее важных научных сторон.

Следует сделать важное замечание — многостороннее рассмотрение и изучение должно быть одновременно и системным, т.е. стороны, или аспекты, рассмотрения должны обсуждаться в последовательности иерархичности сторон, т.е. вначале учащемуся предлагаются наиболее значимые (важные) сведения, а далее они следуют в последовательности понижения значимости. Без выполнения этого условия многосторонность превратится в смесь несвязанных сведений фактологического характера, которая усваивается учащимися с большими затруднениями. Эту новую методику можно назвать системно-многосторонним подходом. К этому следует добавить и деятельностный подход. Такая объединенная **системно-многосторонне-деятельностная теория** обучения ранее не использовалась в педагогике.

Педагогически обоснованным оказывается рассмотрение по числу сторон, равному **числу основных учений науки**. Для этого требуется представить науку в виде системы, состоящей из нескольких связанных между собой учений, и затем систему науки перенести на систему учебной дисциплины, выделив в содержании обучения главнейшие разделы (блоки), соответствующие учениям.

Одна из идей использования системного подхода в обучении заключается в том, что учебная дисциплина рассматривается как система, повторяющая в общих чертах систему науки и ее связи с другими науками. Это означает, что курс химии строится на основе **переноса системы изучаемой науки на систему учебной дисциплины**. Под таким переносом подразумевается следующее. Содержание обучения строится как система, по возможности близкая к содержанию науки на данный момент времени, и в обучении используются методы, подобные методам науки. Так, лабораторный практикум по возможности наполнен современным оборудованием, семинарское занятие проводится в виде научной дискуссии, учащиеся делают доклады и пишут рефераты по нормам, принятым в науке и т.п.

Что же следует понимать под основами науки и как они должны включаться в содержание преподаваемой дисциплины? Системный анализ современной химической науки, проведенный при изучении содержания научных химических журналов, монографий по различным отраслям химии и реферативного журнала “Химия” показывает, что в современной химии могут быть выделены **три основных учения**:

- 1) о **направлении** химических процессов (химическая термодинамика);
- 2) о **скорости** химических процессов (химическая кинетика);
- 3) о **строении** вещества.

В учебных целях мы предложили добавить в систему содержания химии четвертое учение:

4) о **периодичности**. Учение о периодическом изменении свойств элементов было введено Д.И. Менделеевым, и оно входит в учение о строении вещества.

Будем считать содержание учебной дисциплины “Химия” системой. Те основные элементы, из которых состоит курс, назовем **блоками** содержания. Это могут быть: периодический закон Д.И. Менделеева, свойства элементов и соединений, строение атома, строение молекул, химическая связь, учение о растворах, коллоидные (дисперсные) системы, качественный и количественный анализ и другие. Очевидно, что далеко не все перечисленные разделы могут претендовать на место учений химии и быть введены в учебную дисциплину в качестве нескольких важнейших блоков содержания.

При создании блоков содержания следует учитывать, что большое их число приведет к дроблению учебного материала и потере целостности содержания учебной дисциплины, а также затрудняет нахождение внутридисциплинарных (межблочных) связей. Это может дать учащемуся представление об изучаемой науке, как о случайно подобранных главах учебника или лекциях, не связанных между собой. Большое число блоков содержания будет мешать не только выделению их взаимосвязи, но и связи блоков с научным содержанием других дисциплин. В то же время, малое число блоков может привести к разрушению системы и превращению одного из блоков в систему, поглотившую остальные блоки. При малом числе блоков структура курса не может быть обоснована из-за недостаточного числа внутридисциплинарных связей.

Блоки содержания учебной дисциплины и их число, при условии переноса системы науки на систему дисциплины, определяются теми учениями, которые составляют данную науку. Блоки содержания учебной дисциплины “Химия” назовем так же, как и учения, и построим курс, соответствующий системе науки, схематически изображенный на **рис. 2-2**. Курс состоит из четырех равноценных блоков содержания, объединенных внутридисциплинарными (внутрипредметными) связями одинаковой плотности.

Для осознания учащимся важности рассмотрения изучаемого объекта (реакция, вещество) по числу учений науки содержание обучения конструируется по методическому принципу **равенства по объему** (информационная емкость) каждого из четырех блоков и **одинаковой плотности связей** между ними. Равенство информационной емкости блоков содержания приблизительно соответствует одинаковому объему информации, вырабатываемой научными исследованиями в области каждого учения химии. Это было доказано, в частности, подсчетом числа рефератов по основным учениям химии в реферативном журнале “Химия”.

Удивительными результатами системного анализа современного массива химической информации оказались следующие.

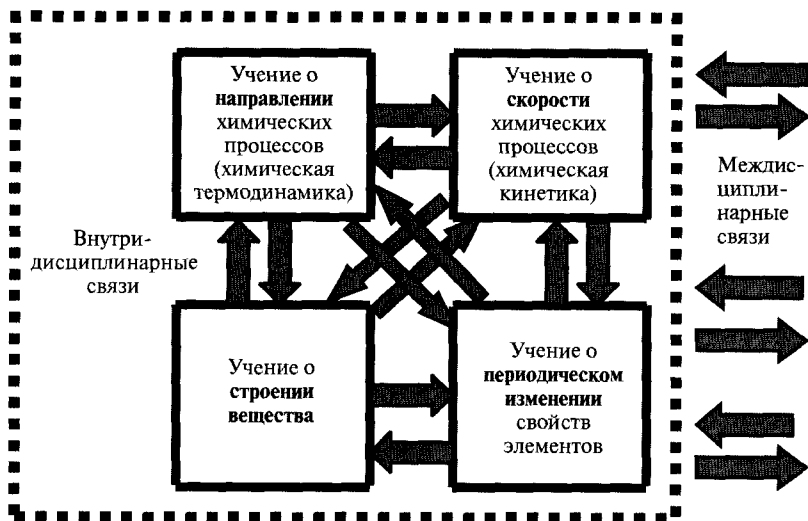


Рис. 2-2. Одна из моделей системного построения курса химии

1. Высокая продуктивность учения о скорости химической реакции, достигающая продуктивности других учений.

2. Равенство объемов химической информации, входящих в каждое из предложенных учений химии.

Связи между выделенными учениями отчетливо проявляются в современной химии: в публикациях почти отсутствуют работы, посвященные идеям одного учения. В большинстве работ теоретического или экспериментального характера, так или иначе, привлекаются сведения, по крайней мере, из двух учений. В довольно большом числе работ авторы обсуждают изучаемый объект четырехсторонне. Например, если речь идет о C_2H_5OH , автор пользуется представлениями термодинамики, кинетики, строения вещества и даже учения о периодичности - обсуждает изменение свойств реакции или вещества при замене атома кислорода на серу или селен, а углерода на кремний.

Схема идеального курса химии обеспечивает **четырёхстороннее** (по числу учений) рассмотрение изучаемого объекта и показывает учащемуся систему современной химической науки. Это требование к содержанию и построению учебной дисциплины немаловажно с научной, методологической и мировоззренческой точек зрения. В таких важнейших учебно-познавательных процедурах, как описание, объяснение, предсказание и других, рассмотрение изучаемого объекта осуществляется с использованием научных представлений четырех учений химии, или, что то же самое, в соответствии с числом блоков содержания и внутриблочных (внутридисциплинарных) связей между ними.

Таблица 2-1

Химическое равновесие и тепловые эффекты	Скорость реакций	Строение атома, химическая связь, строение молекул	Свойства элементов
Термохимия	Зависимость скорости от концентрации и температуры Катализ	Атомно-молекулярное учение	Периодический закон
Химическое равновесие		Строение атома	Элементы главных подгрупп
Принцип Ле Шателье		Строение молекул	7 группа
Растворы неэлектролитов и электролитов		Метод валентных связей	6 группа
Равновесие в растворах электролитов		Донорно-акцепторная связь	5 группа
Ионное произведение воды		Металлическая связь	4 группа
pH		Водородная связь	3 группа
Гидролиз			2 группа
Буферные растворы			3 группа
Произведение растворимости			4 группа
Комплексные соединения			5 группа
Окислительно-восстановительные реакции			6 группа
Электролиз, коррозия			7 группа
Коллоидные растворы			8 группа
			f-элементы

Преподавателю, решившему перестроить содержание и структуру курса, можно рекомендовать поступить так. Предварительно следует тщательно просмотреть и прочитать тот учебник химии, содержание которого в наибольшей мере соответствует научному направлению и отвечает личным склонностям преподавателя (нравится учебник или нет). Далее преподавателю можно посоветовать создать сис-

тому содержания, состоящую из нескольких важнейших блоков (но не более шести-семи) и, составив таблицу, перенести содержание учебника (названия глав или параграфов) в эту таблицу. Наконец, начать работу по выравниванию объема информации каждого блока, вводя внутривнутридисциплинарный и междисциплинарный материал.

В табл. 2-1 сокращенно показан пример подобного анализа одного из учебников химии и распределение материала по выделенным разделам.

Результаты анализа типичного учебника химии говорят, что по количеству учебного материала разделы сильно различаются и распределение содержания не отвечает системе науки. В курсах химии объем материала, приходящийся на долю перечисленных учений, распределен неравномерно, а связи между разделами или неодинаковы по плотности и направлению, или же почти не прослеживаются, что представлено на рис. 2-3. Ширина стрелок условно показывает число связей в том или ином направлении.

Значительная часть теоретического материала объединена в разделе о тепловых эффектах и химическом равновесии. Вопросы термохимии во многих учебниках используются при изучении химической связи и химии элементов. Раздел "Строение атома, химическая связь, строение молекул" содержит важные для курса химии теоретические положения, но содержит меньшее количество учебной информации. Несмотря на сильно возросшее в современной химии значение **химической кинетики**, этот раздел включает в себя наименьшее количество материала, стоит обособленно и не связан с другими разделами, кроме упоминания о химическом равновесии (константа равновесия выводится из предположения равенства скоростей прямой и обратной реакций). С позиций системного подхода следовало бы отказаться от введения химической кинетики в начальные курсы химии, однако это противоречило бы содержанию химической науки. Наиболее загружен раздел, касающийся свойств элементов и их соединений и содержащий большое количество фактологического материала, усвоение которого рассчитано в значительной мере на память. Раздел химии элементов сильно связан с разделом о строении атомов и молекул.

Подобные курсы химии не могут отобразить систему и структуру изучаемой химической науки и

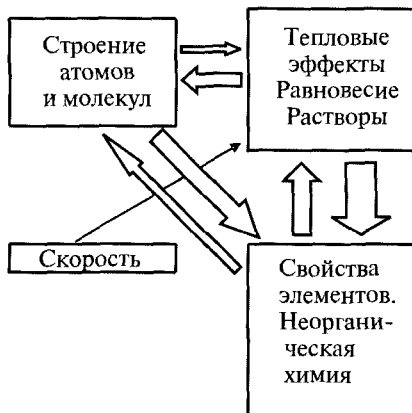


Рис. 2-3. Пример обычного построения курса химии

не создают предпосылок для многостороннего (по числу учений науки) рассмотрения изучаемого объекта. Обсудим практические пути создания учебника, отвечающего системе современной химической науки. В первую очередь следует выбрать такое содержание обучения, в котором разделы были бы равны по объему и превращались в блоки содержания. Возможны несколько путей выравнивания объема разделов:

1) произвольное сокращение одних разделов и увеличение других за счет перенесения материала из одного раздела в другой или привлечения нового материала. Такое изменение курса научно не обосновано и противоречит рекомендациям системного подхода;

2) отбор материала из других учебников химии, популярной и монографической литературы и журнальных публикаций в соответствии со следующими методическими принципами: из традиционного содержания **удаляется несвязывающий материал**, т.е. не обладающий способностью соединять блоки внутридисциплинарными связями; и **вводятся связывающий**, т.е. показывающий внутридисциплинарные связи, материал. Предпочтение отдается тому материалу (теории, законы, представления, определения, понятия, факты), который обнаруживает наибольшее число внутридисциплинарных связей. Такие критерии отбора содержания позволяют освободить курс от избытка случайных теоретических положений и фактов, не имеющих общенаучного значения;

3) по тем же принципам вводятся междисциплинарные связи: междисциплинарный материал должен обладать наибольшей **способностью связывать** блоки содержания;

4) важно следующее требование к отбору содержания - в него вводятся материал по **последним достижениям химии**. Такого материала преподаватель может найти огромное количество, но его следует отбирать в соответствии с предыдущими принципами.

Эти правила отбора содержания курса не относятся к фундаментальным теоретическим представлениям химической науки, но изменяют методику их преподавания. Обсудим один пример.

Закон Гесса. Закон Гесса является важнейшим составляющим содержанием и не может быть исключен из курса химии. Обычно преподаватель в рассказе о законе Гесса после его формулировки рассказывает об энтальпии образования и приводит пример расчета изменения энтальпии в какой-либо реакции. Можно поступить по-другому.

До или после изложения закона Гесса преподаватель говорит, что экспериментально энтальпия фазового перехода алмаза в графит до сих пор не определена, хотя известна почти полтора века, и едва ли будет измерена в ближайшем будущем. Попросив подумать, почему так получилось, и заинтересовав учащихся возникшей проблемой, преподаватель записывает уравнения реакций сгорания графита и алмаза с

известными энтальпиями (тепловыми эффектами) и показывает, как вычисляется энтальпия превращения.

Затем преподаватель рисует энтальпийную диаграмму перехода и спрашивает, почему алмаз при обычных условиях не превращается в графит. Далее кратко говорится об энергетическом барьере и энергии активации и независимости энтальпии реакции от энергии активации. Затем обсуждаются энергии связей в кристаллических решетках графита и алмаза. Возникает новая проблемная ситуация - энергия связи у графита больше, чем у алмаза. Преподаватель переходит к обсуждению типа гибридизации электронных орбиталей и углам между связями, несколько слов говорит о связи между слоями атомов в структуре графита. Далее обсуждает строение кристаллического кремния и проводит сравнение его твердости с твердостью алмаза. Таким образом, изучение фундаментального закона проводится четырехсторонне. Дополнить рассказ можно упоминанием об искусственном получении алмазов, причинах их очень высокой стоимости, бриллиантах, применении алмазов в промышленности, об алмазах в природе, о графите, пленочном и пылевидном графите и их использовании так далее. Это – пример многостороннего рассмотрения полиморфных модификаций (можно ли говорить об аллотропии?). Возвращаясь к уравнению превращения графита в алмаз, можно спросить о влиянии температуры на реакцию в соответствии с принципом Ле Шателье (это трудно решаемая проблема!).

В табл. 2-2 сокращенно показано, каким стало содержание блоков после пересмотра содержания разделов в соответствии с требованиями системного подхода.

Системное построение курса химии позволяет убрать ненужный фактологический материал и за счет этого ввести в содержание некоторые вопросы, имеющие важное значение для изучения химии и отражающие последние достижения науки, например, современные представления о строении материи (кварки, темная материя, темная энергия, теория струн и т.п.), периодические процессы, ферромагнетизм и антиферромагнетизм и другие.

Приведем примеры отбора содержания на основе предложенных методических принципов. Для превращения традиционно очень короткой темы о **скорости химической реакции** в блок на основе учения о химической кинетике вводится новый материал, показывающий современные представления этого учения и связывающий этот блок с другими блоками, по возможности, одинаковым числом связей. Так, в блок о скорости реакций были введены следующие понятия и представления:

1) порядок и молекулярность (молекулярность) реакции, две формулировки закона зависимости скорости от концентрации реагирующих веществ, реакции нулевого и первого порядков, радиоуглеродный и другие методы датирования;

Таблица 2-2

Учение о направлении химических процессов	Учение о скорости химических процессов	Учение о строении вещества	Учение о периодическом изменении свойств
Изменение энтальпии, энтропии и изобарного потенциала	Зависимость скорости реакции от различных факторов	Современные представления о материи. Строение атома	Периодический закон и периодическая система элементов
Расчет константы равновесия	Энергия и энтропия активации	Метод валентных связей	Обзоры свойств элементов по периодам, группам и подгруппам
Теория растворов	Кинетический вывод константы равновесия и основных термодинамических соотношений	Сравнение молекул и ионов: H_2O , NH_3 , H_3O^+ , NH_4^+ , H_2S , PH_3 и других	Сравнение свойств однотипных соединений в главной и побочной подгруппах
Расчет pH растворов	Порядок и молекулярность реакций	Молекулы CH_4 , C_2H_6 , C_2H_4 , C_2H_2 , C_6H_6	Сравнение реакций (термодинамика и кинетика)
Гидролиз	Реакции первого порядка	Строение алмаза и графита	
Направление окислительно-восстановительных реакций	Реакции в верхних слоях атмосферы	Метод молекулярных орбиталей	
Произведение растворимости	Механизм реакции	Молекула кислорода	
Расчет ΔG , ΔH , ΔS реакции по константам равновесия	Последовательные и параллельные реакции	Донорно-акцепторная связь	
Правило фаз Гиббса	Цепные реакции	Водородная связь	
Диаграмма состояния воды	Периодические процессы	Строение комплексных ионов	

2) энергия активации (истинная и экспериментально определенная, кажущаяся) и ее расчет по уравнению Аррениуса;

3) зависимость скорости реакции от природы реагирующих веществ, энтропия активации, основное уравнение химической кинетики, кинетический вывод формулы, связывающий константу равновесия с изобарным потенциалом;

4) механизм химической реакции, последовательные и параллельные реакции, лимитирующая стадия, кажущийся порядок последовательной и параллельной реакции; скорость реакции при стационарном состоянии системы; цепные реакции (образование воды); колебательные реакции и периодические процессы; гомогенный катализ;

5) скорость реакций на поверхности кристалла, в кристалле и между кристаллами; гетерогенный катализ.

В блоке “Учение о скорости химических процессов” имеется пункт “Реакции в верхних слоях атмосферы” с участием кислорода, озона, воды, оксидов азота и некоторых соединений хлора. Этот материал связан со строением молекул, методом молекулярных (молекулярных) орбиталей, магнитными свойствами частиц, термодинамическими свойствами молекул и ионов (энергии связи), механизмами реакций, влиянием на скорость посторонних веществ и со многим другим.

Из раздела о **свойствах элементов** и их соединений было изъято большое количество фактологического материала, которое было заменено обзорами свойств элементов по периодам, группам и подгруппам. Для сравнения свойств элементов и их соединений используются периодические зависимости тех свойств, которые изучаются в других блоках, например, магнитные свойства атомов, ионов, молекул и кристаллов, энергии гидратации и размеры ионов, термодинамическая и кинетическая устойчивость однотипных соединений, изменение структур однотипных соединений, изменение механизма однотипных реакций в зависимости от положения элемента в группе, каталитическая способность соединений элементов при переходе вдоль по периоду и т.п. В результате такой перестройки образовался блок “Учение о периодическом изменении свойств элементов и их соединений”

Изменилось содержание и других разделов, превращенных в блоки. Иногда в курсах химии изучаются аллотропные (полиморфные) формы серы и фосфора и приводятся их диаграммы состояния. Трудно предположить, что этот материал когда-нибудь понадобится большинству будущих специалистов. Раньше свойства серы представляли интерес в связи с производством серной кислоты. Целесообразнее познакомить учащихся с **правилом фаз Гиббса** и изучить **диаграмму состояния воды**, привлекая к этому строение воды в газовом, жидком и кристаллическом состояниях, **аномальные свойства воды** и, одновременно, осуществляя сравнение с сероводородом, аммиаком и фтороводородом. Диаграмма состояния воды понадобится любому специалисту (химик, физик, геолог, биолог и другие).

Введение даже одного нового понятия, обладающего свойством внутрипредметного связывания, изменяет содержание раздела и курса в целом. К числу таких понятий относится **энтропия активации**. Энтропия активации, как очень яркое понятие, изучается после энтропии (иначе учащиеся на вопрос об энтропии начинают рассказывать об энтропии активации) и после обсуждения влияния строения молекул на

скорость реакции. Энтропия активации определяет вероятность надлежущей для реакции ориентации молекул, входит в основное уравнение химической кинетики и позволяет вывести формулу зависимости константы равновесия от изобарного потенциала реакции. Энтропия активации используется для объяснения катализа. Этот пример является примером введения в курс химии нового материала.

Трудно объяснить, почему об открытых системах, т.е. о системах всего нашего окружения, природы и мироздания не говорится в учебниках средней школы, и в учебниках младших курсов химии, а обсуждаются (в основном в термодинамике) недостижимое в реальном мире и юлированное состояние. Открытые системы, флуктуация, бифуркация, диссипация, самоорганизация - это новое содержание должно войти в учебники химии и других естественных наук средней и высшей школы.

Многие присущие большинству курсов химии темы сохраняются, но изменяется методика их изучения. Например, при изучении **метода молекульных (молекулярных) орбиталей** привлекаются сведения о строении молекул и молекулярных ионов, междядерные расстояния, энергии связи, скорости и механизмы реакций образования и распада молекул и молекулярных ионов, производится сравнение свойств элементов по группам периодической таблицы.

Некоторые общепринятые темы в соответствии с описанным подходом приобретают иной аспект изучения. Так, законы Рауля даются с целью обсуждения энергетических свойств растворов и характера межмолекулярных взаимодействий в растворе. Теория сильных электролитов обсуждается не только для того, чтобы ознакомить с активностями компонентов и методом их расчета, но и для показа влияния полной силы раствора на концентрационную константу равновесия и на скорость реакций, при этом говорится о строении ионных пар и других ассоциатов, обсуждается влияние на ионную силу размера иона (переход по подгруппе) или его заряда (переход вдоль по периоду).

Введение нового содержания требует одновременного удаления устаревшего материала, что касается как отдельных тем, так и некоторых терминов. Например, закон постоянства состава, агрегатное состояние, твердое вещество, теория электронных орбит, электроотрицательность, степень окисления, вычисление по правилу Вант-Гоффа скорости реакции при повышении температуры, экзотермические и эндотермические реакции, окисленная и восстановленная формы и многие другие.

Другим важнейшим источником содержания курса химии является материал из других наук, или из других учебных дисциплин. Важность использования **междисциплинарных (межнаучных, междисциплинарных) связей** при системном подходе к курсу химии вытекает из рассмотрения учебной дисциплины как элемента системы дисциплин, предлагаемых в течение семестра, учебного года или всего срока обучения.

На **рис. 2-4** схематично показано положение химии среди других дисциплин - математики, физики, науки выбранной специальности (биология, геология, география и другие). **Междисциплинарные связи** усиливают мотивацию изучения не только данной дисциплины, но и других. Они повышают многосторонность рассмотрения изучаемого объекта, и, таким образом, способствуют воспитанию творческого мышления. Междисциплинарные связи показывают границы изучаемой науки, места соприкосновения наук и в будущем укажут на межнаучную область, которая наиболее перспективна в предстоящей научной деятельности.

Представление химии в виде системы четырех учений позволяет обосновать отбор включаемого в курс **междисциплинарного материала**: отбирается не просто материал из других дисциплин (наук), имеющий какое-либо отношение к химии вообще, а материал, который непосредственно связан с учениями химической науки и блоками содержания, т.е. с термодинамикой, кинетикой, строением и периодичностью. Заметим, что поиск такого межнаучного содержания довольно труден и требует постоянного просмотра научных публикаций по различным наукам.

Очень часто методисты и сами преподаватели, просматривая учебные программы, обращают внимание на одинаковые научные понятия в различных программах и часто требуют так составлять учебные программы, чтобы в них, как они говорят, не было **повторений**. Это требование к учебным программам и к учебникам методически не

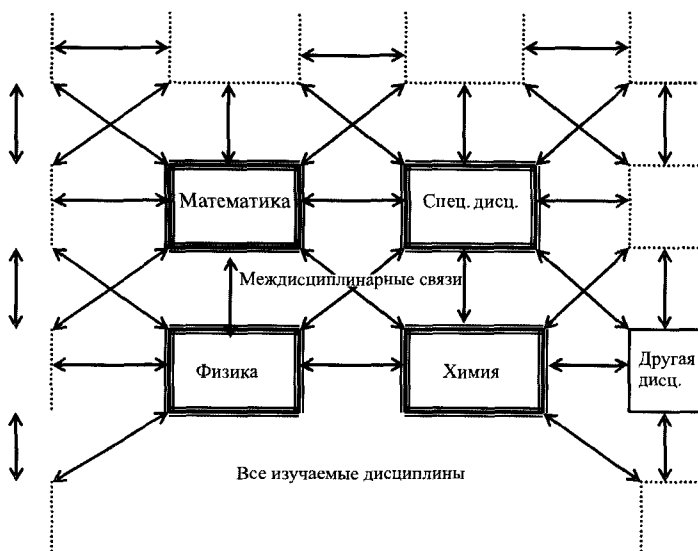


Рис. 2-4. Система учебных дисциплин

обусловлено. Причин этого несколько. Повторение вообще и повторение в различных дисциплинах, даже дословное, приносит определенную пользу при усвоении материала. Более того, изложение одного и того же материала преподавателями различных дисциплин в большинстве случаев оказывается весьма различным по своему научному содержанию, и каждый преподаватель вносит нечто новое в уже усвоенное знание. Такое повторение способствует **переносу знаний**, одному из очень трудно формирующихся качеств мышления.

Преподаватели должны объяснять учащимся, где и как в их будущей жизни и работе по специальности будет привлечен данный научный материал. Такой подход требует ознакомления преподавателя любой дисциплины с программами других дисциплин, что связано с повышением теоретической подготовки преподавателя. К сожалению, преподаватели химии, как и преподаватели других дисциплин, редко занимаются таким самообразованием.

В курсах **математики** учащиеся решают сложнейшие задачи, но среди них практически отсутствуют задачи на химическом материале, даже простейшие, например, вычисление угла между связями в молекуле метана, кинетические уравнения реакций различных порядков, решение уравнения Шредингера. Большинство студентов не знакомы со статистической обработкой результатов эксперимента, о критерии Стьюдента они как будто бы слышат в первый раз, метод наименьших квадратов им недоступен и т.п. Более того, некоторые студенты первого курса затрудняются проводить вычисления с логарифмами, например, вычислить водородный показатель, или, наоборот, из его значения - концентрацию ионов водорода (без калькулятора). Очень часто школьник и студент не могут составить систему двух линейных уравнений, например, по двум значениям константы равновесия, при двух температурах рассчитать изменение изобарного потенциала, энтальпии и энтропии реакции.

Даже преподавание иностранного языка должно быть связано с будущей специальностью учащегося. Химику необходимо, кроме разговорного бытового языка, изучить химический английский язык. Использование междисциплинарных связей обсудим на следующих примерах.

Среда раствора атмосферных осадков. При изучении рН растворов преподаватель говорит об изменении рН атмосферных осадков (кислотные дожди) вообще и, в частности, на некоторой территории вблизи металлургического (или другого) завода. Преподаватель проецирует на экран рисунок с результатами определения рН за несколько давно прошедших лет ("Природа", 1981, № 1, С. 88-89) и спрашивает, какова тенденция в изменении рН. Большинство учащихся не могут, рассматривая рисунок, сказать, происходит повышение или понижение рН.

Преподаватель говорит, что для ответа необходима статистическая обработка результатов (о которой учащиеся узнают из курса математики) и показывает другой рисунок, с прямой, описывающей изменение рН атмосферных осадков. Он говорит, что, возможно, для построения прямой авторы воспользовались методом наименьших квадратов. Далее преподаватель спрашивает, каково будет значение рН осадков в наше время (экстраполяция) и все видят, что за двадцать лет природные осадки стали бы концентрированными кислотами. Однако этого не произошло. Почему? Ответ: были приняты меры по очистке от диоксида серы (и оксидов азота). Можно упомянуть про заповедник Ясная Поляна, столкнувшийся с проблемой уничтожения растительности на его территории.

Учащиеся видят важность изучения понятия рН не только для своей будущей специальности, но и для жизни природы. Они видят, насколько важно овладеть математическими приемами обработки результатов измерений. Этот пример показывает связь химии с биологией, географией, математикой, экологией, промышленностью.

Термоядерная энергетика. При изучении водорода преподаватель говорит, что ресурсы угля, нефти и природного газа постепенно сокращаются, цены на них повышаются и их использование все сильнее загрязняет атмосферу. Термоядерные реакции - наиболее перспективный способ получения энергии. Топливом для реактора служат изотопы водорода - дейтерий и тритий. Дейтерий получается при электролизе морской воды. Трития в природе нет, но его получают действием нейтронов на литий. При столкновении ядер дейтерия и трития при температуре около ста миллиона градусов проходит ядерная реакция с выделением огромного количества энергии: десяти килограммов смеси дейтерия и трития достаточно для обеспечения России энергией в течение года.

Реактор превращает воду в пар, который в паровой турбине создает электрическую энергию. Другой путь получения энергии - разложение воды на водород и кислород, и использование водорода в топливных элементах автомобилей и других потребителей. Термоядерный реактор практически безопасен. Количество топлива в нем минимально, и взрыв невозможен. При нарушении герметичности реактор в течение тысячных долей секунды останавливается. При работе реактора не происходит накопления радиоактивных отходов. Реакторы можно строить рядом с городами.

В этом примере учащиеся знакомятся или повторяют сведения о водороде, строении ядра атома, изотопах, скорости ядерных реакций, перспективах развития энергетики и т.п. Этот пример показывает межнаучные связи химии с физикой, экономикой, экономической географией, экологией, безопасностью и другими научными областями.

Использование междисциплинарных связей при преподавании курса химии требует, чтобы иллюстрация теоретических положений

химию проводилась на примере тех объектов, с которыми учащиеся будут иметь дело в своей будущей работе. Так, у геологов равновесие хорошо показать на примере диссоциации карбоната кальция, а у биологов - на примере диссоциации карбамида (мочевины). Знакомство с диаграммой состояния воды полезно всем учащимся и, в первую очередь, студентам естественнонаучных специализаций, с диаграммой состояния углерода - геологам и географам, с диаграммой состояния железа - будущим металлургам. Изучение реакций в верхних слоях атмосферы заинтересует геофизиков и метеорологов. Образование и разложение озона и его свойства - также обширная межнаучная область (геофизика, метеорология, география, экология, медицина и т.п.). Обеззараживание воды озоном, кислородом, пероксидом водорода, хлором или перманганатом калия - содержание, которое объединяет химию (термодинамика, кинетика) с экологией (чистые окислители - первые три) и производством.

Такой подход рассчитан на то, что учащиеся научатся и поймут важность переноса знаний из одной научной области в другую. При решении проблемы учащиеся будут подходить к ней с разных сторон, используя знания из различных наук и вообще все имеющиеся у них знания.

Период полувыведения. Студентам-медикам покажется ненужным изучение реакций первого порядка, но если преподаватель скажет, что эти реакции характеризуются периодом полураспада, имеющим математически то же содержание, что и период полувыведения лекарства из организма, указываемым почти в каждой инструкции к лекарству, студенты сразу меняют свое отношение к изучаемому материалу (появляется межнаучная мотивация).

Олово. С точки зрения обсуждавшихся теорий отбора материала имеет смысл остановиться на полиморфных формах (модификациях) олова, так как при этом используются сведения о термодинамической устойчивости серого и белого олова, скоростях и механизмах их взаимных переходов, о добавках, ускоряющих или замедляющих переходы, о строении белого и серого олова, сравниваются свойства олова со свойствами углерода, кремния, германия и свинца. При обсуждении свойств олова преподаватель может рассказать об "оловянной чуме", гибели экспедиции Р. Скотта, достигшей Южного полюса в январе 1912 года (на 33 дня позже Р. Амундсена) или о том, почему во время Отечественной войны 1812 года бегущие зимой из Москвы французы были обвязаны какими-то веревками. Олово спаив железных бочек с топливом и пуговиц превратилось при низких температурах в порошок.

Сила Кориолиса. Преподаватель рассказывает о воде и говорит, что в тридцати километрах к северу от столицы Эквадора (государство в Северо-Западной части Южной Америки) Кито проходит экватор. В одном из поселков на улице экватор обозначен линией, и можно од-

ной ногой стоять в Южном полушарии, а другой в Северном. Местный житель приносит умывальник с наполненной водой раковиной и ставит его в одном метре к югу от экватора, вынимает пробку и вода, вытекая через сливное отверстие, закручивается в водовороте по часовой стрелке. Умывальник переставляется на метр в Северное полушарие, и вода вытекает, закручиваясь в противоположном направлении. Умывальник ставится так, чтобы сливное отверстие находилось над экватором – вода вытекает спокойной струей, не закручиваясь. Преподаватель может сказать, что он там был и сам всё видел. Преподаватель говорит, что это проявление силы Кориолиса, обусловленной вращением Земли вокруг оси. Силу Кориолиса учитывают при полетах ракет и артиллерийских снарядов, и она объясняет возникновение некоторых морских течений, воздушных потоков (ветров) и подмыв берегов рек, текущих в направлении меридиана: в Северном полушарии правых (Волга, Днепр, Дон, Обь, Иртыш, Лена), а в Южном – левых. Задание учащимся: привести возможные научные объяснения этого явления. Преподаватель может сказать, что ответа он не знает, но направляет мысль учащихся на строение молекулы воды, электронное состояние атомов в молекуле, магнитные свойства молекулы и т.п. Будет ли это явление проявляться у жидкого бензола, бензина или подсолнечного масла? Это пример повышения заинтересованности учащихся в изучении материала из-за его яркой проблемности и междисциплинарности (межнаучности). Подобный рассказ желательно приводить в конце лекции, когда студенты устали, и предлагать выполнить задание “дома”. Заметим, что, возможно, раковина с закручивающейся водой – это фокус жителя Эквадора.

По числу обнаруженных связей между содержанием дисциплин можно судить об относительной **значимости междисциплинарного материала**. Практически преподаватель может воспользоваться следующим несложным, но трудоемким приемом. Просматривая программы и учебники двух дисциплин, преподаватель слева на первой трети вертикально расположенного листа бумаги выписывает названия тем курса или отдельных понятий химии, а справа – то же для другой дисциплины. Прделав такую работу, преподаватель соединяет линиями общие для двух дисциплин темы и понятия.

На **рис. 2-5** приведена часть такой схемы взаимосвязей химии с одним из курсов, изучаемых студентами геологического факультета. Схема дана в качестве примера, но не отражает действительного числа тем, понятий и взаимосвязей двух курсов. Преподавателю химии предоставляется возможность сделать выводы из схемы определения междисциплинарной важности изучаемого материала. Составление подобных схем взаимосвязей курсов наглядно демонстрирует важность той или иной темы или понятия для другой учебной дисциплины.

В предлагаемой методике на первом этапе обучения используется не множество системообразующих связей, а только четыре, по числу



Рис. 2-5. Пример построения части схемы взаимосвязей курсов химии и кристаллохимии

выделенных блоков-учений. По мере усвоения оперирования этими элементами системы и связями между ними, осуществляется переход к большему числу связей и, далее, переход к использованию наибольшего числа знаний, которые учащийся способен извлечь из своей памяти. Разумеется, это не исключает введения на начальных этапах обучения материала междисциплинарной тематики, но первоначальное обучение системной познавательной деятельности рекомендуется производить на примере систем с небольшим числом элементов и связей между ними.

В некоторых высших учебных заведениях читаются курсы химии, в которых особое внимание обращается на некоторые области химии,

имеющие отношение к будущей специальности студента, например, “Химия с основами экологии”, “Химия и коррозия” и даже “Химия и канализационное хозяйство”. В этом случае можно рекомендовать сконструировать систему из пяти блоков содержания, как это показано на **рис. 2-6** для курса “Химия с основами экологии”.

Материал каждого блока связан с материалом всех остальных. Изучение вопросов химической термодинамики, химической кинетики, строения вещества и свойств элементов (учение о периодичности) осуществляется на примерах экологически важных объектов (реакции и вещества). В то же время при изложении материала, касающегося непосредственно экологии, привлекаются теоретические положения четырех учений химии. Обнаружено интересное методическое явление: введение пятого блока “Экология” привело к повышению эффективности усвоения материала остальных четырех блоков, что, возможно, объясняется повышением общего и профессионального интереса к изучаемой дисциплине.

Аналогично могут быть построены курсы химии с основами биологической химии, фармацевтической химии, химии природных веществ и т.п. Преподавание химии и дисциплин по различным областям химии в педагогических вузах конструируется по этому же принципу. Блок “Методика обучения химии” находится в окружении блоков химической науки и изучается с привлечением их материала, а изучение химической термодинамики, кинетики, строения вещества и периодичности проходит с уклоном в сторону методики обучения. Примерно так же предлагается обосновать содержание учебника для углубленного изучения химии. Рассмотренный методический подход к определению содержания и построению курса можно назвать подходом на основе **перенесения системы изучаемой науки на систему учебной дисциплины**.

Закончим обсуждение содержания курса химии замечательными словами Б.В. Некрасова из предисловия к первому изданию (1934 год) его курса общей химии. “Пока общая химия оставалась дисциплиной чисто описательной, единственной задачей её был подбор известных из опыта фактов и их систематизирование... В настоящее время, когда общая химия уже достаточно обогатилась теоретическими представлениями, иным должен стать и метод ее изложения. Очевидно, что необходимо по возможности стремиться к тому, чтобы и весь курс, и отдельные его части представляли собой не набор фактических данных и

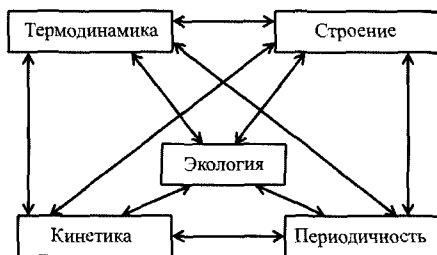


Рис. 2-6. Системное построение курса химии с пятью блоками содержания и междисциплинарными связями

теоретических положений, а *связанное целое*... Хорошо известно, что *ничто* более глубоко, четко и, вместе с тем, легко познается то, что *интересно* познающему. Для того, чтобы "корень учения" перестал быть *горьким*, необходимо, следовательно, заинтересовать учащегося предметом, достаточно оттенив его значение для *разных сторон* человеческой практики путем введения в курс ряда кратких сведений из *смежных областей*. Одновременно следует, конечно, тщательно избегать *распыленности* изложения и решительно исключить из учебника всякую излишнюю "воду", наличие которой лишь мешает *концентрированное* внимания.

Необходимо приучать студента не просто заучивать материал, а *думать* над ним... Если в начале курса желательна трактовка материала, *опирающаяся* по доступности к элементарным учебникам средней школы, то в его конце целесообразно приблизить ее к стилю научных статей. Характер изложения должен все время требовать от студента *упорной* работы над материалом и, вместе с тем, при ее наличии обеспечивать ему *реальные* возможности овладения предметом... Требуемая диалектической методологией *всесторонность охвата* материала уже сама по себе обязывает строить курс на достаточно широкой и теоретической и экспериментальной базе. Май 1934 года". (Курсив наш).

Системный и деятельностные подходы и многостороннее рассмотрение и изучение объекта требуют введения в содержание обучения *самых последних достижений науки*. В последнее время резко возросло число публикаций по химии *открытых систем* (неравновесные термодинамика и кинетика). Это важнейшее новое научное направление, интенсивно развивающееся в последнее время, должно быть введено во все курсы химии, даже школьные. С открытыми системами читатель может познакомиться в учебнике автора "Химия".

Открытые системы. Идеи теории открытых систем можно использовать при обсуждении самых различных вопросов химии, например, при изучении химической кинетики. Реакция начинается, когда система находится в неравновесном состоянии, и выбирает при флуктуации путь перехода в состояние продуктов бифуркацией параллельными и последовательными реакциями. Выбор пути зависит от концентраций веществ, температуры, давления, катализаторов и других факторов — эти факторы вызывают ту или иную бифуркацию и изменяют ее форму и мощность. В стационарных условиях создается неравновесное неизменяющееся состояние системы, и бифуркация направляет реакцию по одному пути.

Важнейшим представлением теории открытых систем является **самоорганизация**, которая обнаруживается при росте кристалла и при образовании ячеек Бенара. Эти процессы различаются по своей природе. Кристаллы растут в условиях, близких к равновесным, и при их росте выделяется теплота. Кристаллы устойчивы в довольно широком интервале внешних условий. Ячейки Бенара образуются в неравновес-

ных условиях при рассеянии теплоты, поступающей извне (диссипативные структуры), они неустойчивы и при малейшем изменении условий пропадают. Не станет ли в будущем область знаний об открытых системах новым учением химии?

Парамагнетизм золота, серебра и меди. Дать хотя бы краткое перечисление последних важнейших химических новостей невозможно, настолько много их появляется почти каждый день. Например, химически получены **наночастицы** золота, серебра и меди, которые притягиваются к магниту, т.е. являются парамагнетиками, но они диамагнетики в кристаллическом состоянии при комнатной температуре. Размер этих частиц 2 нанометра. Открытие настолько ново, что еще непонятно, где оно может быть использовано (возможно, в медицине). Сообщив эту новость, преподаватель может дать домашнее задание попытаться объяснить, почему эти металлы стали парамагнетиками.

Давление в космическом корабле. При деятельностном подходе важен не только показ междисциплинарных связей, но и решение задач и проблем междисциплинарного направления. Приведем пример такого задания. Преподаватель предлагает обсудить опасно или нет повышение давления воздуха в космическом корабле в 2 раза (или 10 раз). Преподаватель предоставляет необходимые термодинамические и кинетические данные возможных реакций. Как это скажется на дыхании космонавта? Как будут вести себя при повышении давления кислорода алюминий, железо, дерево, пластмасса и другие вещества? Не станет ли термодинамически возможной реакция кислорода с азотом с образованием одного из оксидов азота? Эти задачи будут интересны химикам, физикам, биологам, медикам.

Вопросы и задания

1. В философском словаре или в энциклопедии найдите определение понятия “система”.
2. Кратко опишите суть системного подхода в обучении химии.
3. Объясните, почему системный подход наиболее приложим к современному обучению химии.
4. Посмотрите, как определяется система в курсе физической химии или химической термодинамики, и сравните его с определением, приведенным в этом учебнике.
5. Что понимается под целостностью системы в различных литературных источниках?
6. Посмотрите в философском словаре, что означает слово “иерархия”?
7. Найдите понятие, противоположное по смыслу понятию “иерархия”.
8. Докажите, что системный подход должен привести к повышению эффективности обучения химии.

9. Выделите в человеческом организме элементы системы (органы) имеющие одинаковую значимость для жизнедеятельности. Покажите, что эти органы обеспечивают целостность организма. Сколько таких принципов у человека? К чему приведет удаление из организма хотя бы одного такого элемента системы?

10. Для организма сердце, легкие, мозг, почки, желудок и некоторые другие органы, несмотря на одинаковую важность для жизни, тем не менее, находятся в некоторой подчиненности друг от друга. Расположите эти органы в иерархической последовательности. Приведите аналогичный пример из химии.

11. Автомобиль состоит из двигателя, четырех колес, лобового стекла, спидометра, рулевого управления, подвески, глушителя, каталитического дожигателя выхлопа, радиоприемника, коробки передач, сцепления, фар, кондиционера. Выделите в этом перечислении частей автомобиля главнейшие элементы, которые придают автомобилю, как системе, целостность. Возможно, были перечислены не все главнейшие элементы системы – дополните список.

12. Как вы считаете, в каком состоянии, подчинения или равноправия, находятся четыре блока содержания, соответствующие учениям химии.

13. Просмотрите школьный или другой учебник химии и покажите, что удаление главы о химической кинетике не изменяет структуру учебника и сохраняет его целостность.

14. Выберите из лабораторного практикума описание какой-либо лабораторной работы, представьте ее в виде целостной системы и докажите, что вам это удалось.

15. Опишите “четырехсторонние” такие химические объекты, как вода, аммиак, метан и т.п. После этого сделайте описание по возможности более многосторонним.

16. Для одной из глав учебника химии составьте сеть внутридисциплинарных связей.

17. Предложите для вашего будущего доклада или реферата какое-либо вещество или реакцию, обладающие сильно развитым свойством междисциплинарного (межнаучного) связывания учебного материала.

Рекомендуемая литература

1. Садовский В.Н. Основания общей теории систем. - М.: - 1974. - 279 с.
2. Кондильяк А.Б. Трактат о системах. - М.: - 1938. - 195 с.
3. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. - М.: - 1978. - 272 с.
4. Шептулин А.П. Диалектический метод познания. - М.: - 1983. - 320 с.
5. Ганзен В.А. Восприятие целостных объектов. - Л.: - 1973. - 153 с.
6. Зверев И.Д., Максимов В.Н. Межпредметные связи в современной школе. - М.: - 1981. - 160 с.

7. Зорина Л.Я. Системность - качество знаний. - М.: - 1976. - 64 с.
8. Зайцев О.С. Системно-структурный подход к обучению общей химии. - М.: - 1983. - 170 с.
9. Зайцев О.С. Неорганическая химия. Учебник. - М.: - 2006. - 512 с.
10. Зайцев О.С. Химия. Учебник для студентов высших учебных заведений. - М.:, 2008. - 544 с.
11. Марков Д.М., Жильцов С.Ф. Основы общей химии. - Н. Новгород.: - 2003. - 143 с.
12. Еремченко О.З. Учение о биосфере. - М.: 2006. - 240 с.
13. Яблоков В.А. Содержанию обучения - системную организацию. // Химия в школе. - 1977. - № 4. - С. 15-19.
14. Минченков Е.Е. Об одном подходе к отбору содержания учебного курса. // Советская педагогика. - 1983. - № 10. - С. 40-42.
15. Минченков Е.Е. Об интенсивности обучения химии // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 8. - С. 23-33.
16. Минченков Е.Е. Межпредметные связи неорганической химии и физики. // Химия в школе. - 1981. - № 2. - С. 22-26.
17. Шмуклер У.Г. О связи школьного курса химии с математикой. // Химия в школе. - 1976. - № 3. - С. 16-26.
18. Ахметов Н.С. О построении школьного курса химии и фундаментальных понятиях науки. // Химия в школе. - № 5. - С. 11-15.
19. Шамова Т.И., Перминова Л.М. Основы технологии модульного обучения. // Химия в школе. - 1995. - № 2. - С. 12-18.
20. Саламов А.Х., Буданова А.А. Отбор содержания курса "Химия" на основе систематических межпредметных связей // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 4. - С. 18-23.
21. Дружкова О.Н., Жильцов С.Ф. О структуре и содержании учебника по органической химии для студентов педагогических вузов // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 7. - С. 23-25.
22. Медяков Е.Г., Качалова Г.С. Реализация системного подхода в обучении химии в средних специальных учебных заведениях // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 7. - С. 59-63.
23. Архарова Е.Ю., Лисичкин Г.В. Принципы отбора содержания для региональных учебных программ. Проект московского регионального компонента школьной программы по химии // Химия. Методика преподавания. - 2003. - № 6. - С. 26-30.
24. Лисичкин Г.В., Архарова Е.Ю. О двух подходах к формированию регионального компонента школьной программы по химии // Химия. Методика преподавания. - 2003. - № 4. - С. 3-9.
25. Беспалов П.И. Основы модульной технологии обучения // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 3. - С. 26-32.
26. Моисеев П.А. Значение химико-технологического материала в школьном курсе химии // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 5. - С. 41-43.
27. Марков Д.М., Жильцов С.Ф. О структуре и содержании учебного пособия "Основы общей химии" // Химия. Методика преподавания. - 2003. - № 7. - С. 15-20.
28. Буданова А.А., Юшко Т.А. Системный подход к изучению темы "Растворы" в курсе общей химии // Химия. Методика преподавания в школе. - 2003. - № 2. - С. 19-22.

9. Мансуров Б.А. О модернизации содержания учебника "Органическая химия" для педагогических вузов // Химия. Методика преподавания. - 2003. - № 6. - С. 30-33.
10. Тарасова О.В., Зюзина Л.Ф., Зайцев О.С. Системный подход к построению экологизированного курса химии // Химия. Методика преподавания в школе. - 2002. - № 7. - С. 74-77.
11. Шиллинг Д.М., Уоддингтон Д.Д., Тарасова И.П. Об углубленном курсе Гиттера // Химия в школе. - 1995. - № 4. - С. 53-56.
12. Телешов С.В. Школьные учебные планы за двести лет: будет ли востребован исторический опыт? // Химия. Методика преподавания. - 2004. - С. 33-39.
13. Сумм Б.Д. Коллоидная химия вчера, сегодня, завтра // Химия в школе. - 2001. - № 3. - С. 6-12.
14. Васильева П.Д., Титова И.М. Синергетика в обучении химии // Химия в школе. - 2003. - № 8. - С. 57-64.
15. Юрина Л.Я. Отражение идей самоорганизации в содержании образования // Педагогика. - 1996. - № 4.
16. Буданова А.А. Межпредметные связи в курсе общей химии // Химия. Методика преподавания. - 2003. - № 1. - С. 26-28.
17. Тарасова О.В., Зюзина Л.Ф., Зайцев О.С. Исследование представления экологической информации в школьных учебниках химии // Химия. Методика преподавания. - 2002. - № 6. - С. 73-75.
18. Минченков Е.Е. Влияние специфики межпредметных связей на деятельность учителя и учащихся в процессе обучения химии // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 5. - С. 23-32.
19. Гельберг И.И. Методологические основы интеграции естественнонаучных дисциплин // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 7. - С. 15-22.
20. Лисичкин Г.В., Леенсон И.А. Содержание школьного курса химии. Новый взгляд на старую проблему // Химия в школе. - 2006. - № 4. - С. 19-25.

2.2. Другие способы отбора содержания и построения учебной дисциплины

Знание по своей природе системно. Не бывает знания, которое не состояло бы из нескольких элементов знания и не было связано с другими знаниями. Разрозненные представления, понятия, идеи не образуют системы, и, будучи изолированными, не могут считаться знанием и применяться в практической деятельности человека. Любое знание может быть представлено в виде некоторого числа составляющих, компонентов или элементов. Если элементы знания изучаются и усваиваются вне взаимосвязи друг с другом, то знание носит отвлеченный характер и не используется в практической или учебной деятельности. Бессистемные знания очень быстро забываются. При их усвоении без понимания они воспроизводятся при контроле и на экзаменах, а затем быстро исчезают из умственной сферы человека. Такие знания не создают системного качества творческого мышления. Поэтому обучение любой дисциплине следует проводить на основе системного подхода, и учащийся должен с самого начала обучения

приближаться к овладению способностью рассматривать любой изучаемый объект как систему. Для этого содержание изучаемой дисциплины представляется в виде различного числа систем и составляющих их элементов, связанных между собой различными способами, и поэтому любой объект может рассматриваться с большого (в принципе - бесконечно большого) числа сторон (или аспектов). Обучение также может строиться на основе множества различных системных подходов, но выбирается именно тот, который наиболее соответствует современному состоянию науки и педагогики и наилучшим образом отвечает требованию принципа научности обучения.

Кроме рассмотренного выше системного подхода перенесения системы науки на систему обучения, используются и могут быть использованы другие подходы. Общеизвестен поход к построению курса химии на основе **периодической системы** Д.И. Менделеева. Как хорошо известно, Д.И. Менделеев, с целью облегчения преподавания и изучения химии, искал закон связи между химическими элементами для их систематизации и классификации. Созданная им в 1869 году периодическая таблица позволила построить принципиально новый для того времени учебник "Основы химии". Построение учебника химии на основе периодической таблицы используется в настоящее время во всех учебниках неорганической химии и в ряде учебников общей химии.

Один из лучших учебников общей химии - учебник Б.В. Некрасова, выпущенный многими изданиями и не стареющий. В учебнике теоретические положения связываются и разворачиваются на основе периодической таблицы. В курсе Б.В. Некрасова после глав, посвященных атомно-молекулярной теории, строению вещества, растворам, периодической системе элементов, а также воздуху, кислороду, водороду и воде, начинается изучение химии элементов. Оно осуществляется продвижением по главным подгруппам от седьмой группы элементов к первой и, далее, по побочным подгруппам по увеличению их номера.

Хотя в учебнике Б.В. Некрасова почти не дается теоретический материал по химической кинетике и химической термодинамике, тем не менее, книга насыщена теоретическим материалом. Теоретические положения связываются и разворачиваются на основе периодической таблицы: адсорбция - после хлора, окислительно-восстановительные реакции - между галогенами и марганцем, катализ - после серы, комплексообразование - после азота, коллоиды - после кремния, физико-химический анализ - после алюминия, поляризация ионов - после меди, комплексные соединения - после платины. Таким образом, в учебнике Б.В. Некрасова теоретический материал привязывается к материалу о свойствах того элемента периодической таблицы, который по каким-либо причинам играет важную роль в обосновании теории (во время написания учебника).

Другой путь формирования системного мышления может быть осуществлен построением курса химии на основе системного представления **объекта химической науки - вещества**. В этом подходе система изучаемого наукой объекта переносится на систему преподаваемой дисциплины. Вещество представляет собой один из видов материи, организованной в различных структурных уровнях, **или уровнях организации вещества**. Уровни организации представляют элементы системы вещества, и они иерархически включены друг в друга. В качестве уровней организации вещества предлагается рассматривать следующие: элементарная частица (протон, нейтрон, электрон) - ядро атома - атом, атомный ион - молекула, молекулярный ион - комплексная частица - коллоидная частица - кристалл (**рис. 2-7**).

В соответствии с этим системным подходом учебный материал излагается в последовательности, отражающей последовательность развития форм вещества: от строения ядра атома к атому с его энергетическими электронными уровнями и подуровнями, к молекуле (метод валентных связей и метод молекулярных орбиталей), далее к комплексной и коллоидной частице и к кристаллу. Более высокий уровень зависит от специализации студента.

Если химия преподается студентам биологической специальности, то преподаватель может остановиться более подробно на следующем уровне организации вещества - биологических объектах - и заострить внимание на организмах и веществах, обеспечивающих их жизнедеятельность: аминокислотах, белках, жирах, углеводах, ферментах, гормонах, ДНК, РНК и т.п. Если химия преподается студентам, специализирующимся по геологии, можно обсудить строение минералов и их свойства, твердофазные реакции, причины образования месторождений и т.п.

При переходе вверх по уровням организации в рассмотрение вещества входят новые взаимодействия между частицами предыдущего уровня, что приводит к новым свойствам вещества и, как часто говорят, к усложнению вещества. Но что сложнее - электрон или молекула? Преподаватель может сказать, что трудно ответить на этот вопрос. Любая

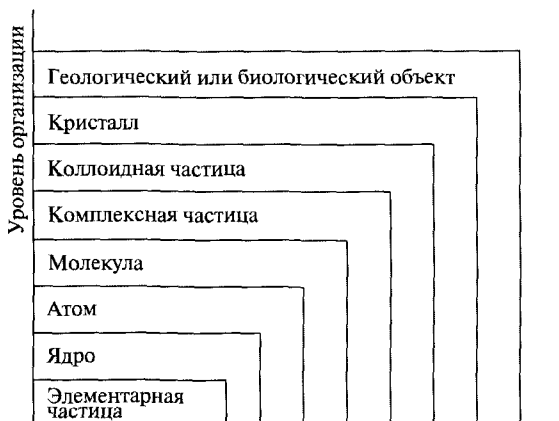


Рис. 2-7. Уровни химической организации вещества (без масштаба)

элементарная частица не менее сложна, чем молекула или кристалл. Переход вверх с уровня на уровень состоит в объединении частиц и образовании новых связей между частицами нижележащего уровня.

Преподаватель может заметить, что чем выше уровень организации вещества, тем больше его возраст с момента Большого взрыва и тем ниже температура той части Вселенной, где это вещество находится. Уровни организации показывают эволюцию вещества почти с момента Большого взрыва (с момента образования протона, нейтрона и электрона из частиц нижележащего уровня). Переход на более высокий уровень не означает, что следует забыть о нижележащих уровнях - знания о веществе нижележащего уровня включаются в знания о более высоко лежащем уровне. В этом подходе многосторонность рассмотрения и изучения вещества обеспечивается привлечением сведений из теории строения вещества на различных уровнях его организации.

Коллоидная частица. Описание строения коллоидной частицы хлорида серебра начинается с электронного строения атомов и ионов серебра и хлора, далее следует переход к молекуле, агрегатам молекул, рассматриваются типы межмолекулярных взаимодействий и, наконец, строение мицеллы хлорида серебра. Далее преподаватель замечает, что ядро мицеллы - это зародыш будущего кристалла и обсуждает процессы образования кристалла, переходя на следующий более высокий уровень организации вещества.

Такой подход позволяет объяснить заряд частицы, ее термодинамическую и кинетическую устойчивость и предсказать поведение частицы в электрическом поле и при введении других электролитов. При этом раскрывается картина химической эволюции вещества от атомного уровня его организации до кристаллического.

Этот подход позволяет научно обосновать последовательность изучения веществ, видов химической связи, взаимодействий и реакций между веществами. На **рис. 2-8** показано, как можно в курсе химии распределить теоретические представления при переходе с одного уровня организации вещества на другой. Уровни организации вещества отражают ветви химической науки: ядерная химия (химия изотопов), химия комплексных соединений, коллоидная химия, кристаллохимия, химия новых материалов и т.п.

Этот подход затрудняет использование внутридисциплинарных и междисциплинарных связей в курсе химии, что можно объяснить отсутствием методических разработок. Можно предложить схему введения междисциплинарных связей при обучении химии в соответствии с уровнями организации вещества (**рис. 2-9**). Отметим, что для биологии важны такие сложнейшие образования, как ДНК, мышечная и костная ткани, древесина и другие, имеющие многие свойства кристаллов, и также жидкие кристаллы.

Этот системный подход имеет более узкие границы применения, по сравнению с переносом системы науки на систему учебной дисципли-

ны, и может быть использован при построении курса неорганической химии.

В подходе об-суждаются пере-ходы с нижних уровней на более высокие, но ист-орически иссле-дование веществ-ни проходило в противоположном направлении.

Было бы инте-ресным создать учебник химии, в котором матери-ал излагался бы по переходам с верхнего уровня к нижнему в соответствии с историческим развитием исследования вещества (кристалл - молекула - атом - ядро - элемен-тарная частица).

Подобные системные подходы применимы к курсам органической биологической, физической, коллоидной и другим ветвям химии. Уровни организации природных объектов используется при построении курсов наук об иерархических полиструктурных объектах, напри-мер, курсов ботаники, зоологии, астрономии и других.

Системное представление **химической реакции** оказывается значи-тельно более сложным в связи с неразработанностью этого вопроса как в философском и методологическом, так и методическом отноше-ниях. Трудность системного подхода к химической реакции состоит в ее продвижении во времени, тогда как предыдущие подходы имели дело со статичными объектами. Выделить элементы системы изме-няющегося во времени объекта оказывается сложной проблемой.

Можно предложить, в качестве элементов системы химической ре-акции, принять факторы, влияющие на ее прохождение. Химическое равновесие зависит от концентрации реагирующих веществ, ионной силы раствора, температуры и других факторов. Скорость химической реакции зависит от концентрации, температуры, присутствия катали-затора, ионной силы раствора, вида растворителя и других факторов. Таким образом, несколько одинаковых факторов влияют и на равнов-есие и на скорость реакции. Для создания системы химической реак-



Рис. 2-8. Схема распределения теоретических пред-ставителей химии о строении вещества в соответст-вии с уровнями организации вещества



Рис. 2-9. Междисциплинарные связи химии с геологией и биологией

ции можно объединить эти факторы и говорить одновременно о влиянии каждого из них как на равновесие, так и на скорость реакции.

При обсуждении влияния концентрации на состояние равновесия расскажем о концентрационной и термодинамической константах равновесия, о принципе Ле Шателье. Одновременно обсудим влияние концентрации реагирующих веществ на скорость реакции, расскажем о порядке и молекулярности реакции. Затем перейдем к обсуждению влияния температуры на равновесие, еще раз возвратимся к принципу Ле Шателье и познакомим с формулой зависимости константы равновесия от температуры. Одновременно расскажем об энергии активации, уравнении Аррениуса, влиянии катализатора на скорость реакции, влиянии ионной силы раствора. Это будет отвечать принципу многосторонности описания и объяснения химического процесса. В школьном курсе химии подобное обсуждение химической реакции обычно рассматривается на примере синтеза аммиака (влияние давления и температуры на равновесие и скорость, при этом желательны высокие давления и низкие температуры).

На **рис. 2-10** показана схема предлагаемого рассмотрения химической реакции, как системного объекта. Отметим, что катализаторы и ионная сила раствора влияют на состояние равновесия и изменяют концентрационную константу равновесия, но не изменяют термодинамическую константу равновесия, которая выражается активностями (фу-

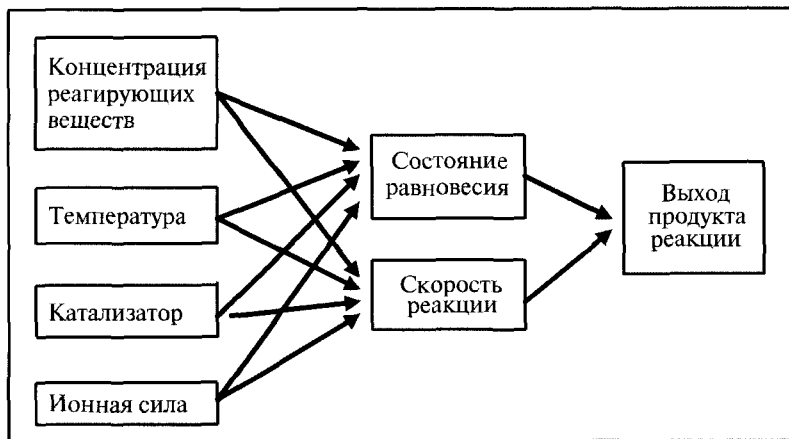


Рис. 2-10. Представление химической реакции в виде системы (выделены не все факторы!)

тивностями) реагирующих веществ. Известны реакции, на равновесие и скорость которых влияют гравитационное и магнитное поля. Могут быть предложены другие системные подходы к химической реакции.

Изучение дидактической ценности различных системных подходов показывает, что каждый из них имеет определенные преимущества и недостатки. Это приводит к заключению о необходимости их одновременного использования при преподавании курса химии. Различные системные подходы - это как бы срезы в единой системе, сделанные под разными углами. Для формирования творческого химического мышления следует выбрать такой срез, который в наибольшей мере охватывал бы преимущества всех подходов и максимально отвечал целям обучения.

Вопросы и задания

1. Какие другие уровни организации вещества вы могли бы выделить?
2. Откройте учебник общей химии и проследите по оглавлению, насколько автор в последовательности представления материала соблюдает принцип перехода с одного уровня организации вещества на другой.
3. Перечислите как можно больше факторов, влияющих на равновесие и скорость химической реакции. Выберите из них те, которые влияют одновременно на равновесие и скорость химической реакции. Создайте свою систему химической реакции.

4. Это задание очень сложное. Попробуйте создать систему видов химической реакции (механизм реакции).

5. Перемешивание раствора с реагирующими веществами и степень измельчения вещества в гетерогенной реакции влияют на скорость реакции. Можно ли эти факторы ввести в систему химической реакции?

6. Почему рассмотрение свойств вещества в учебной литературе осуществляется от ядра атома к молекуле и, далее, к более сложным образованиям, но до сих пор нет ни одного учебника, в котором путь рассмотрения вещества был бы противоположным, т.е. соответствующим историческому направлению познания вещества (от куска вещества к атому)?

Рекомендуемая литература

1. Менделеев Д.И. Основы химии. Любое издание.
2. Некрасов Б.В. Курс общей химии. Любое издание.
3. Сергеева Т.А. Построение курса общей химии на основе системного представления его предмета. / Автореферат дисс. канд.пед.н. - М.: - 1979. - 25 с.

2.3. Методологические знания в курсе химии

Методология - учение о структуре, методах, последовательности и средствах познавательной деятельности. Результат методологии - **методологические знания** о способах получения новых знаний. Методологические знания частично охватывают и связывают между собой философские и логические знания, а также знания в системе науки в целом, затрагивают процесс познания, исторические закономерности развития науки, ее концептуальные системы. Методологические знания определяют всю методику обучения и, в первую очередь, диктуют принципы, содержание и методы обучения.

Методологические знания - одна из обобщенных ориентировочных основ познавательной деятельности. Системный подход характеризуется ярко выраженной методологической направленностью и представляет ориентацию исследования и обучения наукам на рассмотрение изучаемого объекта в виде системы, т.е. совокупности составляющих систему элементов, связанных взаимодействием, придающим ей целостность. Преподаватель на семинаре или на экзамене просит рассказать о теории электролитической диссоциации или о теории молекулярных орбиталей, но учащийся не знает, что такое теория и какие требования предъявляются к рассказу о теории. Школьники и студенты заучивают многочисленные законы, но они не знают правил их формулирования, потому что преподаватель и учебник об этом ничего не говорят. Что и как рассказывать о первом законе термодинамики, даже зная его суть? Как можно определить понятие, не зная, что такое определение и каковы правила его построения? Как правильно сфор-

мультиплицировать определение понятия произведения растворимости, если не знать правил построения определения? Преподаватель или пособие предлагают выполнить эксперимент, но учащиеся не могут объяснить, что такое наблюдение и эксперимент и чем они различаются. Как можно что-то делать, рассказывать, формулировать и т.п., не зная, что такое эксперимент, теория, гипотеза, закон и т.п.?

Преподаватели возмущаются, что студенты на семинарских занятиях или экзаменах молчат, когда их просят рассказать о чем-либо, описать реакцию или вещество, объяснить наблюдаемое явление, доказать, предсказать и т.п. Но как эти познавательные процедуры (действия) выполнить, если не зная, что они собой представляют и каковы принципы (нормы) их проведения? Несомненно, что преподаватели химии должны учить подобным методологическим знаниям, более того, с первых же дней обучения. Но в методической литературе нет указаний, в каком объеме и как эти знания вводить в содержание обучения.

Учащимся десятых классов и студентам, избравшим химию своей будущей специальностью, были заданы следующие вопросы (Л.Я. Зорина).

1. Что изучает теория строения органических соединений Бутлерова?
2. Назовите основные понятия (или одно понятие) этой теории.
3. Назовите основные положения этой теории.
4. Укажите какие-либо факты, лежащие в основе этих положений.
5. Назовите следствия (или одно следствие) теории Бутлерова.
6. Известны ли вам границы применимости этой теории?

Учащиеся средних школ и студенты, имея представление о теории Бутлерова, не смогли ответить на поставленные вопросы. Они не смогли показать, какие знания в теории выступают в качестве исходных положений, а какие – в качестве следствий. Они не видели связи между элементами теории.

Педагоги (Л.Я. Зорина) рекомендуют особое значение в обучении обращать на **научную теорию**, как единицу содержания обучения и как целостный научный объект. Теория – это единица науки, представляющая собой совокупность знаний, объединенных в систему. Теория состоит из оснований и следствий. **Основания** – это часть теории, включающая группу главных понятий и исходных посылок; **следствия** – часть теории, в которой на базе исходных посылок объясняются известные факты и предсказываются новые.

Схематически система научной теории показана на **рис. 2-11**. Эта схема может служить указанием на то, как и в какой последовательности следует рассказывать преподавателю и учащемуся о научной теории. В программах и учебниках основы теории отождествляются с основанием теории, а вторая часть теории, применение положений для объяснения и предсказания новых фактов, не обсуждается.

Методологические знания вводятся в содержание обучения химии различными путями. Частично их можно изложить на первой лек-

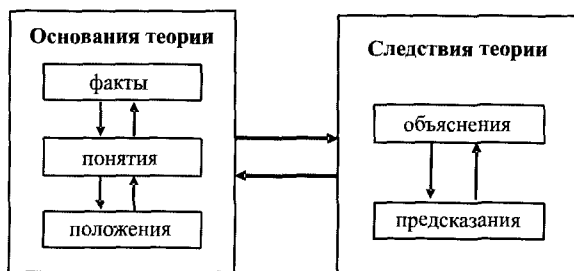


Рис. 2-11. Система научной теории

ции, частично - на других лекциях, на семинарских занятиях и при выполнении лабораторного практикума. Отводить одну лекцию или семинарское занятие методологическим знаниям нецелесообразно, их

следует давать постоянно и постепенно вводить в том или ином объеме по мере прохождения курса, помня, что формирование системы знаний и системного качества мышления обучаемых проходит через усвоение научных теорий. Часто оказывается, что преподаватели не могут рассказать о сути некоторых понятий методологических знаний, поэтому напомним некоторые из них.

Теория - это система идей, или форма научного знания, дающая целостное представление о закономерностях и существенных связях действительности (объекта данной теории). Теория - комплекс взглядов, представлений, идей, направленных на объяснение и истолкование какого-либо явления. Структура научной теории не зависит от вида науки, поэтому, научив организовывать знания в соответствии со структурой теории на химическом материале, мы тем самым можем ожидать использования усвоенного представления о теории при изучении других дисциплин.

В науке почти всегда созданная теория постепенно перестает объяснять новые, получаемые наукой факты, и возникает противоречие между существующей теорией и новыми открытиями. Из сопоставления новых и старых знаний возникает более полная и общая теория, а старая теория либо сохраняет свою справедливость для группы явлений, либо оказывается отвергнутой. Процесс возникновения новых теорий, охватывающих все более широкий круг явлений, продолжается непрерывно и бесконечно, так как свойства материи бесконечно многообразны и процесс познания бесконечен.

В пособии "Практикум по общей химии", изданном в 1981 году издательством Московского университета, было дано методологическое введение "Научный эксперимент и его роль в познании". Там говорилось следующее. Исходные знания даются человеку в ощущениях и **восприятиях**, которые переходят в **представления**, и которые необходимо объяснить. Одним из способов объяснения наблюдений и опытных данных является **гипотеза**, т.е. предположительное суждение о закономерной связи явлений. Любая научная гипотеза начинается с познавательного вопроса, который выражает потребность познания и возник-

клет, когда для ответа на него уже имеются некоторые данные - факты, теории, гипотезы. В результате выдвигается новая гипотеза.

Чтобы быть научной, гипотеза должна удовлетворять следующим требованиям.

1. Следствия из научной гипотезы поддаются проверке и соответствуют результатам наблюдений и экспериментов.

2. Гипотеза обладает достаточной общностью и предсказательной силой и объясняет не только явления, из рассмотрения и изучения которых она возникла, но и связанные с ними явления.

3. Гипотеза способна предсказывать неизвестные явления и в некоторой степени их объяснять.

Проверка гипотезы и любого предположения осуществляется наблюдением и экспериментом. Впервые человек обращает внимание на какое-либо явление при наблюдении. **Научным наблюдением** называется целенаправленное восприятие и мысленное изучение явлений окружающего мира. Каждое явление связано с другими явлениями, и среди связей есть связи существенные, оказывающие наиболее сильное влияние на явление, и второстепенные. В начале изучения явления стараются выделить существенные связи и определить характер их влияния на изучаемое явление. Поскольку данные наблюдений чаще всего получаются отдельными лицами, они должны быть освобождены от субъективных впечатлений, так как науку интересуют, прежде всего, объективные знания и факты, которые допускают проверку.

Эксперимент - это метод познания, при помощи которого в созданных человеком условиях исследуются явления. От наблюдения эксперимент отличается активным воздействием исследователя на изучаемый объект и его изменением. Наблюдение и эксперимент являются формами эмпирического (основанного на опыте) познания.

Эксперименты разделяют на качественные и количественные. **Качественный эксперимент** предпринимается, чтобы выявить действие различных факторов на изучаемый процесс без установления количественной зависимости между ними. **Количественный эксперимент** строится так, чтобы после измерения факторов, влияющих на процесс, получить численные данные и объяснить результаты. Для такого эксперимента пользуются измерительной аппаратурой, а результаты измерений нуждаются в математической обработке.

Всякий эксперимент начинается с **проблемы**, которая требует разрешения. Для этого необходимо выделить факторы, которые существенно влияют на изучаемое явление и эксперимент. Так, при изучении скорости химических реакций, концентрация реагирующих веществ и температура - существенные факторы. Давление - существенный фактор для газовых реакций и малосущественный для реакций в жидкой фазе или между кристаллическими веществами.

В большинстве случаев при обучении химии используется методика **однофакторного** эксперимента. Изменяя один из существенных фак-

торов и сохраняя остальные постоянными, изучают, как он влияет на процесс, и находят количественную зависимость процесса от этого фактора, например, зависимость скорости реакции от концентрации одного из компонентов при постоянной температуре. Так же поступают и с другими факторами, например, определяют зависимость скорости реакции от температуры при некоторых постоянных концентрациях. Затем, после математической обработки, объединяют зависимости и выражают результаты в виде формул или уравнений.

Полученные экспериментальные данные необходимо объяснить. Для этого выдвигается одна или несколько **гипотез** (предположений). Для проверки правильности предположения и нахождения гипотезы, наилучшим образом соответствующей результатам эксперимента, ставят другие эксперименты, сопоставляют ранее известные факты с новыми, ищут повторяющиеся признаки явлений и выделяют из них главные. Этот процесс познания называется **обобщением** и в нем создается некоторая обобщенная гипотеза. Эта гипотеза проверяется новыми экспериментами и проверяются следствия, вытекающие из гипотезы. Если эксперименты подтверждают правильность высказанной гипотезы, она становится новой **теорией** или ее частью. Установленные теорией общие для группы явлений основные связи называются **законом**. Путь получения новых знаний в естественных науках можно представить схемой, изображенной на **рис. 2-12**.

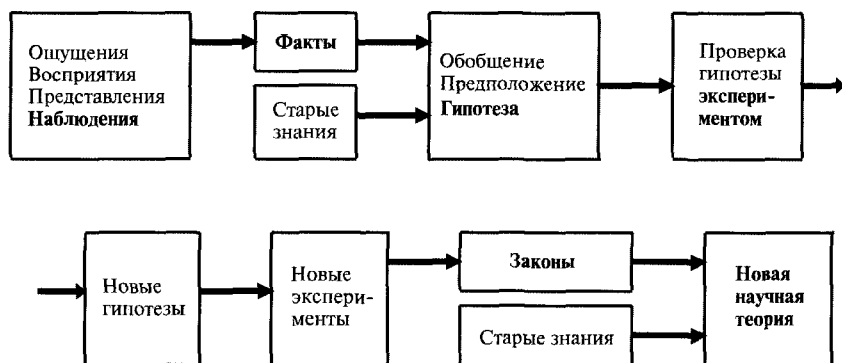


Рис. 2-12. Путь получения новых знаний и новой научной теории

Эти методологические знания не следует вводить в виде одной лекции или семинарского занятия - учащиеся не могут выдержать длительного слушания скучного материала (это не раз проверялось), но, используя эти понятия, преподаватель должен очень кратко рассказать об их сути (определить эти понятия). Ниже приведен пример задания на познавательную деятельность с несколькими взаимосвязанными **законами**.

Энергия. “Даны формулировки нескольких важнейших законов. Назовите эти законы по имени предложивших их ученых. Напишите, как вы предполагаете, когда эти законы были открыты. Расположите эти законы в последовательности понижения общности (универсальности, значимости), т.е. в таком порядке, чтобы каждый последующий закон входил в предыдущий или вытекал из него.

1. Тепловой эффект химической реакции не зависит от характера промежуточных продуктов и равен сумме тепловых эффектов промежуточных реакций.

2. Всегда требуется одно и то же количество механической работы, чтобы нагреть определенное количество воды на один градус.

3. Всякая масса обладает эквивалентной ей энергией, а энергия - эквивалентной ей массой.

4. Для разложения химического соединения необходимо затратить столько теплоты, сколько ее выделится при его образовании”.

Формулировки законов переписаны дословно из различных учебников. Задание можно предложить на семинаре или на лекции. Учащиеся на листках бумаги записывают последовательность цифр, отвечающих номеру закона в порядке снижения общности законов (Ответы: 3, 2, 1, 4: Эйнштейн, Джоуль, Гесс, Лавуазье). Обычно большинство учащихся называют Эйнштейна и Гесса, немного реже Джоуля и почти никто не называет Лавуазье. Время открытия законов они не указывают (исторические знания!) и около 1% их записывают “Энштейн”. Последовательность можно изменить на противоположную — историческую (4, 1, 2, 3).

Это задание - пример специально разработанных заданий для обучения химии по рекомендациям деятельностного подхода. Чтобы ответить на поставленные вопросы, испытуемый должен несколько раз прочитать (проекция на экран) все формулировки, выделяя в каждой наиболее существенный признак, далее продумать, какой признак имеет менее общий характер по сравнению с другими, и расположить признаки и законы в порядке снижения их общности. Для развития памяти устной речи преподаватель не показывает на экране задание, а один или несколько раз его зачитывает.

При увеличении числа формулировок законов выполнение задания становится сложным. Например:

5. Все виды энергии могут взаимно превращаться в строго равных друг другу количествах.

6. Вечный двигатель первого рода невозможен.

7. Тепловой эффект химической реакции не зависит от пути перехода исходных веществ в продукты.

8. Сумма теплоты и работы не зависит от пути перехода.

Хотя эти формулировки имеют то же содержание, что и некоторые предыдущие, учащиеся не понимают этого и пытаются все 8 формулировок расположить в некоторой последовательности.

Прежде чем давать подобное задание, следует рассказать, что **закон** - это выражение существенной, необходимой и устойчивой связи объектов (явлений) или постоянных отношений между ними (поймет ли учащийся это определение?). Одновременно можно отметить, что **постулат** - это положение или утверждение, принимаемое без строгого доказательства. По смыслу к постулату близка аксиома.

Аксиома - положение, принимаемое без доказательства (логического), благодаря очевидности или убедительности. Аксиомой также называют исходное положение теории. Часто преподаватель, не имея возможности что-либо доказать или вывести какую-либо формулу, бездоказательно принимает вводимое знание за аксиому и использует его для дальнейших рассуждений.

Принцип - основное исходное положение какой-либо теории и даже науки. **Правило** - это предписание для выполнения некоторого действия или деятельности.

Часто в учебной работе преподаватели не придерживаются точных значений этих понятий. Например, законы Рауля - это не законы, так как они охватывают узкую область концентраций раствора. Правило фаз Гиббса - это закон, хотя к некоторым системам в его обычной формулировке он не применим. Принцип Ле Шателье в его обычной формулировке - это принцип, так как он имеет исключения. Но тот же принцип в его термодинамической формулировке - это закон. Закон действующих масс в приложении к химическому равновесию - это не закон, если константа равновесия выражена концентрациями (давлениями), и закон, если константа равновесия выражена через активности (фугитивности).

Преподаватели часто пользуются понятием **научной модели**. Модель - это мысленный аналог изучаемого объекта (процесса, явления или вещества), воспроизводящий свойства объекта, это образ объекта, используемый как его заменитель. Модель сохраняет сходство с объектом в существенных признаках.

Преподавателю приходится определять различные понятия, и важно научить давать правильные **определения**, ведь на экзаменах задают вопросы "Что такое...", например, произведение растворимости, буферный раствор, амфотерность, активность, степень свободы и т.п.? Определение (дефиниция) - это установление смысла незнакомого понятия с помощью знакомых и понятных терминов (слов). Определить понятие - это указать на существенные отличительные признаки объекта, охватываемые этим понятием. Определение объекта можно назвать кратчайшим рассказом о нем. Основное требование к определению - оно должно быть понятным.

Определение обычно состоит из двух частей - определяемого понятия (его существенные признаки отыскиваются) и определяющего выражения (им определяется данное понятие). В первую часть определения входит определяемый термин, во вторую часть - определяющее

выражение, содержащее знакомые термины. Наиболее распространен способ определения понятия через ближайший род и видовое отличие. В их определяющей части говорится о ближайшем роде определяемого понятия, т.е. о множестве объектов, к которому относится данный объект, и указывается видовое отличие, т.е. отличительные признаки, имеющиеся у рассматриваемого вида объектов и отсутствующих у остальных видов, входящих в этот род.

Для ответа на такой построенный бытовым языком вопрос “Что такое...” следует сказать учащемуся, что он должен в начале ответа повторить в утвердительной форме вопрос, т.е. назвать определяемый термин, а затем построить из известных ему слов определяющее выражение.

Часто изложение знания строится на последовательности определений. Сначала формулируются определения наиболее общих понятий, затем, при их помощи, определяются менее общие понятия, далее идут еще более частные понятия и т.д. Таким образом, строится иерархия (соподчиненность) определений в изложении. Таков один из способов построения рассказа о каком-либо явлении.

Учащимися могут быть предложены разнообразные задания на определение. Например: “Укажите в определении “химический элемент - это вид атомов с одинаковым зарядом ядра” определяемое и определяющее понятия, род объектов, видовое отличие”. Другое аналогичное задание: “Сложное вещество - это вещество, состоящее из разных атомов”. Также можно предложить сформулировать определения понятий следующих объектов: протон, изотоп, атом, молекула и т.п.

Когда преподаватель читает или диктует определение, предполагается, что учащиеся его выучат и запомнят. Однако, с точки зрения деятельностной теории обучения, желательно создать такие условия, чтобы учащиеся познавательными действиями дали соответствующие формулировки.

Любое научное понятие по мере развития науки непрерывно обогащается по смыслу. Вспомним предлагавшиеся раньше определения понятия “валентность” и увидим исторически изменяющийся и расширяющийся смысл понятия, что сделало его настолько сложным и широким, что даже некоторое время его не использовали в обучении химии. Довольно часто строго определить понятие не удается из-за перекрывания (частичного наложения) их признаков. Например, это не удастся сделать при определении понятий “металлы” и “неметаллы”. Попросите своих учащихся перечислить характерные (важнейшие) признаки металлов и неметаллов, которые могут быть использованы для определения этих понятий, и они убедятся в перекрывании определений и часто встречающейся нечеткости определений. “Считаете ли вы целесообразным деление элементов на металлы и неметаллы?” - дополнительный вопрос к этому заданию. А вы, как преподаватель,

что думаете? Посмотрим на некоторые определения, встречающиеся в наших учебниках.

Простые и сложные вещества. Нужно ли будущему специалисту знать определения простого и сложного веществ? “Молекулярный водород - это простое или сложное вещество? А атомный водород?” В учебниках написано: “Вещества, которые нельзя путем химических реакций разложить на несколько других веществ, называются простыми веществами”. Но молекула водорода может быть превращена в атомы и в ионы (хотя бы в водородном электроде). Что же это, простое или сложное вещество? А алмаз и графит - это оба простые вещества? Про сложные вещества читаем: “Вещества, способные вступать в химические реакции разложения, называются сложными веществами”. О реакциях разложения читаем: “Химические реакции, при которых из одного вещества, получаются два или несколько новых веществ, называются реакциям разложения”. Графит и алмаз - что из них простое вещество? А ведь подобные вопросы задают на экзаменах по химии! Наверное, нужно другое определение простого вещества. А не отказаться ли вообще от этих двух терминов, не используемых в науке?

Определение химии. Лектор зачитывает определение химии из старого переводного учебника химии, но предупреждает, чтобы учащиеся не записывали это определение в свои тетради. “Химия - наука, занимающаяся изучением распространения, добычи и искусственного приготовления веществ; она изучает также их состав, свойства, превращения и, кроме того, те явления, причины и закономерности, которые находятся в связи с этими превращениями” (Реми Г. Курс неорганической химии. - Т. 1. - 1963. - С. 15).

Задается вопрос: “Правильно ли это определение?”. С первых же занятий учащиеся привыкают к тому, что преподаватель может неожиданно попросить ответить на какой-либо вопрос. На этот вопрос обычно следует ответ, что всё перечисленное в этом определении верно, но чувствуется, что есть нечто такое, что заставляет подойти к этому определению с большой осторожностью.

Далее преподаватель рассказывает о том, что такое определение понятия, как оно должно формулироваться, какие должны быть перечислены существенные признаки, отличающих данный определяемый объект от других, причем эти признаки следует расположить в порядке понижения их значимости. Лектор спрашивает: “Разве химия в первую очередь занимается изучением распространения, добычи и искусственного приготовления веществ? Она может этим заниматься, но это не главное ее занятие. Кто занимается изучением распространения и добычи веществ?” (студенты отвечают - геологи).

“Что же то главное, чем занимается химия?” - задается вопрос, и начинается непродолжительная дискуссия. Преподаватель просит нескольких желающих высказать свое мнение. Постепенно учащиеся приходят к выводу, что в обсуждаемом определении наиболее значи-

мые и важные признаки расположены в конце формулировки и для построения определения химии следует читать формулировку с конца.

Произведение растворимости. Задание: “Просмотрите учебники химии и выпишите определения произведения растворимости. Выберите существенные признаки, которые следует ввести в определение. Найдите ошибки в определениях различных учебников”.

Определения произведения растворимости ПР в учебниках химии удивительно различаются. Есть такие определения, которые позволяют написать произведение растворимости для серной кислоты. В одном учебнике записывается произведение растворимости для хлорида бария с использованием концентраций. Некоторые авторы применяют ПР только для солей. Другие указывают на силу электролита. В некоторых определениях отсутствует требование насыщенного раствора. Высокая растворимость не играет роли, если используются активности, но когда записывается концентрационная константа равновесия диссоциации хорошо растворимого и сильного электролита - хлорида бария - это явная ошибка. Во многих учебниках встречаются определения, включающие “труднорастворимый электролит” - это означает, что при долгом перемешивании вещество растворится. В одном учебнике можно прочитать следующее:

Для насыщенного раствора концентрация BaCl_2 будет постоянной при данной температуре и для уравнения $\text{BaCl}_2 = \text{Ba}^{2+} + 2\text{Cl}^-$ вместо константы равновесия K ,

$$K = \frac{[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{Cl}^-]^2}{[\text{BaCl}_2]},$$

мы можем записать уже “произведение растворимости”

$$\text{ПР} = [\text{Ba}^{2+}] [\text{Cl}^-]^2 = \text{const}; T = \text{const}.$$

Чем меньше величина произведения растворимости, тем труднее данная соль растворима в воде”.

Теперь представим себя на месте учащегося (студента), читающего в этом учебнике о ПР. Хлорид бария - мало или хорошо растворим в воде? Можно ли вообще записать константу равновесия (концентрационную)? Почему соль? Что значит “труднее ... растворима”? Если долго и сильно мешать раствор, соль растворится? Преподаватель просит на экзамене написать выражение произведения растворимости для, предположим, Na_2SO_4 . В учебнике говорится о концентрации, а не активности ионов. Поэтому учащийся запишет выражение ПР, и преподаватель не должен ставить ему “неуд”, так как было соблюдено все, что написано в учебнике. Этот отрывок можно предлагать для поиска ошибок — чем больше найдете ошибок, тем выше будет оценка!

Каково же должно быть определение произведения растворимости? Сила электролита не имеет значения. Также не следует указывать класс вещества - соль, так как ПР используется и для малорастворимых кислот и оснований. Конечно, можно дополнить определение постоянством температуры, отсутствием других веществ в растворе или заменить концентрации на активности. Одно из возможных определений: "Произведение растворимости - для насыщенного раствора малорастворимого электролита - произведение концентраций ионов в степени их стехиометрических коэффициентов". Возможно и такое определение: "ПР - термодинамическая константа (активности!) гетерогенного равновесия между кристаллическим электролитом и его ионами в растворе". Это определение включает возможные дополнения к предыдущему определению и разрешает пользоваться хорошо растворимыми электролитами в их насыщенном растворе. А теперь подумаем, какую оценку ставить учащемуся (студенту) на экзамене, если он напишет выражения произведения растворимости серной кислоты или хлорида бария (не пользуясь активностями)?

Кислота. На важности определения понятия при обучении обращается внимание в переведенном учебнике "Химия", написанном под руководством А. Кэмпбелла и Г. Сиборга (М.: - 1967. - С. 290-292). Хотя учебник предназначен для средней школы, он вполне мог бы быть использован студентами первого курса. Авторы обсуждают кислоты и их свойства и говорят читателю, что кислота может быть определена как "соединение, водный раствор которого проводит электрический ток, при взаимодействии с металлическим цинком выделяет газообразный водород, вызывает покраснение лакмуса, имеет кислый вкус". Авторы предполагают, что, если задать химику вопрос, какие соединения являются кислотами, то, вероятнее всего, он не станет перечислять свойства кислот, а даст такое определение: "Кислота - это соединение, способное отдавать протоны".

Далее авторы пишут: "Первое определение можно было бы назвать определением, основанным на непосредственных наблюдениях". Чтобы лучше было понять смысл этого выражения, постараемся выяснить, что мы имеем в виду под словом "определение". Согласно толковому словарю, "определение" - это "утверждение о том, что представляет собой данная вещь". С помощью определения становится возможным разделение разнообразных явлений на две группы. К одной из них относятся явления, подходящие под "определение", а к другой - те, которые не совпадают с "определением". "Утверждение" дает критерии, на основании которых можно произвести подобное разделение. "Определение, основанное на непосредственных наблюдениях", предусматривает выбор в качестве критериев измерений или наблюдений, с помощью которых можно решить, подходит ли данное явление под определение".

“Второе определение основано на определенных представлениях. В этом случае класс соединений определяют, объясняя, почему эти соединения имеют такие свойства. Отметим в заключение, что первое определение, основанное на непосредственных наблюдениях, дает четкие указания, по которым можно решить, является ли данное соединение кислотой. Для этого растворим это соединение в воде и посмотрим, какие свойства имеет его водный раствор. Однако второе определение, основанное на определенных представлениях, имеет большее значение, так как в него включено наше знание причины, почему кислота имеет присущие ей свойства. Второе определение помогает обнаружить скрытое сходство реакций между кислотой и основанием в водных и неводных растворах. Каждый тип определения имеет свои достоинства. Ни одно из них не является исчерпывающим”.

Учащимся следует сказать, что многим понятиям, используемым в науке, дать определение невозможно. Об этом должны знать преподаватели, чтобы они не спрашивали определения неопределяемых понятий. К таким относятся **категории**, предельно общие основополагающие понятия. Дать определение категории невозможно, так как мы попадаем в круг, когда одно определение вытекает из другого, которое вытекает из первого и так без конца. Такие определения, к сожалению, встречаются в учебной литературе. Свойство, явление, признак, понятие - это категории, которым дать определение невозможно, но можно объяснить, что это такое. Это и делают философы в философских словарях. Дать определение веществу можно, используя понятие материи, но определить материю невозможно (“всё, что нас окружает” — это не определение!). Определить понятие химической реакции также не просто, но определение через “явление” ничего не дает (Что такое явление? Дать его определение еще труднее). Не следует заставлять учащихся запоминать определения, не являющиеся определениями!

Часто учащиеся слышат такое слово: “**Понятие**”, но не могут объяснить его смысл. Преподаватель может сказать, что понятие - это целостная совокупность суждений об объекте, включающая существенные признаки этого объекта. Поэтому “определить понятие” - означает установить существенные признаки объекта, но что такое суждение и признак?

Для усвоения определений удобна методика, использующая рекомендации **деятельностного подхода**. Преподаватель на экране показывает список признаков какого-либо объекта, написанных на полосках прозрачной пленки. Учащиеся выбирают существенные признаки, мысленно располагают полоски друг под другом в порядке понижения значимости признаков и советуют преподавателю, как следует поступить. Преподаватель на глазах учащихся переставляет изображенные на экране полоски, что и становится основой предлагаемого ими определения. Затем преподаватель показывает правильное, как он считает, определение и обсуждает ошибки. Также он предупреждает, что

запоминать наизусть определение не обязательно (хотя некоторые преподаватели этого требуют), а нужно самостоятельно правильно составить определение, что оценивается (на экзамене) выше, чем повторенное из учебника.

При изучении периодического закона используются представления о систематизации и классификации, но как проводить эти познавательные действия учащимся чаще всего не объясняют (даже некоторые преподаватели не знают различий между систематизацией и классификацией). **Систематизация** - расположение объектов в определенном порядке, в определенной последовательности. Чаще всего систематизация проводится по увеличению или уменьшению численного значения какого-либо свойства объекта. **Классификация** - это распределение изучаемых объектов на классы (группы) согласно существенным признакам, присущим объектам данного класса и отличающим их от объектов других классов. При создании периодической таблицы элементов Д.И. Менделеев систематизировал (расположил) элементы в последовательности повышения их атомных (мольных) масс, а затем провел классификацию в соответствии с наиболее существенными их свойствами.

Одной из составляющих творческого мышления является **логическое мышление**. Знания **логики** и правил выполнения логических познавательных действий входят в методологические знания. К сожалению, эти знания учащихся слабы, а ограниченность курса химии почти не позволяет вводить их в обучение. Введение и активное использование знаний с логическим уклоном в обучении химии необходимо, но затруднено из-за отсутствия курсов логики в средней школе и в ВУЗе.

Желательно рассказать учащимся, что логика - наука о формах (структурах) мысли и способах доказательств и опровержений и вообще рассуждений, что очень важно для работы будущих научных исследователей. Основной дефект логического мышления учащихся - ориентация на случайные признаки и второстепенные отношения. Особое внимание преподавателю следует обратить на **логику высказываний**, в которой решается вопрос об истинности или ложности высказываний. Истинность или ложность утверждений определяется высказыванием с помощью конъюнкции ("и"), дизъюнкции ("или"), отрицания ("не"), **импликации** ("если..., то...") и других. Особенно важно умение правильно использовать импликацию.

Учащимся знакомы рассуждения в форме **силлогизмов**, в которых две посылки объединены общим понятием (термином), приводящим к заключению, например, "Все металлы - электропроводны, медь - металл, следовательно, медь электропроводна". Очень часто в подобных рассуждениях совершаются ошибки: "Графит не металл и, поэтому, не электропроводен", или "Графит электропроводен, следовательно, он металл".

На занятиях используются многие термины логики, но часто учащиеся не знают их смысла, например, дедукция, индукция, аксиома и другие.

Дедукция - доказательство (рассуждение) на основе нескольких связанных умозаключений. Дедукция начинается с аксиомы, постулата или гипотезы, имеющих общий характер, и приводящих к следствию и даже теореме. В дедуктивных умозаключениях происходит переход "от общего к частному". Иногда дедукцию считают мыслительной деятельностью (формой мышления), при которой мысль или новое знание выводится из предшествующих мыслей или имеющихся знаний.

Индукция - умозаключение, исходящее из фактов и приводящее к гипотезе или к более общему утверждению. Индукция - форма мышления, при которой мысль направляется на некоторые общие положения, присущие изучаемым объектам.

Абстракция - форма познания, основанная на выделении существенных свойств и связей объекта и отвлечения от других частных его свойств и связей.

Обобщение - более высокая ступень абстракции, достигаемая выявлением общих признаков изучаемых объектов, что приводит к появлению новых теорий, законов и понятий.

Преподаватели и специалисты по педагогической психологии обсуждают, как следует продвигаться для получения учащимся нового знания — от общего к частному, конкретному или, наоборот, от частного к общему. Педагоги, исходя из философских предпосылок, считают, что вводить новое знание следует, предлагая сначала обобщенные положения (теоремы, законы, постулаты) и затем доказывая их на конкретных фактах. Однако часто обнаруживается, что учащиеся не воспринимают впервые вводимые обобщенные знания из-за того, что они бездоказательны и не создают желаемой мотивации. Если же преподаватель начинает свой рассказ с перечисления некоторых фактов, особенно, если они яркие и проблемные, то учебный материал усваивается полнее и быстрее. Вспомним, что теоретическое обобщенное знание всегда начинается и развивается из обнаруженных наблюдением или экспериментом фактов.

Преподаватель должен следить за своей речью и объяснять используемые им незнакомые учащимся термины. Можно привести много других понятий, которые использует преподаватель и которые встречаются в учебниках, но смысла которых многие учащиеся не знают. Даже такие употребляемые в научной (и даже бытовой) речи термины, как анализ и синтез, непонятны некоторым учащимся. Объяснение слов, которые привычны для преподавателя, но часто непонятны учащемуся, занимает на лекции несколько секунд, но, как показали педагогические исследования, повышают усвоение содержания — усваивается лучше то, что понятно.

Довольно часто встречается выражение “**логика науки**”. Это особая область науки, в которой логика применяется к выражению научного знания для описания системы науки и последовательности рассмотрения ее элементов. Также говорят о логике развития науки (законы развития науки) и о логике научного исследования (правила научного исследования, методические и психологические предпосылки научных открытий).

В обучении распространена познавательная деятельность описания и объяснения. Описание может быть разнообразным: отчет о выполненном эксперименте, рассказ о ходе решения задачи, отображение изучаемого объекта т.п. **Научное описание** объекта строится в соответствии с его системой и структурой. При описании учащийся должен использовать советы системного подхода – описание начинается с основных элементов системы и связей между ними, затем следует описание элементов системы, что подчинено тому же подходу – выделяются подэлементы, т.е. каждый элемент рассматривается как система, и так далее.

Система химической науки, состоящая из нескольких основных учений, может служить прекрасным алгоритмом описания химического объекта – привлекаются сведения из химической термодинамики, кинетики, строения вещества и периодичности. Описание многоуровневого объекта, такого, как вещество, может проходить в соответствии с уровнями его организации. После описания вещества соответствующего уровня переходят к описанию его связей с ниже и выше лежащими уровнями.

Чаще всего описание объекта в учебнике, на лекции или на семинаре проходит в рамках одной теории, но в ряде случаев такое описание оказывается неполным и требуется привлечение других теорий. Например, описание молекулы кислорода возможно в соответствии с методом валентных связей и теории молекулярных орбиталей (парамагнетизм кислорода).

Следующая важная познавательная процедура – **объяснение**, т.е. раскрытие сущности изучаемого явления. Чаще всего объяснение совершается с привлечением известных учащемуся законов и теорий, но для этого ему требуется выбрать нужные законы и теории из своей памяти, что и будет отвечать творческому подходу. Процедура объяснения может быть приравнена к научному исследованию, непосредственная функция которого состоит в раскрытии сущности или внутреннего содержания и природы исследуемого объекта.

Следующая, несколько реже используемая в обучении химии важнейшая для познания процедура – **доказательство**, состоящее в установлении истинности высказывания, суждения, закона, теории и т.п. Далее, в соответствии с логикой науки, следует **предсказание**, которое, несмотря на свою основную научную функцию, почти не входит в учебники химии и в содержание лекций и семинаров.

Мы не будем останавливаться на том, как вводить знания логики в содержание обучения. Этот вопрос в обучении химии практически не разработан, но он важен для формирования творческого мышления. Советуем заинтересовавшимся преподавателям и студентам прочитать учебник логики и воспользоваться списком рекомендуемой ниже литературы.

Вопросы и задания

1. Просмотрите любой практикум по химии (лучше для первого курса нехимических специальностей). Какова доля наблюдения и эксперимента среди заданий практикума?

2. Постарайтесь предложить собственную систему научной теории.

3. Выпишите из учебников химии определения каких-либо одинаковых химических понятий и сравните их. Объясните, почему некоторые определения одного и того же понятия отличаются.

4. На лекции или на семинарском занятии прочитайте учащимся несколько определений, которые относятся к изучаемой теме. За несколько минут до окончания лекции или занятия попросите учащихся написать определения этих понятий, не заглядывая в учебник или конспект. Предложите возможные объяснения, почему определения учащихся отличаются, иногда очень сильно, от тех, которые даны в учебнике или на лекции.

5. Предложите способы классификации оксидов, кислот, оснований и солей.

6. Напишите как можно больше формул бинарных соединений водорода с другими элементами. Предложите различные признаки для классификации этих соединений (предложите различные принципы классификации).

Рекомендуемая литература

1. Зорина Л.Я. Дидактические основы формирования системности знаний у старшеклассников. - М.: - 1978. - 128 с.

2. Зорина Л.Я. Системность - качество знаний. - М.: - 1976. - 64 с.

3. Лернер И.Я. Поиск доказательств и познавательная самостоятельность учащихся // Советская педагогика. - 1974. - № 7. - С. 28-37.

4. Карпович В.Н. Проблема, гипотеза, закон. - Новосибирск.: - 1980. - 175 с.

5. Горский Д.П. Определение. - М.: - 1974. - 311 с.

6. Гаркунов В.П. Методические вопросы научного объяснения в процессе преподавания химии // Журнал Всесоюзного Химического общества им. Д.И. Менделеева - 1975. - № 5. - С. 525-530.

7. Ковалева О.П. Из опыта использования доказательства как средства развития мыслительной деятельности учащихся // Химия в школе. - 1983. - № 6. - С. 41-42.

8. Никитин Е.П. Объяснение - функция науки. - М.: - 1970. - 280 с.

9. Рузавин Г.И. Методы научного исследования. - М.: - 1974. - 237 с.

10. Сичивица О.М. Методы и формы научного познания. - М.: - 1972. - 95 с.
11. Шапоринский С.А. Научные и учебные объяснения // Советская педагогика. - 1971. - № 10. - С. 140-144.
12. Поспелов Н.Н., Поспелов И.Я. Формирование мыслительных операций у старшеклассников. - М.: - 1989. - 152 с.
13. Ходаков Ю.В. Развитие логического мышления на уроках химии. - М. - 1958. - 47 с.
14. Подгорешкая Н.А. Изучение приемов логического мышления у взрослых. - М.: - 1980. - 150 с.
15. Зуева М.В. Роль химических задач в развитии логического мышления учащихся // Журнал Всесоюзного Химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1975. - № 5. - С. 530-534.
16. Зайцев О.С., Макарова О.В. Логика химической науки. // Химия в школе. - 2001. - № 5. - С. 41-45.
17. Горский Д.П. О видах определений и их значении в науке / Сб. Проблемы логики научного познания. - М.: - 1964.
18. Тарский А. Введение в логику и методологию дедуктивных наук. Пер. с англ. - М.: - 1948.
19. Аристотель. Аналитика первая и вторая. Пер. с греч. - М.: - 1952.
20. Зайцев О.С. Задачи, упражнения и вопросы по химии. - М.: - 1996. - 432 с.
21. Ахметов М.А., Денисова О.Ф. О содержательном аспекте формирования химических понятий // Химия в школе. - 2004. - № 10. - С. 30-32.
22. Шелинский Г.И., Телешов С.В. Об усилении научного содержания курса химии // Химия в школе. - 2006. - № 6. - С. 19-24.
23. Дахин А.Н. Интегрированные уроки логики // Химия в школе. - 1998. - № 3. - С. 37-39.
24. Минченков Е.Е. Обучение приемам определения понятий // Химия в школе. - 2000. - № 2. - С. 19-24.
25. Зефирова О.Н. Краткий курс истории и методологии химии. - М.: - 2007. - 136 с.
26. Длусский Г.М. История и методология биологии. - М.: - 2006. - 219 с.
27. Зайцев О.С. О естественнонаучной и математической подготовке школьников, изучающих химию // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 6. - С. 39-48.
28. Дорофеев М.В., Лесов М.Б. Математика на уроках химии // Химия в школе. - 1999. - № 6. - С. 50-54.

2.4. Исторические знания

В настоящее время непрерывно возрастает интерес к истории науки, так как плодотворное изучение науки возможно при понимании путей ее развития. Знание истории науки часто помогает прогнозировать ее будущее. Курсы химии немыслимы без хотя бы краткого описания вклада М.В. Ломоносова, Д.И. Менделеева, А.М. Бутлерова, В.И. Вернадского в становление современной химии. В курсе химии преподаватель упоминает почти 30 имен ученых, чьиими именами названы законы, теории, правила. Спрашивается, как же в условиях ограниченного учебного времени вводить исторические сведения в курс химии? Рассмотрим лишь некоторые решения этой проблемы.

Изучаемая дисциплина может быть построена в соответствии с историческим ходом развития науки, и при изучении химии повторяются ступени приближения науки к современному уровню. Несмотря на кажущуюся заманчивость показа эволюции науки, ее ошибок и достижений, такой подход при преподавании естественных наук не пригоден, так как заставляет обучаемого непрерывно пересматривать содержание ранее усвоенных понятий и представлений. В то же время рассмотрение противоречивого хода формирования научных знаний может служить источником многочисленных проблем, порождающих трудности развития науки и создающих проблемные ситуации.

В.И. Кузнецов, основываясь на работах Б. М. Кедрова, при изучении закономерностей развития химии высказал положение, что развитие идей и химических теорий происходит в той же последовательности, какая соответствует иерархии образуемых ими химических систем, и провел “классификацию химии” в виде **концептуальных систем**, определенных научных целостностей, состоящих из взаимосвязанных теорий: 1) химия, как наука о составе; 2) структурные теории; 3) учение о химических процессах; 4) учение об эволюционной химии. На **рис. 2-13** показаны концептуальные системы химии. В данной классификации концептуальные системы (или подсистемы единой системы) взаимообусловлены, каждая последующая включает в себя предыдущую, но не отвергает ее, а дополняет.

Четвертая концептуальная система была заложена трудами профессора Химического факультета Московского университета А.П. Руден-

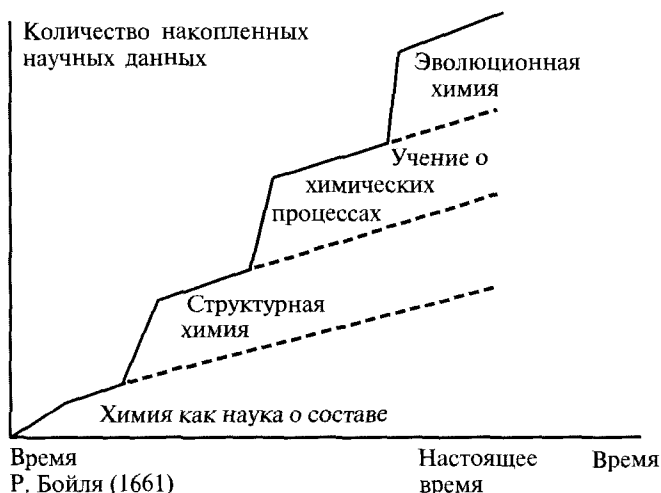


Рис. 2-13. Концептуальные системы химии (без масштаба)

ко. К сожалению, она не находит должного отражения в учебниках химии. Четвертая концептуальная система в различных публикациях называется по-разному, сам А.П. Руденко в последние годы называл ее эволюционной химией.

Курс химии может быть построен на основе этих концептуальных систем. Такой курс позволит понять, что между множеством химических объектов и теорий существует связь, обуславливающая историческое прогрессивное развитие химической науки. Подобного курса нет, что объясняется как большими трудностями его создания, так и необходимостью отказа преподавателя от привычных курсов и разработки новой методики обучения.

Р. Бойль. Рассказывая о концептуальных системах химии, преподаватель может упомянуть имя Роберта Бойля (25.1.1627 - 31.12.1691), английского химика и физика. В книге «Химик-скептик» (1661) Бойль утверждал, что химия самостоятельная наука, и не должна заниматься превращением металлов в золотое (алхимия), отвергал учения о четырёх стихиях (огне, воздухе, воде и земле) и о трёх началах (сере, ртути и соли), из которых якобы состоят все природные тела. Элементами Р. Бойль считал простые тела, которые не могут быть приготовлены из других тел. В экспериментальных исследованиях Р. Бойль применял количественные методы. В 1662 г. Р.Бойль установил зависимость объёма воздуха от давления (закон Бойля-Мариотта). Р. Бойль часто пользовался весами. Особенно известны его опыты по обжигу металлов в запаянных сосудах (1673). Он взвешивал реторты с металлом до обжига и после обжига, предварительно отломав запаянный конец (зачем он это делал?). При этом всегда наблюдалось увеличение веса, который Р. Бойль объяснил тем, что огонь проникает сквозь стеклянные стенки и поглощается металлом. В 1756 г. М. В. Ломоносов показал, что вес сосуда, в котором запаян металл, не изменяется после обжигания, остаётся постоянным, если в сосуд не проникает воздух до второго взвешивания. Исследуя минеральные воды (1684-85), Р. Бойль пользовался отваром чернильных орешков для открытия железа, раствором аммиака для открытия меди, растительными красками для установления кислотной или щелочной реакции раствора.

В начале или в конце курса химии может быть предусмотрена лекция (или часть ее), посвященная истории науки. Возможен и другой путь введения исторических знаний. Преподаватель, обсуждая материал, связанный с именами ученых (например, закон Гесса, теория Бора, уравнение Шредингера, принцип Ле Шателье и т.п.), говорит о дате события, несколько слов о жизни ученого, кратко о состоянии науки того времени, обсуждает его научные достижения, сопоставляя их с современным состоянием в данной научной области. Этот прием позволяет строить изложение материала с привлечением научных проблем и созданием проблемных ситуаций.

Д.И. Менделеев. Насколько широк круг интересов ученого и его работ вы можете узнать, просмотрев перечень его публикаций в 1-й главе нашего учебника. Основная заслуга Д.И. Менделеева в химии состоит в том, что он предложил новое содержание и структуру курса химии. (Оглавление учебника 3-го издания 1877 года приведено в главе 3 при обсуждении последовательности изложения учебного материала).

Открывая “Основы химии”, читатель видит на первой странице то, что изображено на **рис. 2-14**. На рекламной странице мы читаем, что эта книга стоила тогда 5 рублей. Там же приведены названия других книг Д.И. Менделеева: “О соединении спирта с водой”, “Нефтяная промышленность в северо-американском штате Пенсильвании и на Кавказе”, “Об упругости газов”, “О барометрическом нивелировании и применении для него высотомера, Материалы для суждения о спиритизме”. Еще ниже читаем: “Суммы, которые могут быть выручены (до 1880 г.) от продажи четырех последних книг, назначаются на устройство большого аэростата и вообще на изучение метеорологических явлений верхних слоев атмосферы”.

Учебник Д.И. Менделеева понравится любому читателю, но сильнейшее впечатление он произведет на опытного преподавателя химии. Он будет читать книгу, как увлекательный роман. Читатель увидит, как много знали химики полтора века назад и как много они узнали за последующие полтора века. Хотя учебник написан очень понятным языком (в отличие от учебников других авторов того времени), тем не менее, приходится догадываться о современном смысле некоторых слов, например, содий, потасий, глиний, серитовые и гадолинитовые металлы, окисленные соединения серы, сернистые соединения углерода, хлора и азота, углеазотистые соединения, сернистые соединения углерода, хлора и азота, двойные разложения воды и другие (а никкель?). Книга содержит огромное число рисунков. Рассматривая их, вы с увлечением будете разгадывать устройство приборов и устройств, которые сейчас или непонятны, или остались знакомыми. Обсуждая достижения Д.И. Менделеева, преподаватель может спросить, какова была цена книги по сравнению с ценой одной булки или коровы, что означает буква “И.” после фамилии автора книги, что такое политипаж, сохранилось ли знание типографии? Подобные вопросы оживляют лекцию или семинар.

ОСНОВЫ ХИМИИ

Д. Менделеева,
профессора И. С.-п.-б. Университета.

3-е издание

Съ 261 политипажами

С.-Петербургъ
Тип. В. Демакова Новый пер., д. № 7.
1877.

**Рис. 2-14. Первая страница учебника
Д.И. Менделеева**

С. Аррениус. Сванте Август Аррениус (1859-1927) - шведский ученый, удивительно многосторонний по интересам и выдвинутым научным идеям. Интересы Аррениуса простирались от микромира, мира атомов и ионов, до мира космических тел. Его ум находил связь между явлениями и фактами, далеко отстоящими друг от друга. Исследования Аррениуса охватывали все уровни химической организации вещества, отличались ярко выраженным межнаучным направлением и исключительной многосторонностью рассмотрения изучаемых объектов. Именно это следует показать студентам, рассказывая об Аррениусе. Рассказ о научном творчестве Аррениуса может быть использован преподавателем по частям - при изучении теории электролитов и при изучении скорости реакции.

Рассказ о жизни и деятельности ученого может быть сделан учащимся в виде доклада (сообщения) на семинаре. Заметим, что сообщение одного докладчика часто оказывается не рациональным - может случиться, что он плохо подготовится к докладу, или же доклад окажется скучным и не интересным. Кроме того, часто оказывается, что длительный рассказ бывает утомительным для самого учащегося. Поэтому лучше разбить тему на части и поручить нескольким учащимся сделать короткие доклады.

Наибольшую пользу при обучении дают исторические сведения, показывающие многосторонность рассмотрения (изучения) и системность подхода. Это один из критериев отбора исторического материала и включения его в содержание обучения. Одна из существенных трудностей введения исторического материала состоит в отсутствии доступной для преподавателя литературы. Отметим важную особенность введения исторических знаний в содержание образования - желательность учащимся рассказывать о личной жизни ученых. Это способствует лучшему усвоению научных знаний.

Вопросы и задания

1. Какие вы знаете и предлагаете способы введения исторического материала в содержание учебника и лекций по химии?

2. Подготовьте исторические обзоры по работам М.В. Ломоносова, А. Лавуазье, Г.И. Гесса, Д.И. Менделеева, В.И. Вернадского и других заинтересовавших вас ученых. Подчеркните многосторонность интересов и научной деятельности этих ученых. Изложите те методические идеи, которые вы заложили в ваш обзор.

3. В 3-м издании "Основ химии" (1877. - с. 1), Д.И. Менделеев дает такое определение химии: "Химия как одна из "естественных наук" занимается некоторыми веществами и явлениями". Насколько современно это определение химии? Посмотрите последнее издание "Основ химии" и найдите в нем определение химии. Сравните определения химии, предложенные Д.И. Менделеевым в разное время.

4. Откройте одно из первых изданий учебника Д.И. Менделеева "Основы химии". Почему тогда записывали такие формулы веществ: N^1 , SO^1 , KNO^3 , H^2SO^4 , CaH^2O^2 , $Al^2(SO^4)^3$? Почему позже перешли к современным формулам?

5. Откройте как можно более раннее издание "Основ химии" Д.И. Менделеева и просмотрите периодическую таблицу элементов. Сравните ее с современной и попытайтесь объяснить обнаруженные вами отличия.

6. Попытайтесь осуществить педагогическое исследование для доказательства эффективности предлагаемой вами методики введения исторических знаний в курс химии. Например, изучите усвоение химических знаний, предложенных обычным путем и в виде исторического обзора. Педагогическое исследование может быть поставлено так: в контрольной группе некоторый объем химических знаний предлагается обычным информационным приемом (устное изложение преподавателем, чтение учебника и т.п.); в экспериментальной группе те же знания вводятся в виде исторических знаний. Предложите контрольные задания для оценки достижений учащихся контрольной и экспериментальной групп. Выделите критерии оценки усвоенных знаний.

Рекомендуемая литература

1. Менделеев Д. Основы химии. 3-е издание. – СПб.: – 1877. – 1432 с.
2. Фигуровский Н.А. История химии. – М.: – 1979. – 311 с.
3. Кузнецов В.И. Диалектика развития химии. – М.: – 1973. – 327 с.
4. Кузнецов В.И. Общая химия. Тенденции развития. – М.: – 1989. – 287 с.
5. Руденко А.П. Эволюционная химия и естественноисторический подход к проблеме происхождения жизни // Журнал Всесоюзного Химического Общества им. Д.И. Менделеева. – 1980. – № 3. – С. 390-403.
6. Руденко А.П. Эволюционная химия и химия будущего // Химия в школе. – 1988. – № 4. – С. 8-15.
7. Манолов К. Великие химики. В двух томах. М.: – 1977. – С. 451 и 412.
8. Соловьев Ю.И., Трифонов Д.Н., Шамин А.Н. История химии. Развитие основных направлений современной химии. – М.: – 1978. – 352 с.
9. Меншуткин Б.Н. Важнейшие этапы в развитии химии за последние полтора столетия. – 2 изд. – Ленинград.: – 1932. – 119 с.
10. Азимов А. Краткая история химии. Развитие идей и представлений в химии. – М.: – 1983. – 189 с.
11. Фолта Я., Новы Л. История естествознания в датах. Хронологический обзор. Пер. со словацкого. – М.: – 1987. – 495 с.
12. Дорфман Я.Г. Лавуазье. – М.: – 1962. – 327 с.
13. Соловьев Ю.И. Герман Иванович Гесс. – М.: – 1962. – 104 с.
14. Фигуровский А.И., Соловьев Ю.Н. Александр Порфирьевич Бородин. – М., Л.: – 1950. – 212 с.
15. Соловьев Ю.И., Фигуровский Н.А. Сванте Аррениус. – М.: – 1959. – 179 с.
16. Чертков И.Н. Предпосылки к созданию теории химического строения веществ А.М. Бутлерова // Химия. Методика преподавания. – 2005. – № 4. – С. 42-46.

17. Чертков И.Н. Александр Михайлович Бутлеров - создатель теории химического строения органических соединений // Химия. Методика преподавания. - 2005. - № 8. - С. 44-56.

2.5. Другие виды знаний, вводимые в курсы химии

Кроме методологических и исторических знаний, в курс химии рекомендуется, а некоторыми авторами вводятся в том или ином объеме **философские и мировоззренческие знания**. Эти знания важны для формирования полноценного содержания обучения, так как обладают сильным обобщающим качеством, но им уделяется мало места в методике обучения.

Владение преподавателем химии основами философских знаний и, в первую очередь, методами познания совершенно необходимо. Однако философские знания всегда были подчинены социальным потребностям общества и его политическим взглядам, поэтому затруднительно давать какие-либо рекомендации по их введению в курс химии. Философские знания тесно связаны с политической направленностью общества, в чем нетрудно убедиться, просматривая учебники химии, опубликованные двадцать и более лет тому назад. Часто в философские знания в той или иной мере включают логические, мировоззренческие и другие виды знаний.

К философским знаниям очень близки мировоззренческие знания. **Мировоззрение** - это система обобщенных взглядов на окружающий человека мир и его положение в нем, способах применения этих взглядов для познания действительности и ориентации в окружающей жизни и для оценки деятельности человека в природе и обществе. Любая система обучения всегда имеет мировоззренческую направленность и, кроме того, содержание обучения отражает мировоззренческие взгляды авторов учебников.

Мировоззрение образуется на основе комплекса знаний человечества и, в свою очередь, сильнейшим образом влияет на получение и развитие новых знаний и интерпретацию полученных и уже имеющихся. Мировоззрение неразрывно связано с деятельностью человека и обусловлено его познавательной деятельностью. В методике обучения важно утверждение, что мировоззрение обучаемых формируется как содержанием обучения, так и деятельностью по его усвоению. Условием решения этой задачи является многостороннее рассмотрение изучаемого объекта, которое осуществляет в своей деятельности преподаватель и учащийся.

Другим важнейшим составляющим содержания обучения считаются знания гуманистического и гуманитарного направления. **Гуманизация** обучения - это совокупность содержания, методов обучения и приемов контроля за усвоением и оценки усвоенных знаний, учитывающих человеческую природу обучаемого, повышающих его общест-

венную ценность как необходимую обществу, ставящих на первое место человеколюбие и справедливость, развивающих духовное состояние обучаемого.

Научное обучение — это, конечно, гуманное обучение, а ненаучное обучение — это, каждый согласится, негуманное обучение. Содержание обучения должно отвечать в максимально допустимом уровне развитию науки на момент получения образования и показывать современные проблемы и перспективы изучаемой науки. Не дать обучаемому хотя бы приближенной картины будущего развития науки и промышленности, в которых он окажется через несколько лет, означает поступить негуманно по отношению к учащемуся. Научность обучения должна предусматривать его доступность, что также входит в требование гуманизации обучения. В то же время, легкое обучение — негуманное обучение. Оно всегда должно быть трудным, но доступным.

Гуманистически ориентированная лекция — это не чтение материала по напечатанному конспекту, а монолог преподавателя, переходящий в диалог или полилог с сидящими в аудитории слушателями. Такая лекция демонстрирует образованность и культуру преподавателя. Гуманистически направленное семинарское занятие — не только решение скучных расчетных задач, а дискуссия о нерешенных (пусть даже субъективно для студента) проблемах. Лабораторный практикум — это практикум не по устаревшей прописи типа алгоритма, а научная работа, моделирующая, по своей сути, современное научное исследование. Выполнение лабораторного задания в одиночку, как этого иногда требуют лабораторные предписания и преподаватели — это также свидетельство негуманного отношения к учащемуся и человеку, приспособленному эволюцией к групповой работе.

Справедливость в оценке усвоенных знаний — это важнейший принцип гуманистически направленного обучения. Объективность оценки знаний — необходимая и главная особенность гуманистически направленного образования.

Гуманитаризация — содержание, показывающее связь естественных наук с гуманитарными. Так, преподаватель на уроках химии может прочитать стихотворения об электроны В. Брюсова или о воде, показать картины, на которых запечатлены имеющие отношение к химии явления.

Эстетическое образование повышает общий уровень развития человека и улучшает качество его деятельности в любой профессиональной области и, в первую очередь, в преподавательской.

Конкретные вопросы **воспитания** также должны входить в содержание обучения. Преподаватель следит, чтобы учащиеся, входя в учебное заведение или столовую (а также в поликлинику, больницу или храм), снимали свои головные уборы, чтобы на лабораторных занятиях учащиеся обращались к лаборантам на “вы”, не шумели, не сидели

на письменных столах, не грызли яблоко или жевали резинку, убирали за собой всё со стола и т.п.

Эта глава - самая большая из глав учебника, потому что содержание обучения - важнейшее составляющее в обучении любой науке и первая по своей значимости система современного образования.

Вопросы и задания

1. Выберите из учебника химии любую главу и усовершенствуйте введение следующих видов знаний: а) философских; б) мировоззренческих; в) логических.

2. Предложите методику педагогического исследования для доказательства того, что введение в содержание обучения философских, мировоззренческих и логических знаний приводит к более эффективному усвоению определенного объема химических знаний.

3. Предложите критерии усвоения философских, мировоззренческих и логических знаний.

4. Как определить, воспитан человек или не воспитан?

Рекомендуемая литература

1. Менделеев Д. Основы химии. 3-е издание. - СПб.: - 1877. - 1432 с.
2. Поппер К. Все люди — философы. Как я понимаю философию. - М.: - 2007. - 101 с.
3. Алексеев П.В. Наука и мировоззрение. - М.: - 1983. - 367 с.
4. Вязовкин В.С. Материалистическая философия и химия. - М.: - 1980. - 180 с.
5. Теоретические основы содержания общего среднего образования. Под ред. В.В. Краевского и И.Я. Лернера. - М.: - 1983. - 352 с.
6. Философские проблемы естествознания. Под ред. С.Т. Мелюхина. - М.: - 1985. - 400 с.
7. Шубинский В.С. Проблемы начального философского образования школьников. - М.: - 1984. - 80 с.
8. Зефирова О.Н. Краткий курс истории и методологии химии - М.: - 2007. - 136 с.
9. Аршанский Е.Я. Методика обучения химии в классах гуманитарного профиля. - М.: - 2002. - 176 с.
10. Дьякович С.В. Использование литературных произведений при составлении заданий по химии // Химия в школе. - 1995. - № 5. - С. 19-22.
11. Берулава М.Н. Общедидактические подходы к гуманизации образования // Педагогика. - 1994. - № 5. - С. 21-25.
12. Берулава М.Н. Гуманизация образования. Направление и проблемы // Педагогика. - 1996. - № 4. - С. 23-27.
13. Закгейм А.Ю. Гуманизация и гуманитаризация химии - что это такое // Химия в школе. - 1991. - № 2. - С. 3-5.
14. Касьян А.А. Гуманитаризация образования. Некоторые теоретические предпосылки // Педагогика. - 1998. - № 2. - С. 17-22.
15. Розов Н. Ценности гуманитарного образования // Вестник высшей школы. - 1996. - № 1. - С. 85-89.

16. Кузнецов В.И., Третьякова Л.Г. Гуманизация - ключевая задача реформы химического образования // Химия в школе. - 1991. - № 3. - С. 22-26.
17. Кузнецов В.И., Третьякова Л.Г. Проблема гуманизации химического образования и поиск путей ее решения // Химия в школе. - 1991. - № 4. - С. 25-28.
18. Назаренко В.М. Химия, экология, нравственность. // Химия в школе. - 1995. - № 3. - С. 2-4.
19. Титова И.М. Концепция гуманизации развивающего обучения химии // Химия в школе. - 1996 - № 3. - С. 14-22.
20. Зайцев О.С. О естественнонаучной и математической подготовке школьников, изучающих химию // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 6. - с. 39-48.
21. Дорофеев М.В., Лесов М.Б. Математика на уроках химии // Химия в школе. - 1999. - № 6. - С. 50-54.
22. Ожерельев Д.И. Формирование научного мировоззрения в преподавании химии. - М.: - 1982. - 168 с.

Глава 3

Последовательность изучения

3.1. Изучение курса по принципу доступности

В формировании системных научных знаний важную роль играет не только обоснованно отобранное и доступное студентам содержание курса химии, но и последовательность его изучения. Основные требования к любому варианту последовательности введения материала в учебный процесс: 1) в сознании учащегося создается и сохраняется структура науки, чтобы при последующем изучении химических объектов и решении проблем и задач использовалась система знаний из учений о химической термодинамике, химической кинетике, строению вещества и периодичности; 2) учащийся понимает учебное содержание и порядок его изложения.

Проблема последовательности введения учебного материала весьма сложна и до настоящего времени окончательно не разработана. Наиболее часто последовательность изучения содержания стремятся сделать **систематической** (или, как говорят, логической): последующие знания опираются на предыдущие.

Наиболее простой способ расположения материала — **прямолинейный** (цепной), когда последовательно, закончив изучение содержания одного раздела (блока), переходят к другому, содержание которого в какой-то мере связано с содержанием предыдущего (рис. 3-1, а). По такому принципу построены многие учебники химии и лекционные курсы, причем материал хорошо принимается учащимися и особенно “слабыми”. Этой последовательностью можно выработать представление об изучаемой науке, как состоящей из нескольких учений (А, Б, В, Г), но это не будет отвечать системному подходу, так как связи между блоками содержания показываются слабо. Другой недостаток прямолинейного изучения материала состоит в том, что, по мере продвижения, учащиеся забывают, что они изучали в начале курса, а это приводит к снижению качеств знаний к окончанию курса.

Этот недостаток ослабляется при **спиральном** (винтовом, закручивающемся, циклическом, кон-

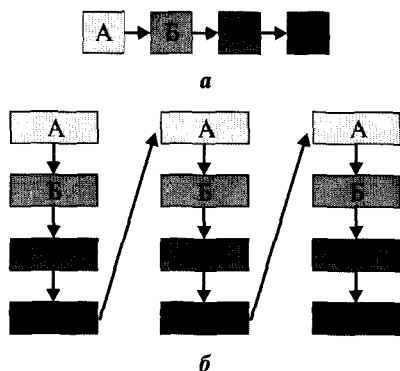


Рис. 3-1. Варианты последовательности изложения учебного содержания. А, Б, В, Г - блоки содержания (учения науки). а - прямолинейная последовательность; б - спиральная последовательность

центрическом) изложении содержания. При этом способе (рис. 3-1, б) учебное содержание излагается частями с возвращением к пройденному материалу, но на более высоком научном уровне. Не следует спиральный способ изучения отождествлять с **повторениями** научных понятий. Например, константа равновесия используется при изучении равновесий в растворах электролитов, при изучении окислительно-восстановительных реакций и т.п. Такие понятия и представления как валентность, орбиталь, химическая связь и большое число других повторяются много раз.

Трудность спирального способа состоит в том, что даваемые новые представления должны входить в хранящееся в памяти научное содержание, дополняя его новым содержанием, при этом первоначальные знания не должны отвергаться и пересматриваться, а должны **расширяться**. В этом и состоит трудность - переучиваться могут сильные учащиеся. Один из недостатков спирального способа состоит в том, что неполные первоначальные представления откладываются в памяти прочнее, чем последующие. Поэтому преподаватель должен следить, чтобы первоначальные знания были научно точными и доступными, а не ошибочными из-за примитивного, неверного их выражения. Часто это оказывается трудно выполнимым требованием.

Спиральный способ изложения материала рассчитан на сильных учащихся, обладающих развитыми мыслительными операциями, так как смена и расширение представлений сопряжены с **переосмыслением** и переоценкой ранее усвоенных знаний. В то же время, преимущество спиральной последовательности состоит в том, что введенное первоначально какое-либо представление, затем неоднократно повторяется, что способствует его запоминанию и позволяет использовать при многостороннем рассмотрении изучаемого объекта (реакция, вещество), повышая число сторон (аспектов) рассмотрения. Спиральное изучение целостного учебного содержания разделением его на отдельные части для изучения несколькими этапами практически не применяется в коротких (один семестр) курсах химии для студентов-нехимиков. Рассмотренные последовательности изложения содержания могут быть успешно использованы в рассказе учащегося о химическом объекте.

Валентность. Проследим на примере понятия валентности непрерывное его усложнение, начиная со средней школы и заканчивая некоторыми вузовскими курсами химии. В средней школе вводится понятие **стехиометрической валентности**, определяемой как численное значение стехиометрического индекса в формуле соединения. За единицу валентности принимается валентность атома водорода, тогда в соединении H_2O валентность кислорода равна 2, а в соединении Al_2O_3 валентность алюминия равна 3. Первоначальное определение: валентность элемента - это способность его атомов соединяться с другими атомами в некоторых соотношениях. Валентность другого элемента

выражается числом атомов водорода, которые присоединяет к себе или замещает один атом этого элемента.

Понятие валентности может быть выведено из сопоставления мольной массы атома (атомная масса) и мольной массы **эквивалента**. Мольная масса элемента либо равна мольной массе его эквивалента, либо содержит 2, 3 и более мольных масс эквивалента. Число, показывающее сколько мольных масс эквивалента заключено в мольной массе элемента, называется валентностью этого элемента. Следовательно, валентность - частное от деления мольной массы элемента на мольную массу его эквивалента. Валентность показывает, со сколькими одновалентными атомами может соединяться (или замещать) атом данного элемента. Заметим, что от такого толкования валентности лучше отказаться, так как понятие эквивалента постепенно уходит из научного обращения.

Понятие валентности усложняется при обсуждении электронного строения атома. Валентность рассматривается как его способность **отдавать** или **присоединять** определенное число электронов. Когда речь идет о возбуждении электронов внутри энергетического уровня, валентность оказывается равной числу непарных электронов. Это так называемая **спиновая валентность**. Этим представлением хорошо объясняется валентность кислорода, равная двум, валентность серы, равная 2, 4 и 6; или валентность фтора, равная 1 и валентность хлора, равная 1, 3, 5 и 7.

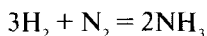
Число отдаваемых электронов определяет **положительную валентность** соответствующего элемента, число присоединяемых электронов - его **отрицательную валентность**. Это понятие позже было заменено не научным, а методическим понятием степени окисления (окислительное число). **Степень окисления** - это *воображаемый* заряд атома элемента в соединении, который определяется из *предположения* ионного строения вещества. От понятия "степень окисления" лучше отказаться - слишком много в нем условного и ненаучного. В учебниках иногда используются другие названия: электрохимическая валентность, электровалентность, состояние окисления, степень окисленности.

При обсуждении метода валентных связей и метода молекулярных орбиталей валентность - это свойство атома образовывать определенное **число связей**. Это понятие еще более расширяется при изучении донорно-акцепторных взаимодействий. В этом случае валентность рассматривается как свойство атома, иона или молекулы отдавать или принимать определенное число пар электронов. Иногда в понятие валентности включали число атомов, непосредственно окружающих данный атом (координационное число). Далее понятие валентности усложняется при изучении **межмолекулярных взаимодействий** типа **водородной связи** и теории комплексных соединений. Валентность представляется как свойство атома (иона) предоставлять свободные электронные орбитали внешнего и предвнешнего энергетических уровней парам электронов других атомов.

Столь сильное **расширение понятия** валентности привело к потере его научного содержания. Для использования в учебных и даже в научных целях понятие валентности должно быть сокращено до спиновой валентности. Представляется возможным возвратиться к ранее использовавшейся положительной и отрицательной валентности, рассматривая численное значение ее как спиновую валентность, и приписывая ей знак для указания направления перехода электронов (зоны перекрывания) от одного атома к другому.

Скорость реакции. Большинство студентов первого курса (после средней школы) на вопрос “Как зависит скорость химической реакции от концентрации реагирующих веществ?” отвечают просто: “При повышении концентрации скорость повышается”, в лучшем случае дополняется “...произведением концентраций” и еще реже “в степени стехиометрических коэффициентов”.

Во многих школьных и некоторых современных вузовских учебниках химии кинетическая формулировка закона действующих масс в первый раз приводится таковой: “При постоянной температуре скорость химической реакции пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, возведенных в степени их стехиометрических коэффициентов”. Далее обсуждается реакция образования аммиака из простых веществ:



и записывается кинетическое уравнение реакции:

$$v = k c_{\text{H}_2}^3 c_{\text{N}_2}.$$

По этой формуле учащимся предлагается вычислить, как изменится скорость реакции при увеличении общего давления в системе, скажем, в 3 раза. Ответ обычно бывает совершенно неправильный, так как приведенное выше кинетическое уравнение совершенно неправильное.

Выучив этот закон, учащийся может не обратить внимания, что на другой странице учебника есть не выделенное, но играющее важнейшую роль в химической кинетике замечание: “Закон действующих масс в указанном выше виде неприменим... к реакциям более сложным в кинетическом отношении, например, когда сумма степеней у концентраций не равна четырем”. В данном случае имеет место не только расширение закона, но и методически неправильное исправление ошибки.

Методически правильнее сразу дать общую формулировку закона: “Скорость химической реакции пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ в степени некоторых чисел, определяемых опытным путем”. Далее, после обсуждения порядка и мо-

лекульности (молекулярности) реакций, при рассмотрении кинетики простых реакций, уравнения которых записаны так, как действительно протекает реакция (по числу соударений в одном акте реакции) можно предложить менее общую формулировку: “Для простейшей (элементарной) реакции скорость пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, возведенных в степени их стехиометрических коэффициентов”. Это не приводит к прочному запоминанию более узкого первоначального представления, которое затем трудно заменить на более широкое.

Для выработки навыков многостороннего (по числу блоков содержания) рассмотрения химических объектов (реакция и вещество) следует в лекционном курсе и в учебнике непрерывно использовать сведения из всех блоков содержания. В курсе химии, состоящем из четырех блоков, это потребовало бы привлечения на лекциях и других видах занятий, для объяснения свойств изучаемого объекта, сведений из химической термодинамики, химической кинетики, строения вещества и периодичности. Подобный способ изложения и изучения материала возможен, когда учащиеся уже ознакомлены с теоретическими основами блоков содержания. Приступающему к изучению химии эти основы неизвестны, и их следует предварительно освоить, чтобы впоследствии многосторонне использовать в системном изучении науки. Как же выйти из возникшего противоречия?

Очевидно, следует так построить курс и распределить его содержание, чтобы в начале курса излагался материал преимущественно поблочно с одновременным привлечением к каждому из блоков некоторой части материала из других блоков с последующим все более тесным смешением теоретических основ содержания блоков. В соответствии с этим, предлагается продолжительность изучения курса разделить на три временных интервала: первый - преимущественно поблочного, второй - смешанного и третий - системного изучения (изложения). Предлагаемое распределение учебного материала показано на рис. 3-2.

Тепловой эффект. Приведем пример последовательности преимущественно поблочного и многостороннего изложения материала.

Предположим, преподаватель намеревается рассказать о тепловых эффектах химических реакций и изменении энтальпии. Рассказ начнется с обсуждения реакции цинка с кислотой.

Преподаватель просит написать уравнение реакции (можно вызвать учащегося) между цинком и кислотой и показывает, как проходит реакция, помещая кусочек цинка в раствор соляной кислоты (это также может сделать учащийся). Преподаватель спрашивает, каковы **признаки** этой реакции? Обычно учащейся отвечает, что **выделяется газ**. Какой другой важный признак можно обнаружить у этой реакции? Все молчат. Просим учащегося взять в руки пробирку, в которой про-

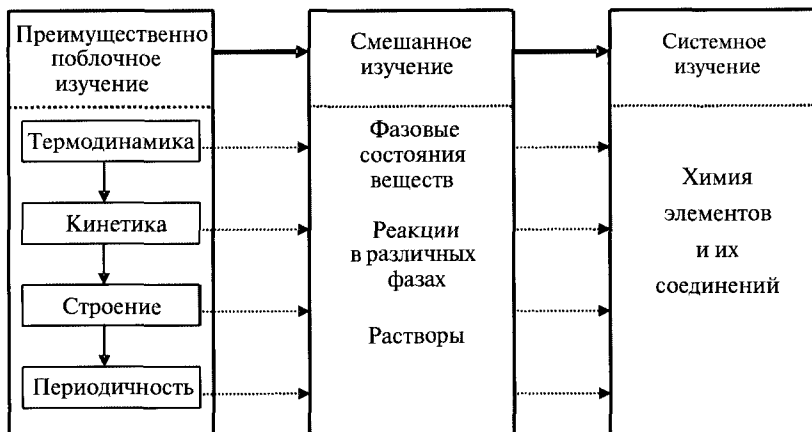
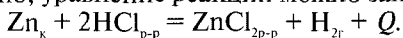
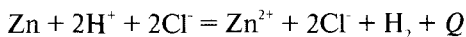


Рис. 3-2. Распределение содержания курса по трем временным интервалам изучения

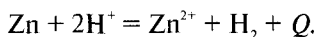
ходит реакция. Он отмечает, что пробирка слегка **нагрелась**. Следовательно, уравнение реакции можно записать так:



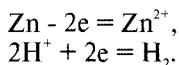
Затем преподаватель просит назвать сильные электролиты и записать уравнение в полном молекулярно-ионном виде



и затем в **сокращенном молекулярно-ионном виде**:



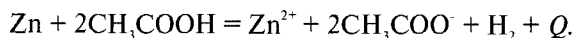
Преподаватель спрашивает: “Что это за реакция?”. Не сразу следует ответ, что это **окислительно-восстановительная реакция**. Учащиеся записывают уравнения с отдачей и приемом электронов:



Преподаватель просит подумать, каков знак теплового эффекта этих реакций. Следующие вопросы: “Как будет проходить реакция, если вместо цинка взять медь? Предложите любые объяснения, почему при данных условиях реакция с медью не проходит? А если взять железо, магний или кальций? Тепловые эффекты реакций с этими металлами будут больше или меньше теплового эффекта реакции с цинком? Что следует знать, чтобы ответить на этот вопрос?”.

“А изменится ли величина теплового эффекта, если вместо соляной кислоты взять серную кислоту той же концентрации и того же объема раствора?”. Учащиеся отвечают, что серная кислота **диссоциирует** с образованием двух ионов водорода, и можно предположить, что тепловой эффект будет в два раза больше (при избытке цинка). Преподаватель отмечает, что вопрос с серной кислотой усложняется тем, что серная кислота проявляет себя в реакции с цинком как окислитель, и, кроме водорода, выделяется диоксид серы и другие вещества. “Что произойдет, если взять азотную кислоту?”. Составляются уравнения окислительно-восстановительных реакций. Преподаватель подчеркивает, что в реакции выделяется не только водород, но и смесь газов, состав которой зависит от концентрации кислот.

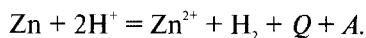
“А что произойдет, если вместо соляной кислоты взять уксусную?”. Преподаватель показывает, как проходит реакция, и все видят, что реакция проходит заметно медленнее, а если взять пробирку в руку, то она нагрета слабее. “Почему тепловой эффект меньше?”. Кто-то вспоминает, что уксусная кислота **слабая кислота**. Предлагают записать уравнение реакции:



Преподаватель замечает, что уравнение реакции с тепловым эффектом называется **термохимическим**.

Работа реакции. Преподаватель переходит к обсуждению вопроса о выделении водорода. “Что значит, что выделяется водород?”. Преподаватель сообщает, что выделение водорода говорит о совершении реакцией работы (через раствор поднимаются пузырьки газа) и показывает демонстрационный эксперимент, в котором водород вытесняет воду из склянки, и вода падает на маленькую мельничную крыльчатку (сделанную из крышки консервной банки). Вращение крыльчатки от падающей на лопасти воды показывает производство работы реакцией. Преподаватель добавляет, что крыльчатка может быть соединена с валом электрического генератора, и тогда энергия падающей воды производит электрический ток, который может быть использован для питания электрической лампочки, работы радиоприемника и даже для получения электролизом исходного цинка.

Теперь уравнение реакции может быть записано с **тепловым эффектом** Q и произведенной **работой** A :



Преподаватель спрашивает: “Можно ли определить по-отдельности тепловой эффект и работу реакции? Можно ли провести реакцию так, чтобы выделялась только теплота или же совершалась только ра-

бота?”. Для ответа преподаватель советует учащимся мысленно или реально провести два эксперимента, в одном - измерить тепловой эффект и в другом - количество произведенной работы. Возникает новый вопрос: “Как измерить работу реакции, которая не сопровождалась бы выделением теплоты?”.

Эти вопросы переходят в проблему, попытки разрешить которую разделяют аудиторию на две части. Следующий вопрос: “Зачем приходится охлаждать автомобильный двигатель и выбрасывать энергию в окружающую среду? Почему теплоту сгорающего бензина нельзя превратить в работу?”. Обсуждение этих вопросов превращается в дискуссию. “А можно ли провести реакцию так, чтобы она не производила работу, а сопровождалась только выделением теплоты?”. После минутного раздумья, возможно, кто-то найдет ответ.

Удобно для экономии лекционного или семинарского времени предложить учащимся в качестве домашнего задания изложить их мнение письменно. Заметим, что лекция может быть закончена в нескольких местах излагаемого материала и продолжена в следующий раз. Полезно лекцию оканчивать сформулированной проблемой, которую для решения можно дать в качестве домашнего задания. Если через день-два после лекции состоится семинарское занятие, преподаватель может получить от учащихся листки с ответами. Часто бывает достаточно просмотреть ответы, чтобы обнаружить правильный или нестандартный. Получив **листки с ответами**, преподаватель проставляет оценки и одновременно получает сведения о **посетивших** лекцию студентах. В начале следующей лекции преподаватель рассказывает, как решается эта проблема.

Калориметр. Измерить только тепловой эффект можно, если реакцию проводить в калориметре при условии, что водород не будет уходить из реакционной системы. В этом случае реакция будет проходить при постоянном объеме и реакция не совершит работу. “Как это осуществить? Быстро предложите решение” - обращается преподаватель к учащимся. По-видимому, реакцию следует проводить в закрытом сосуде или в цилиндре с неподвижным поршнем, находящемся в калориметрическом сосуде, заполненном известным количеством воды. Преподаватель объясняет, что **калориметр** - это прибор для определения количества выделенной или поглощенной при прохождении реакции теплоты (не путайте с колориметром!). В воду наружного сосуда опущен термометр. Отметив температуру воды перед началом опыта t_1 и после его окончания t_2 , зная удельную теплоемкость воды c и ее массу m , легко вычислить количество выделенной реакцией теплоты q :

$$q = (t_2 - t_1)cm.$$

Преподаватель напоминает, что **удельная теплоемкость** - это количество теплоты, требующееся для нагревания 1 г вещества на 1 градус.

Количество теплоты, требующееся для нагревания 1 г или 1 мл воды на 1 градус, было принято называть **калорией**. Это и есть удельная теплоемкость воды. В настоящее время внесистемная единица теплоты калория заменена другой единицей (*СИ*) теплоты, работы и энергии - **джоулем**, и $1 \text{ кал} = 4,184 \text{ Дж}$.

Значение вычисленного теплового эффекта относится к тому количеству цинка, которое было взято, при условии, что весь цинк прореагирует с кислотой, взятой в избытке. Теперь пересчитаем полученное значение теплового эффекта на 1 моль цинка и получим величину **изохорного теплового эффекта** Q_v , относящегося к 1 моль цинка. Этот тепловой эффект назван изохорным, так как он измерен при постоянном объеме, $v = \text{const}$.

Дальнейший ход рассуждений может быть следующим. "А почему же реакция протекает? Что заставляет цинк растворяться? Почему при этом образуется водород и выделяется теплота?". Учащимися высказываются самые разнообразные ответы, как научного, так и ненаучного характера. Преподаватель их заслушивает, мягко критикует, если они неправильны, обязательно благодарит и даже хвалит (хотя бы за смелость выступления). Желательно учащихся, давшим научно обоснованный ответ, отмечать в журнале учета работы, так как это сильно активизирует их познавательную деятельность. Не следует забывать об одном важном правиле успешного проведения учебной дискуссии - в начале обсуждения не давать слова тому, кто первым предложил правильный ответ. В этом случае дискуссия сразу же закрывается.

Внутренняя энергия. Реакция самопроизвольно проходит потому, что в окружающее пространство выделяется энергия (теплота повышает температуру воды калориметра). "Откуда же берется эта энергия?" - задает вопрос преподаватель. В научных дискуссиях можно пользоваться научным и житейским языком, но ни в коем случае не жаргоном или молодежными выражениями (это может создать у учащихся впечатление заискивания преподавателя перед ними и его научной слабости).

Если в реакции выделяется энергия, следовательно, ее запас у исходных веществ выше, чем у продуктов, и изохорный тепловой эффект равен разности между запасами энергии в конечном состоянии реакционной системы и ее начальным состоянием. При постоянном объеме системы эта энергия называется **внутренней энергией** и обозначается символом U . Преподаватель просит учащихся перечислить все известные им виды энергии, которые могут быть включены во внутреннюю энергию вещества, и добавляет, что чем больше кем-то будет указано видов энергии, тем выше будет оценен ответ.

Обсуждение этого вопроса приводит аудиторию к мнению, что внутренняя энергия включает в себя **все виды энергии** - энергию связи атомов (частиц) в кристалле (цинка), энергию связи между атомами в молекуле, энергию колебания частиц в кристалле или атомов в моле-

куле, энергию вращения атомных группировок в молекуле, энергию распределения электронов по энергетическим уровням и подуровням атома, энергию связи электронов с ядром атома, энергию связи между протонами и нейтронами в ядре, энергию распределения протонов и нейтронов по энергетическим уровням ядра атома, энергию связи между частицами, составляющими протоны и нейтроны, и другие известные и пока неизвестные виды энергии.

“Кроме двух видов энергии. Каких?” – спрашивает преподаватель. Он поднимает и опускает карандаш, роняет его на пол. Эти действия преподавателя позволяют быстро ответить на поставленный вопрос. Групповое обсуждение приводит к ответу, что во внутреннюю энергию вещества не включены потенциальная энергия вещества (тела) в поле тяготения и кинетическая энергия куска вещества (тела). Так как внутренняя энергия измеряется при постоянном объеме системы, в нее не входит энергия расширения системы при выделении газа, т.е. работа расширения.

Запас внутренней энергии у цинка и серной кислоты перед опытом, то есть в начальном состоянии системы, обозначим U_1 , запас внутренней энергии продуктов реакции обозначим U_2 . В результате реакции произошло изменение внутренней энергии, равное $U_2 - U_1 = \Delta U$. “С каким знаком?” Так как в реакции теплота выделяется, $U_1 > U_2$ и принято вычитать из величины, характеризующей конечное состояние системы, величину, характеризующую ее начальное состояние, то ΔU имеет отрицательный знак: $\Delta U < 0$ и $U_2 - U_1 = -\Delta U$.

Энергетическая диаграмма. Теперь можно попросить учащихся (даже на лекции) самостоятельно нарисовать энергетическую диаграмму реакции, но не смотреть на экран. “Проверьте, насколько вы сообразительны и самостоятельны в выполнении таких простых заданий”. Преподаватель проходит по рядам и мельком просматривает, что рисуют учащиеся, и затем он на экране изображает эту диаграмму.

По вертикальной оси откладывается без масштаба энергия системы, а по горизонтальной оси – некоторая условная характеристика реакции, которую назовем **путем (ходом) реакции**, являющимся сложной функцией межъядерных состояний веществ. Отрезок горизонтальной оси разделим поровну на две части, первую, левую половину отдадимначальному состоянию системы (исходным веществам), а вторую, правую – конечному состоянию системы (продуктам реакции). Ожидается, что учащиеся самостоятельно создадут рисунок, похожий на рис. 3-3.



Рис. 3-3. Энергетическая диаграмма реакции при постоянном объеме

Определим соотношение между изменением внутренней энергии и изохорным тепловым эффектом реакции Q_v . Если при реакции выделяется теплота, изменение внутренней энергии равно тепловому эффекту реакции. При положительном знаке теплового эффекта изменение внутренней энергии имеет отрицательный знак:

$$\Delta U = - Q_v.$$

Преподаватель и учащиеся пришли к выводу: изменение внутренней энергии в реакции равно изохорному тепловому эффекту, но с обратным знаком. Таким образом, при проведении реакции в условиях постоянного объема можно получить “чистое” (без учета работы расширения) значение теплового эффекта и изменение внутренней энергии.

Изобарный тепловой эффект. Теперь ту же реакцию проведем при постоянном давлении. В калориметр поместим цилиндр, но с подвижным поршнем. Примем, что поршень невесом и перемещается вдоль стенок без трения (эти условия к поршню также могут быть выделены учащимися по просьбе преподавателя). Подобный эксперимент называется **мысленным экспериментом**, так как в реальных условиях он не осуществим.

Итак, проходит реакция. Выделяющийся водород для сохранения в системе постоянного давления поднимает поршень, и, тем самым, реакция совершает работу над окружением против силы атмосферного давления. Одновременно выделяется теплота, которая регистрируется калориметром. Тепловой эффект при постоянном давлении называется **изобарным тепловым эффектом** Q_p ($p = \text{const}$). Преподаватель задает вопрос о том, какой эффект, изобарный или изохорный, больше. Учащиеся отвечают, что, в отличие от изохорного теплового эффекта, изобарный тепловой эффект сопровождается производством работы, следовательно, он должен быть меньше на то количество теплоты (энергии), которая соответствует произведенной работе. Это можно записать так

$$Q_v = Q_p + A.$$

Схема калориметрического измерения тепловых эффектов показана на **рис. 3-4, а и б**. Обратите внимание на методические особенности этого рисунка. Рисунок помещен не в начале обсуждения темы, а где-то посередине, после частичного обсуждения того, что помещено на рисунке. Многие преподаватели считают, что иллюстрацию следует показывать в начале рассказа и непрерывно показывать детали рисунка по мере объяснения. Хотя такой совет правилен, но иногда оказывается, что к нему следует относиться с осторожностью. Многим учащимся затруднительно одновременно воспринимать слуховую и зрительную информацию, хотя это противоречит утверждениям пси-

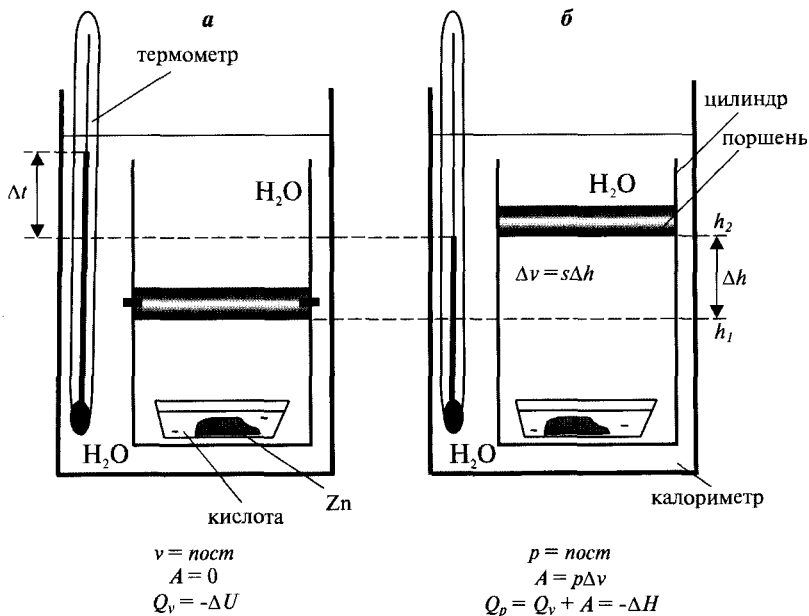


Рис. 3-4. Калориметрическое измерение, а - изохорного ($v = const$) теплового эффекта Q , и изменения внутренней энергии Q , при постоянном объеме v ; б - изобарного ($p = const$) теплового эффекта Q , и изменения энтальпии ΔH при постоянном давлении p

хологов и педагогов, что одновременное восприятие всегда приводит к лучшим результатам. Предлагаем преподавателям проверить правильность этих двух утверждений. Показывать сразу две части рисунка (а и б) не следует. Пользуясь современными компьютерными средствами представления иллюстрации, желательно на глазах у учащихся усложнять изображение, непрерывно по мере рассказа добавляя необходимые детали и подписи к ним.

Работа расширения. Следующая задача - рассчитать работу расширения. Для этого нужно вспомнить школьный курс физики и перенести знания из курса физики в курс химии. Поршень с радиусом r находится до начала реакции на отметке h_1 , после окончания реакции поршень поднялся до отметки h_2 .

Работа A перемещения тела равна произведению пути l на силу F , прилагаемую к телу: $A = lF$. Путь поршня равен $l = h_2 - h_1 = \Delta h$. Сила, действующая на поршень за счет выделяющегося газа, равна силе, противодействующей перемещению поршня с внешней стороны за счет атмосферы, т.е. произведению давления p на площадь s поверхности поршня ($s = \pi r^2$): $F = ps$. Тогда $A = \Delta hps$. Произведение Δhs есть объем (вместимость) сосуда высотой Δh и поперечным сечением s . Поэто-

му изменение объема при перемещении поршня равно $\Delta v = \Delta h s$, и работа расширения равна $A = p \Delta v$. Подставим полученное выражение работы в формулу, связывающую изобарный и изохорный тепловые эффекты, и получаем

$$Q_v = Q_p + A = Q_p + p \Delta v.$$

Теперь воспользуемся **уравнением Менделеева-Клапейрона** $p v = n R T$. Часто многие студенты первого курса знакомы с этим уравнением, но как оно выводится - им непонятно. Здесь можно прервать рассказ о тепловых эффектах и вывести это уравнение.

Изменение энтальпии. Преобразуем уравнение Менделеева-Клапейрона в выражение, связывающее изменение объема Δv с соответствующим изменением числа молей газообразных продуктов и исходных веществ Δn и получаем: $p \Delta v = \Delta n R T$. Тогда уравнение, связывающее изохорный и изобарный тепловые эффекты, приобретает вид:

$$Q_v = Q_p + A = Q_p + p \Delta v = Q_p + \Delta n R T.$$

Вспомним, что $\Delta U = -Q_v$, и подставим Q_v в полученное уравнение:

$$\Delta U = -Q_v = -Q_p - A = -Q_p - p \Delta v = -Q_p - \Delta n R T.$$

Перепишем выражение

$$-Q_p = \Delta U + A = \Delta U + p \Delta v = \Delta U + \Delta n R T.$$

Выражение $\Delta U + A$ называется **изменением энтальпии** и обозначается ΔH . Следовательно,

$$\Delta H = -Q_p.$$

Теперь просим учащихся записать словами, что такое изменение энтальпии. Через минуту преподаватель показывает на экране, что изменение энтальпии равно изобарному тепловому эффекту, взятому с обратным знаком, или изменение энтальпии равно изменению внутренней энергии плюс работа расширения и т.д. Изменение энтальпии изображается на энтальпийной диаграмме, сходной с диаграммой изменения внутренней энергии. Этот рисунок учащиеся также самостоятельно рисуют в своих конспектах. Заметим, что при неспешной записи формул учащиеся начинают хорошо разбираться в смысле понятия “изменение энтальпии”, что не обнаруживается при изучении этой темы по учебникам.

Энергия активации. Теперь преподаватель, как бы случайно, задает вопрос: “Если энергетический уровень исходных веществ выше уров-

ния продуктов, то почему исходные вещества не мгновенно переходят на энергетический уровень продуктов? У кого есть какие-либо объяснения или предположения?”. Конечно, самое простое предположить, что переходу исходных веществ с верхнего уровня на нижний мешает некоторое препятствие или **энергетический барьер**. Этот энергетический барьер сдерживает переход исходных веществ в продукты и является одним из факторов, определяющих скорость химической реакции.

Энтальпийная диаграмма реакции с энергетическим барьером изображена на **рис. 3-5**. Чтобы исходным веществам перейти на уровень продуктов, им необходимо получить определенное количество энергии, позволяющее им подняться на вершину барьера и оттуда “скачнуть” на нижний уровень. Очевидно, не все исходные вещества (молекулы или другие частицы) обладают такой избыточной энергией, иначе исходные вещества мгновенно перешли бы в продукты реакции.

Та энергия, которая необходима исходным веществам для преодоления энергетического барьера, называется **энергией активации** E_a . Величина энергии активации равна высоте этого барьера и зависит от многих условий прохождения реакции. Если для трех разных условий реакции энергии активации различны, $E_{a3} > E_{a2} > E_{a1}$, то реакция с самой высокой энергией активации E_{a3} будет самой медленной, а реакция с самой низкой энергией активации E_{a1} - самой быстрой.

Введение энергии активации показывает пример методики **опережающего обучения** (“забегание вперед”). Через некоторое время преподаватель при обсуждении зависимости скорости реакции от температуры возвратится к рассмотрению энергии активации на более высоком научном уровне (формула Аррениуса).

Преподаватель задает вопрос: как можно понизить энергию активации и, тем самым, ускорить реакцию. Обычно учащиеся почти сразу отвечают, что для этого следует ввести в зону реакции **катализатор**. Так, если в пробирку с цинком и кислотой добавить кристаллик сульфата меди (медного купороса), то “растворение” цинка заметно ускорится (строго говоря, сульфат меди не катализатор, так как на цинке осаждаются кристаллы меди и образуется гальванический элемент). “А как можно замедлить реакцию и повысить ее энергию активации?” Вещества,

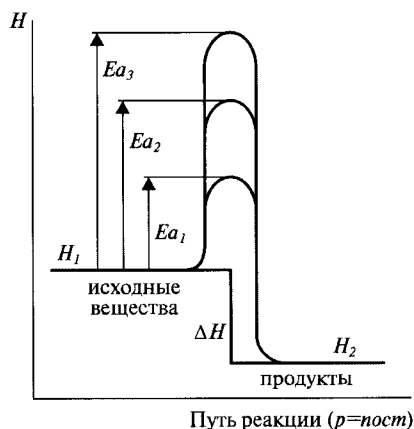


Рис. 3-5. Энтальпийная диаграмма реакции с энергиями активации

замедляющие реакцию и повышающие энергию активации, называются **ингибиторами**.

Закон Гесса. Далее преподаватель задает аудитории вопрос: “Как влияет введение катализатора или ингибитора на изменение энтальпии реакции?”. Можно услышать, что катализатор повышает тепловой эффект реакции, а ингибитор его понижает. Почему? Преподаватель говорит, что при ускорении реакции теплота выделяется за более короткий промежуток времени и кажется, что выделяется большее количество теплоты.

Возвращаясь к энтальпийной диаграмме с энергиями активации, преподаватель спрашивает, как влияет энергия активации на тепловой эффект и изменение энтальпии. Рассматривая энтальпийную диаграмму, учащиеся видят, что **изменение энтальпии не зависит от энергии активации**. Преподаватель спрашивает, что изображают нарисованные барьеры? Это - различные пути реакции. Делается важнейший вывод: **изменение энтальпии и тепловой эффект реакции не зависят от пути прохождения реакции**. Приемом опережающего обучения преподаватель подводит студентов к **закону Гесса**, который будет обсуждаться позже.

Этот пример показывает последовательность использования деятельностного подхода и многостороннего рассмотрения изучаемого объекта в реальном учебно-познавательном процессе, и, в частности, на лекции. Многие преподаватели отзовутся о такой лекции, как излишне длинной и слишком упрощенной. Тем не менее, она приводится в таком виде, давая возможность преподавателю выбрать из материала лекции те фрагменты, которые отвечают подготовленности учащихся.

Не все преподаватели принимают подобную методику изучения. Многие преподаватели считают, что лекция должна носить строгий характер, и такое общение с учащимися на лекции недопустимо. Другие преподаватели, замечают, что такая методика требует больших затрат времени, и то, что сообщается на одной такой лекции, на традиционной (информационной) лекции занимает всего около 20 минут времени и даже меньше. Но выбор той или иной методики зависит от цели обучения. Если поставлена цель формирования творческого химического мышления, то методика обучения должна основываться на деятельностном подходе и многостороннем рассмотрении изучаемого объекта (реакция и вещество).

Кто-то из преподавателей других вузов, присутствовавших на лекции, назвал такую лекцию “винегретом”. На это можно ответить - винегрет для того и готовят, чтобы пища была вкуснее, чем съедаемые отдельно свекла, морковь, картошка и соленые огурцы.

Конкретное приложение методики деятельностного подхода и многостороннего рассмотрения химического объекта можно было бы продолжить и дальше, переходя от темы к теме, и охватить весь предуд-

смотренный учебной программой материал. Отбор содержания и его разделение на последовательные фрагменты при многостороннем рассмотрении изучаемого объекта трудоемко для преподавателя. Такая лекция также утомительна и для учащегося. Многосторонний ответ учащегося на начальной стадии обучения оказывается недостижимым. Для учащихся лекция или семинар, построенные по этой методике, требуют высоких умственных усилий и непрерывающегося внимания. После таких занятий учащиеся говорят, как об усталости, так и об ощущении радости от показанных достижений.

Свойства галогенов. В качестве примера системного изложения учебного материала в заключительном периоде изучения курса химии опишем последовательность построения обзора по свойствам галогенов: положение в периодической таблице, строение ядра, распространенность в природе, устойчивость атомных ядер и устойчивость природных веществ, соединения галогенов в природе, в промышленности, сельском хозяйстве и в быту, распределение электронов по энергетическим уровням и подуровням атомов, энергия ионизации атомов, свойства двухатомных молекул (энергия связи и т.п.), реакции с водородом, их механизм, водные растворы галогеноводородов, изменение силы кислот при переходе "вниз" по подгруппе, взаимодействие галогенов с водой, кислородсодержащие кислоты; аномальные свойства фтора, фторхлорсодержащие органические вещества; тефлоны, фреоны, заменители крови, фтор и зубы, водородные связи в растворе HF ; свойства кислородсодержащих кислот хлора, хлорная кислота (термодинамически самая сильная кислота и самый сильный окислитель, но в реакциях в водных растворах реагирует медленно вследствие плотного окружения атома хлора атомами кислорода, энтропия активации); хлорноватистая кислота (слабая кислота и слабый окислитель, но, в связи с доступностью атома хлора, окислительно-восстановительные реакции с ее участием проходят быстро), хлорирование воды, сравнение с озонированием, хлорид натрия, добыча, пищевое использование, опасность для организма при избытке потребления, влияние на растения, антигололёдное средство, хлор в верхних слоях атмосферы; бром в природе, медицинское средство; йодирование пищи.

Та или иная последовательность представления содержания обучения диктуется не только дидактическими принципами доступности и систематичности, но и принципом подобия системы учебной дисциплины системе изучаемой науки. Главное требование к возможному варианту последовательности введения материала заключается в том, чтобы в сознании учащегося закреплялась система изучаемой науки, как совокупность ее учений и связей между ними.

Вопросы и задания

1. Перечислите преимущества и недостатки прямолинейного и спирального способов изучения материала.

2. Не могли бы вы, кроме прямолинейного и спирального способов изложения учебного материала, предложить другие, новые?

3. Вспомните темы изученных вами курсов химии или отдельные понятия, которые вводились прямолинейным или спиральным способами.

4. Предложите темы или понятия курса химии, которые вы рекомендовали бы вводить линейным или концентрическим способами.

5. Составьте подробный конспект лекции по химии элементов одной из главных подгрупп 5 и 6 групп элементов и по химии железа и марганца.

Рекомендуемая литература

1. Зорина Л.Я. Дидактические основы формирования системности знаний старшеклассников. - М.: - 1978. - 128 с.

2. Зайцев О.С. Неорганическая химия. - М.: - 2006. - 508 с.

3. Зайцев О.С. Химия. - М.: - 2008. - 544 с.

3.2. Последовательность изучения на основе логики науки

Методологической и учебной литературой используется понятие “логика науки” при описании систем и последовательности рассмотрения объектов и всего учебного материала в целом. Изучение любого объекта подчинено его системе и связям между элементами (частями) этого объекта, их взаимодействиям и взаимовлияниям, т.е. **внутренней логике объекта** или, что то же, **логике науки**. Иногда употребляются близкие по смыслу понятия: логика научного рассмотрения объекта, внутренняя логика науки и некоторые другие. Выделение и использование логик науки в учебных целях подчинено субъективным интересам автора учебника и преподавателя. Немаловажно и то, что в одном курсе или в одном учебнике автор может пользоваться различными логиками, совмещая их.

Может быть выделено несколько логик науки, что зависит от состояния науки в данный момент времени, и поэтому одни логики науки сменяют другие и возникают новые. Так, **логика Д.И. Менделеева**, в соответствии с которой он рассматривал учебный материал по неорганической химии, резко отличается от логики его предшественников и, в свою очередь, отличается от логики современного учебника химии.

Как построить учебник или лекцию, с чего начинать обсуждение химического объекта - с вещества, а затем переходить к реакциям или, наоборот, обсуждать реакции и на их основе рассказывать о веществе?

Если принимается определение химии как **науки о превращениях веществ**, то рассмотрение (изучение, описание) химического объекта

начинается с термодинамических представлений (энтальпия и изобарный потенциал образования данного вещества из простых и сложных веществ, его термодинамическая стабильность, возможности взаимодействия с другими веществами и т. п.), затем следует переход к кинетическим представлениям (скорость, порядок реакции, молекулярность, энергия активации, механизм реакций, методы ускорения и замедления реакции), далее - к структурному описанию объекта (электронное строение составляющих атомов, виды химических связей, межъядерные расстояния, углы между связями, кристаллическая структура и т.п.) и, наконец, - к сравнению с другими веществами, в которых отдаленные атомы заменены на атомы элементов, соседних по периодической таблице Д. И. Менделеева.

Важным в построении курса химии и в формировании у учащихся современной химической картины природы является последовательность (очередность) в изучении теоретических основ учений науки. Ниже приводятся некоторые последовательности изучения блоков строения вещества, термодинамики, кинетики и периодичности (химия элементов и их соединений) (табл. 3-1).

Варианты 1, 2, 3 и даже 5 не принимаются многими преподавателями, а вариант 4 кажется им наиболее приемлемым. Когда в учебнике приводится определение химии, как науки о веществах и их превращениях, то это предписывает рассматривать сначала строение и свойства вещества и затем его участие в химической реакции. Это определение диктует последовательность "вещество - реакция". Однако химия наших дней - это наука о химических превращениях веществ, т.е. о химической реакции, и этому должна быть подчинена последовательность изучения материала "реакция-вещество".

Уровень знаний выпускников средней школы о строении вещества вполне достаточен для возможности этой последовательности изуче-

Таблица. 3-1

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4	Вариант 5
Периодичность	Строение	Строение	Строение	Термодинамика
Кинетика	Кинетика	Периодичность	Термодинамика	Кинетика
Термодинамика	Периодичность	Кинетика	Кинетика	Строение
Строение	Термодинамика	Термодинамика	Периодичность	Периодичность

ния курса химии. На таком построении курса сказывается и психологический эффект обучения студентов: изучение с первых дней нового и трудного материала повышает осознание того, что курс обещает быть трудным для усвоения, что усиливает активность студентов. Если начинать изучение курса со строения вещества, приходится повторять некоторые знакомые студентам положения и, кроме того, лабораторные практикумы по химии значительно лучше обеспечивают изучение химического процесса, чем строения вещества.

В реальных системах невозможны подсистемы (элементы систем), которые были бы полностью равны по своей значимости для функционирования системы и всегда происходит некоторое подчинение одной подсистемы другой (иерархия). Это позволяет располагать, казалось бы, одинаково значимые элементы системы (учения химии) в некоторой последовательности.

При изучении закономерностей прохождения химических реакций следует определить, какая область химии - термодинамика или кинетика - должна изучаться сначала. Химическая термодинамика устанавливает принципиальную осуществимость реакции, а химическая кинетика - осуществимость термодинамически разрешенной реакции. Поэтому при изучении закономерностей прохождения химических процессов на первом месте выступают термодинамические, а на втором - кинетические представления. Этим условиям отвечает вариант 5 последовательности изучения: термодинамика - кинетика - строение - периодичность.

В последнее время из-за возросшего интереса к открытым системам кинетика химических реакций выходит на первое место. Это в наибольшей степени касается природных и стационарных условий прохождения реакции. Поэтому, возможно, в будущем последовательность "термодинамика - кинетика" будет заменена на последовательность "кинетика - термодинамика".

Несмотря на научно обоснованную последовательность изучения содержания курса химии, при изложении основ термодинамики и кинетики очень желательно, чтобы преподаватель одновременно привлекал сведения из строения вещества и учения о периодичности. В самом деле, без знания теории строения вещества нельзя обсуждать вопросы о направлении и скорости реакций; выводы о строении вещества не мыслимы без сведений об энергии связи или энергии кристаллической решетки; в свою очередь, энергии химических связей обуславливают тепловой эффект реакции, ее скорость и тот или иной механизм реакции. Последовательность изучения химических элементов подчиняется распределению электронов по энергетическим уровням и подуровням атома.

Ниже приведены возможные последовательности обсуждения содержания некоторых блоков (учений) курса общей химии.

Химическая термодинамика (направление реакций): число Авогадро, моль, теплоемкость, тепловые эффекты реакций Q_v и Q_p , нормальные и стандартные условия, газовые законы, газовая постоянная, постоянная Больцмана, работа расширения газа, изменения внутренней энергии ΔU и энтальпии ΔH , ожидаемое глобальное потепление (похолодание), энтальпии образования и сгорания, закон Гесса, равновесие, константа равновесия, концентрационная и термодинамическая константы равновесия, константа равновесия реакции с участием воды и кристаллического вещества, принцип Ле Шателье, энтропия S , изменение изобарного потенциала ΔG , направление реакции, устойчивость вещества, распространенность веществ в природе, связь константы равновесия с изобарным потенциалом реакции, расчет изменений энтальпии и энтропии реакции, метастабильное состояние, правило фаз Гиббса, диаграмма состояния воды, коллигативные свойства растворов, законы Рауля, криоскопия, идеальные растворы, связь отклонений от идеальности с процессами в растворах, осмотическое давление, обратный осмос, равновесия в растворах электролитов, ионное произведение воды, изменения энтальпии и энтропии при диссоциации воды, расчет pH среды раствора, гидролиз иона, кислотные дожди, амфотерные переходы, влияние среды раствора на состав иона, буферные растворы, буферная емкость (природные воды, кровь), влияние разбавления раствора, кислотно-основное титрование, окислительно-восстановительные реакции, электродные потенциалы, стандартный электродный потенциал, возможность прохождения окислительно-восстановительной реакции, эдс реакции, формула Нернста, $E-pH$ диаграммы (диаграммы Пурбе), реакции на границе металл - раствор, концентрационные элементы, определение pH раствора, важнейшие окислители и восстановители, их устойчивость, термодинамическая возможность прохождения окислительно-восстановительных реакций, реакции с участием минеральных и органических веществ, подбор стехиометрических коэффициентов уравнения и определение числа участвующих электронов (продукты реакции предлагает преподаватель!), загрязняющие и не загрязняющие природу (чистые) окислители, озон, пероксид водорода и реакции их образования, разложения и с их участием, очистка воды озонированием и хлорированием, кислородные кислоты хлора, их термодинамические и кинетические свойства как окислителей, перманганат-ион в растворах различных pH , соединения серы с водородом (сероводород) и кислородом и их участие в окислительно-восстановительных реакциях, равновесия в растворах комплексных соединений, константы нестойкости и устойчивости, концентрации ионов в растворе комплексных солей, теория сильных электролитов, растворимость и произведение растворимости и их определение, коррозия, электролиз, аккумуляторы, открытые системы, флуктуация, бифуркация, диссипация, процессы в неравновесных условиях, самоорганизация, реакции при $\Delta G > 0$, сопря-

женные реакции, процессы в живых и растительных системах, мутации, эволюция, учения В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере.

Химическая кинетика (скорость реакций): зависимость скорости реакции от условий, распределение частиц по энергиям (скоростям), зависимость скорости реакции от температуры, энергия активации (истинная и эффективная), уравнение Аррениуса, расчет энергии активации, влияние строения молекул на скорость реакции, энтропия активации, основное уравнение химической кинетики, катализ, ферменты, автокатализ, влияние катализатора на концентрационную константу равновесия, экспериментально определяемая зависимость скорости от концентраций реагирующих веществ, кинетическое уравнение реакции, порядок реакции и его определение, молекулярность (молекулярность) реакции, изменение порядка реакции при изменении концентрации, реакции нулевого и первого порядка, радиоактивный распад, период полураспада (полурасложения), скорость разложения загрязнителей природных вод, скорость реакции в стационарном состоянии, простые и сложные реакции, механизм простейших реакций, последовательные и параллельные реакции, лимитирующая стадия и общий (эффективный) порядок реакции, цепные реакции, периодические (колебательные) и циклические реакции, круговороты веществ, диффузия, термодиффузия, влияние ионной силы раствора на скорость реакции, реакции в верхних слоях атмосферы, реакции в высокодисперсном состоянии вещества, твердофазные реакции.

Строение вещества: материя, время, поле и вещество, элементарные частицы, строение ядра атома, распространенность ядер атомов, изотопы, квантовые числа, правила Паули, Гунда, Клечковского, корпускулярно-волновая двойственность (дуализм), распределение электронов по энергетическим уровням и подуровням атома, валентность, первые энергии ионизации атомов, периодический закон Д.М. Менделеева, магнитные свойства атомов и ионов, принцип неопределенности, орбиталь, метод валентных связей, гибридизация орбиталей, модели (форма) *s*-, *p*- и *d*-орбиталей, углы между связями, межъядерные расстояния, тетраэдр и октаэдр, σ - и π -связи, одинарная, двойная и тройная связи, неполярная и полярная связи, донорно-акцепторный и ковалентный механизмы образования связи, модели молекул аммиака, воды, метана, этана, этилена, ацетилен, фуллеренов, нанотрубок, модели ионов аммония и оксония, модели кристаллов льда, алмаза, графита, графена, водородная связь, сравнение свойств соединений с водородом элементов 6 и 7 главной подгрупп элементов, межмолекулярные взаимодействия (силы Ван-дер-Ваальса), разрыхляющая и связывающая энергетические уровни молекулярных (молекулярных) орбиталей, молекулярные орбитали простейших молекул и их свойства (энергии связей, межъядерные расстояния, магнитные свойства, парамагнетизм кислорода), теории поля лигандов и кристаллического поля, строение комплексных соединений, комплексообразователь,

лиганд, координационное число, РНК, ДНК, хлорофилл, гемоглобин, двойные соли, гидраты, изомерия, дисперсные системы, лиофильные и лиофобные системы, суспензия, золь, гранула, мицелла, коагуляция, седиментация, пептизация, термодинамический и кинетический потенциалы, диализ, электрофорез, электроосмос, потенциал течения, гель, эмульсия, коалесценция, пена, аэрозоль, дым, туман, облако, адсорбция, глобальное запыление, расклинивающее действие, образование кристалла, строение кристаллов, кристаллическая решетка, элементарная ячейка, энергия кристаллической решетки, дефект, вакансии, соединения переменного состава, анизотропия, полиморфизм, изоморфизм, твердые растворы, диамагнетизм, парамагнетизм, ферромагнетизм, антиферромагнетизм, ферримагнетизм, доменная структура, гидрат метана, жидкие кристаллы, металлическая связь, проводимость, сверхпроводимость, уровни организации вещества.

Строение вещества целесообразно изучать, последовательно перемещаясь от одного уровня организации вещества к другому. Наиболее часто в учебниках химии рассмотрение начинают со строения атома и затем переходят к строению молекул. Положение же разделов, связанных с другими уровнями, бывает произвольным. Например, вопросы радиохимии (уровень элементарных частиц и ядерный уровень) можно встретить в конце книги. Коллоидное состояние вещества некоторые авторы рассматривают перед обсуждением строения и свойств комплексных соединений.

Можно выделить другую логику изучения вещества - от фазового состояния вещества с низкой степенью упорядоченности и высокой энтропией (газ) к фазовому состоянию с высокой степенью упорядоченности и низкой энтропией (кристалл, живое вещество). Эта логика изучения вещества основывается на фазовых (агрегатных) состояниях вещества. Возможны две последовательности: “газ - жидкость - кристалл”, и “кристалл - жидкость - газ”. Выбор направления рассмотрения от газа к кристаллу и наоборот, не имеет особого значения. Несмотря на очевидность такой логики рассмотрения вещества, она иногда не соблюдается. Для показа эволюции Вселенной предпочтителен переход “газ - жидкость - кристалл”, который соответствует понижению температуры космической среды во времени. Этому направлению изучения соответствует повышение давления среды, а также рост упорядоченности в состоянии вещества.

Химия элементов. Последовательность изучения химии элементов должна подчиняться периодической таблице Д.И. Менделеева. Химию элементов и их соединений желательно представлять как химию реакций с участием соответствующих периодической таблице веществ. Свойства могут быть найдены преподавателем из приведенных выше описаний содержания трех учений науки (для курса общей химии). Изложение свойств элементов и их соединений с описаниями их реакций вызывает недовольство преподавателей.

Д.И. Менделеев в 3-м издании “Основ химии” (1877 год) предложил следующую последовательность расположения материала.

1. Вещества и явления, изучаемые химией.
2. Первые законы химии. О вечности вещества, простых телах, и химической энергии.
3. О воде в природе и ее физических свойствах.
4. О соединениях воды и особенно о растворах.
5. О разложении воды и водороде.
6. Кислород.
7. Окислы.
8. Двойные разложения воды и определение ея состава.
9. Озон и перекись водорода.
10. Атомистическая гипотеза о строении вещества. Закон паев.
11. Азот и воздух.
12. Аммиак или азотистый водород, NH^3 .
13. Кислородные соединения азота.
14. Законы объемных отношений. Понятие о частице.
15. Углерод.
16. Соединения углерода с водородом, или углеродистые водороды.
17. Соединения углерода с кислородом.
18. Углеазотистые соединения.
19. Горение.
20. Хлористый натрий и хлористый водород.
21. Хлор и его кислородные соединения.
22. Фтор, бром, йод.
23. Натрий (или содий).
24. Калий (или потасий) и другие щелочные металлы.
25. О теплоте.
26. Щелочно-земельные металлы и их соединения.
27. Сходство элементов и их система.
28. Цинк, кадмий и ртуть.
29. Бор.
30. Алюминий или глиний.
31. Галлий, индий, талий, церитовые и гадолинитовые металлы.
32. Кремний или силиций.
33. Олово, свинец, титан, циркон и торий.
34. Фосфор.
35. Аналоги фосфора: мышьяк, сурьма, висмут, ванадий, ниобий, тантал.
36. Сера и ее соединения с металлами.
37. Окисленные соединения серы.
38. Сернистые соединения углерода, хлора и азота.
39. Аналоги серы: селен и теллур. Хром, молибден, вольфрам и уран.
40. Железо.

41. Аналоги железа: кобальт, никкель и марганец.
 42. Медь и серебро.
 43. Платина и ее спутники: палладий, родий, рутений, иридий и осмий.
 44. Золото.
- Указатель элементов.
Азбучный указатель.
Периодическая система элементов.

Предложенная Д.И. Менделеевым последовательность перешла в отечественные и зарубежные учебники химии и отчасти сохранена в современных учебниках. В ряде современных учебников общей химии обсуждение химии элементов главных подгрупп начинается с VII группы и продолжается в последовательности: VI - V - IV - III - II - I группы элементов. Авторы учебников не объясняют причин выбранной ими последовательности, которая противоречит не только нумерации групп периодической системы и последовательности изменения свойств элементов в периодах, но и заполнению электронами энергетических уровней и подуровней атомов элементов.

Следует элементы изучать в последовательности заполнения *s*- и *p*-подуровней, что соответствует переходу от элементов I группы к элементам VIII группы. В таком же порядке целесообразно располагать материал и по химии *d*- и *f*-элементов. Такая последовательность изучения химии элементов понятна преподавателям и учащимся. Она соответствует естественному ходу усложнения системы электронов в атоме, способствует усвоению электронного строения атома и уяснению зависимости между электронным строением атома и свойствами элементов и их соединений (простейших). Последовательность рассмотрения элементов в соответствии с периодической системой (таблицей) элементов представляет логику химической науки.

Последовательность изучения химии какого-либо элемента может быть такой: строение ядра атома и атома, простые вещества, соединения с водородом, соединения с кислородом, оксиды, гидроксиды, основания, кислоты, соли, комплексные соединения. Содержание каждого пункта этой последовательности содержит термодинамические, кинетические и структурные представления.

Несмотря на важность использования логик химической науки, часто оказывается полезным и необходимым **опережающее изучение** материала, что в некоторой степени нарушает выбранные последовательности изучения. Например, первоначальное знакомство с энергией активации может быть дано при изучении закона Гесса и т.п. Причины использования опережающего изложения объясняются тем, что преподаватель вынужден, показывая систему изучаемого объекта, отмечать связи данного объекта с объектами будущего учебного материала. Опережающий материал, благодаря новизне или необычности,

хорошо усваивается учащимися. Этому способствует последующее, желательно неотдаленное и неоднократное, но более глубокое возвращение к ранее обсуждавшимся вопросам.

Вопросы и задания

1. Что вы понимаете под выражением “логика науки”?

2. В “Курсе неорганической химии” Г. Реми (М.: - 1965. Пер. с нем.) дано следующее определение химии: “Химия - наука, занимающаяся изучением распространенности, добычи и искусственного приготовления веществ; она изучает также их состав, свойства, превращения и, кроме того, те явления, причины и закономерности, которые находятся в связи с этими превращениями”. В чем состоит некорректность этого определения химической науки? Какие по значимости признаки химии помещены после слов “также” и “кроме того”? Расположите перечисленные в приведенном определении признаки в порядке понижения их значимости. Перестройте приведенное определение химии по логическим правилам формулирования определений.

3. Опишите последовательность изучения материала какой-либо темы в соответствии с принимаемым вами определением химии.

4. Просмотрите приведенное выше оглавление к “Основам химии” Д.И. Менделеева и выделите различия в последовательности Д.И. Менделеева и какого-либо современного учебника общей химии. Объясните причины.

5. Ни Д.И. Менделеев, ни его продолжатели не объясняют, почему “Основы химии” (1877 год) начинается с воды и водорода, затем следуют, в порядке снижения (!?) молярных масс элементов, кислород, азот, углерод. Далее совершается переход к галогенам, щелочным и щелочноземельным элементам. ...цинк, ... бор, алюминий, ...кремний, .. фосфор, сера, ... железо... Вы можете объяснить эту последовательность?

6. Откройте “Основы химии” Д.И. Менделеева или оглавление учебника, выберете те места учебника, в которых говорится о теоретических вопросах химии, и расположите эти вопросы в последовательности, предложенной Д.И. Менделеева. Объясните, почему Д.И. Менделеев так распределил теоретические основы химии среди сведений о свойствах веществ. Какие теоретические положения химии сегодня не обсуждаются в учебниках? Что нового появилось в учебниках химии через полтора века после выхода учебника Д.И. Менделеева?

7. Откройте любой курс химии (в том числе учебники Б.В. Некрасова или Н.Л. Глинки), определите общую последовательность изложения материала и объясните, почему автор придерживается именно своей последовательности.

8. Откройте переведенный и написанный группой американских авторов учебник “Химия и общество” (М.: - 1995. - 543 с.) и оцените

его содержание по систематичности, системности и по соблюдению логики химической науки. Насколько согласован учебный материал, предлагаемый в отдельных главах? Смогли бы вы заниматься по этому учебнику, будете ли вы рекомендовать вашим учащимся работать по этому учебнику, стали бы вы писать подобный учебник? Перечислите обнаруженные вами недостатки и преимущества этого учебника.

Рекомендуемая литература

1. Теоретические основы содержания общего среднего образования. Под ред. В.В. Краевского и И.Я. Лернера. - М.: - 1983. - С. 312-328.
2. Сохор А.М. Логическая структура учебного материала. - М.: - 1974. - 192 с.
3. Кедров Б.М. Общий ход познания вещества // Вопросы философии. - 1965. - № 7. - С. 92-103.
4. Менделеев Д. Основы химии. 3-е издание. - СПб.: - 1877. - 1432 с.
5. Сергеева Т.А., Решетова З.А. Системное построение курса общей химии // Вестник высшей школы. - 1978. - № 11. - С. 33-37.

Глава 4

Методы обучения химии

4.1. Понятие метода обучения и систематизация методов

Достижение поставленной цели обучения зависит не только от выбранного содержания, но и от **методов обучения**. Слово “метод” означает способ достижения цели деятельностью. Методы обучения - виды деятельности преподавателя и учащихся, направленные на усвоение содержания обучения и творческое овладение знаниями. С изменением целей обучения изменяются и методы обучения.

Содержание, методы и средства обучения образуют целостную систему обучения, потому что изъятие одного элемента из этой системы ее разрушает. Система обучения проявляется в том, что изменение содержания приводит к изменению метода обучения, и изменение в методе обучения вызывает изменение в содержании обучения. Методы обучения проявляют себя в организационных формах обучения - лекциях, семинарах, лабораторном практикуме и во внеаудиторной работе. То же самое касается и средств обучения, контроля и оценки усвоенных знаний. Об этих, казалось бы, очевидных методических положениях преподаватели часто забывают.

В высшей и средней школе применялись и применяются различные методы обучения, но наиболее часто - методы исследовательского, проблемного, программированного, алгоритмизированного обучения и другие. Предложено много различных классификаций методов обучения. Изучение их показывает, что каждая из них проведена по неполным и перекрывающимся основаниям. Многообразие различных характеристик методов обучения, большое число оснований для их классификации показывает их многосторонность и необходимость использовать в учебном процессе различные методы обучения. Если поставлена цель формирования творческого мышления, следует найти те методы обучения, которые способствуют формированию этого типа мышления.

В психологии мышление рассматривается как деятельность, поэтому мышление и деятельность имеют схожие структуры, и при выборе методов обучения имеет смысл исходить из теории деятельности человека. Решающую роль в усвоении знания играет **ориентировочная основа** действия и деятельности, которая представляет собой **систему ориентиров** (указаний), даваемых преподавателем или самостоятельно выделяемых учащимся при помощи знаний, которые были им ранее усвоены. Эффективность ориентировочной основы зависит от степени обобщенности знаний и от полноты отражения в ней условий, определяющих успешность познавательной деятельности и всего обучения в целом. Эти условия и есть те ориентиры, которые даются препода-

давателем обучаемому в том или ином числе, зависящем от многих факторов (цели обучения, исходный уровень знаний, новизна материала, темп прохождения материала, индивидуальные качества учащихся и преподавателя и т.п.).

Целесообразно в качестве основы **систематизации** методов обучения взять **число ориентиров**, которое дается преподавателем или учебником. Если расположить методы обучения в порядке понижения числа даваемых ориентиров, то получится следующая последовательность методов обучения, или, для краткости, просто “обучения”: 1). Алгоритмизированное; 2). Программированное по линейным программам; 3). Программированное по разветвленным программам; 4). Проблемно-программированное; 5). Проблемное; 6). Поисковое; 7). Исследовательское (**рис. 4-1**).

В том же направлении происходит увеличение степени **обобщенности** ориентиров, и в частности, их построения на основе методов науки и четырех учений химии, самом обобщенным ориентиром. Одновременно в том же направлении происходит усиление степени **самостоятельности** учащихся в познавательной деятельности и усиление их творческой активности. Эта последовательность методов обучения, систематизированная по числу ориентиров, т.е. по уровню самостоятельности и творческой активности учащихся, соответствует предложенным этапам обучения химии: блочному, смешанному и системному.

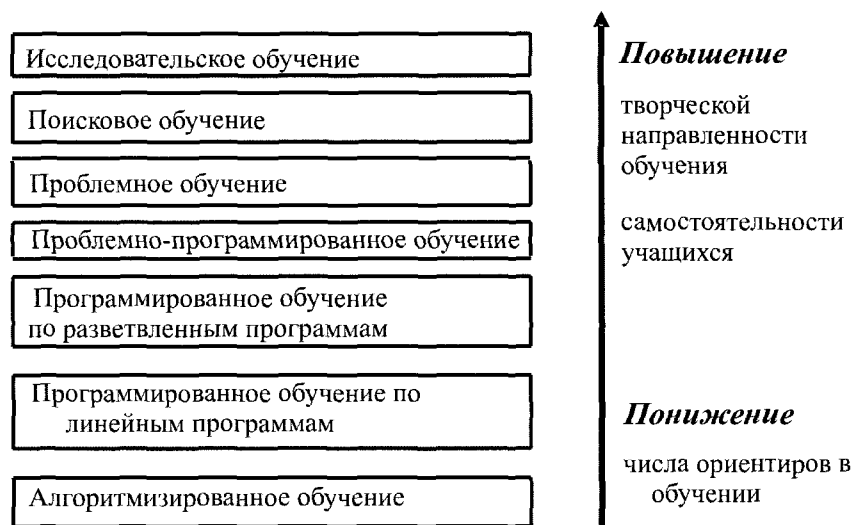


Рис. 4-1. Систематизация методов обучения

При переходе от алгоритмизированного обучения к исследовательскому изменяется не только число ориентиров, но и научный характер их содержания. При алгоритмизированном обучении даются предписания к выполнению операций и действий, касающихся узких вопросов науки. При исследовательском обучении ориентиры представлены в виде системы изучаемой науки, ее учений и внутридисциплинарных и междисциплинарных связей.

Выбор метода зависит от этапа изучения курса химии. На этапе почленного изучения предпочтение отдается жесткому управлению познавательной деятельностью и алгоритмизированному (и программированному) обучению. На этапе смешанного изучения в большей мере используется проблемное обучение. На последнем, системном изучении вводится исследовательское обучение.

Вопросы и задания

1. Просмотрите учебники по педагогике и методике преподавания. Составьте таблицу методов обучения, выделите основание для классификации и распределите методы по классам. Сравните вашу классификацию с классификациями других авторов. Обсудите преимущества и недостатки различных методов классификации.

2. Вспомните, как вы изучали химию. Какие методы обучения использовали ваши преподаватели?

3. Когда вы станете преподавать, какими методами обучения вы будете пользоваться?

4. Откройте учебник химии. Выберите любую главу. Каким методом обучения автор предполагал пользоваться при изучении предложенного им учебного материала? Какими методами обучения пользовались бы вы?

5. Как вы считаете, главы учебника должны изучаться одним или различными методами?

Рекомендуемая литература

1. Шаповаленко С.Г. Методика обучения химии в восьмилетней и средней школе. - М.: - 1963. - С. 210-326.

2. Лернер И.Я. Дидактические основы методов обучения. - М.: - 1981. - 186 с.

3. Общая методика обучения химии. Под. ред. Л.А. Цветкова. Т. 1. - М.: - 1981. - С. 83-89.

4. Педагогика. Под ред. Ю.К. Бабанского. - М.: - 1983. - С. 177.

5. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. - М.: - 1984. - 344 с.

6. Чернобельская Г. М. Что происходит с методами обучения химии // Химия в школе - 1997. - № 5. - С. 2-8.

7. Бабанский Ю.К. Методы обучения в современной образовательной школе. - М.: - 1985. - 208 с.

8. Якиманская И.С. Развивающее обучение. - М.: - 1979. - 144 с.

9. Шамова Т.И. Активизация учения школьников. - М.: - 1982. - 208 с.

10. Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования. - М.: - 1958. - 147 с.

11. Цветков Л.А. Противоречия учебного процесса как фактор развития методов обучения. - В кн.: Проблемы методов обучения в современной общеобразовательной школе. - М.: - 1980. - С. 214-220.
12. Гальперин П.Я. Психология мышления и учение о поэтапном формировании умственных действий. - В кн. "Исследования мышления в советской психологии". - М.: - 1966. - С. 236-277.
13. Сичивица О.М. Методы и формы научного познания. - М.: - 1972. - 95 с.
14. Юдин Э.Г. Деятельность и системность. - В кн.: Системные исследования. - М.: - 1976. - С. 11-37.
15. Якиманская И.С. Развивающее обучение. - М.: - 1979. - 144 с.
16. Шапоринский С.А. Обучение и научное познание. - М.: - 1981. - 208 с.
17. Пономарев Я.А. Психология творчества и педагогика. - М.: - 1976. - 280 с.
18. Марквардт К.Д. Психология обучения в вузе // Вестник высшей школы. - 1968. - № 3. - С. 7-14.
19. Рогожкин О.В. Развитие интеллектуальных умений школьников // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 5. - С. 43-46.
20. Епифанова С.С. Деятельностно-инвариантный подход в химическом образовании // Химия. Методика преподавания. - 2002. - № 6. - С. 17-24.
21. Епифанова С.С. Образовательная программа по химии на основе деятельностной модели обучения // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 3. - С. 13-19.
22. Епифанова С.С. Деятельностная модель обучения естественнонаучным дисциплинам (на примере химии) // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 6. - С. 7-12.
23. Емельянова Е.О. Деятельностный подход в обучении: теория и практика реализации // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 2. - С. 22-27.
24. Ваулина Н.М. О мотивации изучения химии // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 2. - С. 53-59.
25. Лахметкин И.И. Классификация методов обучения химии // Химия в школе. - 1972. - № 5. - С. 22-23.

4.2. Алгоритмизированный метод обучения

Под понятием **алгоритма** понимается строгое предписание для выполнения действия или деятельности, приводящее к обязательному достижению поставленной цели. Алгоритмы широко используются в обучении химии. Алгоритмически выполняются лабораторные работы в большинстве практикумов химии. Учащийся получает строгие команды: прилить, добавить, нагреть, отметить цвет, заметить изменение чего-то, записать и т.п. Большинство преподавателей предпочитает для лабораторных работ этот метод обучения, так как, получив предписание, учащийся работает, не отвлекая преподавателя от его многочисленных учебных дел (проверка выполнения домашних заданий, пересдача неправильно выполненных заданий и т.п.)

Алгоритмически решаются задачи по курсу химии: содержащиеся в условии задачи числовые данные достаточно подставить в известную формулу (а это и есть алгоритм вычисления!), получить ответ и сравнить с ответом, помещенным в конце книги. Правильно выполнен-

ное алгоритмическое предписание приводит к требуемому результату при решении однотипных задач. Законы, принципы, правила, определения и т.п. диктуют, что следует сделать, чтобы ответить на вопрос или решить поставленную задачу. Так, принцип Ле Шателье позволяет определить направление смещения равновесия при изменении условий. Правило произведения растворимости дает возможность предсказать растворение или образование осадка. Формула $\Delta t = K_m$ позволяет рассчитать понижение температуры замерзания раствора по моляльной концентрации частиц. Алгоритмы учащиеся должны выучивать и запоминать.

Моль. Удивительно, но многие студенты - нехимики первого курса не могут дать определение моля, им оказывается непонятным приводимое в школьных учебниках почти дословное определение, взятое из рекомендательного списка научных понятий. Некоторые не понимают, что такое структурная единица, студент может сказать, что в 1 моле содержится 22,4 частицы или $6,02 \cdot 10^{23}$ частиц. Следующие определения моля могут служить алгоритмом для различных расчетов, связанных с единицей количества вещества:

Моль - это:

- 1) единица количества вещества;
- 2) масса вещества в г, численно равная его мольной массе;
- 3) число Авогадро частиц $6,02 \cdot 10^{23}$;
- 4) 22,4 л газообразного вещества при нормальных условиях;
- 5) число молекул в 22,4 л газообразного вещества при нормальных условиях;
- 6) масса одновалентного элемента (металла), образующегося при электролизе после пропускания числа Фарадея электричества (96500 Кл, число Авогадро электронов или однозарядных ионов);
- 7) столько частиц, сколько атомов содержится в 12 г углерода ^{12}C .

Такой алгоритм желательно выучить наизусть. Отметим, что полезно перед тем, как давать алгоритм, рассказать, зачем это знание нужно.

Расчет термодинамических характеристик реакции. Приведем алгоритм простейшего термодинамического расчета, который предлагается после изучения темы по термодинамике химических реакций.

"Вам следует запомнить последовательность расчетов термодинамических характеристик реакции.

1. Записываем уравнение реакции.
2. Из справочника выписываем энтальпии образования из простых веществ $\Delta H_{\text{обр } 298}$ (кДж/моль) и энтропии всех участников реакции ΔS_{298} (Дж/К·моль).
3. Рассчитываем изменение энтальпии в реакции $\Delta H_{\text{р-ции}}$.
4. Выражаем изменение энтальпии в Дж/моль.
5. Рассчитываем изменение энтропии в реакции $\Delta S_{\text{р-ции}}$.

$$G_{\text{р-ции}} = \Delta H_{\text{р-ции}} - T \Delta S_{\text{р-ции}}$$

6. Составляем уравнение зависимости изменения изобарного потенциала реакции от температуры:

$$\Delta G_{p-ции} = \Delta H_{p-ции} - 298 \Delta S_{p-ции}$$

7. Рассчитываем изменение изобарного потенциала при стандартной температуре 298 K:

$$\Delta G_{p-ции\ 298} = -RT \ln K = -8,314 \cdot 298 \cdot 2,303 \lg K = -5705,8 \lg K.$$

Результаты этого расчета покажут, возможна ли реакция при обычных температурах, или устойчиво или не устойчиво вещество, а также в какую сторону смещено равновесие реакции.

8. Вычисляем константу равновесия при стандартной температуре и делаем вывод о смещении равновесия в сторону исходных веществ или продуктов реакции:

9. Рассчитываем изменение изобарного потенциала при другой, не стандартной температуре и делаем вывод о влиянии температуры на равновесие реакции.

10. Рассчитываем константу равновесия при этой температуре.

11. Рассчитываем температуру, при которой прямая и обратная реакции равновероятны, т.е.

$$\Delta G_{p-ции} = \Delta H_{p-ции} - T \Delta S_{p-ции} = 0$$

$$T = -\Delta H_{p-ции} / \Delta S_{p-ции}$$

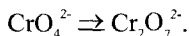
Ниже или выше этой температуры равновесие смещается в ту или другую стороны.

12. Если требуется, продолжите расчеты для нестандартных условий".

Заметим, что в последнее время появились другие обозначения изменения термодинамических свойств реакций: $\Delta_r H_{298}^\circ$, $\Delta_r H_{298}^\circ$, $\Delta_r S_{298}^\circ$, $\Delta_r G_{298}^\circ$ и т.п. Эта символика не отвечает нормам русского языка (например, "изменение реакции энтальпии..."). Зачем изменены привычные символы реакций на "r", "f" и другие? Кроме того, символ "r" некоторые учащиеся путают с также вводимым таким же символом скорости реакции.

Преобразование хромат-иона в дихромат-ион и в противоположном направлении. Изменения состава иона в зависимости от среды раствора, например, превращение хромат-иона в дихромат-ион и наоборот, вызывают трудности у учащихся. Алгоритмическое предписание позволяет заметно повысить качество усвоения этой темы.

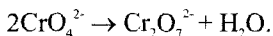
1. Запишите схему процесса:



2. Уравняйте числа атомов металла (хрома) в обеих частях схемы:

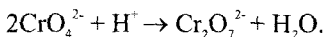


3. В правую часть схемы впишите формулу молекулы воды, так как в правой части меньше атомов кислорода:

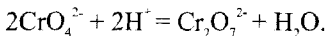


Вода как слабый электролит обуславливает прохождение процесса.

4. Подсчитайте число атомов кислорода в обеих частях схемы уравнения (перед стрелкой и после нее). Если число атомов кислорода в правой части больше, чем в левой, впишите в левую часть уравнения гидроксид-ионы. Если число атомов кислорода справа и слева одинаково, в левой части запишите ион водорода:



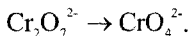
5. Уравняйте числа атомов водорода в правой и левой частях уравнения и замените стрелку на знак равенства:



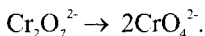
6. Для окончательной проверки правильности составленного уравнения проверьте равенство числа атомов кислорода (еще раз) и зарядов ионов в правой и левой частях уравнения. Если окажется, что сумма зарядов в правой части не равна сумме зарядов в левой части, рассматриваемый процесс не относится к кислотно-основным переходам, а относится к окислительно-восстановительным реакциям, или вы совершили ошибку.

Для составления уравнения обратного перехода дихромат-иона $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ в хромат-ион CrO_4^{2-} нельзя переписать полученное выше уравнение реакции в противоположном направлении, поскольку это будет уравнение гидролиза. Уравнение составляется в той же последовательности.

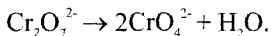
1. Запишите схему процесса



2. Уравняйте число атомов хрома в обеих частях схемы:

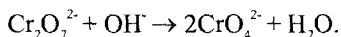


3. В правой части уравнения запишите формулу молекулы воды:

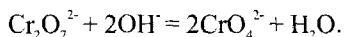


Вода, как продукт подобных реакций, обязательна в уравнении реакции, так как благодаря слабому электролиту - воде - реакции проходят в нужном направлении.

4. Подсчитайте число атомов кислорода в правой и левой частях уравнения. Если число атомов кислорода в правой части схемы больше, чем в левой, записываем в левой части формулу гидроксид-иона:



5. Подсчет числа гидроксид-атомов облегчается, если использовать правило: число гидроксид-ионов OH^- должно в два раза превышать разницу атомов кислорода в формулах анионов $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ и CrO_4^{2-} . Таким образом, составьте уравнение:



6. Проверьте равенство чисел всех атомов и зарядов в правой и левой частях полученного уравнения.

Чтобы убедиться в усвоении алгоритма, преподаватель просит составить уравнение образования трихромат-иона и уравнение обратной реакции.

При алгоритмизированном обучении не обязательно давать краткое предписание. Преподаватель может построить свой рассказ в более свободной манере, но постоянно повторяя командные выражения типа “необходимо”, “обязательно”, “крайне важно” и т.п. Очень полезно основные положения алгоритмизированного объяснения сопровождать краткими записями основных положений на экране.

Гидролиз иона. Непонятно, почему, но учащиеся плохо усваивают написание уравнений гидролиза ионов (не солей!). Алгоритм деятельности следующий.

1. Напишите уравнение диссоциации соли на ионы.

2. Определите, какой из ионов может взаимодействовать с водой с образованием слабого электролита (кислота или основание) и ионов водорода или гидроксида.

3. Составьте уравнение реакции иона с одной молекулой воды с образованием слабой кислоты или основания и ионов гидроксида или водорода. Если ион двух- и более зарядный, уравнение реакции запишите по ступеням. В уравнении реакции по второй ступени в реакции с водой участвует ион, образовавшийся по первой ступени, в уравнении третьей ступени участвует ион, образовавшийся по второй ступени реакции гидролиза. В каждой ступени участвует одна молекула воды!

4. Сделайте вывод о среде (рН) раствора (среда зависит не от образования слабых кислот или оснований, а от ионов гидроксида или во-

дорода!). Среда раствора определяется первой ступенью реакции гидролиз.

5. Если соль при диссоциации в воде образует два иона, реагирующие с водой с образованием слабой кислоты и одновременно слабого основания, в уравнении реакции записываются оба иона и одна молекула воды. Среда раствора близка к нейтральной и зависит от констант диссоциации слабых кислоты и основания.

После предоставления даже такого упрощенного алгоритма усвоение этого простого материала резко улучшается. Уравнения реакций гидролиза следует записывать сокращенным молекульно-ионным способом, так как молекульное уравнение не показывает реальных продуктов реакции, а после испарения воды образуются кристаллы, состав которых узнают анализом. Обсуждавшиеся раньше окислительно-восстановительные реакции (подбор стехиометрических коэффициентов, направление реакции и другие - типичные алгоритмы познавательной деятельности).

Алгоритм не обязательно выражать в словесной форме - многие алгоритмы представляются в виде схем и графиков. Непревзойденным по содержанию алгоритмом является периодическая таблица элементов Д.И. Менделеева, позволяющая описывать свойства атомов одной группы или подгруппы, строение ядер (числа протонов и нейтронов) и их распространенность, распределение электронов по энергетическим уровням и подуровням атома, валентности элементов, формулы простейших веществ и т.п. Задача преподавателя - научить пользоваться этим алгоритмом.

Распределение электронов. Пример алгоритма графического характера - диаграмма распределения электронов по энергетическим уровням и подуровням атома (рис. 4-2).

Эта диаграмма позволяет описать распределение электронов в атоме, предсказать магнитные свойства атомов и атомных ионов, возможные валентности атома и формулы простейших соединений.

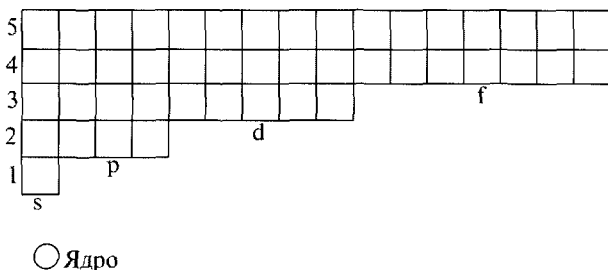


Рис. 4-2. Алгоритм (диаграмма) распределения электронов по энергетическим уровням и подуровням атома

Преподаватель должен сам решить, что он будет давать в виде алгоритма, а что - другими методами обучения. Не всегда подробное объяснение дает лучшие результаты по сравнению с алгоритмом. Приведем один пример. Для понимания диаграммы состояния воды необходимо знание правила фаз. Изучение правила фаз может быть построено двумя путями: 1. Вывод формулы правила фаз. 2. Предоставление учащимся формулы правила фаз с расшифровкой символов. Вывод формулы не сложен, хотя и довольно длителен - не менее 30 минут лекционного времени. На то, чтобы показать формулу правила фаз и ее объяснить требуется около 5 минут. После одного из этих двух путей предоставления правила фаз учащимся давалась диаграмма состояния воды и требовалось для некоторых точек диаграммы определить число фаз и степеней свободы, а также нарисовать кривую нагревания льда от температуры - 10 °С до температуры +110 °С.

Результаты сравнения успешности усвоения удивляют - было обнаружено, что алгоритмизированное изучение привело к более высоким результатам. Возможное объяснение заключается в том, что при объяснительном изучении материала учащимся было неинтересно переписывать с экрана многочисленные формулы, они быстро теряли внимание и пропускали самое главное - заключительное объяснение правила фаз. Поэтому они показали неожиданно низкие результаты. Этот вывод не должен настраивать преподавателя на преимущественное использование метода алгоритмизированного обучения.

Уравнение состояния газа может быть выведено алгоритмизированным приемом постановки мысленного научного исследования и выражения результатов формулой. Найдем зависимость объема газа v от его количества, т.е. от числа молей газа n , температуры T и давления:

$$v = f(n, T, p),$$

поставив три (по числу переменных) серии опытов.

В первой серии опытов изучим зависимость объема газа от числа молей газа при постоянных температуре и давлении. Объем газа v зависит от его количества, т.е. от числа молей газа n . Если при некоторых постоянных температуре и давлении 1 моль газа занимает объем v литров, то при тех же условиях 2 моль газа будут занимать в два раза больший объем, т.е. $2v$. Это говорит о пропорциональной зависимости объема газа от числа его молей, что можно выразить формулой, обозначив знаком $\sim$ пропорциональную зависимость:

$$v \sim n \text{ (при } T = \text{const и } p = \text{const)}$$

Во второй серии опытов изучим зависимость объема газа от температуры при постоянном давлении и для одного и того же количества газа. Изменяя температуру и измеряя объем газа, обнаруживаем, что

увеличение температуры приведет к увеличению объема газа. Зависимость объема газа от температуры (кельвины) можно записать формулой:

$$v \sim T \text{ (при } n = \text{const и } p = \text{const)}$$

В третьей серии опытов изучим зависимость объема газа от давления при постоянных температуре и количестве газа и обнаружим, что увеличение давления приводит к уменьшению объема газа, что можно выразить формулой:

$$v \sim 1/p \text{ (при } T = \text{const и } n = \text{const)}$$

Итак, получены три выражения зависимости объема газа от его количества, температуры и давления:

$$\begin{aligned} v &\sim n \text{ (при } T = \text{const и } p = \text{const}), \\ v &\sim T \text{ (при } n = \text{const и } p = \text{const}), \\ v &\sim 1/p \text{ (при } T = \text{const и } n = \text{const}). \end{aligned}$$

Величина, пропорциональная каждой из нескольких других величин, пропорциональна их произведению:

$$v \sim n \cdot T \cdot 1/p.$$

Для замены знака зависимости на знак равенства в полученную формулу следует ввести коэффициент пропорциональности. Обозначим его буквой R . Тогда

$$v = R \cdot n \cdot T \cdot 1/p$$

или

$$pv = nRT.$$

Это уравнение называется **уравнением состояния идеального газа**, или **уравнением Менделеева-Клапейрона**. Чтобы получить значение R , **универсальной газовой постоянной**, достаточно в это уравнение подставить значения давления p , температуры T для некоторого объема газа v , содержащего n моль вещества.

Подчеркиваем учащимся, что подобный вывод уравнения зависимости универсален и используется во всех науках. Подобный алгоритм можно использовать при выводе основного уравнения химической кинетики, константы скорости и константы равновесия гетерогенной реакции, формулы произведения растворимости и т.п. Этот прием от-

личается своей простотой и относится к логическим приемам вывода формул.

Изобарный потенциал. Приводим краткий (алгоритмизированный) логический вывод представления об изобарно-изотермическом потенциале, или энергии Гиббса $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$:

общая движущая сила реакции = (энергия продуктов реакции - энергия исходных веществ) - (мера беспорядка продуктов реакции - мера беспорядка исходных веществ) = (изменение энергии при постоянном давлении) - (изменение степени беспорядка в системе).

Далее рассуждения дополняются следующими соотношениями:

степень беспорядка пропорциональна температуре,

степень беспорядка пропорциональна энтропии.

Тогда

степень беспорядка пропорциональна произведению TS .

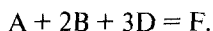
Чтобы поставить знак равенства, следует ввести коэффициент пропорциональности. Так как неизвестно численное значение степени беспорядка, математически разрешено коэффициент пропорциональности включить в степень беспорядка.

Теперь общую движущую силу процесса назовем изменением **изобарного потенциала** и обозначим ΔG . Изменение энергии в системе - это изменение энтальпии ΔH . Поэтому окончательно

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S,$$

и реакция возможна (в изолированной системе) при $\Delta G < 0$. Конечно, такой вывод примитивен, но он не требует дальнейшего пересмотра усвоенных представлений. Заметим, что известный специалист по химической термодинамике и один из основоположников введения ее в курсы общей химии М.Х. Карапетьянц, выступал против терминов “энергия Гиббса” и “энергия Гельмгольца” и за научно более точные термины “изобарный потенциал” и “изохорный потенциал”.

Зависимость скорости реакции от концентрации. По виду уравнения химической реакции предсказать зависимость скорости от концентрации реагирующих веществ невозможно. О зависимости скорости от концентраций можно судить только из экспериментально полученных данных, из которых выводится формула зависимости. Предположим, что некоторая гипотетическая реакция описывается уравнением:



Для нахождения формулы зависимости скорости реакции v от концентраций веществ c

$$v = f(c_A, c_B, c_D)$$

определим зависимости скорости от концентрации отдельно для каждого из трех реагирующих веществ А, В и D. Для этого проведем три серии опытов.

1 серия опытов. При постоянных концентрациях веществ В и D измерим скорость реакции при изменении концентрации вещества А. Предположим, что при увеличении концентрации вещества А в 2 раза скорость реакции возросла в 4 раза. Увеличение концентрации того же вещества А в 3 раза привело к возрастанию скорости в 9 раз. Следовательно, обнаружена зависимость ($\sim$) скорости реакции от концентрации c_A во второй степени:

$$v \sim c_A^2 (c_B = \text{пост}, c_D = \text{пост}).$$

2 серия опытов. Теперь изменим концентрацию вещества В при постоянных концентрациях веществ А и D. Предположим, что при увеличении концентрации вещества В в 2 или 3 раза скорость реакции не изменяется, т.е. скорость не зависит от концентрации вещества В. Это означает, что скорость зависит от концентрации В в нулевой степени:

$$v \sim c_B^0 (c_A = \text{пост}, c_D = \text{пост}).$$

3 серия опытов. Изменим концентрацию D при $c_A = \text{пост}$ и $c_B = \text{пост}$. Опыт показал, что увеличение c_D в 2 раза привело к увеличению скорости в 2 раза, а увеличение c_D в 3 раза привело к увеличению скорости реакции в 3 раза. Следовательно:

$$v \sim c_D^1 (c_A = \text{пост}, c_B = \text{пост}).$$

Итак, получено три зависимости скорости от концентрации трех реагирующих веществ:

$$v \sim c_A^2 (c_B = \text{пост}, c_D = \text{пост}),$$

$$v \sim c_B^0 (c_A = \text{пост}, c_D = \text{пост}),$$

$$v \sim c_D^1 (c_A = \text{пост}, c_B = \text{пост}).$$

Эти зависимости можно объединить в одну - в виде произведения концентраций, в которой сохраняются выведенные ранее зависимости скорости от концентрации отдельных веществ:

$$v \sim c_A^2 \cdot c_B^0 \cdot c_D^1.$$

Следующий шаг вывода формулы заключается в том, чтобы вместо символа зависимости $\sim$ поставить знак равенства, но для этого следует ввести в уравнение коэффициент пропорциональности k , который называется константой скорости химической реакции:

$$v = k \cdot c_A^2 \cdot c_B^0 \cdot c_D^1.$$

Чтобы найти численное значение константы скорости можно провести опыт, при котором все концентрации c_A , c_B и c_D равны 1. В этом случае коэффициент пропорциональности k будет равен скорости реакции v . Можно провести эксперимент при таких значениях концентраций, при которых их произведение было бы равным 1. Проще всего константу скорости рассчитать, разделив скорость на произведение концентраций реагирующих веществ в степенях, найденных экспериментально:

$$k = \frac{v}{c_A^2 \cdot c_B^0 \cdot c_D^1}.$$

В общем виде зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ может быть выражена формулой

$$v = k \cdot c_A^\alpha \cdot c_B^\beta \cdot c_D^\delta \dots$$

Это уравнение называется **кинетическим уравнением реакции**. В нем α , β и δ - экспериментально определяемые степени, называемые **частными порядками химической реакции** по веществам А, В и D соответственно. Иногда пользуются общим порядком реакции, представляющим собой сумму частных порядков $\alpha + \beta + \delta$.

Кинетическое уравнение выражает **закон действующих масс** (действия масс): **скорость химической реакции пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ в степени некоторых чисел, определяемых опытным путем**. Действующие массы - это старое название концентраций реагирующих (действующих) веществ.

Вид кинетического уравнения и частные порядки реакции определяются **экспериментально** и в большинстве случаев не могут быть предсказаны из уравнения реакции. Порядки химического процесса не равны стехиометрическим коэффициентам (за очень редкими исключениями, когда уравнение реакции является простейшим, и реакция проходит именно так, как написано уравнение, т.е. в одну стадию).

Определение частного порядка реакции. Предположим, что в некоторой реакции скорость v описывается экспериментальной зависимостью с порядком n :

$$v = k \cdot C^n.$$

При увеличении концентрации в x раз скорость возросла в y раз:

$$yv = k(xC)^n.$$

Разделив второе уравнение на первое, получаем:

$$y = x^n.$$

Прологарифмируем обе части уравнения:

$$\lg y = n \lg x.$$

Получаем:

$$n = \lg y / \lg x.$$

Формула - алгоритм расчета частного порядка реакции и получения зависимости скорости реакции от концентрации компонента.

Химия элементов. Алгоритм рассказа по химии элементов позволяет резко сократить время изучения химии элементов:

- положение элемента в периодической таблице;
- число протонов и нейтронов в ядре атома;
- сравнительная распространенность ядер атомов в природе;
- число энергетических электронных уровней атома элемента.

Распределение электронов по энергетическим уровням и подуровням атомов. Число электронов на последнем энергетическом уровне. Число непарных электронов в основном и возбужденном состояниях атома. Магнитные свойства атома и ионов;

- простое вещество. Строение его молекул и кристаллов. Аллотропные и полиморфные модификации;

- валентность элемента. Формулы оксидов, гидроксидов, кислородсодержащих кислот и их солей, соединений с водородом, водородных кислот, их солей, отвечающих валентным состояниям элемента;

- свойства водных растворов электролитов (среда раствора, гидролиз и т.п.);

- соединения с другими элементами (сульфиды, галогениды);

- строение наиболее важных молекул (типы связей, прочность связей, углы между связями, состояние гибридизации, электрические и магнитные свойства);

- сравнение свойств соединений элемента с аналогичными соединениями элементов данной и соседних групп;

- термодинамический и кинетический аспекты устойчивости соединений и реакций соединений рассматриваемого элемента;

- формы нахождения элемента в природе. Полезные ископаемые. Переработка полезных ископаемых;

- технология получения важнейших соединений. Использование соединений в промышленности;
- биологическое значение соединений;
- использование соединений в быту, медицине и в сельском хозяйстве;
- опасность соединений данного элемента для человека и природы.

Этот алгоритм связан с объемом усвоенного материала и видоизменяется преподавателем в зависимости от усвоенных знаний. Студенты первого курса, ознакомившиеся (даже не выучившие) алгоритм, на экзамене показывают хорошее усвоение знаний по химии элементов.

При составлении алгоритмов (предписаний) следует помнить, что алгоритмы должны быть понятны и доступны всем учащимся, быть точными, полными и приводящими к желаемому результату. Желательно, чтобы алгоритм был максимально универсальным, т.е. позволял его использовать для решения наибольшего числа конкретных задач. Использование алгоритмов – процесс не творческий, но часто входящий в творческие процессы, поэтому знакомство с алгоритмами, используемыми в научных исследованиях, необходимо для формирования творческого мышления и последующей творческой деятельности.

Алгоритмизированному методу обучения можно придать творческий характер, если учащийся находит недостаточное звено в предписании или составляет самостоятельно какой-либо алгоритм. Возможен и другой путь алгоритмизированного обучения: научить самостоятельно составлению алгоритмов. Один из путей этого приема состоит в том, что учащемуся даются примеры некоторых действий и ставится задача кратко описать порядок и характер их выполнения.

Ни о каком творческом химическом мышлении не может идти речь, если учащийся (студент) не знает алгоритмов порядка заполнения электронными энергетическими уровнями и подуровнями атома, строения периодической таблицы элементов Д.И. Менделеева, фундаментальных законов и формул и других компонентов содержания науки. Алгоритмы (законы, правила и т.п.) желательно выучивать и запоминать. Алгоритмизированный метод обучения – один из важнейших методов формирования знаний даже в условиях развития творческого мышления.

Вопросы и задания

1. Составьте алгоритмы:

- а) определения смещения равновесия по принципу Ле Шателье;
- б) расчета pH раствора сильных и слабых кислот и оснований и растворов солей;
- в) расчета концентраций ионов в растворе комплексной соли.

2. Предложите алгоритм для составления уравнения перевода иона Al^{3+} в ион AlO_2^- и в противоположном направлении (амфотерные пере-

ходы) так, чтобы можно было предсказать среду раствора, при которой проходит реакция. Проверьте ваш алгоритм на составлении уравнений реакций превращения ионов Zn^{2+} и ZnO_2^{2-} и наоборот.

Опишите словами (в общем виде) содержание каждого действия. Обратите внимание на то, в каком случае записывается ион OH^- или H^+ , способствующий превращению, и когда справа от стрелки приписывается молекула воды. Записать уравнение со знаком равенства можно, убедившись в равенстве числа атомов и зарядов по обе стороны от стрелки.

3. Составьте алгоритмы превращений хромат-, дихромат- и трихромат-ионов.

4. Просмотрите какую-либо главу учебника химии и выберите тот материал, который можно использовать для составления алгоритмов.

Рекомендуемая литература

1. Вивюрский В.Я. Использование алгоритмических предписаний при составлении химических формул // Химия в школе. - 1979. - № 6. - С. 42-45.
2. Вивюрский В.Я. Использование алгоритмических предписаний при составлении химических уравнений // Химия в школе. - 1980. - № 6. - С. 30-32.
3. Шапиро С.И. От алгоритмов - к суждениям. Эксперименты по обучению элементам математического мышления. - М.: - 1973. - 287 с.
4. Ланда Л.Н. Алгоритмизация в обучении. - М.: - 1966.
5. Ланда Л.Н. Обучение учащихся методам рационального мышления и проблема алгоритмов // Вопросы психологии. - 1961. - № 1.
6. Пойя Д. Как решить задачу. - М.: - 1959.
7. Розенберг Н.М. Обучение алгоритмам умственных и практических действий // Советская педагогика. - 1965. - № 8.
8. Фридман Л.М. Учебные алгоритмы распознавания // Известия АПН РСФСР. - 1963. - Вып. 129.
9. Шапиро С.И. Об алгоритмизации процесса формирования понятий // Вопросы психологии. - 1967. - № 2.
10. Рязанова Г.Е. Общая и неорганическая химия. Таблицы и схемы. - Саратов.: - 1999. - 268 с.
11. Турова Н.Я. Неорганическая химия в таблицах. 4 изд. - М.: - 2002. - 140 с.
12. Шабаршин В.М., Пешкова Г.Ю. Инвариант характеристики неорганического вещества // Химия. Методика преподавания в школе. - 2003. - № 2. - С. 23-29.

4.3. Программированный метод обучения

Программированное обучение в настоящее время практически не используется, хотя несколько десятилетий назад его называли одним из наиболее сильных приемов повышения эффективности обучения. Взрыв интереса к программированному обучению пришелся на шестидесятые - начало семидесятых годов прошлого столетия. Остановимся на этом методе обучения, так как в настоящее время разрабаты-

ваются обучающие и контролирующие компьютерные программы, основанные на принципах программированного обучения. К сожалению, разработчики компьютерных программ не знакомы с программированным методом обучения и совершают многочисленные ошибки психолого-педагогического характера, которые раньше обсуждались в методической и психологической литературе.

Основная особенность программированного метода обучения состоит в том, что подлежащее изучению содержание и познавательная деятельность по его усвоению разделяются на небольшие **порции** и **шаги**. Усвоение каждой порции проверяется выполнением заданий или ответами на контрольные вопросы. В программированном учебном пособии каждая порция материала, содержащая небольшое количество информации, сопровождается вопросом или требованием выполнить какую-либо операцию. Ответ дается либо при помощи выбора одного правильного варианта из нескольких, либо сравнением самостоятельно составленного ответа с несколькими другими и выбором наиболее правильного, с точки зрения учащегося, ответа.

Расчлененный на порции учебный материал составляет обучающую программу. Программы по своему построению бывают двух типов - **линейные** и **разветвленные**. Линейная программа - это такая программа, которую все учащиеся проходят в обязательном порядке и в одинаковой последовательности (**рис. 4-3**).

При прохождении линейной программы предполагается, что в случае неправильного ответа учащийся задумывается над причинами ошибки и, воспользовавшись учебником, самостоятельно восполняет пробелы в своих знаниях. Но это не обязательно, и, разумеется, учащийся может продвигаться по программе дальше, не задумываясь над сделанными ошибками и не пытаясь их исправить.

Подобное отношение учащегося к усвоению учебного содержания в некоторой мере исключается при использовании разветвленных программ, направляющих учащегося по одному из нескольких путей в зависимости от правильности ответов и уровня знаний (**рис. 4-4**).

В случае правильного ответа учащемуся разрешается перейти к следующей порции

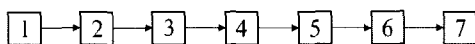


Рис. 4-3. Построение линейной обучающей программы

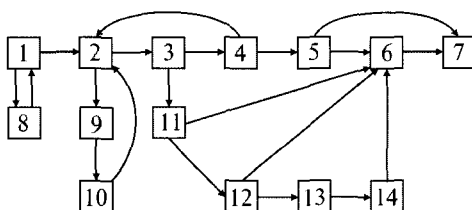


Рис. 4-4. Построение разветвленной обучающей программы на основе линейной

материала. Если был получен ответ, показывающий, что учащийся обладает знаниями, которые заложены в последующем участке программы, разрешается непосредственный переход сразу к следующему участку программы. В случае неправильного ответа предлагается изучить дополнительные порции программы или изучить материал по учебнику. В разветвленных программах часто дается разъяснение причин ошибки, для чего читатель направляется по более длинному пути, пройдя который он возвращается к той же порции материала, которую не усвоил (возвращение и сокращение пути возможно в линейных программах).

Разветвленная программа строится на последовательности линейной. Так, порции 1-2-3-4-5-6-7 - это линейная программа, если от нее не отходят ветви. Стрелка от 4 к 2 показывает необходимость возвратиться к одной из порций в начале программы и пройти заново участок 2-4, чтобы быть допущенным к дальнейшему продвижению. Стрелка от 4 к 7 показывает разрешение пропустить порции 5 и 6 в связи с успешным ответом на вопрос порции 4. При достаточно высоком уровне знаний предусмотрена возможность пропустить часть программы и перейти к следующему участку. Если учащийся не обладает знаниями, позволяющими после порции 1 перейти к 2, он отсылается к дополнительной порции 8, после усвоения которой ему разрешается переход 8-1 и, после правильного ответа на 1, переход к порции 2. Маршрут 2-9-10 иллюстрирует тот же случай, но с требованием изучить дополнительно две лишние порции материала. Путь 3-4-5-6, в зависимости от уровня знаний, перестраивается так, что потребуются изучение порций 11 или 12, или еще двух - 13 и 14. Программированное обучение довольно просто решает вопрос индивидуализации обучения. Учащийся выбирает тот темп прохождения программы, который отвечает его способностям и имеющемуся у него запасу знаний. Разветвленные программы позволяют (точнее, заставляют) выбрать путь, оптимальный по трудности и доступности.

Широкое внедрение программированного обучения совпало с пересмотром предметного содержания курсов химии в высшей школе. Линейно-программированные пособия по общей и неорганической химии Ю.Д. Третьякова и О.С. Зайцева 1971 и 1975 годов охватывали новые в то время темы курса общей химии, например, метод молекулярных орбиталей, теорию кристаллического поля, основы химической термодинамики и химической кинетики, соединения переменного состава и другие. Программы - это алгоритмы, однозначное предписание последовательности действий в познавательной деятельности.

Учащимся, обратившимся к этим двум пособиям, рекомендовалось сначала ознакомиться с введением к соответствующей главе и далее перейти к первому заданию (порции, дозе, кадру, шагу), напечатанному на левой странице сверху, прочитать его и записать на отдельном листе бумаги пропущенное слово, сформулированный ответ, прове-

денный расчет решения задачи или нарисовать график требуемой зависимости. Причем на левой стороне правой страницы, отделенной вертикальной чертой, помещены сведения, помогающие прийти к правильному ответу. Прделав это, следует перевернуть страницу и на правой стороне правой страницы сопоставить записанный ответ с правильным, напечатанный под тем же номером. Получив подтверждение правильности ответа, можно переходить к следующему заданию, которое напечатано наверху левой страницы и имеет номер на единицу выше предыдущего. Точно также пояснения к этой порции материала проведены на левой стороне правой страницы, а ответ можно найти, перевернув страницу.

В случае неправильного ответа рекомендуется вернуться к предыдущим заданиям программы или ее началу. Перелистывая страницу за страницей, следует читать только верхние абзацы, пока не будет дано указание к возвращению к странице, где начиналась программа по данной теме. Теперь следует читать вторые абзацы и перелистывать страницы, пока не будет дано указание, перейти к той же самой первоначальной странице и работать с третьими абзацами страниц, и так поступать далее, пока вся программа не будет пройдена.

Задания программы сформулированы и расположены так, чтобы быть частью единой логически построенной цепочки сведений, поэтому их следует выполнять в строгой последовательности, отмеченной номерами. Особенно важно записывать карандашом ответы, что позволяет анализировать свои ошибки. Программированное пособие - это особый учебник, самоучитель, заставляющий учащегося индивидуально и напряженно работать.

Программа пишется так, чтобы ее смогло пройти большинство читателей (не менее 90%), поэтому вопрос может показаться очень простым. Небольшой объем порции материала обеспечивает правильность ответа, что стимулирует желание перейти к изучению последующей порции. В порции информации, даваемой до вопроса, может содержаться ожидаемый ответ. Перелистывание страницы (чтобы узнать о результате) занимает 2-3 секунды, и этого времени должно быть достаточно для продумывания ответа. Для того чтобы подчеркнуть важность какого-либо понятия, термина, формулы, они могут вводиться в нескольких порциях материала.

Несмотря на простоту вопросов и ответов, учащийся к концу программы приходит к достаточно серьезным научным представлениям, которые на лекции требуют довольно длительного изложения и многих усилий для понимания материала учебника. Такая упрощенность и доступность программированного материала позволяет сильному учащемуся быстро проходить программу, а слабому - работать в более замедленном темпе, но также осилить учебный материал.

В этих программах была сделана попытка ввести простейшие проблемные задания и дать учащимся навыки разрешения несложных

проблем. Например, в программе по химии *s*-элементов обсуждается вопрос о характере взаимодействия щелочных металлов с водой. Для объяснения экспериментальных результатов привлекаются термодинамические и структурные данные и делается вывод, что различное кинетическое поведение щелочных металлов в реакции с водой кроется не в определенном сочетании химических свойств, а в сочетании физических свойств - температура плавления и плотность (металл расплавляется или нет в воде и тонет или не тонет). Таким образом, эта программа обеспечивает многостороннее рассмотрение изучаемого объекта.

Химическая термодинамика изучается в разветвленно-программированном пособии В.К. Солякова ("Введение в химическую термодинамику"). Содержание пособия разбито на короткие фрагменты, которые пронумерованы по порядку, но читаются в последовательности, зависящей от того, правильный или неправильный был получен ответ на контрольный вопрос. К каждому контрольному вопросу дается один правильный ответ. Номер около него указывает следующий для изучения фрагмент. Остальные предлагаемые ответы являются ошибочными. Номера около них указывают, какие дополнительные фрагменты следует прочитать, чтобы прийти к правильному ответу. Примерно по тому же принципу построено пособие по физической химии Г.А. Голикова ("Программированное учебное пособие по физической химии").

Несмотря на преимущества разветвленных программ по сравнению с линейными, учащиеся предпочитают линейные программы, но еще более - обычные учебники. Они это объясняют трудностью восприятия и запоминания материала, которые обусловлены постоянным перелистыванием страниц и поисками следующей порции материала. Возможно, этот недостаток программированного обучения будет устранен при использовании компьютерного обучения.

И положительные, и отрицательные стороны программированного обучения оказали значительное влияние на методику обучения. Программированное обучение заставило и научило преподавателей выбирать из материала учебника химии или из другого источника важнейшие научные положения, отбрасывая второстепенные, кратко, несколькими словами, излагать порцию информации, располагать порции в строгом порядке, точно формулировать вопросы и давать однозначные ответы.

В то же время все преподаватели говорили, что проще написать обычную разработку или пособие, чем составить обучающую программу. Особенно большие трудности вызывало составление разветвленных программ - очень трудным оказалось преподавателю хранить в памяти сеть разветвлений и выбирать пути путешествия по ней. Написанные ранее программированные пособия могут быть, без каких-ли-

бо существенных переделок, использованы в компьютерном обучении.

Программированное обучение не решает проблемы общения учащихся с преподавателем и между собой. Обеспечивая высокую индивидуальность учащихся в учебном процессе, программированное обучение не способствует формированию групповых наклонностей учащихся и не обеспечивает желаемого воспитательного эффекта обучения. Программированное обучение не формирует развития важнейшей способности для научной работы - устной и письменной речи. Все это относится и к компьютерному обучению.

Вопросы и задания

1. Перечислите преимущества и недостатки обычного и программированного обучения.
2. Укажите недостатки и преимущества линейных и разветвленных программ.
3. Выберите отрывок текста в учебнике химии и представьте его в виде линейной программы.
4. Выберите отрывок текста в учебнике химии и представьте его в виде разветвленной программы.
5. Предложите возможные пути создания программ с обеспечением общения учащихся и развития их письменной или устной речи.
6. Постарайтесь переделать отрывок какой-либо обучающей программы для использования ее в компьютерном обучении.

Рекомендуемая литература

1. Томас К., Девис Д., Опеншоу Д., Берд Д. Перспективы программированного обучения (руководство по составлению программ). - М.: - 1966. - 247 с.
2. Краудер Н.О. О различии между линейным и разветвленным программированием. - Сборник "Программированное обучение за рубежом. - М.: - 1968. - С. 58-67.
3. Скиннер Б.Ф. Наука об учении и искусство обучения. - Сборник "Программированное обучение за рубежом. - М.: - 1968. - С. 32-46.
4. Ричмонд У. Учителя и машины. Введение в теорию и практику программированного обучения. - М.: - 1968. - 277 с.
5. Третьяков Ю.Д., Зайцев О.С. Программированное пособие по общей химии. - М.: - 1971. - 379 с.
6. Третьяков Ю.Д., Зайцев О.С. Программированное пособие по общей и неорганической химии. - М.: - 1975. - 416 с.
7. Соколовская Е.М., Зайцев О.С., Дитяев А.А. Программированные задачи по общей химии. - М.: - 1977. - 253 с.
8. Голиков Г.А. Программированное учебное пособие по физической химии. - Часть 1. - Химическая термодинамика. - Казань.: - 1972. - 224 с.
9. Соляков В.К. Введение в химическую термодинамику. - М.: - 1974. - 224 с.

10. Лучинский Г.П., Волосевич Г.Г. Опыт применения программированных методов при изучении некоторых разделов общей и неорганической химии // Сборник научно-методических статей по химии. - М.: - 1978. - Выпуск 6. - С. 90-92.

11. Луцик В.И. Тестирование на занятиях по общей и неорганической химии. - Киев.: - 1977. - 84 с.

12. Гудкова А.С. От сложного к простому (Сборник упражнений по органической химии). - М.: - 1983. - 339 с.

13. Зарецкий Л.М. О числе ответов к заданиям при программированном контроле // Вестник высшей школы. - 1970. - № 2. - С. 34-39.

14. Лавут Е.А., Полунина Г.П. Перфокартный контроль знаний по неорганической химии. М.: - 1979. - 144 с.

4.4. Проблемный метод обучения

В проблемном обучении число задаваемых преподавателем ориентиров (указаний) меньше, чем в программированном, но эти ориентиры более обобщены и более важны по своему научному содержанию. Для успешного осуществления проблемного обучения необходим большой запас знаний как у учащихся, так и у преподавателей, и, в то же время, количество усваиваемой учащимися информации и качества знаний оказываются выше. Проблемное обучение повышает самостоятельность учащихся, увеличивает их творческую активность, способствует развитию навыков научной речи и группового общения.

Для понимания сути проблемного обучения следует кратко остановиться на его предпосылках. Проблемное (и исследовательское) обучение в наибольшей степени отвечает **деятельностному подходу**. Оно рассчитано на усвоение содержания и формирование умственных действий собственной познавательной деятельностью, которая строится в системе, подобной системе мышления (мыслительной деятельности). Мышление - это, по существу, решение встающих перед человеком проблем.

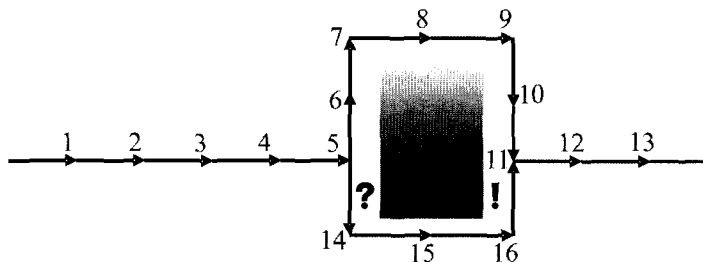


Рис. 4-5. Схема продвижения при встрече с проблемой

Проблемное обучение основано на простой и понятной идее - мышление начинается в тот момент, когда человек сталкивается с препятствием, затруднением, противоречием, невозможностью воспользоваться имеющимися у него знаниями. На **рис. 4-5** схематически показано продвижение обучаемого в сообщающем (информационном) и проблемном обучении. Путь 1-2-3-4-5 соответствует получению полной ориентировочной основы в сообщающем обучении. Стрелки - это ориентиры, даваемые преподавателем, учебником, алгоритмом, программой.

В точке 5 учащийся сталкивается с некоторой преградой, познавательным барьером, проблемой и вынужден искать способы преодоления затруднения. Обучаемый, находясь в некотором особом психологическом состоянии - **проблемной ситуации** - пытается определить путь, позволяющий с наилучшими результатами преодолеть затруднение. На схеме - это пути 5-6-7-8-9-10-11 или 5-14-15-16-11.

Для этого учащийся обращается к преподавателю, товарищам по группе, к учебнику, справочнику за дополнительной информацией, подбирает необходимые ориентиры и строит ориентировочную основу деятельности (действия), при помощи которой с большим успехом разрешает проблему и выходит из затруднения, продолжая дальнейший путь 11-12-13 и т.д. Если ставится задача выбрать более короткий путь, маршрут 5-14-15-16-11 будет предпочтительным.

Мышление начинается в точке 5, когда человек должен выбрать путь преодоления препятствия. Представьте себе, что вы идете в прекрасный солнечный день по тропинке, проложенной в поле среди колющейся ржи. Поют птицы. У вас отличное настроение. Вы ни о чем не думаете. Вы знаете, куда тропинка приведет. Такое состояние вы наверняка испытывали. Или же вы мчитесь на автомашине по роскошной многополосной трассе. Пронесются километровые столбы и указатели. Вы счастливы. Вы знаете, куда идете или едете. У вас есть полная ориентировочная основа деятельности - это края тропинки в поле, это - указатели вдоль дороги.

Но вдруг тропинка раздваивается, а трасса закрывается на ремонт, и предлагается два маршрута для объезда - или через большой город по хорошей дороге, но с большим числом светофоров, или по пыльной дороге, но без светофоров. Что вы выберете? Вы открываете путеводитель, измеряете длину того или иного пути, или спрашиваете у встретившихся людей о том, какой путь лучше и т.п. Вы начинаете думать, мыслить, сравнивать, вычислять. Вы оказались в проблемной ситуации. Вы выбираете требующиеся ориентиры для преодоления трудности и составляете ориентировочную основу деятельности для дальнейшего продвижения.

Ориентирами для самостоятельного построения ориентировочной основы могут быть ранее приобретенные знания, переносимые в новую ситуацию (обстановку), известные методы познавательной дея-

тельности, алгоритмы, правила, законы, формулы, методологические знания и т.п. Проблемные ситуации разрешаются при привлечении новой информации и сопоставлении ее с известной. В результате выдвигаются идеи и гипотезы, формулируются выводы, правила, законы и даже создаются новые теории. Это и есть творческая научная деятельность, организуемая преподавателем при обучении. Однако всегда преподавателю следует помнить, что проблемное обучение должно строиться на основе большого запаса знаний.

Задача на конструкцию пробки. Отвлечемся от химии, чтобы попытаться понять, как мы мыслим. Предложим мысленно решить следующую задачу: требуется сделать такую пробку (заглушку), которая могла бы закрывать трубы сечений в виде круглого, прямоугольного и равностороннего треугольника (рис. 4-6) и продвигаться вдоль трубы.

Если такую задачу дать учащимся (и преподавателям), то обычно почти сразу следует уверенный ответ, что такое невозможно. Однако это возможно. Не глядя вперёд, постарайтесь проследить за ходом своих размышлений. Это покажет вам, как человек подходит к решению какой-либо проблемы. Если аудитория не

проявляет инициативы, то преподаватель предлагает перечислить те геометрические фигуры, которыми можно закрывать трубу круглого сечения, затем трубу квадратного сечения и, наконец, треугольного. Очень удобно записывать предложения студентов под рисунками сечений труб (рис. 4-7).

Далее выбираются фигуры (пространственные тела), которыми можно закрыть трубы кругового и квадратного сечений. Обычно называется цилиндр. Закреть трубы квадратного и треугольного сечения



Рис. 4-6. Трубы различных сечений

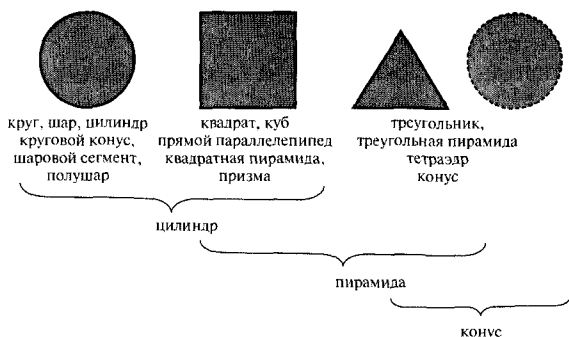


Рис. 4-7. Геометрические фигуры, которыми можно закрыть трубы различных сечений и последовательность нахождения пробки нужной конфигурации

можно квадратной пирамидой, трубы кругового и треугольного сечения - круговым конусом. Затем выбираются подходящие фигуры из уже выбранных. Все эти мыслительные операции соответствуют анализу. Теперь наступила очередь синтеза - создания одной единственной фигуры, способной быть пробкой для трех различных труб.

Обычно из 100 учащихся только 3-5 через довольно продолжительное время предлагают искомую фигуру (рис. 4-8). Этот пример подхода к решению проблемы можно считать универсальным - сначала проводится **анализ** проблемы, затем **синтез** знаний, дающий новое знание.

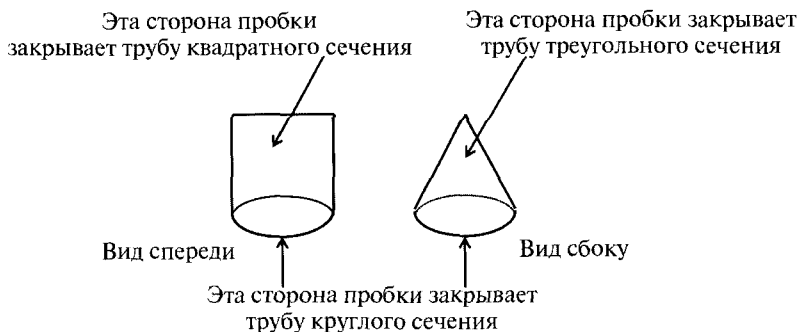


Рис. 4-8. Пробка, закрывающая трубы круглого, квадратного и треугольного сечений

На начальных стадиях проблемного обучения преподаватель указывает учащимся на проблему (противоречие в имеющихся знаниях, недостаток данных для решения поставленного вопроса и т.п.) и сам намечает путь выхода из создавшейся проблемной ситуации. По мере овладения способностью решать проблемы, учащиеся начинают, с помощью преподавателя, обнаруживать и решать проблему, а затем находят проблему и сами ее решают. Следует отметить, что часто при проблемном обучении правильный ответ может дать слабый учащийся. Объяснения этому удивительному педагогическому явлению нет в психологической литературе.

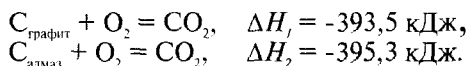
Иногда решение проблемы проходит легче, чем решение расчетной задачи. Возможно, это вызвано тем, что проблемные задания повышают мотивацию к изучению, и тем, что проблемные задачи вводятся непрерывно и с постоянным их усложнением.

Характер и число требующихся для решения проблемы ориентиров определяются ее сложностью. Проблема - это система взаимосвязанных элементов, в которой часть элементов или связей отсутствует, излишни или ошибочны. Чем больше в проблеме элементов и связей, тем проблема сложнее и труднее для разрешения. Сложность проблемы обуславливает уровень обобщенности ориентиров, необходимых для ее разрешения. Наиболее сложные проблемы имеют общенауч-

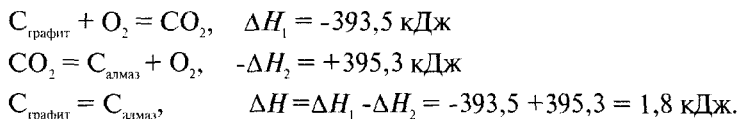
ный характер и для своего разрешения требуют ориентации на систему науки (привлекаются сведения из учений о термодинамике, кинетике, строении вещества и периодичности), на систему изучаемого наукой объекта (уровни организации вещества, система химического процесса) или даже на системы наук. Поэтому первые проблемы иногда называют внутридисциплинарными, а вторые – междисциплинарными.

Простые проблемы с малым числом составляющих и недостающих элементов и связей между ними предлагаются учащимся в начале прохождения курса. Выделение таких проблем из изучаемого материала и их разрешение осуществляется самим преподавателем. По мере продвижения в изучаемом материале и усвоении методики системного (многостороннего) рассмотрения объекта, меняется характер взаимодействия между преподавателем и учащимися. Преподаватель указывает на проблему, а учащиеся ее разрешают. К окончанию курса учащиеся самостоятельно находят проблему или ряд проблем в предлагаемой или самостоятельно полученной информации, и сами составляют пути решения. Разумеется, это желаемый результат усвоения методики проблемного обучения, который, к сожалению, часто не достигается из-за слабой подготовленности учащихся, а также нежелания преподавателей работать по новым методикам обучения.

Алмаз и графит. В объяснительно-информационном способе изложения материала преподаватель при изучении вопросов термохимии обычно на лекции или семинаре зачитывает закон Гесса и затем иллюстрирует приложение закона уравнениями каких-либо реакций, например, уравнениями реакций сгорания графита и алмаза в кислороде с последующим вычислением энтальпии перехода графита в алмаз:



Комбинированием уравнений в соответствии с законом Гесса получаем изменение энтальпии при переходе графита в алмаз:



Далее преподаватель говорит и пишет на экране (доске):

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{превращения}} &= \Delta H_{\text{сгорания графита}} - \Delta H_{\text{сгорания графита}} = \\ &= -(\Delta H_{\text{сгорания продукта}} - \Delta H_{\text{сгорания исходного вещества}}) \end{aligned}$$

Теперь преподаватель формулирует выводы.

1. Изменение энтальпии в реакции равно разности энтальпий сгорания продуктов реакций и исходных веществ, взятой с обратным знаком.

2. По энтальпиям реакций с участием различных полиморфных (аллотропных) модификаций можно вычислить изменение энтальпии при переходе одной модификации в другую.

При проблемном изложении материала методика изучения данного вопроса существенно изменяется. Преподаватель начинает с того, что записывает уравнение:

$$C_{\text{графит}} = C_{\text{алмаз}}, \quad \Delta H = 1,8 \text{ кДж}$$

и говорит, что превращение графита в алмаз было осуществлено сравнительно недавно, что непосредственное измерение изменения энтальпии даже сегодня неосуществимо, однако оно было известно почти полтора века назад. Преподаватель задает вопрос: как это было сделано? Учащимся предлагается предложить любые объяснения, почему энтальпия этого процесса известна и предложить способы определения энтальпии перехода графита в алмаз или алмаза в графит.

Благодаря противоречию между технической неосуществимостью непосредственного измерения энтальпии и известным его значением, возникает проблемная ситуация. Несмотря на высокую активность большинства учащихся, провести сжигание графита и алмаза в калориметре рекомендуют только 5-10% учащихся. Преподаватель внимательно и с благодарностью выслушивает все предложения, пресекая абсурдные и, обнаружив среди них желаемое, записывает уравнения сгорания графита и алмаза и затем проводит вышеописанные операции.

Интересна особенность подобного изучения. После группового обсуждения многие учащиеся оказываются способными самостоятельно (своими словами, более или менее правильно) изложить те выводы, которые обычно преподаватель преподносит учащимся готовыми. Проблемная ситуация стимулирует умственную деятельность в течение некоторого времени после разрешения проблемы!

Превращение графит = алмаз. Проблемное обучение может быть построено на фрагментах содержания курса химии. Через некоторый промежуток времени, после того, как была вычислена энтальпия превращения графита в алмаз, преподаватель записывает термохимическое уравнение

$$C_{\text{графит}} = C_{\text{алмаз}} - 1,8 \text{ кДж.}$$

Заметим, что при термодинамической записи уравнения проблема разрешается намного медленнее, так как учащиеся привыкли иметь дело с термохимическими уравнениями. Преподаватель просит

предсказать, в соответствии с принципом Ле Шателье, влияние температуры на равновесие этого процесса. Учащиеся, нисколько не сомневаясь, говорят, что при повышении температуры равновесие смещается вправо, в сторону образования алмаза. Преподаватель говорит, что это невозможно, ведь при повышении температуры, наоборот, алмаз превращается в графит! Кто из девушек даст бриллиант? Мы сейчас это увидели бы! Возникает проблемная ситуация - очевидная правильность предсказания на основе принципа Ле Шателье и несоответствие с известным поведением веществ.

Преподаватель просит объяснить создавшееся противоречие, причем может сказать, что причина ему неизвестна. Никогда нельзя бояться таких признаний, но, разумеется, не слишком часто их делать! Следует развивать у учащихся понимание того, что в науке имеется неисчерпаемое количество неизвестного, неизученного, непонятого, что преподаватель и учебник преподносят не абсолютные истины, а только относительные. Упоминание о том, что нет окончательного решения рассматриваемой проблемы, снимает с учащегося чувство страха от неверного предложения, застенчивости и боязни собственного решения.

Чаше всего приходится обсуждать следующие предположения: к равновесиям двух кристаллических фаз принцип Ле Шателье неприменим; две кристаллические фазы не могут находиться в равновесии; сделана ошибка в определении теплового эффекта процесса (его знака); неверно утверждение, что при повышении температуры алмаз переходит в графит; при высоких температурах и давлениях знак теплового эффекта меняется на противоположный; неправильно сформулирован принцип Ле Шателье; имеются исключения из принципа.

Учащимся показывается упрощенная диаграмма состояния углерода, из которой видно, что при повышении температуры, действительно, алмаз превращается в графит. Представим себе, что на этом моменте лекция или семинар заканчиваются. Учащиеся получают задание рассчитать изменение изобарного потенциала в превращении при стандартных условиях (температуре) и при более высокой температуре и сделать соответствующие выводы. Дома или на следующем семинарском занятии, воспользовавшись справочными данными по энтропиям алмаза и углерода и вычисленным ранее значениям энтальпии превращения, определяется при стандартных условиях изобарный потенциал превращения, показывающий, что повышение температуры приводит к возрастанию положительного значения изобарного потенциала, т.е. повышение температуры не благоприятствует превращению графита в алмаз. Более того, это превращение, в соответствии с проведенным приближенным расчетом, при любой температуре и при стандартном давлении невозможно.

В ходе последующей дискуссии делается заключение, что принцип Ле Шателье не способен предсказывать влияние температуры на равновесие процессов, идущих с поглощением теплоты ($\Delta H > 0$) и одновременно сопровождающихся уменьшением энтропии ($\Delta S < 0$). Разрешение этой проблемы заставляет учащихся критически относиться не только к постановке самой проблемы, но и к общепринятым формулировкам законов, правил, определений и т.п. и показывает необходимость учитывать границы их применения. Рассмотренная проблема и ее решение охватывают представления одного учения - химической термодинамики. Проблему можно расширить за счет кинетических и структурных представлений.

Преподаватель задает вопрос, почему синтез алмаза проводят при высоких температурах и максимально достижимых высоких давлениях. После некоторой паузы преподаватель сообщает, что плотность графита 2,1-2,5 г/см³, алмаза - 3,5 г/см³. Делается вывод, что повышение давления должно способствовать превращению графита в алмаз и повышать скорость перехода. Повышение температуры термодинамически невыгодно, но приводит к возрастанию скорости перехода.

Проходит некоторый промежуток времени и начинается изучение строения вещества. Учащиеся узнают о методе валентных связей, о гибридизации электронных орбиталей. В алмазе валентные орбитали атома углерода находятся в состоянии sp^3 -гибридизации. Угол между связями - тетраэдрический, равный 109,5°. Все связи - это σ -связи. В графите валентные орбитали атома углерода находятся в состоянии sp^2 -гибридизации. Угол между связями в плоскости слоя атомов равен 120°. Гибридные орбитали связывают атомы σ -связями, а не гибридные - π -связями. Слои атомов углерода связаны друг с другом слабыми силами Ван-дер-Ваальса. Заметим, что, несмотря на многие недостатки метода валентных связей, он обладает высокой обучающей наглядностью, и в обучении химии для студентов-нехимиков отказываться от него не следует.

Обсуждаются свойства алмаза и графита, объясняемые их строением. Свойства алмаза, графита и кремния (учение о периодичности!) приведены в табл. 4-1.

Таблица данных - это своеобразная система, в которой сами данные играют роль элементов. Составитель таблицы отбирает для нее информацию и так располагает ее, чтобы все данные были связаны между собой и подтверждали некоторые предположения или следовали определенной идее. При этом предполагается, что читатель увидит взаимосвязи между элементами содержания таблицы. Однако учащиеся чаще всего этого не видят. Обучение работы с таблицами (их составление или чтение готовых) - это обучение многостороннему подходу к рассмотрению какого-либо объекта и, в этом отношении, один из приемов формирования творческого мышления. Вначале учащимся пока-

зывается таблица полностью, чтобы они охватили ее содержание как целое. Затем следует часть таблицы закрыть. Очень удобно пользоваться графопроектором (кодоскопом) и затенять части таблицы листками белой бумаги (на экране не видно, что скрыто бумагой, а преподаватель в окне графопроектора видит всю таблицу и строит план ее рассмотрения).

Итак, покажем вначале таблицу полностью и попросим рассказать устно или письменно о том, что в ней заключено. Молчание и неподвижность учащихся убеждают их в неумении пользоваться табличными данными и извлекать из них новые сведения. Здесь возникает, если можно так выразиться, психологическая проблемная ситуация - кажется, что очень просто выполнить задание, но явно ощущается отсутствие навыков такой познавательной деятельности - с чего начать рассмотрение, как продолжить и, самое главное, не хватает навыков построения речи. Поэтому следует постоянно убеждать учащихся, что качество их научной речи является критерием научных знаний. Важнейшим познавательным действием в работе с таблицей является **сравнение**. В данной таблице будут сравниваться свойства кристалли-

Таблица 4-1

Свойство	Графит	Алмаз	Кремний
$\Delta H_{обр. 298^\circ}$, кДж/моль	0	1,828	0
S_{298° , Дж/(К·моль)	5,740	2,368	18,83
$\Delta G_{обр. 298^\circ}$, кДж/моль	0	2,833	0
$T_{пл}$, К	≈ 4000	-	1080
$\Delta H_{пл}$, кДж/моль	≈ 105	-	50
Угол, °	120	109,5	109,5
Гибридизация	sp^2	sp^3	sp^3
Межъядерное расстояние, нм	0,142; 0,335	0,154	0,268
Плотность, г/см ³	2,1-2,5	3,5	2,3-2,4
Твердость (алмаз = 10)	1 (вдоль слоев), 6 (перпендикулярно слоям)	10	6-7

ческих графита и алмаза и алмаза и кремния. Сначала сравним свойства графита и алмаза, для чего закроем (графопроектор) столбец со свойствами кремния. Также полезно открывать учащимся строку за строкой.

Обсуждаем первую строку таблицы. Преподаватель задает вопросы, учащиеся отвечают. Почему энтальпия образования графита равна нулю, а алмаза не равна? Какая кристаллическая модификация более устойчива? Почему даже при нагревании без доступа воздуха алмаз устойчив при 1400°C ? “При 1800°C через несколько минут наблюдается превращение алмаза в графит по углам кристалла”, – как бы между прочим, говорит преподаватель и спрашивает: “Почему не на поверхности граней, а именно по углам?” (При 1850°C весь кристалл алмаза чрезвычайно быстро превращается в графит). Вывод: при стандартном давлении при всех температурах алмаз термодинамически неустойчив, но очень устойчив кинетически. “Почему?”

Открываем вторую строку таблицы. Отмечаем очень низкую энтропию алмаза. “Почему?” Для ответа требуется знание строения алмаза и графита. Изменения энтальпии и энтропии нужны для вычисления изменения изобарного потенциала при превращении графита в алмаз. Переходим к другим строкам таблицы. Температура плавления и энтальпия плавления понадобятся для сравнения свойств графита и кремния. Далее обсуждаем структуры графита и алмаза – отмечаем угол между связями и делаем вывод о гибридизации электронных орбиталей.

Малое межъядерное расстояние у алмаза и то, что каждый атом связан с четырьмя другими, причем все углы между связями равны, объясняют низкое значение энтропии алмаза. В структуре графита каждый атом углерода непосредственно связан с тремя другими, расположенными в одной плоскости, и совокупность таких атомов и связей образует слой атомов. В этом слое графита расстояние между ядрами атомов меньше, чем у алмаза. (Проблема!) Атомы графита связаны между собой u -связями (гибридные sp^2 -орбитали) и p -связями (негибридные p -орбитали, направленные по обе стороны плоскости слоя). Именно они придают графиту металлический блеск и высокую электропроводность. И они же обуславливают слабую связь между слоями. Межъядерное расстояние между атомами соседних слоев более чем в два раза превышает межъядерное расстояние в слое.

Атомы в структуре алмаза располагаются намного компактнее, чем в графите (хотя степень плотнейшей упаковки атомов в алмазе не достигает и половины максимально достижимой в кристалле степени упаковки атомов). Это приводит к высокой плотности алмаза и его низкой энтропии. Алмаз имеет самую высокую твердость из известных природных кристаллов. Причина этого состоит в сочетании срав-

нительно прочной связи между атомами с их тетраэдрическим расположением в кристаллической структуре.

Обсуждается вопрос об **анизотропии** свойств графита и алмаза. Анизотропия графита учащемуся очевидна. А об алмазе учащиеся обычно говорят, что у него анизотропия отсутствует. Преподаватель задает вопрос: “Если алмаз самый твердый кристалл, то как же делают надписи на бриллиантах?”. Попутно можно обсудить и другие свойства алмаза и графита (теплопроводность, электропроводность, коэффициент термического расширения и т.п.), но часто они изменяются в неожиданном направлении и не поддаются простому объяснению. “Как опытный ювелир, взяв пальцами украшение, с камнем похожим на бриллиант, мгновенно говорит, алмаз это или бижутерия?”. Почему алмаз хрупок? Или другой вопрос: “Почему алмазы бывают цветными?”

Преподаватель может неожиданно задать аудитории вопрос: “В какой структуре - алмаза или графита - связь между атомами прочнее (энергия связи выше)?”. Учащиеся, не сомневаясь, отвечают, что, конечно, в структуре алмаза. Преподаватель спрашивает о причине такого ответа. Обычно представление об исключительной твердости алмаза переносится на энергию связи (хотя ранее обсуждались межъядерные расстояния в графите и алмазе!). Обсуждается, как можно рассчитать энергию связи. Уместно предложить студентам “домашнее” задание на вычисление энтальпии атомизации алмаза:

$$C_{\text{алмаз}} = C_r, \quad \Delta H = ?$$

“Как это сделать?” - спрашивает преподаватель на другом занятии и говорит учащимся: “Ведь вы все уже знаете!”. Для этого следует воспользоваться справочными данными по энтальпии атомизации графита:

$$C_{\text{графит}} = C_r, \quad \Delta H_1 = 714,9 \text{ кДж}$$

и энтальпией перехода алмаза в графит, которая была вычислена из энтальпий сгорания алмаза и графита:

$$C_{\text{алмаз}} = C_{\text{графит}}, \quad \Delta H_2 = -1,8 \text{ кДж.}$$

По закону Гесса находим:

$$C_{\text{алмаз}} = C_r, \quad \Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 = 714,9 - 1,8 = 713,1 \text{ кДж.}$$

Итак, чтобы перевести 1 моль атомов углерода из структуры алмаза в состояние изолированных атомов (газ) требуется 713,1 кДж. Как из этих данных рассчитать энергию связи в алмазе? При атомизации

(возгонке) разрываются все связи в алмазе. Сколько же связей разрывается при образовании 1 моль одноатомного газа? Сколько связей разрывается в расчете на один атом? Обычно, не задумываясь, учащиеся отвечают, что разрываются 4 связи. Этот ответ совпадает с числом связей, исходящих от одного атома, но он не верен.

Показываем модель кристаллической решетки алмаза и просим нарисовать квадрат, содержащий 100 точек (атомов), т.е. квадрат со стороной из 10 точек. Каждая точка (кроме лежащих на сторонах квадрата) соединена с четырьмя другими ближайшими точками четырьмя связями. Это своеобразная плоскостная модель фрагмента кристаллической решетки алмаза. Сколько же таких связей приходится на 100 атомов? Подсчитайте! Оказывается не 400, а только $(9 \cdot 10) + (9 \cdot 10) = 180$. Таким образом, на каждый атом в этой модели приходится $180/100 = 1,8$ связи. В квадрате $100 \cdot 100$ атомов-точек будет $(99 \cdot 100) + (99 \cdot 100) = 19800$ связей, и на каждый атом приходится 1,98 связей.

Если на плоскости расположить подобным образом число атомов, равное числу Авогадро N_A , то каждая сторона будет иметь $\sqrt{N_A}$ атомов и число связей в квадрате $10 \cdot 10$ атомов будет равно

$$(\sqrt{N_A} - 1)\sqrt{N_A} + (\sqrt{N_A} - 1)\sqrt{N_A} = 2N_A,$$

так как $\sqrt{N_A} \gg 1$. Следовательно, при атомизации 1 моль атомов из структуры алмаза разрывается 2 моль связей. Вспомнив, что для перевода 1 моль атомов углерода из алмаза в газ требуется 713,1 кДж/моль, получаем энергию связи между атомами углерода в алмазе, она равна $713,2/2 = 356$ кДж/моль.

Теперь подсчитаем, сколько же связей в структуре графита разрывается при образовании 1 моль изолированных атомов. Предлагаем на листе бумаги нарисовать большое число точек, так чтобы каждая была связана с тремя другими. Это можно сделать при помощи соприкасающихся равносторонних шестиугольников. Подсчитаем число связей, приходящихся на 1 атом углерода. Оказывается, на 1 атом приходится 1,5 связи, и когда 1 моль атомов из структуры графита переходит в состояние одноатомного газа, разрывается 1,5 моль связей. Ранее была получена энергия атомизации графита, равная 714,9 кДж/моль. Откуда энергия связи атомами углерода в слое атомов равна $714,9/1,5 = 476,6$ кДж/моль.

Удивительны результаты - энергия связи атомов углерода в графите больше, чем в алмазе (без учета слабой связи между слоями атомов). Атомы углерода в графите связаны значительно прочнее, чем в алмазе! В алмазе из атома углерода исходит четыре одинарные σ -связи, а в графите - три связи и к тому же двойные ($\sigma + \pi$)-связи. Почему же алмаз тверже графита? Учащиеся обычно дают правильный ответ - графитовый карандаш пишет на бумаге, потому, что слои атомов углерода лег-

ко смешаются друг относительно друга и оставляют на бумаге черный след.

Далее можно, немного отвлекшись от темы, сравнить энергии связей между атомами углерода в алмазе, графите, этане, этилене, ацетилене и бензоле (табл. 4-2):

Таблица 4-2

Вещество	Тип связи	Энергия связи, кДж/моль
Алмаз	одинарная, σ	356
Графит	двойная, $\sigma + \pi$	477
Этан $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$	одинарная, σ	326
Этилен $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}_2$	двойная, $\sigma + \pi$	586
Ацетилен $\text{HC}\equiv\text{CH}$	тройная, $\sigma + 2\pi$	808
Бензол C_6H_6	ароматическая (σ и π)	503

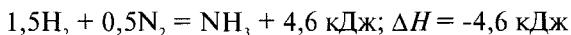
Все это позволяет сделать предположение о типах связи в этих соединениях. Наконец, можно провести сравнение свойств углерода со свойствами кремния. Эти задачи рассчитаны на развитие пространственного воображения и показывают его недостатки.

Мы рассмотрели цепь следующих друг за другом вопросов, создающих различные проблемные ситуации. То, что было сказано выше об алмазе, графите и кремнии, не обязательно давать на одной лекции или семинаре. Проблемы переходят с лекции на семинар, в домашнее задание и т.д., продолжают в течение длительного срока обучения, охватывают представления четырех учений химии и включают большое количество другой вспомогательной информации.

Проблемные задания наиболее эффективны, если они созданы на основе системного подхода к содержанию обучения. Любое знание системно, и отсутствие одного или нескольких элементов системы, одной или нескольких связей между элементами приводит к возникновению проблемной ситуации, поэтому проблемный метод обучения является предпочтительным для формирования творческого научного мышления. Прекрасный пример - известная задача поиска оптимальных условий синтеза аммиака, требующая для сво-

его решения одновременного использования знаний из термодинамики и кинетики.

Синтез аммиака. Реакция



характеризуется отрицательным изменением энтальпии и положительным тепловым эффектом. Учащимся предлагается предсказать условия - температуру и давление, наиболее благоприятные для увеличения выхода аммиака, и объяснить используемые в технологии условия. В соответствии с принципом Ле Шателье, низкие температуры и высокие давления должны смещать равновесие вправо, и, тем самым, приводить к максимальному выходу аммиака. Однако синтез аммиака проводят при сравнительно высоких температурах. Почему? Возникает проблемная ситуация. Это вызвано желанием повысить скорость химической реакции, но это понижает равновесный выход аммиака.

Данная проблема основана на противоречии результатов приложения знаний из термодинамики и кинетики. Для увеличения выхода аммиака реакцию следует проводить при возможно низкой температуре, для увеличения скорости необходима повышенная температура. Проблемная ситуация развивается вопросом, почему очень высокие давления не используются. Давление ограничено прочностью колонны синтеза аммиака, т.е. безопасностью производства и стоимостью самой колонны. Далее можно обсудить влияние катализатора на скорость процесса и на значения концентрационной и термодинамической констант равновесия.

В зависимости от этапа обучения, используются проблемы, различающиеся как числом учений, привлекаемых для их разрешения, так и способом их предъявления, обнаружения и формулирования. На начальном этапе обучения для разрешения проблемы используются сведения из одного-двух учений науки, а проблемная ситуация создается и разрешается преподавателем. По мере продвижения число учений возрастает и увеличивается степень самостоятельности поиска решения. К концу курса студентам предлагается самим найти среди предлагаемых данных проблему и разрешить ее, используя комплекс имеющихся знаний.

Галогены. На одном из занятий (лекция, семинар) предлагается задание предсказать, как изменяются константы диссоциации (при 1000 K) галогенов. Ниже приведены данные для фтора, хлора и брома и последовательность их предъявления (табл. 4-3).

Таблица 4-3

Галоген	$K_{\text{дисс}}$	Предсказать изменение $K_{\text{дисс}}$	Результат	$K_{\text{дисс}}$	Предсказать изменение $K_{\text{дисс}}$	Результат	$K_{\text{дисс}}$	$\Delta H_{\text{связи}}^{\circ}$ кДж (0 К)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
F_2					?	Меньше, чем $K_{\text{дисс}} Cl_2$ (неверно!)	$9,2 \cdot 10^{-3}$	154
Cl_2	$1,6 \cdot 10^{-7}$			$1,6 \cdot 10^{-7}$			$1,6 \cdot 10^{-7}$	238
Br_2	$2,8 \cdot 10^{-2}$			$2,8 \cdot 10^{-2}$			$2,8 \cdot 10^{-2}$	188
I_2	?		Больше, чем у Br_2 (верно!)	$6,2 \cdot 10^{-1}$			$6,2 \cdot 10^{-1}$	151

Сначала показываем константы равновесия диссоциации хлора и брома (столбцы 1 и 2), просим качественно (больше или меньше) предсказать константу диссоциации йода и открываем столбец 3 (не закрывая уже открытые столбцы). Основываясь на знании характера изменения свойств элементов по подгруппе элементов периодической таблицы (а также на размерах атомов и межъядерных расстояниях), учащиеся правильно отвечают, что константа диссоциации йода больше, чем у брома (столбец 4), что соответствует справочным данным (столбец 5).

Далее просим предсказать, больше или меньше константа диссоциации фтора по сравнению с хлором (столбец 6). Только что полученная закономерность роста константы диссоциации в ряду Cl_2 - Br_2 - I_2 переносится студентами на фтор (столбец 7), и они отвечают, что у фтора константа диссоциации меньше, чем константа диссоциации хлора. Однако это не подтверждается справочными данными (столбец 8) - у фтора константа диссоциации на несколько порядков выше, т.е. молекула фтора намного менее прочна, чем молекула хлора.

В этот момент, из-за несоответствия полученных знаний справочным данным, возникает проблема, для разрешения которой необходимы сведения из учения о строении вещества. Преподаватель просит вспомнить распределение электронов по энергетическим уровням и подуровням атомов галогенов и сравнить распределение у атомов фто-

ра и хлора. Учащиеся видят, что у атома фтора отсутствует d -подуровень, потому у атомов фтора в молекуле F_2 невозможен дополнительный вклад в энергию связи (столбец 9) d -электронов, образующихся при распаривании p - и s -электронов соответствующего энергетического уровня. Преподаватель может дополнить сведения о галогенах межъядерными расстояниями.

При желании рассмотренная проблема может быть продолжена сопоставлением констант диссоциации и энергий связи галогенов. По константам диссоциации фтор занимает положение между хлором и бромом, а по энергиям связи - между бромом и йодом. Для преодоления этого противоречия следует обратить внимание на то, что константа равновесия относится к 1000 К, а энергия связи - к 0 К. Неодинаковая зависимость от температуры теплоемкости веществ приводит к различному их взаимному расположению по величинам термодинамических характеристик при 0 и 1000 К. Интересно было бы рассказать о скорости реакции галогенов с водородом и об изменении механизма реакции при переходе вниз по подгруппе.

Щелочные металлы. Рассмотрим еще одну проблему, которая во многих учебниках предлагается без какого-либо упоминания о ее проблемности. При обсуждении свойств щелочных металлов на лекции можно показать взаимодействие лития, натрия и калия с водой (использовавшись графопроектором) и рассказать о характере взаимодействия с водой рубидия и цезия (табл. 4-4).

Ниже приведены сведения о характере реакций и некоторые данные для объяснения результатов опыта. Преподаватель ставит задачу: объяснить усиление реакционной способности щелочных металлов по мере повышения их атомных масс, т.е. при переходе вниз по подгруппе. Учащимся предлагается спрашивать все, что нужно для объяснения.

Таблица 4-4

Металл	Характер реакции	$\Delta H_{\text{атом}},$ кДж	$\Delta H_{\text{ион}},$ кДж	$\Delta H_{\text{гидр}},$ кДж	$\Delta H_{\text{обр}},$ кДж	$\Delta H_{\text{р-ши}},$ кДж	$E^\circ,$ В	$t_{\text{пл}},$ °С	$\gamma,$ г/см ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Li	спокойно	159	519	-506	-278	-222	-3,03	181	0,53
Na	энергично	109	490	-410	-240	-184	-2,71	<u>98</u>	0,97
K	воспламенение	88	485	-393	-252	-197	-2,98	<u>63</u>	0,86
Rb	взрывоподобно	84	406	-310	-251	-195	-2,98	<u>39</u>	<u>1,53</u>
Cs	взрыв	75	372	-264	-258	-202	-2,91	<u>28</u>	<u>1,87</u>

Обычно учащиеся отвечают: “При переходе от лития к цезию происходит повышение активности металлов”. Но почему происходит повышение “активности” они объяснить не могут. Более того, они не могут сказать, что они понимают под активностью металлов (этот термин встречается во многих учебниках). Некоторые учащиеся отмечают увеличение размеров атомов при переходе вниз по подгруппе и вследствие этого ослабление связи между атомами, что и приводит к повышению активности металлов.

Чаще всего учащиеся начинают с вопроса об энергии ионизации атомов щелочных металлов. Преподаватель объясняет, что энергия ионизации относится к изолированным атомам, и поэтому предварительно необходимо металлы перевести из кристаллического состояния в газовое, для чего затрачивается энергия атомизации:

$$\Theta_{\kappa} = \Theta_{\text{г}}; \quad \Delta H_{\text{атом}}; \quad (\Delta H_{\text{атом}} > 0).$$

При обсуждении данных столбца 3 видно, что энергия атомизации изменяется параллельно характеру реакции щелочных металлов с водой, однако, это изменение, как и изменение энергии ионизации

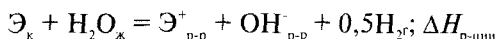
$$\Theta_{\text{г}} - e = \Theta_{\text{г}}^{+}; \quad \Delta H_{\text{ион}}; \quad (\Delta H_{\text{ион}} > 0),$$

показанное в столбце 4, не может служить объяснением.

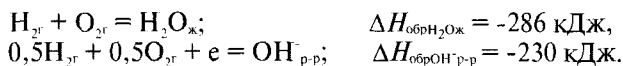
Следующий шаг: обсуждение энергий гидратации ионов s^1 -элементов:

$$\Theta_{\text{г}}^{+} = \Theta_{\text{г-р}}^{+}; \quad \Delta H_{\text{гидр}}; \quad (\Delta H_{\text{гидр}} < 0).$$

Преподаватель демонстрирует данные столбца 5, объясняет знак энергии гидратации и останавливается на аномально высокой энергии гидратации иона лития. Все перечисленные энтальпии входят в значение энтальпии реакции с водой:



Для вычисления $\Delta H_{\text{р-ции}}$ воспользуемся энтальпиями образования ионов $\Theta_{\text{г-р}}^{+}$, приведенными в столбце 6, и энтальпиями образования воды и гидроксид-иона:



Значения $\Delta H_{\text{р-ции}}$ приведены в столбце 7. Можно сразу показать студентам этот столбец, минуя столбцы 3, 4, 5 и 6. Преподаватель обращается к учащимся с просьбой сформулировать те неожиданные выводы, которые возникают при сравнении данных столбцов 2 и 7. Реакция ли-

тия с водой характеризуется самым большим тепловым эффектом, однако реакция протекает спокойно. Остальные металлы имеют близкие значения энтальпии реакции. Отсюда следует, что характер взаимодействия металлов с водой не определяется термодинамическими характеристиками реакций.

Возникает проблемная ситуация, требующая привлечения новых сведений. Обычно учащихся интересуют стандартные электродные потенциалы металлов. После предъявления данных столбца 8 возникает новая проблемная ситуация: электродный потенциал лития имеет наибольшее отрицательное значение, но литий реагирует наиболее спокойно с водой. Следовательно, электродные потенциалы не объясняют изменения характера реакции металлов с водой при переходе вниз по подгруппе. Здесь же преподаватель останавливается на причинах аномальных значений энтальпии образования иона лития (малый радиус иона лития и высокая энергия его гидратации). Преподаватель может также сравнить энтальпии реакций и электродные потенциалы, напомнив соответствующую формулу.

На вопрос о том, какие необходимы сведения для объяснения характера реакций металлов с водой, учащиеся обычно ответить не могут. Тогда преподаватель сообщает температуры плавления и плотности металлов (столбцы 9 и 10). Преподаватель спрашивает, зачем эти данные он показывает? Обычно ответа также не следует. Можно в данном месте прервать проблемную ситуацию и предложить продумать решение в домашней работе.

Обычно учащиеся не могут сообразить, зачем им предлагается информация столбцов 9 и 10. Но здесь мы наблюдаем очень интересный психологический эффект. Стоит обвести рамкой, если данные показываются через графопроектор, температуры плавления натрия, калия, рубидия и цезия и плотности рубидия и цезия. Эти данные в столбцах 9 и 10 выделены особым шрифтом (или подчеркнуты). Выделение должно касаться сразу двух столбцов!

Подобное разделение числовых данных, или же их классификация преподавателем по неизвестному для учащихся основанию (ориентир для разрешения проблемы), резко повышает число учащихся, предлагающих правильное предположение. Можно просто задать вопрос, какие щелочные металлы могут быть расплавлены в воде ($t_{\text{пл}} < 100\text{ }^{\circ}\text{C}$) и какие тонут в воде ($\gamma > 1$).

Проблемная ситуация разрешается так: наиболее энергично (со взрывом) реагируют с водой рубидий и цезий. Они тонут в воде и плавятся в ней. Это приводит к резкому увеличению площади контакта воды с металлом и взрывоподобному прохождению реакции. Следовательно, проблема объясняется кинетическими факторами взаимодействия. Формулируется вывод: наблюдаемая зависимость характера реакции не связана с химическими свойствами металлов, а сочетанием

их физических свойств (температуры плавления и плотности), которые обусловлены строением металлов.

После успешного решения этой проблемы преподаватель может предложить в виде самостоятельной работы изучить (предсказать) характер взаимодействия щелочноземельных металлов (элементов главной подгруппы 2-ой группы элементов). Учащиеся собирают необходимые им справочные данные и обнаруживают, что эти металлы все тонут в воде и не могут быть расплавлены водой. Их реакция с водой обусловлена химическими свойствами простых веществ. Заметим, что эта проблема показывает учащимся, что предсказание изменения свойств сложных химических объектов с использованием периодической таблицы не приводит к ожидаемым результатам (особенно когда производится суммирование числовых данных с различными знаками).

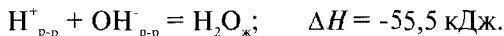
Для разрешения рассмотренной выше проблемы потребовались сведения из химической термодинамики и химической кинетики, а также данные из учения о периодическом изменении свойств элементов. Если преподаватель дополнительно остановится на сравнении электропроводности металлов, их твердости, энтропии и других физико-химических свойств и привлечет учение о строении вещества, то студентам будет показано одновременное использование для разрешения проблемы всех четырех учений химии. Этим будет осуществлен системный подход к изучению химических объектов и их многостороннее рассмотрение.

Преподаватель может обратить внимание на то, что в обсуждение вопроса о реакции металлов с водой включено большое количество разных знаний из курса химии. Эти знания использовались и вводились деятельностным подходом, что приводит к более эффективному их усвоению. Подобным приемом можно построить весь курс химии и такие попытки осуществлялись в некоторых пособиях, но они оказались неудачными (возможно, из-за слабых методических и научных знаний авторов). Можно рекомендовать предлагать подобные построения частей лекций или семинарских занятий при изучении химии элементов.

Обсуждавшаяся проблемная ситуация отличается своей **динамичностью**: она может проводиться в течение нескольких лекций и семинаров. Дополнительное обращение к реакциям щелочноземельных металлов показывает учащимся, что перенос полученных знаний в новую ситуацию иногда оказывается невозможным. Подобного типа проблемы - **внутридисциплинарные**. Проблемы, для решения которых привлекаются сведения из других научных дисциплин - **междисциплинарные**. Эти проблемы отражают межнаучные взаимодействия, показывают наличие общих областей у разных наук, формируют у учащихся картину природы и приучают использовать в будущей работе многообразие знаний из различных учебных дисциплин и наук. Проблема, касавшаяся свойств графита и алмаза, имеет внутридисциплинар-

ную (охватывала материал основных учений науки) и междисциплинарную направленность (графит и алмаз - важнейшие объекты геологии и современной технологии).

Диссоциация воды. Приведем еще одну проблему, связанную с диссоциацией воды и важную для будущих химиков, геологов, биографов, медиков, инженеров и других. До обсуждения учащиеся были ознакомлены с понятиями энтальпии, энтропии и изобарного потенциала. В лабораторном практикуме учащиеся определили энтальпию нейтрализации сильной кислоты сильным основанием:

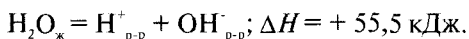


Преподаватель обсуждает диссоциацию воды на ионы и ионное произведение воды, которое обычно используется для перехода к водородному показателю. Иногда дополняют, что ионное произведение зависит от температуры и на этом изучение ионного произведения воды заканчивается. При проблемном обучении работа продолжается, для этого показываются ионные произведения воды при различных температурах и термодинамические сведения, которые можно получить из них (табл. 4-5).

Таблица 4-5

$t, ^\circ\text{C}$	T, K	$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$	$\lg K_w$	$\Delta G = -19,15 T \lg K_w, \text{ Дж}$
15	288,15	$0,4505 \cdot 10^{-14}$	-14,3463	79142
20	293,15	$0,6814 \cdot 10^{-14}$	-14,1666	79507
25	298,15	$1,0080 \cdot 10^{-14}$	-13,9965	79892

Эти данные можно показать учащимся и попросить их обнаружить проблему, но учащиеся обычно этого сделать не могут. Преподаватель показывает, с чего следует начать поиск проблемы. Он обращает внимание на то, что при повышении температуры ионное произведение воды возрастает, что говорит о смещении равновесия диссоциации вправо в сторону образования ионов, как того требует принцип Ле Шателье (теплота поглощается):

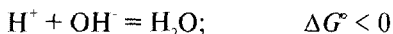


Вычисляем изменение изобарного потенциала диссоциации при каждой температуре. Спрашиваем у учащихся: не видят они в полученных результатах нечто странное? Учащиеся не обращают

внимания на положительный знак ΔG , что говорит о невозможности диссоциации, тем не менее, вода диссоциирует на ионы. Объясняем, что полученные положительные значения ΔG относятся к стандартным концентрациям всех веществ, записанных в уравнении реакции:

$$[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = [\text{H}_2\text{O}] = 1 \text{ моль/л}$$

При таких концентрациях ионов водорода и гидроксид-ионов возможна самопроизвольная реакция образования из ионов молекул воды, для которой изменение изобарного потенциала имеет отрицательный знак:



Что еще удивительного можно извлечь из результатов расчета? К сожалению, учащиеся не замечают противоречия, в ходе изменения ΔG , с зависимостью ионного произведения воды от температуры: с ростом температуры ΔG становится все более положительным, т.е. диссоциация как будто бы становится все менее вероятной, менее термодинамически возможной, и, следовательно, равновесие должно смещаться в сторону уменьшения концентрации ионов водорода и гидроксид-ионов. Но числовые значения K_w говорят о противоположном! Возникла новая проблемная ситуация. Аудитория молчит! В чем ошибка? В расчетах или в объяснении преподавателя? На этом месте можно обсуждение проблемы прекратить и дать учащимся домашнее задание на её объяснение.

Предлагая данные последнего столбца со значениями изобарного потенциала, преподаватель может изобразить растерянность, недоумение. Он может сказать, что не понимает, почему получились такие непонятные результаты. Может быть, он сделал ошибку? Пусть учащиеся сами ее обнаружат! Если же ошибки в расчетах, то как объяснить обнаруженное противоречие? Преподаватель может сказать, что ему только что пришла в голову идея провести этот расчет, и он не знает, как объяснить результаты и просит помочь ему.

Обсудив наиболее интересные варианты и не найдя среди них приемлемых, преподаватель предлагает провести математическую обработку данных. Имеются три значения ΔG при трех температурах. Следовательно, можно вывести зависимость ΔG от температуры Составим для интервалов температур 15-20 °C и 20-25 °C системы уравнений.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S,$$

или, что то же, $y = a + bx$.

Для интервала температур 15-20 °С имеем:

$$\begin{cases} 79142 = \Delta H - 288,15\Delta S, \\ 79507 = \Delta H - 293,15\Delta S, \end{cases}$$

откуда:

$$\Delta G = 58110 + 73,00 T$$

Для интервала температур 20-25 °С имеем:

$$\begin{cases} 79507 = \Delta H - 293,15\Delta S, \\ 79892 = \Delta H - 298,15\Delta S, \end{cases}$$

откуда:

$$\Delta G = 56930 + 77,00 T.$$

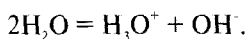
Первый член выведенных уравнений - это изменение энтальпии при диссоциации воды, $\Delta H_{\text{дисс}} \approx 57$ кДж, что совпадает с экспериментально полученным самими учащимися значением энтальпии при нейтрализации сильной кислоты сильным основанием.

Коэффициент при T в полученных уравнениях - это изменение энтропии при диссоциации воды:

$$\begin{array}{ll} \text{в интервале температур } 288,15 - 293,15 \text{ К} & \Delta S = -73 \text{ Дж/К} \cdot \text{моль}, \\ \text{в интервале температур } 293,15 - 298,15 \text{ К} & \Delta S = -77 \text{ Дж/К} \cdot \text{моль}. \end{array}$$

К сожалению, учащиеся (и преподаватели) не видят ничего удивительного в результате этого расчета. Но и эти результаты противоречивы. При диссоциации молекулы воды на два иона энтропия понижается, а порядок в системе возрастает! При повышении температуры энтропия понижается, а порядок возрастает! Возникает острая проблемная ситуация. Возможно ли такое? Как найти выход из этой ситуации? Даже не интересующиеся химией учащиеся принимают участие в групповом обсуждении. Чем больше их участвует в обсуждении, тем больше высказывается различных мнений и более многосторонним становится рассмотрение изучаемого объекта.

Правильное решение - гидратация образующихся при диссоциации ионов водорода и гидроксид-ионов. Записываем уравнение реакции диссоциации воды с образованием иона оксопия:



Мимоходом обсуждаем донорно-акцепторный механизм образования иона H_3O^+ , привлекая представления об sp^3 -гибридизации валентных орбиталей атома кислорода и о тетраэдрическом угле между связями. У атома кислорода в молекуле воды имеются две гибридные орбитали, содержащие по паре электронов. Одна пара электронов отдается в “совместное пользование” с протоном (кислород - донор, протон - акцептор электронной пары). Новый проблемный вопрос - почему вторая пара электронов не способна участвовать в образовании второй донорно-акцепторной связи, т.е. почему не образуется ион H_4O^{2+} ? Ведь, как будто бы ничто этому не препятствует! Преподаватель говорит, что не знает о причине, по которой не существует ион H_4O^{2+} . Однако он может предположить, что ион H_4O^{2+} не существует из-за слишком сильного отталкивания двух одноименных зарядов (хотя, с точки зрения метода молекулярных орбиталей, заряды в молекуле принадлежат всей молекуле в целом, а не отдельным ее частям или связям). Новая проблема в цепи проблем!

Ионы оксония и гидроксид-ионы подвергаются дальнейшей гидратации. Уравнение диссоциации воды может быть записано так:



Итак, почему же при диссоциации воды порядок в системы возрастает? Учащиеся уверенно отвечают, что это происходит из-за того, что каждый образующийся ион окружается многими молекулами воды (слоями), более или менее прочно удерживающимися вокруг центрального иона. Порядок возрастает, а энтропия понижается! При повышении температуры диссоциация воды усиливается, возрастает число ионов и число гидратирующих их молекул, поэтому порядок в системе возрастает. Такое поведение системы сохраняется до некоторой определенной температуры, выше которой тепловая энергия разрушает гидратные оболочки, и порядок начинает понижаться, а энтропия возрастать.

Обсуждение поведения воды может быть дополнено рядом других сведений: о скорости нейтрализации, об изотопном влиянии на диссоциацию (дейтерий), о единицах измерения констант равновесия, о влиянии ионной силы. Подобно воде ведут себя многие электролиты в водных растворах. Интересно обсудить свойства фосфорной кислоты, “нормальное” или “аномальное” поведение которой зависит от степени диссоциации.

Рассмотренная выше проблема решается в течение длительного промежутка времени по мере прохождения нового материала. Обсуждение проблемы приходится прерывать окончанием занятия. Полезен следующий прием: если занятие заканчивается, учащиеся получают задание к следующему занятию найти объяснение. Они пишут объяснения и предположения на отдельных листах бумаги и сдают их преподавателю за день-два до следующего занятия. Преподаватель предупреждает, что оценка будет вы-

ставляться по числу предложенных объяснений. Это сильно повышает активность учащихся и заинтересованность в выполнении задания.

Хотя при проблемном обучении лекция или семинар проходят по заранее обдуманному и проработанному преподавателем сценарию, часто возможны непредсказуемые отклонения, вызванные неожиданными вопросами или предположениями учащихся. Иногда при проблемном обучении преподавателю приходится вести себя как актеру. Поведение аудитории при поиске решения проблемы часто бывает неожиданным. Иногда сложная проблема быстро обнаруживается и легко решается всеми учащимися, а иногда, казалось бы простой вопрос, не заинтересовывает аудиторию, и преподаватель оказывается перед молчащей и неизвестно о чем думающей аудиторией.

На успех решения проблемы часто влияет множество второстепенных факторов, которые невозможно учесть. Хорошее настроение преподавателя, его бодрость, жизнерадостность, подвижность, уверенность в возможности выйти из затруднения, разговорчивость, юмор и т.п. благоприятно действуют на аудиторию. Активность учащихся зависит не только от знаний и подготовленности к занятию, но и даже от времени суток, погоды (солнечной или пасмурной), от того, будет или не будет после занятия по химии контрольная по другой дисциплине, перерыва на обед, ожидания зачетной сессии и т.п. Преподавателю не следует предлагать одни лишь проблемные задачи и вопросы, а чередовать с обычными, иначе учащиеся быстро привыкают к проблемным заданиям и сразу же начинают придумывать необычные ответы.

Преподаватель может создать проблемы на основе того, что знания объясняющие систему и структуру объекта на одном уровне его организации, не способны сделать то же самое для другого уровня. Такова проблема о магнитных свойствах молекулярного кислорода. Теория валентных связей, трактующая химическую связь, как область перекрытия внешних атомных орбиталей, не способна объяснить наблюдаемый парамагнетизм молекул кислорода. Теория молекулярных орбиталей, рассматривающая молекулу на более высоком уровне организации вещества, когда электроны обобществлены на молекулярных орбиталях, находит выход из этого затруднения.

Скорость реакции. Покажем, как умение пользоваться приемами научного исследования - систематизацией и классификацией - помогает находить и решать проблему. Учащимся предлагаются константы скорости реакции между триэтиламином и этилиодидом в различных растворителях (табл. 4-6):

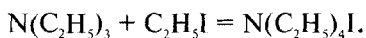


Таблица 4-6

Растворитель	k , условные единицы
Бензол	0,06
Ацетон	0,6
Метиловый спирт	1,5
Гексан	0,002
Этиловый спирт	1,0

Видно, что константа скорости зависит от природы растворителя. Это уже есть проблема, требующая объяснения. Незнакомые с систематизацией учащиеся отказываются от решения проблемы, т.е. от объяснения причин зависимости от природы растворителя. Если же константы скорости расположить в порядке их понижения (систематизация), то проблема решается быстро (табл. 4-7):

Таблица 4-7

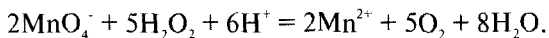
Растворитель	k , условные единицы
Метиловый спирт	1,5
Этиловый спирт	1,0
Ацетон	0,6
Бензол	0,06
Гексан	0,002

Систематизировав данные, учащиеся приходят к выводу, что константа скорости зависит от способности молекул растворителя образовывать водородные связи (от полярности растворителя и его диэлектрической проницаемости). Решение данной проблемы объединяет учения о строении вещества и скорости реакций и включает операцию систематизации.

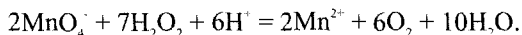
Часто преподаватели думают, что использование расчетных задач и обычных вопросов входит в содержание проблемного обучения. Разумеется, любая задача может рассматриваться как проблема в привычном ее понимании. Учащимся следует предлагать в разумном количестве расчетные задачи, преследующие цель запоминания формул, важных для усвоения научных теорий, и использование которых по-

звolyает в дальнейшем разрешать проблемные ситуации. Но, в то же время, желательны такие расчетные задачи, которые содержат проблему или в своем содержании, или в результатах расчета.

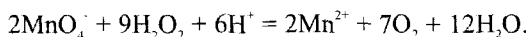
Стехиометрические коэффициенты. Реакция с пероксидом водорода. Заинтересовать учащихся скучной процедурой подбора коэффициентов уравнения окислительно-восстановительной реакции можно, показывая связь реакции с каким-либо явлением природы, быта или жизнедеятельности организма. Имеется немало реакций, у которых, несмотря на одинаковые исходные вещества и продукты, стехиометрические коэффициенты уравнений различны. Преподаватель просит составить уравнение окислительно-восстановительной реакции между перманганат-ионами и пероксидом водорода в кислотной среде (серная кислота), сообщая о некоторых продуктах реакции: кислород и ионы Mn^{2+} . Учащийся у доски и остальные учащиеся самостоятельно составляют уравнения реакций окисления и восстановления, определяют числа отданных и принятых восстановителем и окислителем электронов и составляют такое уравнение:



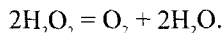
Преподаватель с удивлением замечает, что у него получились другие коэффициенты реакции, и записывает на доске свое уравнение:



Учащиеся уверены в своей правоте и в ошибке преподавателя. Преподаватель высказывает мнение, что группа ошиблась. Учащиеся проверяют уравнение преподавателя и убеждаются, что в его уравнении соблюдается атомный и зарядовый балансы. Почему? Возникает острая проблемная ситуация - кто ошибся и почему? Преподаватель что-то пишет, сидя за столом, затем вскакивает со стула, подбегает к доске и записывает еще одно уравнение реакции:

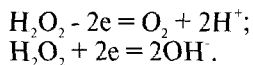


Все пытаются найти ошибки или объяснить такую странную ситуацию. В чем же причина того, что одна и та же реакция может быть описана несколькими уравнениями? В группе из 10-15 человек через несколько минут находится учащийся, который предлагает правильный ответ. Преподаватель сразу же предоставляет ему слово: одновременно с реакцией взаимодействия перманганат-иона с пероксидом водорода может протекать реакция распада пероксида водорода:

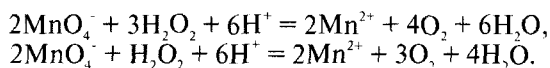


Это уравнение суммируется с основным уравнением один, два, три и большее число раз, и получаются уравнения с разными коэффициентами при формулах пероксида водорода, кислорода и воды. Преподаватель задает вопрос: “С каким типом (кинетическим) реакций мы столкнулись в этом процессе?”. Это параллельные или последовательные реакции? Если материал о скоростях реакций был пройден, группа, конечно, ответит, что здесь проявляются параллельные реакции.

Преподаватель задает новый вопрос: “А что представляет собой реакция распада пероксида водорода? Если это окислительно-восстановительная реакция, то следует записать уравнения окисления и восстановления”. Несмотря на простоту задачи, она решается учащимися нелегко. После размышления и обсуждения они записывают два уравнения:

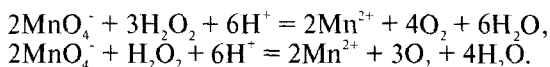


Суммирование этих уравнений дает уравнение распада пероксида водорода. Одно и то же вещество может быть и окислителем, и восстановителем!



Все понимают, что эти уравнения получены вычитанием уравнения распада пероксида водорода. Преподаватель просит подумать, каков химический смысл этих уравнений (например, число участвующих электронов).

Казалось бы, проблема разрешена, но преподаватель записывает на доске еще два уравнения реакции между перманганат-ионом и пероксидом водорода:



Как получены эти уравнения? Учащиеся быстро отвечают, что уравнения получены вычитанием из основного уравнения одного и двух уравнений распада пероксида водорода. “Каков смысл этих уравнений? Каково число электронов, участвующих в реакциях окисления и восстановления?” - задает вопрос преподаватель. Следует сказать, что преподаватель ответов на эти вопросы не знает. В стремлении сделать обучение более гуманным, такой ответ показывает, что преподаватель является человеком, который может что-то не знать, в чем-то сомневаться: нет ничего по-

зорного в том, чтобы честно признаться в своем незнании и в своей ошибке. Это сближает учащихся с преподавателем. Преподаватель говорит, что поставит отлично тому, кто научно и понятно объяснит эту загадку.

Наконец новый вопрос: "По какому уравнению действительно проходит реакция в водном растворе?". Реакция проходит по тому уравнению, которое было составлено группой, но для доказательства этого следует провести титрование раствора пероксида водорода известной концентрации раствором перманганата калия. Это задание может быть выполнено на лабораторном занятии.

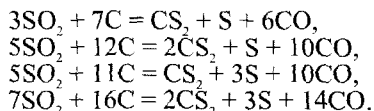
Преподаватель может поставить еще одну проблему. Известно, что разложение пероксида водорода ускоряется различными катализаторами, в том числе и перманганатом калия (раствор) и другими соединениями марганца. Почему же при титровании раствором перманганата калия пероксид водорода каталитически не распадается, и процесс проходит количественно по полученному уравнению? Желательно изучение этой реакции дополнить термодинамическими расчетами и, используя стандартные электродные потенциалы, рассчитать эдс реакции и, далее, изменение изобарного потенциала и константу равновесия.

Дискуссию можно продлить, обсудив **экологически чистые окислители** (кислород, озон, пероксид водорода) и **восстановители** (вода, водород, пероксид водорода). Перманганат калия относится к экологически нечистым окислителям, так как в реакции с ним образуются вещества, загрязняющие окружающую среду. Наконец, преподаватель может провести сравнение двух экологически чистых окислителей и восстановителей - озона и пероксида водорода, задав вопрос: "Который из них окислитель, и который - восстановитель в реакции: $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_3 = 2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$?"

Ответ непрост, и преподаватель должен предварительно продумать, как решить эту задачу. Эта реакция интересна тем, что в растворе пероксида водорода и озона она обладает окислительной способностью большей, чем по отдельности озон и пероксид водорода. Почему? Преподаватель знакомит студентов с явлением **синергизма**, заключающимся в том, что комбинированное воздействие различных веществ на химическую реакцию превышает действие, оказываемое каждым веществом в отдельности. Синергизм очень часто проявляется при действии лекарства, состоящего из нескольких компонентов.

Рассмотренная цепочка проблем отличается обилием многих вводимых новых знаний. Для многостороннего рассмотрения реакции были привлечены сведения по химии двух важнейших в быту и промышленных веществ - пероксида водорода и перманганата калия, окислительно-восстановительным реакциям, о направлении и скорости реакций, титровании и т.п.

Интересующимся преподаватель предлагает еще один пример:



Автор не пытался найти объяснения причин различных стехиометрических коэффициентов этих уравнений.

Синтез этанола. Осуществим ли синтез этанола из простых веществ при термодинамических параметрах, указанных в табл. 4-8.

Таблица 4-8

	ΔH_{298}° , кДж	S_{298}° , Дж/К·моль
$\text{H}_{2\text{г}}$	0	130,5
$\text{O}_{2\text{г}}$	0	205,0
$\text{C}_{\text{алмаз}}$	1,8	2,4
$\text{C}_{\text{графит}}$	0	5,7
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{\text{л}}$	-234,6	282,4
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{\text{ж}}$	-276,9	161,0

Отрицательное значение изобарного потенциала говорит, что реакция возможна. Почему же спирт так не получают? (Ответ: получить спирт в одну стадию кинетически невозможно из-за бесконечно малой вероятности столкновения многих молекул в одной точке). Интересно заметить, что некоторые учащиеся пытаются получить спирт из алмаза!

Скорость молекул. Когда учащихся спрашивают, почему при повышении температуры возрастает скорость реакции, учащиеся чаще всего отвечают, что из-за повышения скорости молекул. Тогда преподаватель предлагает решить задачу с использованием основного уравнения молекулярно-кинетической теории:

$$RT = 1/3 N_A m U^2,$$

где R - газовая постоянная, N_A - число Авогадро; m - масса молекулы; U - скорость молекулы. Как изменится скорость молекул при повышении температуры на 10 градусов (комнатные температуры)?

Пусть: $T_1 = 293 \text{ K}$, $T_2 = 303 \text{ K}$. Тогда: $U_{303}/U_{293} = \sqrt[3]{(303/293)} = 1,02$.

После получения такого ответа преподаватель рассказывает о распределении молекул по энергиям и переходит к уравнению Аррениуса. Теперь рассказ преподавателя воспринимается с намного большим интересом.

Царская водка. Химику было поручено разработать способ промышленного получения нитрата натрия, и он предложил воспользоваться реакцией между хлоридом натрия и азотной кислотой. Почему этот способ промышленного получения нитрата натрия оказался неприемлемым? Если ответа нет, преподаватель задает следующие вопросы: “Каковы продукты реакции? Из каких металлов нужно было бы изготовить детали аппаратуры и оборудования? Какой способ получения нитрата натрия вы можете предложить?”

Кислотные дожди в тундре. Почему в Сибири, в тундре, севернее полярного круга выпадают кислотные дожди? Там нет заводов, выбрасывающих оксиды серы или азота! Это также проблемный вопрос, так как для ответа недостаточно вспомнить какие-то числовые данные или уже пройденный материал, а следует объединить ряд, казалось бы, не связанных между собой знаний (Ответ: летом происходит разложение органических веществ верхнего слоя почвы тундры).

Глобальное потепление. Приведем пример междисциплинарной (межнаучной) проблемы. Преподаватель спрашивает: “Почему при современном глобальном потеплении уровень воды океанов и морей поднимается? Укажите, по крайней мере, две основные причины”. Большинство учащихся сразу же указывают на парниковый эффект. Земля получает солнечную энергию, а отдает с поверхности в основном инфракрасное излучение, которое задерживается молекулами углекислого газа, метана, воды и некоторыми другими, поэтому нижние слои атмосферы разогреваются, и происходит потепление климата и таяние льдов.

Преподаватель замечает, что эта причина повышения уровня морей и океанов названа правильно. “Вторая причина вам хорошо известна, но привлечь ее для объяснения этого глобального явления вам будет непросто, просто потому, что вы ее хорошо знаете. Думайте! Первые назвавшие эту причину получают отличные оценки!”. Через некоторое время преподавателю придется сказать о расширении воды при повышении ее температуры. В этой проблеме соединены сведения из химии, физики, климатологии. Это задание интересно и тем, что преподаватель может убедиться в том, насколько непросто извлекать из памяти необходимые знания.

Двойной электрический слой. Преподаватель рассказывает о двойном электрическом слое, который состоит из слоя отрицательно заряженных электронов на металле и слоя положительных

ионов у поверхности металла. На электроде образуется либо избыток, либо недостаток электронов, и к нему притягиваются либо катионы, либо анионы. Возникает не просто решаемая проблема - ионы могут подойти к металлу вплотную, и образовавшийся конденсатор обладает огромной напряженностью электрического поля. Почему же ионы не разряжаются? Ответ может быть таким: на поверхности металла имеется слой адсорбированных молекул воды (растворителя), диполи которых ориентированы положительной частью к металлу (рис. 4-9). Слой молекул воды - изолятор, предохраняющий конденсатор от пробоя. Такой рисунок обычно не предлагается учащимся.

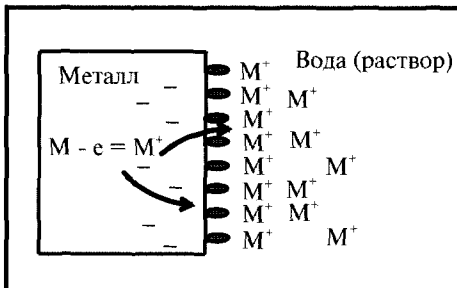


Рис. 4-9. Модель двойного электрического слоя с молекулами воды на поверхности металла

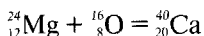
Что такое жизнь? В двух свето- и звуконепроницаемых ящиках с отверстиями

для пропускания кислорода и углекислого газа находятся живая кошка и горящая свеча. В ящики подается воздух и из них удаляется углекислый газ. Как узнать, в каком ящике кошка, а в каком свеча? Обычно учащиеся говорят, что ящик со свечой будет нагреваться сильнее, чем ящик с кошкой. “Возьмем свечу поменьше, а кошку побольше, чтобы тепловые эффекты горения и жизнедеятельности были равны” - отвечает преподаватель. “Кошка будет мяукать и царапать ящик”, но “Ящик звуконепроницаем”, “У кошки свяжем лапы”. Преподаватель и группа выслушивают много других предложений. По мере их высказываний они становятся все более абстрактными и обобщенными, приближаясь по смыслу к философским. Наконец, преподаватель говорит, что наука не может дать ответ на этот вопрос. Мы не знаем, есть ли жизнь на других планетах, и мы не знаем даже, что такое жизнь, как и зачем она возникла, что будет с ней в будущем.

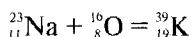
Особенно интересны для учащихся необычные и нерешенные современной наукой проблемы. Такие проблемы науки не встречаются в учебниках и научно-популярной литературе. Они настолько необычны, что даже слабые учащиеся проявляют к ним интерес. Но такие проблемы опасны для преподавателя, так как он вынужден сказать, что точного ответа на проблему он не знает и, возможно, проблема абсурдна.

Невероятные ядерные реакции. К одному из ярких по необычности и отвергаемых наукой относится вопрос о способности живых существ превращать ядра атомов одних элементов в ядра атомов других элементов. Сообщалось, что один ученый (а может быть не ученый, а

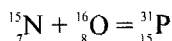
шарлатан) поместил крабов, лишенных части панциря в воду, не содержащую ионы кальция, но содержащую ионы магния. Через некоторое время карбонатный панцирь крабов начал восстанавливаться, а в воде содержание магния уменьшилось за счет ядерной реакции:



Было высказано еще более фантастическое предположение, что в экстремальных условиях, например, при работе у доменных печей, или в жаркой пустыне, когда человеку необходимо усиленное отведение энергии для защиты от перегрева, в организме проходит реакция превращения натрия в калий, сопровождающаяся поглощением энергии и приводящая к охлаждению организма:



Еще одно предположение - в почве возможны превращения химических элементов, например,



Все подобные гипотезы отвергаются наукой, как невозможные. Учащимся предлагается убедиться в равенстве чисел протонов и нейтронов по обе стороны от знака равенства во всех уравнениях. Такой рассказ преподавателя воспринимается учащимися как нечто новое, отсутствующее в учебнике химии, и заинтересовывает даже самых инертных слушателей. Преподаватель предупреждает учащихся, что он не знает, насколько правильны все обсуждавшиеся положения. Дополним, что ядерные реакции обратимы. Возможны ли эти реакции в противоположном направлении?

Многие преподаватели считают, что проблемное обучение заключается в обычных вопросах по отдельным порциям учебного материала. Но проблемный вопрос начинается со слов "Почему?" или "Для чего?". Обсудим несколько примеров. Вопрос: "Какова формула серной кислоты?" не проблемный, так как для правильного ответа нужно запомнить формулу. Но, если преподаватель спрашивает: "Почему серная кислота имеет формулу H_2SO_4 ?", то для ответа мало знать формулу вещества, а необходимо знать положение элементов в периодической таблице, электронное строение атомов, их валентные состояния и гибридизацию и т.п.

Проблемные вопросы. Ниже приведены примеры вопросов проблемного характера. Многие вопросы могут служить темами сочинений. Вопросы приведены без их систематизации.

1. Почему не образуется ион H_4O^{2+} ?

2. Почему в тундре Сибири за полярным кругом где-то далеко на востоке, где нет никаких заводов, выпадают кислотные дожди?

3. Случайно или не случайно максимум теплоемкости воды совпадает с температурой тела человека?

4. Каковы причины образования месторождений - огромных скоплений веществ определенного состава в земной коре, хотя Земля образовалась из пылевого облака, в котором частицы были равномерно распределены?

5. Почему в природе образовалось и сохраняется огромное число нецелесообразно созданных животных и растений?

6. Если кислород парамагнитен, можно ли ожидать повышенной концентрации его у полюсов или вблизи магнитных аномалий?

7. Почему у человека два глаза, два уха, две ноздри, два полушария головного мозга, две почки, но одно сердце, один желудок, одна печень? Почему столь важные органы не дублируются?

8. Почему алмаз прозрачен, а графит не пропускает видимый свет?

9. Почему координационное число чаще всего равно 6?

10. Как дать определение фазы для правила фаз Гиббса, если при переходе вверх по атмосфере происходит непрерывное понижение плотности воздуха?

11. Если Вселенная - вечный двигатель, почему мы не можем его создать на Земле?

12. Почему основой жизни не стали кремний и фтор? Каковы должны быть условия для жизни на основе кремния и фтора?

13. Как получают "воздушную" кукурузу? Как обрабатывают зерна кукурузы, чтобы при нагревании они расширялись в десятки раз? Каковы физико-химические процессы, проходящие в зерне при нагревании?

14. Может ли человек жить в среде с температурой его организма?

15. Почему сначала был бронзовый век, а затем железный? (Ответ: температуры плавления металлов и термодинамика процессов восстановления).

16. Почему при повышении температуры резиновые сапоги становятся тесными? (Ответ: при повышении температуры резина сжимается).

17. Почему березовый сок капает из отверстия ствола дерева, но невозможно добывать сок при помощи деревянной палки или фитиля?

18. Почему грузовой состав из ста вагонов при торможении останавливается на протяжении сотен метров, а один вагон с таким же грузом и двигающийся с той же скоростью останавливается через несколько десятков метров? (Автор ответа не знает. Быть может, возникает инерционное поле?).

19. Почему раньше торцы бревен для изб и других сооружений обрубали топором, а не пилили пилой? (Ответ: поры в древесине при пилке остаются открытыми, и через них выходят вещества, которые консер-

вируют древесину. При работе топором поры закрываются, и древесина сохраняется веками).

20. Как будет выглядеть периодическая таблица элементов, если бы не было спинового квантового числа?

21. Почему Солнце или Луна при их заходе у самого горизонта кажутся очень большими, но на фотографии они получаются в виде маленьких кружков?

22. Может ли появиться на Земле динозавр или неандерталец? Возможна ли эволюция в обратном направлении?

23. Почему галька на пляже бывает круглая и продолговатая?

24. Согласны ли вы с высказыванием, что любая реакция, если ее уравнение составлено правильно, может проходить при некоторых условиях?

25. Какова скорость сближения двух фотонов, посланных навстречу друг другу со скоростью света 300 000 км/сек?

26. Можно ли провести реакцию так, чтобы или выделялась только теплота или совершалась только работа?

27. Чтобы человеку рукой удержать груз от падения на землю, необходимо непрерывно затрачивать энергию. Тот же груз удерживается постоянным магнитом. Откуда берется энергия?

28. Почему при повышении температуры давление в автомобильной шине повышается больше, чем это должно быть в соответствии с расчетом по уравнению газового состояния?

29. Почему шурупы ржавеют быстрее гвоздей?

30. Почему зубы болят от сладкого, но не болят от соленого?

31. Какие свойства куска вещества и одной молекулы совпадают?

32. Почему жидкость можно перегреть (нагреть до температуры выше температуры кипения), а кристалл нагреть выше температуры плавления не удастся?

33. При росте кристалла выделяется теплота. Что теплее - растущий кристалл или окружающий его раствор?

34. Почему одно из множества ядер радиоактивного элемента в данный момент времени распадается, а остальные продолжают существовать?

35. Почему при приливании к раствору CuSO_4 водного раствора аммиака NH_4OH ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) образуется комплексный ион $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, а при приливании раствора NH_4Cl ($\text{NH}_3 \cdot \text{HCl}$?) этот ион не образуется?

36. Почему в комплексных ионах с нейтральными лигандами обычно координационное число больше, чем с заряженными лигандами (ионами), например, $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ и $[\text{NiCl}_4]^{2-}$?

37. Почему комплексный ион $[\text{AlF}_6]^{3-}$ существует, а ион $[\text{AlCl}_6]^{3-}$ не обнаружен?

38. Считается, что все в природе целесообразно. Зачем растения выделяют кислород? Что им это дает? Кроме того, они ведь дышат кислородом!

39. Температура кипения воды постоянна и не зависит от интенсивности кипения. Почему суп при сильном кипении становится готовым быстрее, чем при слабом?

40. Почему при перемешивании ложечкой чая в стакане чайники собираются в центре поверхности жидкости, а не отбрасываются центробежной силой к стенке стакана?

41. Даже если представить атом круглым, то поверхность металла (или зеркала) не гладкая, а шероховатая. Почему падающий на такую поверхность луч света отражается в одном направлении? Как фотоны “узнают”, что им следует двигаться всем в одном направлении, отражаясь от такой неровной поверхности?

42. Если верить историческим сведениям, М. Магеллан (1470-1521), португальский мореплаватель, совершивший первое кругосветное плавание, брал на корабль запасы не чистой родниковой воды, а болотной. Почему? (Предположения учащихся: болотная вода содержит витамин С от цинги, фенол от порчи воды).

43. Почему при встряхивании сосуда с камушками различных размеров мелкие скапливаются внизу, а крупные наверху?

44. Почему кислоты называют одноосновными или многоосновными, а основания однокислотными или многокислотными?

45. В жидкую воду бросили кусочек льда, который утонул. Возможно ли такое? (Ответ: лед из воды, содержащей тяжелые изотопы, или лед, полученный при высоких давлениях).

46. Каков цвет атомов углерода? (Часто учащиеся отвечают – черный. Таков цвет шариков в моделях графита и алмаза).

47. В составе некоторых напитков, в том числе кока-колы, входит фосфорная кислота. Каковы последствия действия фосфорной кислоты? (Ответ: фосфорная кислота затрудняет усвоение ионов кальция и усиливает выведение его из организма. Почему? В результате прочность костных тканей снижается, и увеличивается опасность переломов костей).

48. Будет ли в кабине космического корабля гореть свеча?

49. Перечислите, в каких свойствах элементов проявляется периодичность. Задание непростое, предупреждаем – будьте очень осторожны в своих высказываниях!

50. Почему кристалл нельзя нагреть выше температуры плавления?

51. Обычно считается, что в природе все целесообразно. Но отнеситесь к этому утверждению осторожно. Разве бегемот или носорог созданы целесообразными существами? Или – тюлени? Рога у оленя? Ногти у человека? Зачем павлину красота хвостового оперения? Зачем в природе живут киты? Не лучше ли говорить об удивительной нецелесообразности объектов живой природы? Что означает понятие целесообразности?

52. Мы говорим: “Кошка красива. Собака красива. Этот человек красив”. Красива ли лягушка, рыба, обезьяна? Какими признаками определяется красота живых существ?

53. Для борьбы с глобальным потеплением начали закачивать углекислый газ, образующийся при сжигании на ТЭЦ ископаемого топлива, под землю, в частности, в истощенные нефтяные пласты. Почему нельзя закачивать углекислый газ в полости, окруженные карбонатными минералами? (Ответ: растворение карбонатов в растворах с углекислым газом).

54. Из-за глобального потепления в Альпах ежегодно тает более полутора миллиардов тонн льда. В то же время высота Альп повышается в год на 0,2-1 мм? Связаны ли эти явления и почему? (Ответ: тектонические силы, которые были уравновешены льдом, благодаря “облегчению” гор их выталкивают).

55. С июля 2006 года в странах Западной Европы запрещено закапывать и сжигать изношенные автопокрышки. Почему? Предложите способы использования этих покрышек.

56. Не случится ли такое: при столкновении двух ускоренных в ускорителе до огромных энергий частиц произойдет новый “большой взрыв”, наша Вселенная мгновенно исчезнет и образуется новая?

57. Предложите химические способы регулирования погоды и климата.

58. Какие могут быть химические приемы предсказания землетрясений и извержения вулканов?

59. В желудочном соке человека содержится 0,4-0,5 % соляной кислоты. Предполагая, что плотность желудочного сока равна 1 г/мл, оцените pH желудочного сока.

60. Существуют фотосинтезирующие бактерии, осуществляющие реакцию между сероводородом и углекислым газом с образованием $C_6H_{12}O_6$. Реакция подобна реакции фотосинтеза. Напишите уравнение реакции и сравните ее с уравнением фотосинтеза. (Ответ: $12H_2S + 6CO_2 = C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 12S$).

61. Почему газообразная сера состоит из молекул S_8 , S_6 , S_4 и даже S_2 ? Почему число атомов серы четное?

62. Новую породу домашнего животного можно вывести за несколько десятилетий. Почему мы не видим превращения обезьяны хотя бы в древнего человека?

63. Можно ли ожидать, что из слона может возникнуть мамонт?

64. Допустим, что удалось создать клонированием мамонта. Будет ли он жить, если его поместить в те же климатические условия, какие были в древности?

65. Что произойдет, если в космическом корабле при невесомости открыть бутылку шампанского?

66. На Марсе обнаружены глины и сульфаты, но не карбонаты. Каковы должны быть природные условия на древнем Марсе? Что образо-

валось раньше? Почему нет карбонатов? (Ответ: карбонаты отсутствуют из-за выброса диоксида серы при вулканических извержениях).

67. Приведите как можно больше объяснений, почему углерод не образует кристаллическую структуру из плоских слоев атомов углерода, от каждого из которых исходит четыре равноценных связи. Предложите возможные пути получения такой возможной модификации углерода. Если бы такое вещество было получено, какими свойствами оно будет обладать и как его можно использовать? Вспомните о графене!

68. Будет ли броуновское движение происходить в изолированной или в закрытой системах? Откуда берется энергия для постоянного движения частиц?

69. Как ледник переносил огромные камни (валуны) при своем передвижении? Как они оказались на границе ледника?

70. При приготовлении кваса в сахаросодержащий раствор добавляют дрожжи. Происходит брожение и выделяется углекислый газ. Температура бродящей жидкости выше или ниже температуры помещения?

71. Зачем при приготовлении кваса сосуд рекомендуют помещать в теплое место?

72. Если в пластмассовую бутылку из-под воды налить по горло горячую воду, бутылка сильно уменьшается по размерам, превращаясь в маленькую бутылочку. Что произошло с полимером? Как можно использовать это явление?

73. Из одного пакетика и кипящей воды приготовлен стакан чая. Чай выпили и приготовили новую порцию чая, опустив в стакан с использованным пакетиком еще один свежий пакетик, и прилили кипящую воду. Получившийся чай будет крепче или слабее первого? Выпили этот чай и снова, не вынимая пакетиков, добавили новый пакетик. Какой будет этот чай? (Ответ следует искать, обсуждая адсорбцию старыми частицами чая веществ, выделившихся из свежих частиц).

74. Можно ли замедлить скорость света?

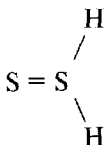
75. При какой температуре замерзает вода? Почему вода замерзает при температуре намного более высокой, чем сероводород? (Первый вопрос не проблемный, но вместе со вторым образуются проблемные вопросы).

76. Почему алмаз тверже графита?

77. Объясните, почему одно из многих ядер радиоактивного изотопа в данный момент времени распадается, а остальные продолжают существовать.

78. Представьте себе, что принцип Паули не соблюдается. Изменится ли от этого структура периодической таблицы элементов?

79. Для молекулы дисероводорода H_2S_2 можно написать две формулы:



и $\text{H} - \text{S} - \text{S} - \text{H}$.

Какой формуле вы отдадите предпочтение и почему?

80. Как объяснить, почему при обычных условиях атом хлора в свободном состоянии не существует, а ион Cl^- - существует?

81. Почему соединение SF_6 существует, а SH_6 не существует?

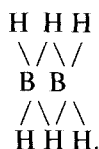
82. Объясните, почему молекула $\text{C}(\text{OH})_4$ (или H_4CO_4) не существует, хотя четырехвалентное состояние углерода очень устойчивое, а связь $\text{C}-\text{OH}$ очень распространена в природе и энергетически выгодна.

83. Могут ли существовать молекулы с ионной связью в газообразном состоянии?

84. Вещество с формулой H_2PO_3 диамагнитно. Какова пространственная формула этого вещества?

85. В молекуле O_2 имеется два неспаренных электрона (метод молекулярных орбиталей). Почему при обычных условиях не образуется молекула O_4 ?

86. В молекуле B_2H_6 связь между атомами бора осуществляется через атомы водорода:



Почему такая связь невозможна в молекуле C_2H_6 :



87. Когда кристалл растет в насыщенном растворе, по соседству с ним новые зародыши не образуются и нет мелких кристаллов. Почему?

88. Если Вселенная вечный двигатель, то почему ее отдельные части (приспособление, прибор и т.п.) не могут быть вечным двигателем?

89. Только что вынутая из банки или бочки селедка бывает не слишком соленой, но после хранения на воздухе становится очень соленой? Откуда берется соль?

90. Если в стволе березы сделать отверстие, то из него начинает выделяться березовый сок. Нельзя ли, воспользовавшись этим явлением, сконструировать приспособление для подъема воды из земли?

91. Почему большая картофелина варится дольше маленькой? Ведь температура внутри обеих картофелин одинакова! Почему картофелина разваривается снаружи, но не внутри?

Для ответа на подобные вопросы и задания требуется думать и изложить словами свои мысли, и, кроме того, может быть, провести небольшой литературный поиск, хотя бы по энциклопедиям. Почему бы не давать подобные задания на вступительных экзаменах?

В методике проблемного обучения можно воспользоваться **мысленным экспериментом**, теоретическим исследованием объектов (моделей), позволяющим получить сведения, недостижимые при обычном исследовании. В связи с тем, что у различных людей образы и пути изучения моделей могут существенно различаться, эффективным приемом мысленного эксперимента становится групповая дискуссия по возникающим вопросам и высказанным предложениям.

Мысленным экспериментом учащийся может построить **структуры алмаза и графита**. Ему говорится, что в алмазе из одного атома исходят четыре равноценных связи с равными между ними углами, но не на плоскости. Какова структура алмаза? Те, кто смог провести мысленный эксперимент, затем при помощи спичек и пластилина быстро создают модель кристаллической решетки алмаза. Точно так же строится модель кристаллической решетки графита (углы между тремя связями на плоскости равны, плоскости с атомами углерода располагаются друг над другом на расстоянии, значительно превышающем межъядерное расстояние между атомами на плоскости атомов).

Учащиеся отмечали, что задание выполнялось при неожиданном возникновении образа искомой фигуры. После создания моделей алмаза и графита преподаватель может обсудить sp^3 - и sp^2 -гибридизацию электронных орбиталей атома углерода и взаимодействие между слоями атомов углерода в графите. А это также мысленный эксперимент! Педагогические исследования показали, что при таком подходе усвоение знания оказывается намного более эффективным.

Не следует думать, что преподавателям рекомендуется сплошное проблемное обучение. Опыт показывает, что во время одного занятия не следует предлагать более двух проблем. Из-за трудностей их разрешения учащиеся быстро устают и теряют интерес к изучению. Необходимо разумное сочетание различных методов обучения и в наибольшей степени следует сочетать алгоритмизированное обучение с проблемным.

В чем же причины неиспользования в учебном процессе методики проблемного обучения, как основного фактора формирования творческого мышления? Несмотря на глубокую теоретическую разработку проблемного обучения, большое число публикаций и защищенных диссертаций, в учебниках практически отсутствует материал, на котором можно было бы преподавателю проводить проблемное обучение. Авторы пишут учебники по подобию тех, по которым они сами десятилетиями назад изучали химию, и отсутствие у них педагогических знаний снижает методические качества их учебников. Слабая и непрерывно падающая школьная химическая подготовка препятствуют введению проблемного обучения. Кроме того, школьник не приучен высказывать свое мнение, он боится сказать что-нибудь, не совпадающее с мнением преподавателя.

Другая причина неприятия проблемного обучения заключается в неподготовленности преподавателей. Многие преподаватели испытывают трудности в поиске проблем, пригодных для использования в учебном процессе. Можно посоветовать обращаться к журналам "Химия и жизнь", "В мире науки" и другим. Множество сведений для создания проблем собрано у Б.В. Некрасова в его "Курсе общей химии". Даже беглый просмотр реферативного журнала "Химия" позволит обнаружить материал, способный быть проблемой. Задания проблемного характера можно найти в учебнике и пособиях автора: Химия. - М.: - Академия - 2008; в пособиях: Задачи, вопросы и упражнения. - М.: - Химия. - 1996; Исследовательский практикум по общей химии. - М.: - МГУ. - 1994.

Преподаватели избегают научных дискуссий, не умеют многосторонне рассматривать изучаемый объект, им не хватает знаний для этого метода обучения. Преподаватели курсов общей химии практически не занимаются повышением своего методического образования, не знакомы с последними достижениями химии и психолого-педагогической науки. Повышение квалификации преподавателей вузов, широко проводившееся почти два десятилетия назад, сегодня забыто.

Проблемный метод обучения не способствует усвоению фактологического материала, а учебная деятельность преподавателя и его студентов проверяется на экзамене по ответам студентов на вопросы фактологического характера или по правильному ответу на расчетную задачу. Проблемный метод обучения требует больших затрат учебного времени, и разрешение проблемной ситуации в спешке создает у преподавателя и студентов иллюзию впустую потраченного времени.

Несмотря на перечисленные трудности, проблемное обучение медленно проникает в учебный процесс, в связи с обязательным требованием образования - формированием творческого мышления специалистов.

Исследовательское обучение по своей сути близко к проблемному, но позволяет осуществить максимальную самостоятельность и творческую активность учащихся. Исследовательское обучение в большинстве случаев не создает объективно новых знаний, но моделирует

научный поиск и приводит к приобретению новых знаний. Исследовательское обучение наиболее приемлемо на старших курсах вузов.

Вопросы и задания

1. Предложите собственное определение проблемного обучения (проблемного метода обучения).
2. Перечислите преимущества и недостатки “обычного” (информационного) и проблемного обучения.
3. Откройте любой учебник химии и выберите тот, материал, который можно преподнести студентам проблемным методом.
4. Откройте страницу учебника химии и попытайтесь содержание страницы текста представить в виде проблемы. Разработайте план развития проблемной ситуации в группе студентов.
5. Просмотрите учебник химии и выберите темы, которые можно предложить в качестве исследовательских работ, выполненных в виде реферата или доклада.
6. Предложите исследовательские задания на темы, которые обсуждаются в средствах массовой информации.

Рекомендуемая литература

1. Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования. - М.: - 1958. - 147 с.
2. Рубинштейн С.Л. Бытие и сознание. - М.: - 1957.
3. Рубинштейн С.Л. Основы общей психологии. - СПб.: - 2007. - 713 с.
4. Выготский Л.С. Психология. - М.: - 2000. - 1007 с. (В сборник входят труды: “Психология” (с. 122-215), “Мышление и речь” (с. 262-510), и другие).
5. Выготский Л.С. Педагогическая психология. - М.: - 1999. - 536 с.
6. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. - М.: - 1984. - 344 с.
7. Лук А.Н. Психология творчества. - М.: - 1978. - 127 с.
8. Лук А.Н. Творческое мышление в науке // Психологический журнал. - 1980. - Т. 1. - № 4. - С. 154-162.
9. Лук А. Творчество // Наука и жизнь. - 1973. - № 1. - С. 76-80; № 2. - С. 79-83.
10. Солсо Р. Когнитивная психология. - СПб.: - 2002. - 592 с.
11. Вертгеймер М. Продуктивное мышление. - М.: - 1966.
12. Дьюи Д. Психология и педагогика мышления. - М.: - 1997. - 204 с.
13. Якиманская И.С. Развивающее обучение. - М.: - 1979. - 144 с.
14. Калмыкова З.И. Продуктивное мышление как основа обучаемости. - М.: - 1981. - 200 с.
15. Лернер И.Я. Проблемное обучение. - М.: - 1974. - 64 с.
16. Матюшкин А.М. Актуальные проблемы психологии в высшей школе. - М.: - 1977. - 44 с.
17. Матюшкин А.М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении. - М.: - 1972. - 208 с.
18. Махмутов М. И. Проблемное обучение. - М.: - 1975. - 368 с.

19. Кудрявцев Т.В. Некоторые психолого-дидактические вопросы проблемного обучения // Советская педагогика. - 1967. - № 8. - С. 61-71.
20. Эсаулов А.Ф. Активизация учебно-познавательной деятельности студентов. - М. - 1982. - 224 с.
21. Эсаулов А.Ф. Психология решения задач. - М.: - 1972. - 216 с.
22. Гаркунов В.П. Проблемность в обучении химии // Химия в школе. - 1971. - № 4. - С. 23-29.
23. Гаркунов В.П., Николаева Е.Б. Проблемность в системе комплексного изучения химии // Химия в школе. - 1980. - № 3. - С. 18-20.
24. Гаркунов В.П., Николаева Е.Б. Межпредметные связи при проблемном изучении химии // Химия в школе. - 1982. - № 3. - С. 28-30.
25. Хрупало А.Е. О роли гипотезы в проблемном обучении // Журнал Всесоюзного Химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1973. - № 4. - С. 433-434.
26. Хрупало А.Е. Проблемный подход к изучению теории электролитической диссоциации // Химия в школе. - 1977. - № 3. - С. 51-59.
27. Цветков Л.А., Аманова Ф.Н. Проблемный подход в изучении органической химии // Журнал Всесоюзного Химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1975. - № 5. - С. 534-539.
28. Пушкин В.Н. Эвристика - наука о творческом мышлении. - М.: - 1967. - 272 с.
29. Кулюткин Ю.В. Эвристические методы в структуре решений. - М.: - 1970. - 232 с.
30. Фейгенберг И.М. Проблемные ситуации и развитие активности личности. - М.: - 1981. - 48 с.
31. Пойа Д. Математическое открытие. - М.: - 1976. - 448 с.
32. Зайцев О.С. Использование химической термодинамики при проблемном обучении // Химия в школе. - 1975. - № 6. - С. 21-28.
33. Загорский В.В. О воспитательной эффективности сверхпроблемного обучения // Химия в школе. - 2003. - № 7. - С. 34-36.
34. Загорский В.В. Об опасности формирования технократического мышления при обучении химии // Химия. Методика преподавания. - 2001. - № 3. - С. 43-52.
35. Хачатрян И.Н. Мотивация проектной деятельности школьников // Химия в школе. - 2006. - № 6. - С. 52-57.
36. Титова И.М. Развитие мотивации изучения химии // Химия в школе. - 1999. - № 1. - С. 10-16.
37. Лисичкин Г.В., Бетанели. В.И. Химики изобретают. - М.: - 1990. - 112 с.
38. Енякова Т.М. Проблемное обучение на уроках органической химии // Химия в школе. - 1980 - № 4. - С. 35-39.
39. Абрамова И.В., Маркова В.А., Зайцев О.С. Из опыта использования приемов проблемного обучения // Химия в школе. - 1985. - № 5. - С. 32-33.
40. Зайцев О.С. Задачи, упражнения и вопросы по химии. - М.: - 1996. - 432 с.
41. Соколов А.Н. Проблемы научной дискуссии. - Л.: - 1980. - 157 с.

42. Леенсон И.А. Анализ наиболее распространенных ошибок в учебных пособиях по химии // Журнал Всесоюзного Химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1983. - № 5. - С. 49-60.
43. Левицкий М.М. Ошибки в рассуждениях химиков // Химия. Методика преподавания. - 2003. - № 7. - С. 42-48.
44. Химия - традиционная и парадоксальная. Под ред. Р.В. Богданова. - Л.: - 1985. - 311 с.
45. Фридман Л.М., Кулагина И.Ю. Психологический справочник учителя. - М.: - 1991. - 288 с.
46. Батаева Е.В. Формирование исследовательских умений // Химия. Методика преподавания. - 2003. - № 8. - С. 13-20; - 2004. - № 1. - С. 22-27.
47. Малафеев Р.И. Проблемное обучение физике в средней школе. - М. - 1993. - 192 с.
48. Ланге В.Н. Экспериментальные физические задачи на смекалку. - М.: - 1979. - 126 с.
49. Брушлинский А.В. Психология мышления и проблемное обучение. - М.: - 1983. - 96 с.

Глава 5

Учебный план, программа и учебник по курсу химии

5.1. Учебный план

Усвоение выделенного содержания проходит в соответствии с учебным планом на весь период обучения в вузе, расписанием занятий на семестр, программой учебной дисциплины и учебником. **Учебный план** представляет собой документ, устанавливающий общее направление подготовки специалиста и основное содержание обучения за весь период пребывания ученика в средней школе и студента в вузе. Учебный план устанавливает состав и взаимозависимость учебных дисциплин, их распределение по годам, а также годовое, семестровое или недельное число часов, отводимое на каждую учебную дисциплину. В учебном плане указываются виды и сроки отчетности и контроля знаний - зачеты и экзамены. Учебные планы строятся применительно к определенным специальностям, и поэтому при их составлении учитываются требования, предъявляемые к будущим специалистам. Желательно учащегося познакомить с содержанием учебного плана, чтобы он имел представление о том, каким специалистом ему предстоит стать. Это можно сделать, посоветовав студенту посмотреть расписание занятий на старших курсах.

Принципы составления учебных планов педагогической подготовки имеют различные недостатки, например, значительное превышение гуманитарной подготовки в ущерб естественнонаучной, почти полное отсутствие курсов по выбору и подготовки студентов по организационным и управленческим видам деятельности и другие. Часто выбор дисциплин, последовательность их изучения и число отводимых часов научно не обоснованы и не объяснены: отбор дисциплин и отводимое на их изучение время определяется требованиями имеющихся в институте кафедр, авторитетом их заведующих и числом преподавателей, которым необходимо иметь определенное число часов учебной нагрузки. Из-за этого происходит излишняя удлинённость сроков изучения тех или иных дисциплин и, соответственно, сокращение сроков других, даже более важных, дисциплин.

Как отмечают опытные преподаватели, с наибольшим успехом в течение семестра могут изучаться **четыре-пять дисциплин**. Также следует отметить, что каждая дисциплина, если она изучается более одного семестра, по возможности, распределяется по часам равномерно. Непелесообразно составлять учебный план так, что в одном семестре на курс отводится, предположим, два часа в неделю, а в другом семестре шесть-восемь часов. Было предложено изучать отдельную дисциплину компактно, например, за один месяц, переходя после нее к изучению другой. Несмотря на кажущуюся привлекательность такого под-

хода, преподаватели и сами студенты отмечают малую его эффективность. По-видимому, это вызвано ограниченными возможностями усвоения и переработки больших количеств однородной информации в короткий промежуток времени.

Трудности прохождения учащимися учебного плана могут быть вызваны отсутствием учебной литературы по изучаемым курсам, несоответствием содержания устаревшего учебника современному уровню научных знаний, различным освещением одного и того же научного вопроса лектором, преподавателями и учебником и т.д.

Обычно учебный план высшего учебного заведения состоит из двух частей - типовой, общей для однотипных учебных заведений, и частной. **Типовая часть** включает и дисциплины фундаментальных наук. **Частная часть** учебного плана строится на основе собственной научной и учебной базы института - имеющихся кафедр и лабораторий, ведущих ученых или региональных особенностей. Собственные научные возможности вуза сильно влияют на объем частной части учебного плана, и могут сократить объем типовой части, однако это может способствовать расширению числа курсов по выбору.

Многие университеты имеют **педагогические отделения**, на которых ведется подготовка учителей химии средней школы, но преподаватели химии для высших учебных заведений не подготавливаются. В университетах, в которых предусмотрена педагогическая подготовка будущих учителей, она начинается со времени специализации, т.е. с четвертого курса. Этого недостаточно для подготовки школьного учителя химии даже в педагогическом вузе и совсем недостаточно для подготовки вузовского преподавателя химии. Поздняя педагогическая специализация приводит к тому, что за оставшиеся годы обучения не могут быть сформированы сложнейшие навыки преподавательской работы. Высококачественная подготовка преподавателей химии вузов должна начинаться с первого курса обучения в университете и проходить по особому учебному плану.

Часто случается, что на кафедры (или в лаборатории) методики химии поступают те студенты, которые оказались не способны обучаться на кафедрах специальных областей химии. В то же время многие студенты старших курсов (и отнюдь не самые слабые) хотят стать преподавателями химии.

Подготовка учителей химии осуществляется практически во всех университетах страны, но содержание и структура учебных планов в основных чертах повторяют учебные планы педагогических институтов. Для университетов необходимо создание учебных планов педагогической специализации, исходя из современных требований к подготовке высоко квалифицированных специалистов. При Московском университете им. М.В. Ломоносова работает факультет педагогического образования, обучаясь на котором студенты других факультетов могут получить вторую специальность - преподавателя вуза.

Из методического **принципа одинаковой значимости** естественнонаучной и гуманитарной подготовки специалиста вытекает требование примерно одинакового числа часов, отводимых на изучение дисциплин естественнонаучного цикла и гуманитарного цикла. В учебных планах мало курсов воспитательного и гуманитарного характера: этики, психологии общения, эстетики, истории науки, культуры, искусства, социологии и т.п. В гуманитарную составляющую можно внести иностранный язык, логику и физкультуру. Знание иностранного языка крайне важно для будущего специалиста - ему необходимо уметь достаточно хорошо объясняться на английском языке и уметь переводить специальную литературу. Физическая культура - это часть общей культуры общества и отдельного человека. Физкультура направлена на укрепление здоровья. К огромному недостатку средней школы и быта следует отнести слабое физическое развитие школьников и будущих студентов.

Среди естественных наук выделяют **фундаментальные**: математика, физика, химия, биология, геология и география. Можно было бы рекомендовать, чтобы студенты всех естественнонаучных факультетов изучали основы фундаментальных наук, но высшая школа к этому не подготовлена. Для будущего преподавателя химии знание основ перечисленных наук необходимо, так как студент не знает заранее, в каком вузе он будет работать. Сложилось удивительное положение - физики и философы не изучают химию, химики не изучают биологию и геологию, и никто из них не изучает географию. Следует к списку изучаемых наук добавить космо(со)ведение и экономику.

Укрупнение учебных дисциплин важно для объединения разрозненных и несогласованных малых курсов в системные курсы обобщенного характера и междисциплинарной направленности. Это требует особой подготовки преподавателя, к которой современная высшая школа еще не готова. Предложенные в последнее время учебники и курсы по обобщающей дисциплине, называемой **основами естествознания**, себя не оправдали. Причин этого несколько, но главные состоят в том, что учебники составлялись или специалистами, не являющимися преподавателями, или преподавателями, не имеющими глубоких познаний в естественных науках. Некоторые учебники представляли собой коллективный труд с несогласованными главами.

На основе утвержденного учебного плана составляется **расписание занятий**. На один учебный предмет в неделю может быть выделено (приблизительно):

- лекция - 2-4 часа;
- лабораторный практикум - 4 часа;
- семинарское занятие - 2 часа;
- внеаудиторная работа - 2 часа.

Нет никаких указаний на число дисциплин, которые можно изучать в один учебный день или в течение одной недели, хорошо ли в один день давать лекцию, семинар и лабораторный практикум по одной дисциплине или разнести их по разным дням? Преподаватели отвечают на этот вопрос по-разному. Некоторые преподаватели говорят, что если одно и то же содержание дать в один день вначале на лекции, затем его обсудить на семинарском занятии, и далее предложить студентам выполнить по той же теме лабораторную работу, то материал будет более прочно усвоен. Другие преподаватели придерживаются иного мнения - лекция читается за день или два до семинара и лабораторного занятия, причем семинар проходит до лабораторного занятия в тот же день. Такое распределение форм учебных занятий позволяет на семинарском занятии обсудить неусвоенные на лекции знания и разобрать трудные вопросы предстоящей лабораторной работы.

При составлении учебного плана и расписания преподавателю следует знать, что **академический час** длится не менее 45 минут и не более 50. Максимально учебная нагрузка со всеми факультативными дисциплинами не должна превышать 54 академических часов в неделю. На вечернем отделении разрешено занимать студентов не более 16 академических часов. Заочники занимаются в год не более 200 часов. В один учебный год студенты сдают не более 10 экзаменов и 12 зачетов (в это число не входят физкультура и факультативные дисциплины). При ускоренной форме обучения число экзаменов не должно быть больше 20 в год.

Преподавателю рекомендуется помнить, что вторая лекция бывает самой продуктивной, перерыв на обед обязателен, после обеда лекции нельзя включать в расписание, но можно проводить лабораторные и семинарские занятия, физкультура должна быть последним занятием в день.

По расписанию занятий преподаватель составляет **планы лекций, семинарских и лабораторных занятий**. В практике преподавания расположить материал химии так, чтобы он совпадал с одновременно изучаемым содержанием, например, математики или физики, оказывается трудно осуществимым, что сказывается на усвоении взаимосвязанных дисциплин.

Вопросы и задания

1. Составьте учебный план или его фрагмент, наиболее отвечающий современному обучению химии и вашим собственным мнениям.
2. Составьте расписание изучения какой-либо дисциплины в течение одного семестра.
3. Напишите планы лекции, семинара и лабораторного занятия по одной теме курса.

Рекомендуемая литература

1. Архангельский С.И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерности, основы и методы. - М.: - 1980. - 368 с.
2. Зиновьев С.И. Учебный процесс в советской высшей школе. - М.: - 1975. - 316 с.
3. Теоретические основы содержания общего среднего образования. Под ред. В.В. Краевского и И.Я. Лернера. - М.: - 1983. - 352 с.
4. Зайцев О.С., Сорокин В.И., Рыльская Т.Ф., Вербицкий А.А., Нечаев Н.Н. О некоторых принципах модели учебного плана подготовки преподавателя университета // Сборник научно-методических статей. Химия. - М.: - 1991. - Вып. 13. - С. 143-156.

5.2. Требования к программе

Поставленные цели обучения, отобранное содержание обучения и используемые методы обучения позволяют сформулировать требования к учебной программе и учебнику по курсу химии. **Программа** является документом, направляющим совместную деятельность преподавателя и студентов и диктующим объем знаний, который необходим будущему специалисту. Программа учебной дисциплины - это форма сжатого перечисления содержания дисциплины. В некоторой степени программа играет роль тезауруса, в котором перечисляются новые научные термины, но желательно в программе очень кратко объяснять их смысл.

Важной частью программы является **пояснительная записка**, в которой кратко и обоснованно излагается содержание и структура изучаемого материала и рекомендуются предпочтительные методы обучения. Для автора это непростая задача - предельно кратко охарактеризовать цели и сущность изучаемой научной дисциплины, обосновать объем содержания и последовательность его изучения. Иногда в программу включают требования к умениям и навыкам, которые должны быть выработаны у студента. Преподаватель, открывая предлагаемую ему программу, часто не знает, достаточно ли в лекции упомянуть новое понятие или дать его пространное объяснение. По-видимому, должны быть созданы в виде приложений к программам подробные перечисления конкретных вопросов с полным указанием того, что должен знать учащийся.

Часто говорят, что программа, кроме объема содержания, должна указывать **путь изучения** материала. Желательно материал программы располагать в научной, дидактически доступной, а иногда и в исторической последовательности. Это требование трудно выполнимо, так как часто последовательность изложения содержания не соответствует логике науки. В программе естественнонаучной дисциплины изучаемые знания структурируются в системе подчиненности (иерархии) элементов системы изучаемой науки.

Достаточно полных и конкретных рекомендаций о составлении учебных программ в методической литературе нет. Один или несколько ведущих преподавателей пишут программу, имея в виду какой-либо, с их точки зрения, наиболее доступный и удачный в научном и методическом отношении учебник. Однако случается, что преподаватель (в первую очередь фундаментальных наук) не знаком с последними достижениями науки, а специалист в своей научной области не знаком с методикой обучения. В результате ни авторы программы, ни использующие программу преподаватели часто не могут ответить, почему те или иные понятия включены или не включены в программу. После длительного обсуждения программа, отчасти устаревшая в научном отношении, утверждается и становится доступной преподавателям и студентам. Самое простое для преподавателя - в виде программы дать расширенное **содержание учебника** (оглавление).

Каждый автор программы стремится повысить научный уровень содержания своей дисциплины, вставив в нее как можно больше самых разнообразных сведений. Каждая подробность представляется автору очень важной и необходимой, если к ней подходить с меркой собственного опыта.

В программах по химии для студентов первого курса нехимических специализаций можно встретить такие пункты: диаграммы состояния серы или фосфора, метод электронного баланса, степень окисления, электроотрицательность, закон разбавления и т.п. Диаграмма воды нужна всем специалистам, но нужна ли будущему биологу диаграмма состояния серы или фосфора? Может быть, лучше ввести в программу правило фаз Гиббса, тогда многие диаграммы будут понятны студентам, и они усвоят диаграмму состояния воды и смогут разобраться в диаграмме состояния углерода и в диаграмме железо-углерод. Зачем учащемуся знать о законе разбавления? Где и когда этот, вообще говоря, не закон, используется в современной химии? Степень окисления - не научное понятие, а ненужное учебное! Электроотрицательность - уходящее из науки понятие.

Зачем учащимся дается электронный метод подбора коэффициентов в уравнениях окислительно-восстановительных реакций? Едва ли когда-нибудь кому-нибудь понадобится уравнение с участием бертолетовой соли. Но будущему химику, биологу или геологу понадобится электронно-ионный метод подбора стехиометрических коэффициентов уравнений реакций с участием **малорастворимых в воде минералов и органических соединений** для расчета эдс реакций и определения устойчивости соединений в зависимости от сочетания электродного потенциала реакции и pH раствора (диаграммы $E-pH$).

Часто преподаватели не могут объяснить, зачем в программе упоминаются межгалогидные соединения, соединения серы с галогенами, реакции взаимодействия азотной кислоты с металлами, изополисоединения ванадия и т.п. На вопрос, зачем все это нужно знать, обычно

отвечают - для эрудиции студентов, для расширения их научного кругозора или просто “нужно знать”.

Следует ли учащимся предлагать расчет константы диссоциации электролита из степени диссоциации? Степень диссоциации не постоянная величина, зависящая от концентрации раствора, и когда говорят в курсах общей химии о сильных, средних и слабых электролитах, чаще всего имеют в виду растворы преимущественно используемых концентраций. Константы диссоциации вычисляются из определяемых на опыте концентраций ионов. Но без понятия степени диссоциации, видимо, обойтись пока нельзя, хотя, возможно, появится методика изучения темы о растворах электролитов без этого понятия (можно пользоваться **константами диссоциации**). А следует ли давать простейшие представления теории сильных электролитов? Наверное, это желательно, так как ионная сила раствора сильно влияет на концентрационную константу равновесия и скорости реакций.

Следует ли рассчитывать скорость реакции при повышении температуры, пользуясь уравнением Вант-Гоффа? Зачем? Не полезнее ли подробнее остановиться на уравнении Аррениуса, имеющем научное обоснование - его вид универсален и повторяется во многих формулах для самых различных процессов природы.

Не во всех программах и учебниках говорится о порядке реакции и ее молекулярности. Нужно ли рассказывать о реакциях нулевого и первого порядка, о периоде полураспада, или полупревращения? Это необходимо! Реакции нулевого и первого порядка распространены в природе. С каким интересом учащиеся слушают рассказ о том, как происходило определение возраста кумранских свитков, найденных в пещерах на побережье Мертвого моря (начало христианства), времени гибели мамонтов, возраста вин, донных отложений океанов и морей, горных пород, воды в подледных морях Антарктиды, о времени полувыведения лекарства из организма и т.п.!

Ни в одном учебнике химии не рассказывается об **открытых системах**, ничего не говорится о флуктуациях, бифуркациях, диссипативных структурах, самоорганизации в условиях неравновесности и беспорядка (хаоса) и других явлениях в открытых системах. А ведь открытые системы - это все системы нашего мироздания, нашей природы! Все реакции, проводимые человеком, проходят в открытых системах! Любая изолированная система медленно приближается к открытой системе. Нужно ли знать студенту о стационарном состоянии системы? Несомненно! Это типичное для природы и многих технологий состояние.

Нужно ли давать учащимся хотя бы самое общее представление о периодических (колебательных) реакциях? Периодические процессы очень распространены в природе - это каталитические и ферментативные процессы, влияющие на количество живого вещества в природе в зависимости от периодичности климатических и космических процессов. Четко выявлена периодичность в добыче шкур диких

животных и улова морской рыбы, что сказывается на уровне зарплат добытчиков и рыбаков. Об этих процессах должны знать химики, биологи, медики, экономисты и другие специалисты. Фотосинтез - ярко выраженный периодический процесс.

Таких примеров можно привести множество. Они убедительно говорят о необходимости удалить из курсов химии старые, иногда полувекковой давности, сведения и ввести новые (хотя и быстро устаревающие) вопросы. Несмотря на очевидность этих предложений, их включение в учебный процесс сопряжено с рядом труднопреодолимых препятствий. Авторы программ и учебников и преподаватели, получившие свои знания почти полвека назад, не хотят расставаться с привычными им знаниями, готовить новые конспекты лекций, составлять новые задания и задачи.

Для издания нового учебника требуется новая программа, но как получить одобрение вышестоящих организаций новой неопробованной программы без учебника для работы по этой программе? Автор попадает в круг "программа-учебник", из которого обычным путем выбраться невозможно: для учебника нужна программа, а для программы нужен учебник! Авторам приходится прибегать к некоторым уловкам - не вводить в программу новый материал, а вписать его в нее после утверждения, а создать новый учебник. Другая трудность заключается в том, что автор программы не может преодолеть сопротивление рецензентов (опытных преподавателей и научных сотрудников) введению нового учебного материала, которые говорят, что учащиеся не поймут, это им не понадобится и т.п.

Еще более сложен вопрос о **количестве знаний**, вкладываемых в какое-либо понятие программы, например, принцип Ле Шателье. Что требуется от преподавателя при обучении, а от учащегося при сдаче экзамена? Можно в курсе дать только формулировку принципа и обсудить его приложение на одном-двух примерах, но можно рассмотреть неточность формулировки, приводящую в некоторых случаях к невозможности приложения принципа к некоторым процессам, можно показать связь принципа с термодинамическими представлениями о направлении процесса, можно написать о принципе Ле Шателье целую монографию.

Объем знания в программе не задается, но преподаватель, зная число часов, отводимых на преподаваемую дисциплину, примерно оценивает время, необходимое на освещение того или иного вопроса в зависимости от того, насколько, по его мнению, важен данный вопрос, или ориентируясь на подходящий учебник. Однако можно встретить программу спецкурса, записанную всего на одном листке бумаги. Как узнать распределение учебных часов по пунктам такой программы?

Другой важный вопрос для составителя программы и преподавателя, работающего по этой программе - как отразить в программе требование формирования **творческого мышления**? Например, во многих

программах упоминаются полиморфные модификации углерода. Программы не указывают ни вида, ни объема знаний, требующихся для ответа. Если же в программе записать: “Энергии связей между атомами углерода в структурах алмаза и графита”, то учащийся будет вынужден узнать различия в строении и свойствах алмаза и графита (плотность, электропроводность, твердость, энтальпии сгорания, стандартные энтальпии образования и энтропии, энтальпии сублимации и атомизации, тип гибридизации, углы между связями, *сигма*- и *пи*-связи и т.п.) и сможет самостоятельно, получив ряд сведений из различных разделов курса химии, объяснить парадоксальный факт большей прочности связи в структуре графита, а не алмаза. Подобная переформулировка пункта программы задает преподавателю примерный объем вводимых знаний, а у учащихся стимулирует познавательную деятельность.

Все программы успешно помогали и помогают осуществить учебный процесс. Обсудим возможные пути создания **новых программ** и переработки существующих, считая, что целью обучения должно быть создания творчески мыслящего специалиста. Подобная работа связана с пересмотром содержания и структуры обучения данной дисциплины и может проводиться в следующих направлениях:

- содержание для усвоения основ изучаемой науки;
- отбор некоторого объема стабильных знаний, достаточного специалисту для работы в данной и развивающейся области науки;
- включение в содержание обучения того, что будет входить в науку в предвидимом будущем на основе изучения главных направлений ее развития. Содержание обучения всегда отражает науку прошлого, в меньшей степени - науку настоящего времени и крайне мало - перспективы развития науки;
- научность обучения предполагает освобождение содержания от многочисленных фактов, не способствующих развитию теоретического содержания дисциплины;
- в программу записываются те знания, которые помогут преподавателю осуществлять проблемное обучение;
- в программу входят необъясненные наукой проблемы;
- в программу вводится межнаучное (междисциплинарное) содержание;
- в программу и содержание обучения включаются методологические знания и материал по формированию мировоззрения студентов;
- в допустимых (минимальных) количествах в программу вносятся исторические знания.

Что касается программы по курсу **общей химии** высшей школы, то и без того сложная проблема еще более усложняется тем, что обычно курс общей химии является курсом не профилирующей дисциплины, преподаваемой студентам 1-го курса нехимических специальностей вузов в течение ограниченного времени (1 семестр, 1 лекция в неделю

и 1 лабораторное занятие на 2–4 часа) на основе забытых или не приобретенных знаний средней школы.

Кроме внутридисциплинарных связей, в программу вводятся **междисциплинарные** (межнаучные) связи. Часто обучение химии связано с расположением вуза и его промышленным окружением. Так, если вуз расположен рядом с нефтеперерабатывающим производством, на котором, возможно, будут работать выпускники, в содержании курса химии должно быть больше уделено внимания физико-химическим вопросам переработки нефти и процессам синтеза веществ из нее. Если вуз посылает своих студентов на заводы по производству электронной техники, электроламп и т.п., то и в обучении следует усилить химическое содержание, отражающее химическую технологию этих производств. Если вуз находится среди заводов по переработки полезных ископаемых, производству керамических материалов и т.п., то в содержание обучения следует ввести обсуждение химии соответствующих процессов. В связи с этим часто говорят о **региональной составляющей** содержания обучения.

В современной программе преподавания химии ничего не говорится о неизученных, но перспективных областях науки, хотя это и есть основная цель обучения студентов – им предстоит готовиться к исследованию неизвестных объектов природы.

Творчески мыслящему специалисту важно иметь представление о **методологии**. Целесообразно в введении к программе упомянуть о сути научного факта, понятия, гипотезы, закона, теории. В программу следует вводить больше предложений типа: “Различие в поведении реальных и идеальных газов”, “Соотношение неопределенностей и мысленный эксперимент”, “Обсуждение различных моделей строения атома”, “Сравнение теорий химической связи” и т.п.

Развитие познавательных способностей учащихся невозможно без использования **логики** и логических приемов в обучении. Например, в некоторых программах имеется пункт: “Произведение растворимости”. Если же его дополнить предложением “признаки веществ, для которых можно записать выражение произведения растворимости”, то это заставит учащихся ознакомиться с совокупностью существенных и необходимых признаков, вводимых в определение понятия (мало растворимый электролит в насыщенном растворе), и избежать неточностей определения произведения растворимости, встречающихся в ряде пособий по химии. Логические знания позволяют учащемуся правильно рассуждать и, в частности, строить определения. Чаще всего ни одного названия логической операции в программе нет, кроме слова “определение”, используемого для того, чтобы учащийся выучил наизусть определение какого-либо понятия.

В современных программах отсутствует даже простейшее **проблемное содержание**. В программе можно написать “Свойства полимеров”. Что рассказывать преподавателю на лекции и учащемуся на экзамене,

программа ответа не дает. Но если в программе будет записано “Влияние повышения температуры на поведение кристаллических и высокомолекулярных материалов”, то, тем самым, преподавателю и учащемуся придется объяснить причину легко наблюдаемого сжатия резины при нагревании и затем рассказывать о необычных свойствах полимеров.

Ни одна из программ не обходится без упоминания об **исторических аспектах** развития изучаемой науки. Едва ли целесообразен обзор химических открытий, но краткое знакомство с историей химии, с последовательностью ее концептуальных систем, на наш взгляд, не только желательно, но и необходимо. Обычно составители программ выбирают несколько ученых, внесших наибольший вклад в развитие изучаемой науки, например, М.В. Ломоносов, Д.И. Менделеев, В.И. Вернадский, и эти имена перечисляют в водной части программы.

Программа учебной дисциплины должна предусматривать **организацию познавательной деятельности** учащихся. В некоторых программах указываются методы обучения, виды деятельности по усвоению содержания, и некоторые организационные формы обучения, например, сообщается число лекционных и лабораторных работ, даже перечисляются лекционные опыты и т.п. Иногда в программе указывается общее число учебных часов, необходимых для усвоения содержания, и их распределение по различным организационным формам обучения (лекция, практикум и другие).

Не следует думать, что программа имеет только положительное значение для учебного процесса. Принято считать, что одним из важнейших требований к программам должна быть **стабильность**, а также стабильность соответствующих им учебников. Это требование затрудняет пересмотр программ и содержания обучения. Постоянное развитие науки требует быстрого изменения программы. Последнее бывает затруднено консервативностью педагогики и методики обучения.

Есть еще одна неприятная особенность использования учебных программ. К сожалению, часто преподавателю, особенно начинающему, приказывается строжайшим образом работать по программе, по учебнику и пособиям кафедры (особенно, если они написаны заведующим кафедрой). Лишение самостоятельности может привести к потере преподавателем творческих наклонностей в работе, требующей высокой творческой активности.

Вопросы и задания

1. Сравните две или несколько программ по химии, желательно одного образовательного уровня и междисциплинарной направленности (пусть даже предложенные в разное время). Выделите признаки их сходства и различия и оцените их качество, воспользовавшись перечисленными выше критериями, или собственными.

2. Попробуйте представить какой-либо раздел учебника химии в виде фрагмента учебной программы.

Рекомендуемая литература

1. Скаткин М.Н. Вопросы теории построения программ в советской школе // Известия Академии педагогических наук РСФСР. - 1949 - № 20. - С. 5-36.
2. Теоретические основы содержания общего среднего образования. Под ред. В.В. Краевского и И.Я. Лернера. - М.: - 1983. - 352 с.
3. Системно-структурный подход к построению курса химии. Под ред. Е.М. Соколовской и Н.Ф. Талызиной. - М.: - 1983. - 174 с.
4. Цветков Л.А. Опыт преподавания химии по новым программам в советской школе и проблемы дальнейшего развития методики обучения // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1973. - Т. 18. - № 4. - С. 366-375.
5. Зайцев О.С. Построение учебных программ по курсу общей химии // Журнал Всесоюзного Химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1982. - № 2. - С. 175-180.
6. Минченков Е.Е. О программе учебного предмета // Химия в школе. - 1996. - № 1. - С. 11 - 17; № 2. - С. 11-15.
7. Минченков Е.Е. Практическая дидактика. Лекция 10. Программа общеобразовательного учебного курса (нормативная часть программы) // Химия. Методика преподавания. - 2002. - № 5. - С. 3-12.
8. Минченков Е.Е. Практическая дидактика. Лекция 11. Программа общеобразовательного учебного курса (констатирующая часть программы) // Химия. Методика преподавания. - 2002. - № 6. - С. 7-11; № 7. - С. 3-11.
9. Назаренко В.М., Малыхина З.В. Программа курса "Химия и экология" // Химия в школе. - 1994. - № 4. - С.42-44.
10. Панфилова Л.В. Формирование системы экологических знаний при изучении химии в педагогическом университете // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 5. - С. 13-22.
11. Лисичкин Г.В., Архарова Е.Ю. О двух подходах к формированию регионального компонента школьной программы по химии // Химия. Методика преподавания // 2003. - № 4. - С. 3-10.
12. Архарова Е.Ю., Лисичкин Г.В. Принципы отбора содержания для региональных учебных программ // Химия. Методика преподавания. - 2003. - № 6. - С. 26-30.
13. Сушкова Ф.Б. Дидактические нормативы состава объяснительной записки. - В кн.: Теоретические основы содержания общего среднего образования. - М. - 1983. - С. 278-286.
14. Логвинов И.И. Имитационное моделирование учебных программ. - М.: - 1980. - 127 с.
15. Янцов А.И. О некоторых вопросах построения учебных предметов // Советская педагогика. - 1965. - № 5. - С. 59-67.
16. Румянцев Б.В. О построении курса органической химии на основе теории поэтапного формирования умственных действий // Химия в школе. - 2004. - № 4. - С. 12-16.
17. Юффа А.Я., Мостяева Л.М. Анализ усвоения школьной программы по химии по данным вступительных экзаменов // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1983. - Т. 5. - № 5. - С. 89-93.

5.3. Учебник химии

Учебник - основное звено учебного процесса, книга, излагающая основы научных знаний по учебной дисциплине в соответствии с целями обучения и требованиями педагогики и методики обучения. Принятый в данном вузе учебник определяет деятельность преподавателя и учащихся. Важнейшим требованием к учебнику следует считать отражение в нем системы науки, соблюдение логики рассмотрения изучаемого объекта и проблемный материал. Учебник своим содержанием помогает выбрать будущую специализацию и закладывает основы знаний по данной науке на всю последующую жизнь. Такова огромная роль учебника в учебном процессе и в будущей жизни человека.

Одно из первых требований к учебнику состоит в его способности формировать **творческое мышление** учащихся, однако материала, на основании которого можно было бы создать проблемные ситуации, в учебниках почти нет, так как авторы опасаются вводить в учебники сведения, на которые наука еще не имеет ответа, или же сведения, допускающие неоднозначный ответ. Пожалуй, единственный учебник химии, содержащий проблемный материал, - это общеизвестный огромный курс химии **Б.В. Некрасова**. Материал этого учебника может быть использован для создания проблемных ситуаций, но учащийся, читающий текст, воспринимает его как информационный, подлежащий запоминанию, а не использованию в мыслительной деятельности для получения нового знания.

Особое положение среди учебников химии занимают ныне почти забытые учебники **С.А. Щукарева**, которые отличаются многосторонностью рассмотрения, но она подчинена собственной логике автора и скрыта от читателя. В книгах С.А. Щукарева приводятся решения типовых химических задач с подробными объяснениями и обсуждаются нерешенные наукой проблемы. Учебники С.А. Щукарева не были должным образом восприняты преподавателями, так как не соответствовали педагогическим и методическим установкам того времени, а введение новых терминов, имеющих не общенаучный и не общехимический характер, затруднило использование учебников. Однако эти учебники, пожалуй, единственные в отечественной и зарубежной учебной химической литературе, способные сформировать элементы творческого химического мышления и системный подход к изучаемым химическим объектам.

Можно упомянуть полностью забытый учебник по общей химии **К.Г. Хомякова**, попытавшегося почти полвека тому назад включить в содержание учебника познавательную деятельность студента по усвоению нового знания.

Учить учащихся следует тому, что им нужно в настоящем и будущем и не нужно учить тому, что им не понадобится в будущей работе. Учеб-

ник химии должен быть рассчитан на студентов той или иной специальности - будущих химиков, физиков, биологов, геологов, географов, медиков, философов, и т.п. Поэтому в содержание учебника вводятся в допустимых объемах сведения междисциплинарного (межнаучного) характера.

Учащихся учат решать задачи, которые не нужны даже профессионалам. Зачем рассчитываются масса атома или молекулы? Спросите у прошедшего химическое образование, пользовался ли он когда-нибудь частными реакциями на ионы?". Ответы: "Никогда" или "Почти никогда, может быть, только реакцией определения иона железа". Окисление, восстановление, окислитель, восстановитель, число или степень окисления, окислительное число, электроотрицательность постепенно уходят из научного языка, но прочно сохраняются в учебниках. Преподавателю следует знать, что различные области науки и отвечающие им дисциплины и разделы содержания обучения развиваются и устаревают неравномерно. Преподаватель должен постоянно удалять из курса устаревшее содержание и вводить новое.

Зачем нехимику предлагается рассчитать энтальпию образования пентахлорида фосфора по теплотам реакций между красным фосфором и хлором и между трихлоридом фосфора и хлором? Когда-нибудь такому учащемуся понадобится в его деятельности трихлорид и пентахлорид фосфора? Зачем нехимику предлагать вычисление произведения растворимости AgBrO_3 ? Иной преподаватель заставляет студентов-биологов рассчитывать термодинамическую вероятность (!) идеального и содержащего вакансии монокристалла лития, полагая, что это нужно для общего развития.

Усвоение знаний учебника в значительной мере зависит от текста учебника, т.е. от способностей автора. **Трудность текста** определяется количеством учебного труда, затрачиваемого учащимся на его усвоение, и зависит от уровня подготовки и от сложности самого текста. **Сложность текста** - комплексное понятие, включающее последовательность (логичность) изложения, отсутствие некоторых элементов знания, кажущихся автору очевидными и поэтому ненужными, уровень абстрактности и другие качества. Сложность текста также связана с языком изложения, что зависит от числа незнакомых и иностранных слов, длины предложений, их построения и т.п.

Язык многих учебников загроможден **иностранными словами**, заменяющими слова русского научного языка. Например, читаем: реализация, фактор регламентирует, доминирующая роль, частицы дислоцированы, состав варьирует, укомплектованные оболочки, конструирование орбитали, метод интерпретирует, силы превалируют, осциллирующие связи, постулирование, редокс-реакция, аппроксимация, промотирование, стимулирование, корреляция, коллективизация, партнер и т.п. Чтобы увеличить **понятность текста** рекомендуется уменьшать число незнакомых, иностранных, редких и длинных слов. Насы-

шение текста узконаучными терминами не способствует его понятности, но делает текст учебника более наукоподобным.

Сложно-подчиненные предложения следует разделять на самостоятельные. Чем больше в тексте глаголов, тем он живее и легче воспринимается. Каждая мысль должна выражаться одним предложением и обсуждаться в одном абзаце. Если в предложении заключено 2-3 мысли, то такие текстовые конструкции снижают понятность текста.

На перечисленных и некоторых других свойствах текста основаны критерии количественной оценки его качеств. Используя эти критерии оценки учебных текстов, автор может сравнить написанный им текст с текстом другого автора по понятности, сложности, информативности и другим критериям.

Объем учебника должен быть достаточно большим. Один вид тонкого учебника показывает учащемуся, что химию будет легко изучать и можно за одну ночь подготовиться к экзамену. Другая важность большого объема учебника состоит в том, что в учебнике обязательно должен содержаться материал, по крайней мере, на одну треть превышающий тот объем, который утвержден учебной программой. Прежде всего, это должно быть новое научное содержание, не успевшее войти в учебные программы (например, химия открытых систем, последние достижения химии жизненных процессов, новые представления о строении материи и вещества и т.п.). При написании учебника автор должен помнить, что чем слабее студенты, тем более объемным должен быть учебник и тем подробнее должно даваться каждое отдельное объяснение. Избыточность сообщений вообще необходима в учебной литературе.

Среди школьных учебников учебники по химии самые тонкие. Средняя школа приучила будущих студентов, что химия простая и легкая для изучения дисциплина, и преподавателям химии первого курса приходится изменять отношение студентов к химии. В то же время студенту первого курса не просто перейти от школьного учебника химии к вузовскому. В средней школе он привык: “химию можно не учить”. А в вузе студент сталкивается с непростой наукой, для усвоения основ которой требуются определенные усилия.

Еще об одной особенности некоторых (не всех) наших учебников химии - **иллюстрации** плакатного типа, на которых изображены различные изделия из железа, углерода, пластмассы и других веществ. Учащиеся почти всегда пропускают эти страницы учебника. Даже картинки с круговоротом не имеют заметного обучающего эффекта, а, опять же, создают неправильное представление о простоте химии и, отсюда, о легкости ее изучения.

В последнее время появились учебники с аппаратом, облегчающим познавательную деятельность студентов - многоцветная печать для выделения в тексте важнейших положений, большие поля с дополни-

тельными замечаниями и т.п. Это, действительно, важно для учебника, но, на наш взгляд, учебник для вуза должен излагать учебный материал не в форме научно-популярной литературы, а в форме, близкой к научной монографии, и постепенно подготавливать студента к чтению строгой научной литературы по специальности.

Хотя учебник – средство самостоятельной индивидуальной работы учащихся, но в условиях современного обучения он должен обладать способностью к организации **групповых** форм обучения, **общения** и развитию научной **речи**.

Часто повторяющиеся в последнее время утверждения и предсказания о замене учебника различными средствами записи информации с последующим чтением текста на **экране монитора** компьютера, пока себя не оправдали. Всегда оказывается, что работа с текстом на экране оказывается мало эффективной, хотя разработчики, поставив некоторые сомнительные психолого-педагогические эксперименты, утверждают о высоких полученных результатах. По-видимому, в ближайшее время книга, как носитель учебной информации на бумаге, сохранит свое традиционное назначение.

В заключение отметим, что учащиеся следует обучать **работе с учебником** или, по крайней мере, посоветовать, как поступать с учебником. Преподаватель говорит: “Вначале прочитайте название главы или параграфа и попытайтесь представить себе, о чем пойдет речь. Бегло просмотрите текст, перелистывая страницы, чтобы знать объем предстоящей работы, и обращая внимание на рисунки. Первый раз, прочитав текст, внимательно рассмотрите рисунки, выпишите формулы и уравнения. Выясните смысл новых слов, используя словарь иностранных слов или толковый словарь. Прочитайте текст второй раз более внимательно. Посмотрите, что вас будут спрашивать на семинаре или коллоквиуме, и, если вы не знаете, что отвечать, просмотрите текст еще раз. Обычно этого бывает достаточно для усвоения материала”.

Полезно составить мысленно или письменно план прочитанного, выделяя главные положения в изучаемом материале. Иногда учащиеся говорят, что они не смогли понять текст. Чаше всего в этом виноват не автор, а сам учащийся, не сосредоточившийся на прочитанном. В этом случае рекомендуется снова прочитать текст, желательно вслух. Разумеется, такая работа с учебником возможна, если текст учебника может быть усвоен. Конечно, преподаватель может предложить свою собственную методику работы с учебником. К сожалению, студенты не прислушиваются к этим советам.

В учебнике желателен предметный **алфавитный указатель**. Очень часто учащиеся не знают, для чего он служит, и преподавателю следует об этом рассказать. Можно не указывать страниц учебника при подготовке к семинару или коллоквиуму, чтобы учащиеся привыкали к поиску нужного материала.

Вопросы и задания

1. Из этого и других разделов и глав этой книги выберите требования к учебнику и расположите их в порядке понижения их значимости в учебной деятельности студентов.

2. Выделите критерии оценки качества учебника по химии и расположите их в порядке понижения их значимости. Сравните, в соответствии с выделенными критериями, два или более учебника.

3. Напишите несколько страниц текста для воображаемого будущего учебника химии и передайте текст другим студентам для его объективной оценки.

4. Познакомьтесь с пособиями Б.П. Надеинского “Теоретические обоснования и расчеты в аналитической химии” и А.А. Кудрявцева “Составление химических уравнений”. Выскажите свое мнение об этих книгах (недостатки, преимущества). Можно или нельзя считать эти книги учебниками и почему? Такие ли книги нужны студентам или преподавателям и почему? По каким другим темам курса химии вы предложили бы написать подобные пособия?

5. Выберите какой-либо понравившийся вам учебник химии и проведите анализ учебника, воспользовавшись обсуждавшимися выше критериями или своими собственными. Особо отметьте преимущества и недостатки учебников.

Рекомендуемая литература

1. Талызина Н.Ф. Место и функция учебника в учебном процессе. - В кн.: Проблемы школьного учебника. - Вып. 6. - М.: - 1978. - С. 18-33.

2. Скаткин М.Н. Проблемы современной дидактики. - М.: - 1980. - 96 с.

3. Теоретические основы содержания общего среднего образования. Под ред. В.В. Краевского и И.Я. Лернера. - М.: - 1983. - С. 305 - 336.

4. Зув Д.Д. Школьный учебник. - М.: - 1983. - 240 с.

5. Кедров Б.М. О пробном учебнике по химии // Химия в школе. - 1973. - № 1. - С. 69-74.

6. Кедров Б.М. О научном методе написания вузовского учебника // Вестник высшей школы. - 1971. - № 1. - С. 70-78.

7. Сергеева Т.А., Зайцев О.С. Исторический аспект анализа учебников по общей химии // История и методология естественных наук. Химия. - М.: - 1982. - Вып. 28. - С. 20-25.

8. Яблоков В.А. Содержанию обучения - системную организацию // Химия в школе. - 1997. - № 4. - С. 15-19.

9. Минченков Е.Е. Учебник как форма представления содержания // Химия. Методика преподавания. - 2002. - № 8. - С. 3-11.

10. Беспалько В.П. О некоторых предпосылках построения дидактической теории учебника. / Советская педагогика. - 1980. - № 1. - С. 83-89.

11. Зорина Л.Я. Программа - учебник - учитель. - М.: - 1989. - 80 с.

12. Лернер И.Я. Учебный предмет, тема, урок. - М.: - 1988. - 80 с.

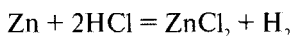
13. Микк Я.А. Оптимизация сложности учебного текста. - М.: - 1981. - 119 с.

14. Сохор Ф.М. Сравнительный анализ учебных текстов. - В кн.: Проблемы школьного учебника. - Вып. 3. - М.: - 1975. - С. 104-117.
15. Телешов С.В. Школьные учебные тексты - как выбрать учебник по химии сейчас и надолго // Химия. Методика преподавания. - 2005. - № 7. - С. 19-26.
16. Сергеева Т.А., Зайцев О.С. Исторический аспект анализа учебников по общей химии. // История и методология естественных наук. - Химия. - М. - 1982. - № 28. - С. 20-25.
17. Кузнецов В.И., Жамбулова М.Ш. Эволюция содержания учебной дисциплины и учебников по общей химии // Вестник высшей школы. - 1985. - № 4. - С. 36-40.
18. Бердоносков С.С. Учебники по химии: Традиционные заблуждения и современность // Химия в школе. - 2000. - № 5. - С. 22-27.
19. Найденов Ю.В., Федосова Л.Ф., Усачева В.Г. Давайте, наконец, договоримся! // Химия. Методика преподавания. - 2003. - № 8. - С. 51-54.
20. Груднев Я.И. Психолого-дидактические основы усвоения учебного материала // 1985. - № 4. - С. 20-24.
21. Монахова Л.П., Кузьмина О.В. Развитие общеучебных умений учащихся при работе с книгой // Химия в школе. - 1985. - № 1. - С. 28-33
22. Порус Б.Н., Сараева В.Г. Формирование у школьников умений работать с учебным текстом // Химия в школе. - 1984. - № 5. - С. 17-30.
23. Гузей Л.С. Рецензия на учебник С.Т. Сатбалдиной и Р.А. Лидина "Химия-8" // Химия. Приложение к "Первое сентября". - 1997. - № 30.
24. Проблемы школьного учебника. Сборники статей, выпускавшиеся в течение ряда лет.
25. Третьяков Ю.Д., Мартыненко Л.И., Григорьев А.Н., Цивадзе А.Ю. Неорганическая химия. В 2-х томах. - М.: - 2001. - 1054 с.
26. Кнорре Д.Е., Мызина С.Д. Биологическая химия. - М.: - 1998. - 479с.
27. Варфоломеев С.Д., Гуревич К.Г. Биокинетика. - М.: - 1999. - 716 с.
28. Николаев Л.А. Современная химия. М.: - 1970. - 543 с.
29. Надеинский Б.П. Теоретические обоснования и расчеты в аналитической химии. - М.: - 1959. - 444 с.
30. Кудрявцев А.А. Составление химических уравнений. - М.: - 1991. - 320 с.

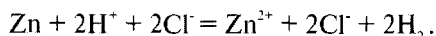
5.4. Некоторые недостатки и ошибки в учебниках химии

В учебниках химии можно найти много различных несоответствий, противоречий и даже ошибок. Наиболее частым недостатком текста многих учебников является их низкая научная информативность, многословие, скрытое введение лишних понятий и попытки объяснить непонятное через непонятное. Ниже обсуждаются некоторые ошибки и недостатки школьных учебников химии, которые влияют на знания студентов и которые преподавателю приходится исправлять.

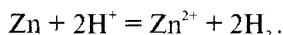
Реакция замещения. Утверждение, что в учебниках нет материала для проблемного обучения, не совсем точно. В учебниках такой материал есть, если внимательно читать текст. В школьном учебнике химии, утверждается, что реакция цинка с кислотой



является реакцией **замещения**. Но в водном растворе хлороводород и, в значительной мере, хлорид цинка являются сильными электролитами. Поэтому школьник и затем студент может (должен) записать уравнение так:

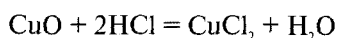


Далее уравнение записывается в сокращенном молекулярно-ионном виде:

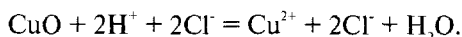


Что в этом уравнении что замещает? Проблема!

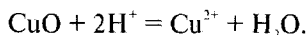
Реакция обмена. Реакция



приводится школьным учебником и сохраняется в памяти студента как реакция **обмена**. Но соляная кислота и хлорид меди (в разбавленном растворе) сильные электролиты. Поэтому

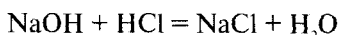


Уравнение реакции, записанное в сокращенном молекулярно-ионном виде:

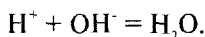


Что на что обменивается, не понятно.

В одном из учебников можно встретить утверждение, что реакция



является реакцией обмена: “атом натрия из гидроксида натрия обменивается местами с атомом водорода из кислоты, а гидроксильная группа - с кислотным остатком соляной кислоты”. Такие удручающие знания химии (к тому же - “гидроксильная группа”!) сохраняются у студентов, и преподавателю приходится их перечувствовать. В сокращенном молекулярно-ионном виде уравнение таково:



и это реакция нейтрализации.

Зачем школьнику заучивать и студенту знать всю эту глупость про реакции замещения и обмена? А ведь это могут спросить абитуриента на вступительном экзамене в вуз, и за незнание этой антинауки его не примут в вуз. Эти реакции замещения и обмена могут быть такими, если проходят не в водном растворе, а в газовом состоянии веществ при высоких температурах.

Химическая реакция. В некоторых учебниках химии делается попытка дать определение химической реакции: “Изменения, происходящие в окружающем нас мире, называются явлениями”. А если учащийся спросит, что такое изменение? Далее приводятся определения физических и химических явлений. Через несколько страниц мы узнаем, что: “Химическое явление называется химической реакцией”. Зачем всё это нужно знать?

Свойство вещества. Спросим у учащегося: “Что такое свойство вещества?”. Может ли преподаватель ответить на этот вопрос? В учебнике дается такой ответ: “Признаки, по которым можно отличить одни вещества от других или установить сходство между ними, называются свойствами веществ”. Ответ правилен, но нужно ли подобными сведениями забивать голову? А если учащийся спросит: “Что такое признак?”. Как ответить ему? После чтения таких страниц учебника химии учащемуся едва ли придет в голову, что химия интересная и нужная для изучения наука. Из-за этого пустословия учащийся не будет изучать химию так же серьезно, как он изучает физику или математику.

Определение химической науки. Важное значение для построения курса химии имеет определение химической науки, которое должно в сжатом виде отражать состояние и содержание науки на данный момент времени. Встречающееся в учебниках определение химии как науки о химических элементах и их соединениях сразу же возвращает нас к химии элементов, т.е. ко времени Д.И. Менделеева и его учебному труду “Основы химии”.

Определение “Химия - наука о веществах и их превращениях” на первое место выставляет вещество и на второе место - химическую реакцию. Обратим внимание на то, что вещество, как таковое, ни раньше, ни сейчас химика и любого другого исследователя, как это ни удивительно, не интересует. Вещество представляет теоретический и практический интерес в тех реакциях, в которых оно участвует. Огромное число формул химических соединений записано в многотомных фундаментальных справочниках или в компьютерных банках данных, и из них могут востребоваться только те соединения, реакции с участием которых представляют интерес для человека.

Следующее определение химии встречается в учебной литературе реже: “Химия - наука о превращениях веществ”. Определение отвечает современному научному содержанию химии, так как в нем первое место и, тем самым, главное значение отводится химической реакции, а вещество рассматривается как участник реакции. Это определение химии должно быть положено в основу построения курсов химии и учебников. Оно диктует последовательность рассмотрения химического объекта в виде учений: сначала термодинамические, затем кинетические факторы реакции и далее структурные представления. Представьте себе ответ студента на экзамене в соответствии с этим методическим подходом! Отличная оценка и не меньше!

Таблица Д.И. Менделеева. Каждый учебник общей и неорганической химии сопровождается периодической таблицей Д.И. Менделеева. Хотя ее вид из года в год сохраняется почти неизменным, тем не менее, имеются важные различия. Введение в таблицу рядов от 1 до 10 не имеет научного и методического значения. Строка с формулами “высшего оксида” не дает реальных знаний, а только запутывают при поиске ответа, например, оксид фтора (F_2O_7), оксиды гелия, неона или аргона и т.п. Точно также строка с формулами “летучего водородного соединения” не имеет научного и методического значения – можно ли сравнивать HCN и MnH ? В то же время, где VH_3 и существующие газоподобные гидриды других элементов? Учащиеся часто не понимают смысла символа “R” и обозначений A и B подгрупп. Быть может, имеет смысл отказаться от названий “главная” и “побочная” подгруппы? А слово “побочная” в современном языке не употребляется и имеет, если вдуматься, странный смысл. Методически намного полезнее обозначать подгруппы символами *s*, *p*, *d* и *f* с верхним индексом числа электронов. В некоторых таблицах непонятно размещение символа элемента в правой или левой частях клетки таблицы.

Некоторые авторы помещают в клетки таблицы различные сведения о свойствах веществ: энергию ионизации, плотность и другие. Эти сведения в большинстве случаев не показывают желаемой периодичности в изменении свойств, и они, кроме распределения электронов по энергетическим уровням, затрудняют восприятие и понимание содержания таблицы.

Опубликованы многочисленные варианты периодической таблицы, но авторам следует твердо знать, что таблица в учебнике имеет методическое значение. Введение запрета на публикацию рациональных вариантов периодической таблицы Д.И. Менделеева имеет антиметодический характер. Нельзя публиковать таблицы с абсурдным построением. Таблица, созданная самим Д.И. Менделеевым, имеет исторический характер, и при всем уважении к Д.И. Менделееву нельзя в наше время использовать его вариант. Д.И. Менделеев основывался на свойствах элементов и их соединений, отбирая те, которые соответствовали его учению о периодичности, но большинство простых веществ и соединений не показывают периодичности в изменении их свойств. Периодическая таблица должна отражать строение ядра атома (протоны и нейтроны) и электронное строение атомов, и те свойства, которые вытекают из электронного строения (формулы соединений с водородом, оксидов, гидроксидов, кислот и т.п.).

Нельзя размещать водород в VII группе. Его место, как первого *s*-элемента, в I группе. Место гелия во II группе – это s^2 -элемент. Неон и все нижерасположенные элементы нельзя отрывать от галогенов – это элементы VIII группы. Называть их инертными газами в наше время нельзя, а название “благородные” не имеет научного содержания. Обычно в периодической таблице сразу за барием помещают лантан, а

следующие четырнадцать элементов выносят в нижнюю часть таблицы. Если бы правило ($n + 1$) соблюдалось, то лантан был бы не d -элементом, а первым f -элементом. Заполнение $4f$ -подуровня заканчивается у иттербия, и следующий за ним лютеций по существу уже не является f -элементом. Поэтому в таблице Д.И. Менделеева под скандием и иттрием правильнее расположить лютеций, как первый d -элемент, а все 14 элементов перед ним, включая лантан, вынести в группу лантаноидов за пределы таблицы. Совершенно недопустимо в группу лантаноидов включать 15 элементов (La-Lu), и их выносить вниз таблицы. те же ошибки сделаны в некоторых учебниках и в отношении актиноидов. Названия “лантаниды” и “актини́ды” нежелательны, так как наводят на мысль о названиях их соединений.

Особенность некоторых учебников химии состоит в использовании разных терминов для обозначения одного и того же понятия. В художественной литературе **синонимы** (слова, различные по звучанию и написанию, но тождественные или близкие по смыслу) и **омонимы** (разные по смыслу, но одинаково звучащие и пишущиеся слова) считаются полезными и украшают текст. Но нужно ли учащемуся давать такое число одинаковых или близких по смыслу терминов? Какой он должен запомнить и использовать в будущем?

Изменение энтальпии. На одной странице учебника можно встретить термины: тепло, тепловой эффект реакции, теплота, энтальпия, изменение энтальпии, теплосодержание, экзотермическая или эндотермическая реакция, экзотермический или эндотермический тепловой эффект, экзо-эффект, эндо-эффект и т.п. Смысл термина “тепло” авторы не объясняют. Изменение энтальпии является понятием, используемым в современной научной литературе, остальные или устарели или были выдуманы авторами. Этим же страдает и книга “Химия и общество”, предназначенная школьникам и студентам-нехимикам первого курса. На одной странице (с. 207) можно встретить “тепло” - 3 раза, “тепловая энергия” - 2 раза, “теплота” - 4 раза.

Преподаватель не объясняет учащимся причин странного обозначения в некоторых последних учебниках химии изменения энтальпии в химической реакции ΔH . Учащиеся не понимают, почему индекс r относится к символу Δ , а не к символу энтальпии H . Не понятна замена общепринятого символа скорости химической реакции v на r . Как студенту разобраться, что обозначает символ r - реакцию или ее скорость? Перенос обозначений и терминологии из иностранных учебников и даже рекомендаций Международного Союза теоретической и прикладной химии ИЮПАК в русскоязычные тексты должен быть очень осторожным. Некоторые из них приняты без должного обсуждения, а в переводе на русский язык не соответствуют его нормам.

Всем авторам учебников следует принять, что изменение энтальпии численно равно тепловому эффекту реакции, но с **обратным знаком**:

$$\Delta H = -Q_p$$

Если этого не сделать, даваемые автором рассуждения будут противоречить энтальпийной диаграмме реакции.

Изменение знаков термодинамических характеристик реакций (ΔH , ΔS , ΔG , E , эдс) при изменении уравнения реакции в противоположном направлении до сих пор забывается некоторыми преподавателями.

Энергия или потенциал? Вместо “энергия Гиббса” лучше говорить “**изобарный потенциал**”, вместо “энергия Гельмгольца” – “**изохорный потенциал**”. Термины “термодинамический потенциал”, “химический потенциал”, “потенциал ионизации”, “контактный потенциал”, “диффузионный потенциал”, “электродный потенциал”, “потенциал разложения”, “потенциал выделения”, “потенциал перенапряжения”, “поверхностный потенциал”, “электрокинетический потенциал”, “дзета-потенциал” не вышли из употребления!

Константа равновесия. Большинство преподавателей считает, что в обозначении константы равновесия K_p нижний символ “ p ” означает “равновесие”, а в действительности этот символ говорит, что константа равновесия выражена через **равновесные давления** p газообразных компонентов реакции. Обозначение K_c говорит, что константа равновесия выражена концентрациями (моль/л) веществ. Учебники химии эти обозначения не объясняют.

Окислительно-восстановительные реакции. Использование различных терминов с равнозначным и тождественным смыслом затрудняет восприятие научного текста. Не следует пользоваться выражениями “редокс-реакция”, а говорить “окислительно-восстановительная реакция”. А не проще было бы говорить “реакция отдачи электронов, реакция приема электронов”? Широко распространен в учебниках термин “**полуреакция**”. Может ли вообще существовать полуреакция?! Точно то же можно сказать о понятиях “полуэлемент” или “полупара”. Еще труднее студенту разобраться в терминах “редокс-потенциал”, “нормальный потенциал” (имеется в виду нормальная температура?), “электродный потенциал”, “окислительно-восстановительный потенциал”, “стандартный потенциал”, “ряд напряжений”, “ряд активностей”. В учебниках химии следует пользоваться только **стандартными электродными потенциалами**.

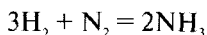
В учебниках можно встретить и не понимаемые учащимися рассуждения. Например, читаем: “В гальваническом элементе... окислитель, называемый окисленной формой, превращается в восстановленную форму, а восстановитель, называемый восстановленной формой, переходит в окисленную. Окисленная и восстановленная формы окислителя образуют один полуэлемент (окислительный), а восстановленная и окисленная форма восстановителя образуют второй полуэлемент (восстановительный) гальванического элемента”. Если вдумать-

ся, то окисленная форма есть восстановитель, а восстановленная форма - окислитель. Разобраться - даже специалисту! - в этом наборе терминов и предложений невозможно. Автором предлагался этот отрывок студентам с просьбой написать уравнения реакций окисления и восстановления и указать окисленную и восстановленную формы. Задание оказывается практически не выполнимым.

Катод и анод. В гальваническом элементе отрицательный электрод - анод, положительный - катод. В электролизере, наоборот, отрицательный электрод - катод, а положительный - анод. Даже преподавателю бывает непросто запомнить, где анод и где катод. Не оставить ли эти названия электродов только для электролизера, тогда учащийся запомнит, что к отрицательному катоду стремится положительно заряженный катион, и к аноду - анион.

Зависимость скорости реакции от концентрации. Принцип научности требует правильных определений изучаемых понятий, формулировок законов, правил и т.п. Часто этот принцип не соблюдается. Автор дает формулировку закона действующих масс, или зависимости скорости реакции от концентраций реагирующих веществ: "Скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, взятых в степенях, равных их стехиометрическим коэффициентам". Это называется законом, хотя этому правилу подчиняется очень малое число реакций (только простые, элементарные).

Например преподаватель спрашивает, во сколько раз возрастет скорость реакции образования аммиака из простых веществ при увеличении общего давления в системе, скажем, в два раза. В соответствии с формулировкой скорость реакции



при увеличении давления в 2 раза возрастает в 16 раз:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{k(2p_{\text{H}_2})^3(2p_{\text{N}_2})}{k(p_{\text{H}_2})^3(p_{\text{N}_2})} = 2^4 = 16.$$

Ответ неверен, так как только для простейших (элементарных) реакций скорость зависит от концентрации (давлений) реагирующих веществ в степени их стехиометрических коэффициентов. Для сложных реакций, какой и является реакция между водородом и азотом, скорость реакции пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ в степени некоторых чисел, определяемых опытным путем (порядок реакции). Кстати, некоторые учащиеся считают, что "элементарные реакции", это реакции между "элементами" (!).

Следует сказать, что на вопрос экзаменатора, как изменится скорость некоторой реакции при задаваемом изменении концентрации

или давления, учащийся должен для правильного ответа спросить кинетическое уравнение реакции, т.е. порядки реакции по каждому компоненту. Переучивать студентов от даваемой в школьных учебниках формулировки закона действующих масс и ее неправильному использованию оказывается затруднительным.

Гидролиз. Преподаватель просит учащегося: “Напишите гидролиз соли”. Во-первых, написать реакцию и гидролиз невозможно, так как записываются уравнения. Во-вторых, разве гидролизу подвергается **соль**, а не составляющие ее **ионы**? Что означает часто используемое выражение “гидролиз по катиону или по аниону”? Кто придумал такие несвойственные нашей речи выражения? Ни один преподаватель не смог объяснить смысл слова “по”. Почему бы не говорить просто “гидролиз катиона или аниона”?

Валентность. В одном из учебников химии для первого курса на одной странице находим: “электрохимическая валентность”, “ковалентность”, “формальная валентность”, “степень окисления”, “окислительное число”. В последующем эти понятия постоянно используются в тексте учебника и студенту непонятно, в чем их различие. Целесообразно валентностью считать стехиометрическую валентность и спиновую валентность и не пользоваться этим понятием для сложных соединений.

Кислотная или кислая среда раствора? Почти во всех учебниках среда с ионами водорода называется кислотой. Даже можно прочесть: “кислый атом водорода”(!). Кислыми бывают яблоко или лимон, раствор также может быть на вкус кислым, но, с точки зрения химии, раствор – должен называться кислотным, хотя, несмотря на кислотность, он может быть горьким. Следует пользоваться термином “кислотная среда раствора”. Не следует забывать об ударении в слове “основная”.

Количество или число? Определения этих понятий затруднены (категории?), но нельзя говорить “количество студентов, колб, приборов”, если их можно сосчитать (повторением единицы), следует говорить “число студентов, колб, приборов”. Но если студенты стоят на площади, колбы находятся в нескольких ящиках и эти объекты пересчитать невозможно, то мы говорим “количество студентов, колб и т.п.”. На часовом стекле лежат пять крупинок сахара – мы говорим “число крупинок”, если же на столе лежит пакет с сахаром, мы говорим – количество сахара (в кг). Количество относится к множеству объектов, которые не пересчитываются. Можно говорить “число молей вещества”, но, в то же время, “количество вещества 1,23 моль”. Эти советы не соблюдаются, когда речь идет о математическом выражении величины – число Авогадро и т.п.

Степень окисления. Многие преподаватели не используют понятие “валентность”, заменяя его понятием “степень окисления”. Понятие “степень окисления” страдает тем недостатком, что оно не отражает

какого-либо существенного признака атома элемента, кроме того, каков смысл термина “степень”? В “Химической энциклопедии” (1995. - Т. 4) записано, что степень окисления - “*условный электростатический заряд атома в химическом соединении, который находят, считая химические связи в соединениях чисто ионными и принимая заряды атомов O, M (M - Li, ... , Cs) и H, равными соответственно -2 (в пероксидных соединениях -1), -1 и +1 (если H соединен с более электроотрицательным элементом). Максимальное значение степени окисления +8 реализуется в RuO_4 и OsO_4 и некоторых соединениях Xe. Степень окисления обычно не соответствует эффективному заряду атома. Поэтому для многих типов соединений понятие степени окисления не применяют. Использование степени окисления полезно для нахождения стехиометрических коэффициентов реакций, для классификации веществ, в том числе комплексных. Степень окисления необходима также для химической номенклатуры, полезна для систематизации описания свойств веществ*”.

В “Большом энциклопедическом словаре ”Химия” (М. - 1998) дополнительно читаем: “Степень окисления соответствует заряду, который *приобрел бы* атом, *если бы* все электронные пары его химических связей сместились в сторону более электроотрицательных атомов. При этом электронные пары, обобщенные одинаковыми атомами, делится пополам. По знаку степень окисления, как правило, совпадает с эффективным зарядом атома, но численно превышает его. Например, степень окисления серы в SO_3 равна +6, а ее эффективный заряд - около +2”. Следует ли учащимся знать, что такое степень окисления, если все в этом понятии условно и не отвечает действительности? Быть может, возвратиться к валентности со знаком, как это было раньше?

Электроотрицательность. Все то же самое можно сказать про любимое преподавателями химии понятие электроотрицательности. Правомерно ли суммирование двух величин, одна из которых почти в десять раз меньше другой? Зачем производится деление суммы в два раза? Почему так названо это свойство (что означает “отрицательность”? Все электроотрицательности в текстах учебников полезнее (или следует) заменить на первую энергию ионизации.

Эффективный... На одной и той же странице учебника читаем: “эффективный заряд ядра”, “формальный заряд” “эффективное главное квантовое число”, “эффект проникновения”, “... поэтому первый эффект уменьшает энергию связи..., а второй увеличивает”, “сильное уменьшение эффективного заряда наблюдается”. Непонятно, связан ли эффект проникновения с эффективным зарядом и эффективным главным квантовым числом (кстати, что это такое?). На 60 строках текста термины “эффект” и “эффективный” используется 12 раз. Производится в полном смысле слова “вдалбливание” в головы туманного и расплывчатого понятия. А на следующей странице вводится понятие эффективного радиуса, используемого на трех страницах

текста более 25 раз. В добавление к этому говорится, что эффективные радиусы часто называют кажущимися радиусами. Теперь студент вправе подумать, что эффективный заряд и эффективное главное квантовое число также кажущиеся. Немного дальше на понятие эффективного радиуса накладываются сразу два других понятия - истинного радиуса и орбитального радиуса. Точное и правильное использование основных понятий современной химии обязательно для авторов учебной литературы.

Гибридизация. Читаем в учебнике: “гибридное облако”, “гибридный атом”, “гибридная орбиталь”, “гибридный электрон”, “гибридизированный электрон” т.п. Когда полные синонимы (и даже термины с близкой синонимичностью) встречаются в разных местах учебника, то они воспринимаются как новые, неизученные понятия, что затрудняет усвоение материала учебника. Неудачно словообразование “гантельно-пончиковая” форма электронного облака, используемое из-за стремления повысить наглядность изложения. Много непонятного в объяснении сути ковалентной и неполярной связей, которые иногда считаются идентичными. Если автор пользуется терминами “двойная” и “тройная” связь, то следует говорить “одинарная” связь, а не “ординарная”.

Мольная масса. Можно обсуждать использование таких терминов, как “атомная масса”, “относительная атомная масса”, “молекулярная масса”, “относительная молекулярная масса”, “молярная масса”. Учащийся не понимает различий в смысле понятий “молекулярная масса”, “относительная молекулярная масса”, “молярная масса”. Введение термина “относительная” неоправданно, так как все единицы измерения всегда относительны. Зачем все это нужно знать учащемуся? Но нужно знать, что такое “масса моля” или “мольная масса”, и, в редких случаях, масса молекулы. Даже атомная масса - это мольная масса элемента (масса моля атомов).

Мы говорим “мольная доля”, но не “молярная доля”, “мольный объем”, но не “молярный объем”. Почему не говорить “мольная масса” вместо “молярной массы”? Мы говорим “атомно-молекулярная теория”, почему бы не говорить “атомно-молекулярная теория”? Суффикс “-яр-” не русского происхождения.

Активность. В одном из учебников на одной странице читаем: “**активность иона**”, а на другой - “**ряд активностей**”. Подобное текстовое явление приводит к смешению двух различных понятий. Добавим, ряд авторов термином “активность” обозначают реакционную способность веществ (например, активность щелочных металлов в реакции с водой). Встречаются и такие выражения: “активный анод”, “активный катионообразователь”, “соли активных металлов”. К этому следует добавить еще понятия “радиоактивность” и “активность изотопа”. Что ответит учащийся на вопрос о том, что “такое активность”? В учебниках химии следует выражение “ряд активностей”

заменить на “ряд стандартных потенциалов” и пользоваться понятием “активность” как функцией концентрации в теории сильных электролитов. Разумеется, в учебных целях нельзя сокращать научную терминологию, но выводить из текста не употребляющиеся или не рекомендуемые выражения - важное условие написания учебно-научного текста.

Иностранные слова неумеренно и необоснованно используются в текстах учебников и монографий. Они создают видимость повышенной научности учебника, но затрудняют восприятие смысла, так как учащемуся приходится непрерывно мысленно переводить иностранные слова на русский язык. Часто такой перевод учащимися бывает очень приближенным и неверным, что приводит к неправильному усвоению понятий.

Лантаноиды. Совершенно не обоснован перевод русских слов в иностранные. Например, “4f-сжатие лантаноидов” называется “контракцией”. Этот геологический термин редко встречается даже в научной литературе. Далее: “Особенно велико влияние заполненного 4f⁴-слоя, которое называется лантаноидным сжатием (контракцией)”. Обычно принято в скобки помещать менее употребляемый термин, однако на той же странице, ниже, 5 раз используется слово “контракция”. Даже смысл словосочетания “сжатие лантаноидов” по сути своей удивителен - ведь не лантаноиды сжимаются, ... как вообще сжать какой-нибудь лантаноид?

Сокращения. В одном из учебников на 35 строках насчитывается более 20(!) сокращений типа МВС, ММО, РМО, МО, НМО, ТКП. Чтение текста превращается в расшифровку сокращений, что неоправданно повышает трудоемкость работы с текстом и затрудняет его понимание.

Постоянная. Почему обозначение постоянства какой-либо величины дается нерусским сокращением *const*? Давайте писать *пост.* Ведь мы же говорим “универсальная газовая постоянная”, а не “универсальная газовая константа”, мы говорим “постоянная Больцмана”, а не “константа Больцмана”. Таких примеров можно привести много. Почему отечественные авторы и многие ученые так любят иностранные слова?

Номенклатура. Большим вопросом научной и учебной химической литературы является использование современной номенклатуры. Средняя школа очень быстро перевела преподавание химии в соответствие с новыми номенклатурными правилами, однако в научных работах, в учебниках высшей школы и даже в научно-популярных журналах (“Химия и жизнь”, “Наука и жизнь”) часто используются старые названия соединений. Это приводит к непониманию студентами первого курса текстов учебника и разговорной речи преподавателей. Некоторые авторы сохранили традиционные русские названия химических соединений: окись, закись, гидроокись, гидроксил и другие.

Подобный подход можно приветствовать, а отказ от иностранной лексики в номенклатуре и возвращение к русской никогда не поздно осуществить. Однако использование старых терминов в билетах вступительных экзаменов в вуз приводит к непоправимым последствиям. Значительно хуже сказываются случаи, когда в одном учебнике одновременно используются две номенклатуры, например, хлористый водород и хлороводород, перекись водорода и пероксид водорода, ион гидроксила и гидроксид-ион, ион хлора и хлорид-ион, серноокислый натрий и сульфат натрия и другие. Ион OH^- - **гидроксид-ион**, группа OH в органическом соединении - **гидроксильная группа**.

Органическая химия. Трудности возникают у учащихся при изучении органической химии. Огромное число названий органических веществ образовано непонятным учащимся способом. Почему CH_3Cl называется хлористым метилом (а не хлоридом метила), а $\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$ хлорбензолом, а не хлористым бензолом или бензилом? Почему “хлористый”, а не “хлорид”? Почему $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$ - нитробензол, а не нитрит бензола? Для школьника группа NO_2 в нитробензоле и нитрит-ион в нитрите натрия NaNO_2 обозначаются одинаково, и без объяснения преподавателя учащийся ничего не поймет. Почему CH_3NO_2 называют нитрометаном, а CH_3Cl называется хлористым метилом - в этих соединениях одна и та же группа CH_3 называется по-разному? Как запомнить названия CH_3NH_2 “метиламин” и $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ “анилин”? Конечно, это не дело автора критиковать названия в органической химии, но автор показывает трудности изучения химии, как школьниками, так и студентами.

В учебниках можно встретить обозначение атомов галогенов тремя буквами “Hal”. При крайне низком знании школьной химии студент первого курса нехимик часто не может объяснить, что за вещество обозначено, например, такой формулой: CH_3Hal . Символ “Me” до сих пор используется в учебниках для обозначения элементов металлического характера, хотя этот символ принят в органической химии для метила. Некоторые студенты объясняют сочетание Me, как металл и электроны в нем.

Единицы измерения. Другим острым вопросом учебной и научной литературы продолжает оставаться вопрос об использовании **единиц измерения**. В химии это касается в основном двух величин: единицы количества теплоты (кал и Дж) и единицы измерения давления (Па, атм, мм рт.ст.). Данный вопрос, несомненно, должен быть решен в пользу Дж и Па (хотя использование Па вместо атм заметно усложняет термодинамические расчеты газофазных реакций). В то же время по радио говорится об атмосферном давлении в мм.рт.ст., а на этикетках продуктов записана “энергетическая ценность” в килокалориях.

Количество вещества. При введении СИ в научный обиход авторам предписывалось строжайшее использование таких громоздких языко-

вых конструкций, как “количество вещества молекулярного кислорода”, “масса кислорода количеством вещества 3 моль”, “объем газа количеством вещества 1 моль”, “количество вещества гидроксида калия равно 0,125 моль”, “какое количество вещества хлорида железа требуется получить” и другие. В последние годы в химической литературе наблюдается возвращение к привычным нормам русского химического языка: “количество кислорода”, “объем 15 г азота”, “масса 3 моль кислорода”, “объем 1 моль газа”, “навеска 5 г”, “0,125 моль гидроксида калия”, “сколько моль (молей) хлорида железа требуется получить” и т.п.

Эквивалент. В 1982 году были опубликованы рекомендации по использованию понятий “эквивалент” и “нормальность”. Эквивалентом стала называться реальная или условная частица, которая может присоединять, освобождать или быть каким-либо другим образом эквивалентна одному иону водорода в кислотно-основных реакциях или одному электрону в окислительно-восстановительных реакциях. При использовании термина “эквивалент” необходимо указывать, к какой конкретной реакции он относится. Единицей количества эквивалента является моль и масса моля эквивалента называется мольной массой эквивалента. Заметим, что вполне можно освободиться от этого устаревшего и практически не нужного понятия. Раствор, содержащий 1 моль эквивалента в литре, называется нормальным. Термин “нормальность” использовать не рекомендуется. Заметим, что отказ от использования нормальной концентрации не принесет никаких трудностей в химической практике, а только удобства. Точно также не рекомендуется использовать термин “молярность”. Вместо него следует пользоваться “мольной концентрацией”.

Другое словосочетание, возникшее в наших учебниках: “массовая доля (в %)”. Правильнее говорить о доле, имея в виду долю от единицы. А не проще было бы говорить, как раньше, “процентная концентрация” или “**процентное содержание**”? Ведь никто не говорит “массовая доля в % уксусной кислоты в растворе для маринования огурцов”!

Многие понятия, даваемые в учебниках, в науке уже не используются, например, эквивалент (как масса вещества), ряд напряжений или активности, эндотермические и экзотермические реакции, “парциальное давление”. Подобных примеров можно привести много.

Все авторы учебников химии считают, что содержание их учебника в полной мере отвечает принципу научности. Большинство авторов видит проявление этого принципа в соблюдении научной точности формулировок законов и правил, в определении понятий, в изложении теорий и научных представлений, в правильном использовании номенклатуры соединений и единиц измерения и т.п. Заметим, однако, что даже в таком упрощенном понимании принципа научности, авторы в ряде случаев отступают от его приложения к содержанию обучения. Например, зависимость скорости реакции от concentra-

ций реагирующих веществ у многих авторов формулируется и иллюстрируется расчетами неправильно (концентрации находятся в степени стехиометрических коэффициентов). Закон постоянства состава в формулировке многих авторов также неверно отражает состав кристаллических веществ. Классификация химических связей у некоторых авторов проводится по различным основаниям.

В то же время, стремясь следовать принципу научности, авторы переписывают из справочных изданий определения понятий, которые не усваиваются школьниками и студентами. Так, понятие “моль” непонятно, так как не объяснено понятие “**структурная единица**”. Понятие **нуклида**, приводимое в учебниках, также не воспринимается студентами, и они не видят различия между изотопом и нуклидом. Нужно ли вообще пользоваться понятием “нуклид”?

Принцип научности в обучении требует отражения в учебнике системы изучаемой науки, и содержание и структура учебника должны в меру дидактических возможностей в максимальной степени следовать содержанию и структуре химической науки. Трудно согласиться с мнением некоторых методистов и авторов учебников, что дисциплина “Химия” (в первую очередь - для первокурсников) не может быть подобием современной химической науки. Учебник “Химия” не должен быть сборником упрощенных, иногда произвольно выбранных химических теорий и рассказов о свойствах элементов.

Изучая химию, учащийся должен знать, что он имеет дело с серьезной и огромной по числу изучаемых объектов наукой, а не случайным набором ярко написанных химических повествований. В этом отношении можно упомянуть учебник (или пособие) “**Химия и общество**”, написанное большим коллективом американских ученых под эгидой Американского химического общества и переведенное в 1995 году на русский язык. Этот учебник рекомендовался для использования в старших классах средних школ, но его использовали в некоторых вузах.

В этом учебнике изложение и систематизация материала подчинены принципу - содержание курса отвечает наиболее актуальным проблемам современного общества в повседневной жизни человека. Это - водные ресурсы, нефть, пищевые ресурсы, ядерная энергетика, атмосфера, здоровье, химическая промышленность. Редактор перевода М.Г. Гольдфельд в предисловии отмечает, что содержание курса и его последовательность глубоко продуманы, но в книге нет внутренней логики химии как науки. Это действительно так. Например, тепловые эффекты реакций изучаются в главе о нефти, кислотность водных растворов - в главе о химии организма, белки - в главе о пище и т.п. Прочитав книгу, учащиеся не узнают, что такое химия и чем она занимается. Едва ли нашему читателю интересно читать про какой-то город Риверруд, его отравленную реку, фамилии всяких деятелей, принимавших участие в спасении реки, и десятка городских жи-

телей, откликнувшихся на кризис водоснабжения. Это не учебник, а книга для чтения, способная стимулировать изучение химии.

Непонятен призыв некоторых методистов и преподавателей химии возвратиться к “менделеевскому” подходу и рассматривать химию как науку об элементах. Нисколько не пытаюсь уменьшить роль Д.И. Менделеева в становлении учебной дисциплины “Химия”, следует твердо заметить, что построение курса химии по подобию “Основ химии” Д.И. Менделеева в наше время невозможно. Учебник Д.И. Менделеева показывал химическую науку по ее состоянию на время, удаленное от нашего почти на 150 лет. В то время химия не была еще наукой о превращениях веществ. Учений о направлении и скорости реакций тогда в химии не было. “Основы химии” Д.И. Менделеева - это вполне современный курс неорганической химии, наполненный множеством методологических и межнаучных знаний.

Критиковать учебники очень легко, но даже плохой учебник написать очень не просто! Часто автор считает что-то понятное и очевидное для него таким же понятным и для учащихся, а оказывается, что это недоступно их пониманию.

Вопросы и задания

1. Вы прочитали об ошибках, неточностях и противоречиях в учебниках. Откройте имеющийся у вас учебник химии и убедитесь, что они действительно есть. Найдите в учебнике другие ошибки и неточности.

2. Выберите учебник химии, в котором вы найдете меньше всего научных и методических ошибок и недостатков.

3. Как следует говорить: “одноосновное или однокислотное основание” и “одноосновная или однокислотная кислота”?

4. Выскажите свое мнение о замене некоторых терминов:

- атомная масса > мольная масса (элемента);
- молекулярная масса > мольная масса;
- молярная концентрация > мольная концентрация;
- сантимольярный раствор > сантимольный раствор;
- молекулярно-ионное уравнение > молекульно-ионное уравнение;
- атомарное состояние > атомное состояние;
- молекулярное состояние > молекульное состояние;
- атомарный кислород > атомный кислород;
- молекулярный кислород > молекульный кислород.

5. Вдумайтесь в смысл следующих двух предложений, взятых из учебников химии: 1. “Реакция восстановления оксида водородом”.

2. “Реакция восстановления металла из оксида водородом”. Что восстанавливается в первом и втором случаях? Представьте себя учащимся, пытающимся понять, что такое восстановление.

6. Найдите отрывок в учебнике химии, в котором автор пользуется степенью окисления и электроотрицательностью, и измените его содержание, отказавшись от этих понятий.

7. В 2010 году опубликовано 16-е (из 30-и) переработанное издание учебника Н.Л. Глинки “Общая химия” под редакцией академика В.А. Попкова и профессора А.В. Бабкова. Объем учебника 886 страниц. Обязательно просмотрите оглавление и прочтите (или хотя бы пролистайте) учебник. Чем этот учебник отличается от последних изданных учебников Н.Л. Глинки? Каково ваше отношение к новому учебнику?

Рекомендуемая литература

1. Изменения в основных терминах и единицах измерения в связи с введением международной системы единиц (СИ) // Журнал аналитической химии. - 1982. - Т. 37. - № 5. - С. 957-961.

2. Баранник В.П., Акимова Л.Н. Международные номенклатурные правила ИЮПАК по органической химии // Химия в школе. - 1983. - № 5. - С. 77-80.

3. Баранник И.П., Колпакова Т.Д. О международных номенклатурных правилах по химии // Химия в школе. - 1982. - № 1. - С. 78-90.

4. Баранник В.П., Акимова Л.Н. Международные номенклатурные правила ИЮПАК по органической химии // Химия в школе. - 1983. - № 5. - С. 77-80.

5. Бурдун Г.Д. Справочник по международной системе единиц. - М.: - 1980. - 232 с.

6. Лидин Р.А., Молочко В.А., Кудряшова З.А. Номенклатура неорганических веществ. - 2 изд. - М.: - 2006. - 95 с.

7. Гончарова Т.А. Номенклатура углеводов // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 7. - С. 67-70.

8. Крестов Г.А., Березин Б.Д. Основные понятия современной химии. - 2-е изд. - Л.: - 1986. - 102 с.

9. Крестов Г.А., Березин Б.Д. О некоторых общих понятиях структурной химии // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. - 1976. - Т. 19. - С. 1807-1816.

10. Ахметов Н.С. О построении школьного курса химии и фундаментальных понятий науки // Химия в школе. - 1995. - № 5. - С. 11-15.

11. Шелинский Г.И., Телешов С.В. Взгляд на учебно-методическую литературу сквозь шоры формализма // Химия в школе. - 2005. - № 9. - С. 23-32.

12. Леенсон И.А. Анализ наиболее распространенных ошибок в учебных пособиях по химии // Журнал Всесоюзного Химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1983. - № 5. - С. 49-60.

13. Кедров Б.М., Волков В.А. О понятии “химический элемент” в школьном курсе химии // Химия в школе. - 1982. - № 3. - С. 65-68.

14. Кедров Б.М. Об атомной массе элементов и о массе атома // Химия в школе. - 1983. - № 4. - С. 28-30.

15. Кедров Б.М. О соотношении понятий “химический элемент” и “атом” // Химия в школе. - 1983. - № 3. - С. 63-65.

16. Хомченко Г.П. Валентность и степень окисления // Химия в школе. - 1981. - № 2. - С. 67-72.

17. Хомченко Г.П. О графических и структурных формулах // Химия в школе. - 1983. - № 3. - С. 61-63.
18. Бабков А.В., Попков В.А. Еще раз о количестве вещества // Химия в школе. - 1995. - № 2. - С. 65-66.
19. Шелинский Г.И., Телешов С.В. Ряды реакционной способности веществ: единство многообразия // Химия в школе, 2006. - № 2. - С. 8-14.
20. Бердонос С.С. О терминах “нуклид” и “изотопы” // Химия в школе. - 1984 - № 2. - С. 72.
21. Волков А.И., Жарский И.М. Большой химический справочник. - Минск.: - 2005. - 608 с.
22. Зоркий П.М. Критический взгляд на основные понятия химии // Российский химический журнал. - 1996. - Т. 40. - № 3. - С. 5-25.
23. Леенсон И.А. Анализ наиболее распространенных ошибок в учебных пособиях по химии // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1983. - Т. 5. - № 5. - С. 49-60.
24. Курдюмов Г.М. Некоторые аспекты проблемы адекватности химической реакции и ее уравнения // Сборник научно-методических статей по химии. - 1982. - № 9. - С. 38-41.
25. Стоцкий Л.Р. Методические указания по правильному применению физических величин и их единиц в школьном курсе химии (в соответствии с государственными стандартами). - Химия в школе. - 1980. - № 6. - С. 68-71.

5.5. Принцип наглядности в учебниках химии

Принцип наглядности, несмотря на важность его использования в учебниках, при более глубоком его рассмотрении оказывается не однозначным. Несомненно, иллюстрации в учебнике нужны, но часто учащиеся, читая учебник, не обращают внимания на рисунки, при этом оказывается, что это не влияет на их знания. Многие рисунки учебников имеют сопроводительный к изучаемому материалу характер, и приведены для подтверждения каких-либо положений, поэтому учащийся, не рассматривая рисунок, ничего не теряет в приобретаемых знаниях. Почти бесполезны рисунки, изображающие, как используется какой-то химический элемент (например, кислород в металлургии, медицине и т.п.). В учебниках химии много рисунков, которые показывают устаревшие научные или даже неверные представления.

Конечно, нужны графики, рисунки приборов, схемы производств и т.п., но их не должно быть много. Рисунки, которые могут заменить объяснения или позволяют самостоятельно получить новые знания, предпочтительны для учебника, и такие рисунки учащийся будет вынужден рассматривать. В учебнике желательно давать рисунки, которые могут создавать проблемную ситуацию и тем самым способствовать развитию творческого мышления.

Электронное строение атома. До сих пор почти во всех учебниках химии встречается такая наглядная картинка - электроны расположены на круговых орбитах (или их частях) вокруг ядра. Наглядность пла-

нетарной модели атомов, первоначально даваемой в средней школе, настолько велика, что в вузе невозможно изменить ее на вероятностную модель нахождения электрона в области вокруг ядра в соответствии с энергетическим состоянием электрона в атоме (энергетические уровни и подуровни). Планетарная модель атома была отвергнута почти сразу после своего появления, и использование ее в учебниках недопустимо.

Электронная плотность. В некоторых учебниках дается зависимость мольных объемов химических элементов от атомной массы. Кривая имеет максимумы, но не лучше ли дать кривую энергий ионизации? Кого теперь волнуют мольные объемы? В одном из учебников “электронная плотность в атоме водорода” изображена точками, которые чем ближе к ядру, тем гуще расположены. Создается впечатление, что электронная плотность максимальна в ядре атома. Это подкрепляется графиком зависимости электронной плотности от расстояния до ядра: электронная плотность максимальна в ядре! Ни один из студентов не смог объяснить этих рисунков учебника.

Орбиталь. Учебник сообщает, что мере удаления от ядра атома электронная плотность быстро уменьшается. Автор рисует сферу вокруг ядра, где электронной плотностью можно пренебречь и говорит: “Вот область пространства, где движется электрон в атоме водорода. Назовем эту область пространства “орбиталью”. Студенту предоставляется возможность самостоятельно подумать, что же такое орбиталь - это та самая очерченная вокруг ядра сфера или какая-то непонятная область с максимальной вероятностью нахождения электрона в ядре (орбиталь - функция!).

Химическая связь. При обсуждении химической связи рисунок показывает, что электронная плотность от ядер атомов перемещается в пространство между ядрами, и оба ядра становятся центрами эллипса. Подпись под рисунком гласит: “Схема движения электронов между ядрами”, т.е., если рассматривать рисунок, то электрон движется по эллипсу. Как он перемещается по эллипсу, непонятно, но очень наглядно. Далее читаем: “...движение электрона описывается теперь молекулярной орбиталью...”. Итак, эллипс - это и есть молекулярная (молекулярная) орбиталь, а куда же пропали рассуждения об электронной плотности?

Еще удивительнее рисунок “Движение электрона, приводящее к ослаблению связи”, на котором два ядра окружены замкнутыми яйцеподобными кривыми. Ни один из студентов не мог дать более-менее приемлемого объяснения рисункам.

Правило октета электронов, показывающее точками число электронов у атома и число электронов в химической связи между двумя атомами очень наглядно, но учащиеся не понимают физического смысла точек, их числа (почему 8?) и причин октета после изучения школьного курса химии. Даже после вузовского курса общей химии правило октета остается у студентов непонятным. Учащийся легко рисует мо-

дель молекулы хлороводорода, но молекулу хлорной кислоты изобразить не может. Модель молекулы, представляемая правилом октета очень далека от современных даже простейших представлений о химической связи и строении молекул.

По-видимому, следует издательствам учебной литературы рекомендовать не печатать иллюстрирующие явления в **микромире**. Это не мир наших представлений. Возникает вопрос: а как же быть с привычными рисунками негибридных и гибридных орбиталей, которые используются в моделях молекул и изображают химическую связь зонами перекрывания орбиталей? Этот прием наглядности допустим, так как форма орбиталей получена расчетом и отражает в достаточной мере вид кривой распределения электронной плотности в молекуле. Когда появится новый метод расчета, существующая сегодня форма орбиталей будет изменена на новую, и тогда в учебниках появятся новые представления об атомах и химической связи.

Закон Гесса. Обычно для иллюстрации закона Гесса в учебниках приводятся схемы, подобные изображенной на **рис. 5-1**.

Методически предпочтительно закон Гесса иллюстрировать энтальпийной диаграммой, изображенной на **рис. 5-2**.

Другой пример подобной схемы показан на **рис. 5-3**. У учащихся возникает ошибочное представление, что углекислый газ обладает большим запасом энергии, чем исходные вещества (хотя автор пользуется энтальпиями).

Соотношение термодинамических функций. Иногда для показа соотношения между основными термодинамическими функциями в учебнике дается **рис. 5-4**. Студенты не рассматривают этот рисунок, объясняя, что запомнить его они не могут, а изображаемые соотношения намного проще самостоятельно получить, объединяя известные им формулы. Полезнее выучить одну-две формулы, а не изображение диаграммы, хотя она очень наглядна.

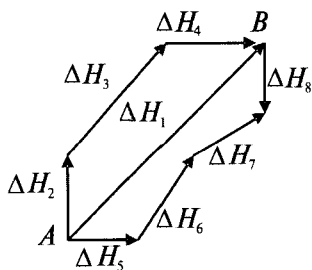


Рис. 5-1. Схема, иллюстрирующая закон Гесса

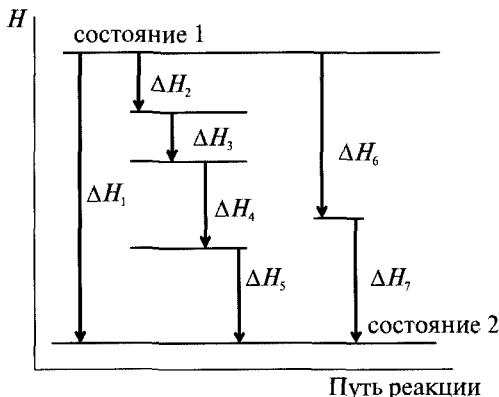


Рис. 5-2. Схема вычисления энтальпий реакций по закону Гесса

Обычно студенты не рассматривают рисунки потому, что в учебнике все объяснено достаточно понятно. Не воспользоваться ли авторам традицией журнала “Наука и жизнь”, в котором почти при каждом рисунке имеется подробное объяснение? Можно с уверенностью сказать, что такое сочетание рисунка и текста к нему приведет к более высокой обучающей способности учебника.

Было проведено простое методическое исследование. Трем группам учащихся предлагались: 1) картинка с круговоротом элемента; 2) текст с описанием круговорота и 3) тот же текст с той же картинкой. Оказалось, что первая группа практически не усвоила сведения о круговороте, а студенты 2 и 3 групп, изучавшие эту тему по тексту или по тексту с картинкой, показали примерно одинаковый уровень усвоения (всем студентам предлагалось написать ответ о круговороте). Таким образом, использование принципа наглядности в учебнике неоднозначно и в методике химии почти не изучено.

Обсуждая использование принципа наглядности, следует кратко остановиться на системе профессора Донецкого института социального образования учителя В.Ф. Шаталова. Он строит обучение школьников на основе **опорных конспектов**, представляющих графическую схему связанных между собой элементов знания, названных опорными сигналами. Он утверждает, что схема облегчает запоминание, систематизирует и структурирует знание. Изображения изучаемых объектов, сопровождаются формулами, краткими определениями, требованиями объяснить или выполнить какое-либо действие. По уверениям автора, ученики способны, пробежав глазами опорные сигналы, освоить курс по любому предмету за 7-11 часов, в результате школьники переводятся сразу на 2-3 класса выше. Схемы разработаны для школьных курсов математики, географии, астрономии, истории, русского и иностранных языков и подготовлены для курсов химии. Автор утвер-

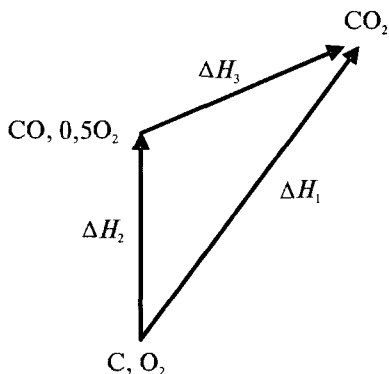


Рис. 5-3. Схема, иллюстрирующая закон Гесса в приложении к реакции окисления углерода до углекислого газа

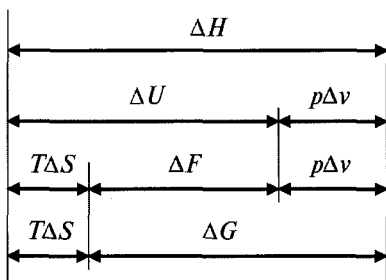


Рис. 5-4. Соотношение между основными термодинамическими функциями

ждает универсальность его подхода, однако можно заметить, что подобная методика рассчитана на тех, кто обладает очень высокой зрительной памятью и развитой способностью запоминать движения руки при рисовании. Будущему преподавателю полезно ознакомиться с этой системой, убедиться в рекламируемой эффективности методики и оценить возможность ее использования в высшей школе.

Вопросы и задания

1. Откройте на любой странице учебник химии и постарайтесь дополнить текст наглядными изображениями изучаемых объектов.

2. Постарайтесь наглядно изобразить следующие теоретические вопросы курса химии:

- число Авогадро;
- квантовые числа;
- принцип неопределенности;
- константа равновесия;
- зависимость скорости реакции от концентрации;
- основное уравнение химической кинетики;
- катализ;
- гидролиз иона;
- буферный раствор;
- закон Фарадея.

Рекомендуемая литература

1. Фридман Л.М. Наглядность и моделирование в обучении. - М.: - 1984. - 80 с.
2. Батаев В.А. Вредные картинки (некоторые проблемы визуализации химических моделей) // Химия. Методика преподавания. - 2005. - № 1. - С. 54-61.
3. Виноградов С. Система Шаталова. Годовой курс - за 10 часов! // Наука и жизнь. - 2008. - № 2. - С. 46-47.

Глава 6

Средства обучения химии

6.1. Общие представления о средствах обучения

Средства обучения - это учебные материальные объекты (вещи), при помощи которых преподаватель и учащиеся, используя содержание и методы обучения, достигают поставленные цели. Средства обучения - это лабораторное оборудование, приборы, модели, учебная книга как инструмент познания и носитель учебной информации, таблицы, разнообразные светотехнические и звуковые аппараты, компьютеры, видеопроектор, графопроектор, меловая доска, микрокалькуляторы и т.п. Если к средствам обучения отнести учебную книгу (учебник, пособие, разработка), то в этом случае следует говорить не об ее учебном содержании, а о ней, как о предмете, и обсуждать такие ее особенности, как шрифт, плотность записи текста, длинные предложения и большие абзацы, малые размеры рисунков, вес, качество бумаги и т.п. К средствам обучения относятся модели, в частности - модели кристаллических решеток. Их использование при обучении химии, несомненно, полезно, при условии, что вся аудитория может их разглядеть.

Выбор средств обучения связан с совместной деятельностью преподавателя и учащихся в условиях научной речи и общения для воспитания творческого химического мышления. Поэтому, даже условно, преподавателем не может быть ни приспособление, ни обучающая машина. С этой точки зрения средство обучения является вспомогательным или дополнительным, но не самостоятельным во взаимодействии "преподаватель - учащийся". При проблемном методе обучения средства выбираются и используются для дискуссионного обсуждения выдвигаемых преподавателем или учащимися проблем и группового способа их разрешения. Этим требованиям к средствам обучения в наибольшей степени отвечает графопроектор (кодоскоп), в меньшей степени видеоаппаратура и в еще значительно меньшей степени - телеаппаратура и ушедшая из использования киноаппаратура.

Средства обучения существенно различаются от их приложения в различных формах организации учебного процесса - лекциях, семинарах, лабораторном практикуме, контроле и оценке знаний. Не менее важным условием использования средств обучения следует считать **время создания** учебной информации. Средства обучения могут предоставлять информацию заранее уже подготовленной (готовой) или же созданной в момент ее обсуждения и передачи учащимся.

Средства обучения должны позволять преподавателю в учебной аудитории преподнести информацию речью и одновременно преобразовывать ход его мыслей и рассуждений в рисунки и модели. Это объясняется важностью показа учащимся мыслительной деятельности

преподавателя и ее переводом в познавательную деятельность учащегося. Этому требованию в настоящее время наилучшим образом удовлетворяет **графопроектор** при работе с подвижной прозрачной лентой, в значительно меньшей степени - меловая доска. Видеооборудование и ушедшие из использования диапроектор со слайдами и кинопроектор предлагают уже готовый результат деятельности преподавателя и не показывают ход его рассуждений.

Одно из требований к средствам обучения состоит в **динамичности** (подвижности) демонстрируемой на экране информации. Это вызвано тем, что мысль - это процесс, и процесс мышления наиболее эффективно воспринимается обучаемым не статичными изображениями, а подвижными. Графопроектор с заранее заготовленными транспарантами не позволяет передавать подвижную информацию. Разумеется, это не исключает возможности показа заранее изготовленных отрывков текста, таблиц, графиков и рисунков, если они приводят в дальнейшем к возникновению проблемной ситуации и служат источником группового обсуждения.

Часто полагают, что средства обучения рассчитаны на **облегчение** труда преподавателя, однако подобные надежды неоправданны. Показ мысли преподавателя и побуждение творческой деятельности учащихся требует от преподавателя больших умственных и даже физических усилий. Для проведения дискуссионных обсуждений преподавателю необходимо обладать намного более высоким и гибким запасом знаний, способностью находить ответы на самые неожиданные вопросы, уметь быть руководителем в групповой познавательной работе учащихся. Возможно, что это является одной из причин нежелания использования современных средств обучения, как молодыми, так и долго работавшими преподавателями. Средства обучения позволяют экономить время на лекции или семинаре и за счет этого может быть увеличен объем учебного материала.

Часто считают, что **наглядное представление** изучаемых объектов является одной из важнейших функций средств обучения. Однако современное естествознание отличается высокой степенью **абстрактности** представлений, поэтому наглядное выражение изучаемых объектов должно быть осторожным, и с этой точки зрения выбор средств должен осуществляться по их способности развивать абстрактное мышление со словесным описанием и объяснением.

Отметим еще одну особенность использования средств обучения - следует стараться, чтобы учащиеся научились самостоятельно использовать их в своей учебной и будущей профессиональной деятельности. Так, желательно научить обращаться с графопроектором и другими проекторами для будущих докладов, ознакомить с техникой видеозаписи, видеомонтажа, работы с компьютером, составления компьютерных программ и т.п.

В современном учебном процессе большую роль приобретает показ наглядной информации с речевым сопровождением преподавателя. Психологи утверждают, что это повышает количество воспринимаемого и усваиваемого учебного материала. Учащиеся отмечают преимущества одновременного слушания лекции преподавателя и чтения с экрана фрагментов излагаемого материала. Весьма желательным был бы показ на экране лица преподавателя в момент обдумывания проблемы, а также лиц учащихся, задающих вопросы и участвующих в обсуждении поставленных преподавателем проблем. При использовании аудиовизуальных средств следует иметь в виду, что зрением человек воспринимает информацию в тысячи и даже миллионы раз превышающую ту, которую за то же время может переработать мыслительный аппарат человека. Поэтому при показе учебных изображений возможен большой избыток информации, оказавшейся неувоенной.

К этим советам психологов и методистов мы относимся с осторожностью и неоднозначно. Мы заметили, что иногда чтение фрагмента лекции без отвлечения внимания слушателя к тексту экрана, рисункам и формулам оказывается более успешным, но это наблюдение нами не изучалось.

Очень желательно, чтобы аудиовизуальное средство обучения имело **большой экран** (размером с обычным для данной аудитории киноэкраном или меловой доской), расположенным на продолжении мысленной линии от учащегося к преподавателю. Несоблюдение этого простого правила делает тяжелой работу учащихся в аудитории, например, оборудованной телевизионными экранами, расположенными в различных местах и даже под потолком.

Учебные диа-, кино- и телефильмы не обладали такой высокой обучающей функцией, как графопроектор, и в последние годы перестали использоваться в учебном процессе. Учебные **кинофильмы**, которые в большом числе снимались несколько десятилетий тому назад, почти не усваивались учащимися. То же можно сказать и об учебных телевизионных передачах. Отмечавшиеся в методических публикациях высокие результаты преподавания не отвечали научной постановке педагогического исследования и имели рекламный характер. Телевизионная и видеоаппаратура в учебном процессе должна использоваться как инструмент исследования, например, показывать процесс, проходящий в реакторе, или демонстрировать очень быстро или медленно протекающие явления и т.п. Учебные видеофильмы, при их индивидуальном использовании, позволяют останавливать изображение и дают возможность учащемуся работать в приемлемом для него темпе. Для развития "химической речи" перспективно использование магнитофонов, как это делается при изучении иностранных языков.

К средствам обучения можно отнести различные **модели**. Традиционно учащимся показываются шарико-проволочные модели кристаллических решеток алмаза и графита. Но эти модели создают непра-

вильное представление об атомах, их форме, размерах, взаимодействии и т.п. Видя модели кристаллической структуры алмаза и графита, в которых атомы углерода выполнены из шариков черного цвета, учащийся может сказать, что атомы углерода черного цвета. Многие модели могут быть изготовлены преподавателем самостоятельно, например, модели электронных облаков атомов и молекул. К средствам обучения можно отнести и периодическую таблицу элементов Д.И. Менделеева. Лекционные демонстрации – таблицы, рисунки, диаграммы, обычно показываемые учащимся на лекции – также относятся к средствам обучения.

Вопросы и задания

1. Прочитайте любой раздел учебника химии и продумайте, какие средства обучения и как вы будете использовать при преподавании учебного материала студентам.

2. Переберите в своей памяти и вспомните те курсы, которые вы изучали с использованием технических средств обучения. Вспомните случаи, когда преподаватель наиболее удачно применял технические средства и конкретно какие. Объясните причины его успехов.

Рекомендуемая литература

1. Общая методика обучения химии. Под ред. Л.А. Цветкова. – М.: – 1981. – Т. 1. – С. 162-180.
2. Дрижун И.Л. Технические средства обучения в химии. – М.: – 1989. – 175 с.
3. Беспалько В.П. Элементы управления процессом обучения. – М.: – 1971. – 71 с.

6.2. Графопроектор и работа с ним

Графопроектор (кодоскоп, или классная оптическая доска) относится к аудиовизуальным (зрительно-слуховым) средствам обучения и широко используется в учебном процессе. Начинается использование видеопроекторов. Остальные аудиовизуальные средства обучения уходят или вышли из применения.

Внутри корпуса распространенной конструкции графопроектора в фокусе вогнутого зеркала находится мощная лампа, которая посылает световой поток на линзу Френеля (обычно изготавливается из термостойкой пластмассы). Лампа представляет собой кварцевую ампулу с длинной спиралью. Лампа должна быть вставлена штырями в контактное устройство так, чтобы проволоочный держатель спирали находился сверху спирали, а не снизу, иначе произойдет замыкания витков спирали. Над линзой закреплено стекло, называемое окном. Его размеры у большинства графопроекторов равны 25х25 см. На окно помещают пленки с рисунками или записями или другие прозрачные пред-

меты, например, чашки Петри для демонстрации некоторых реакций. Изображение собирается в головке, состоящей из линзы и зеркала, откуда отбрасывается на экран.

Чтобы работа с графопроектором доставляла удовольствие, следует придерживаться некоторых простых правил. К лампе при ее установке **нельзя прикасаться** пальцами, иначе кварцевое стекло из-за солей на коже быстро потускнеет и покроется на наружной поверхности трещинками. Если лампу все-таки трогали, то ее следует протереть спиртом. Включенный графопроектор категорически **нельзя передвигать**, сотрясать и, тем более, переносить на другое место (самая частая ошибка преподавателей и докладчиков!) - лампа от замыкания витков спирали мгновенно выходит из строя. Многие преподаватели, показав или написав что-либо, сразу выключают прибор. Этого делать также не следует - частое включение приводит к быстрому перегоранию лампы, так как в момент включения спираль испытывает пиковую нагрузку. Графопроектор может работать несколько часов непрерывно, не перегреваясь. Нельзя одновременно работать с графопроектором и меловой доской - **частицы мела** с пальцев попадают на пленку, прилипают к ней, а при попытке их удалить царапают пленку. Прозрачную ленту следует передвигать так, чтобы на экране изображение поднималось, а не смещалось в боковом направлении.

Графопроектор заменяет меловую доску и превосходит ее по учебно-методическим возможностям. Слово, написанное на пленке, на экране становится в несколько раз больше, чем написанное мелом на доске, поэтому изображение хорошо видно даже учащимся, сидящим в последних рядах большой аудитории. Аудиторию, если прямой солнечный свет не попадает на экран, затемнять не требуется. У графопроектора имеется целый ряд качеств, делающих его предпочтительным перед меловой доской, в частности, высокая яркость и контрастность изображения, большие размеры букв и изображений, способность к последовательному наложению изображений и получению за короткий промежуток времени сложных, красиво и точно выполненных рисунков. Графопроектор позволяет избавиться от развешенных на стенах аудитории таблиц и рисунков, которые отвлекают внимание аудитории. Графопроектор воспроизводит на большом экране записи и рисунки непосредственно при их создании или выполненные заранее на прозрачной пленке.

При использовании графопроектора лектор располагается значительно ближе к первому ряду столов аудитории, чем когда он работает с меловой доской. Лектор стоит спиной к экрану и, что очень важно, **лицом к аудитории**, и может следить за поведением учащихся во время лекции и мгновенно пресекать нарушения дисциплины. Большие размеры букв и рисунков, высокая яркость и контрастность предъявляют повышенные требования к почерку, аккуратности записей и рисунков. Однако, как и при работе с меловой доской, эту трудность не про-

сто преодолеть, хотя учащиеся быстро привыкают к почерку преподавателя. Часто при обсуждении какого-либо вопроса, приходится что-то перечеркивать, дополнять, пририсовывать, что делает картину на экране небрежной. Конечно, лучше плохой рисунок нарисовать еще раз.

Работа с графопроектором совершается двумя способами: с использованием заранее изготовленных рисунков и фрагментов текста (транспарантами), и с подвижной прозрачной лентой и записью во время рассказа отдельных предложений или формул и рисованием схем, графиков, диаграмм и т.п. Второй способ соответствует работе с меловой доской, но требует определенных навыков. Преподаватели часто не пользуются этим приемом из-за непонятной боязни писать и рисовать на пленке. Единственный способ преодолеть эту боязнь - с первой лекции не брать в руки мел.

Для написания и рисования используются фломастерами и специальными ручками. Предпочтителен черный фломастер, а цветные используются для подчеркивания слов, обведения важнейших деталей рисунков и т.п. Если лектор пишет фломастером с растворимой в воде краской (тушью), у него должен быть комок мокрой фильтровальной бумаги для удаления неправильно написанного знака или слова. Учащиеся спокойно (без усмешек и с пониманием) относятся к тому, что преподаватель, отвернувшись, смачивает кусочек фильтровальной бумаги слюной. Если краска устойчива к воде, то следует иметь в стеклянном стаканчике немного спирта, водки или одеколона.

Ручка для письма и рисования на пленке (рапидограф) наносит линии, благодаря тонкой металлической трубочке-капилляру с проходящим внутри подвижным проволочным стержнем, слегка выступающим из капилляра. На другом конце стержня в баллончике с тушью находится цилиндр, опускающий стержень, когда он не соприкасается с пленкой. При письме в момент соприкосновения капилляра с пленкой стержень поднимается, тушь поступает в капилляр и вытекает на поверхность пленки.

Чернилами пользоваться для письма на пленке нельзя, так как след чернил слабо задерживает проходящий свет. Написанное на пленке обычной тушью при высыхании отслаивается и, кроме того, при письме тушь собирается в мелкие капельки. Чтобы этого не происходило, достаточно добавить в тушь несколько капель **жидкого шампуня**. Качественные надписи и рисунки можно сделать только на обезжиренной и не наэлектризованной пленке. Для этого рекомендуется перед занятием протереть пленку спиртом, но вполне хорошие результаты получаются при протирании пленки очень разбавленным раствором шампуня (1-2 мл шампуня на 200 мл воды). Тонкая пленка легче царапается и электризуется, и писать на толстой пленке удобнее, но толстая пленка на старых графопроекторах от нагревания коробится.

Рисунки и фрагменты текста, изготовленные заранее, предназначены для **многократного использования**. С помощью принтера или многожильного аппарата можно быстро напечатать прекрасные цветные изображения. При применении лазерного принтера можно пользоваться многими сортами пленки, которые не плавятся. Для струйного принтера пригодна только **пленка с желатиновым покрытием**, но удалить (или исправить) напечатанное изображение с такой пленки невозможно.

Транспаранты, изготовленные на отдельных листах пленки, удобно хранить в прозрачных пленочных конвертах или в папке из тонкой прозрачной пленки. Эта папка - сложенный вдвое кусок пленки, каждая сторона которого имеет размеры стандартного листа писчей бумаги. В эту папку вставляется лист белой бумаги, а на него помещается транспарант. Лист бумаги позволяет лектору видеть содержание транспаранта. Во время показа лист бумаги удаляется, а транспарант в папке помещается на окно графопроектора. При этом на пленке папки или конверта можно делать дополнительные надписи или дорисовывать детали, не опасаясь испортить оригинал.

Высокая эффективность использования учебных материалов достигается, если они **изготавливаются самими лектором** и преподавателем. В этом случае они легко вписываются в логику описания, объяснения или доказательства. Это особенно важно при одновременном создании изображения и его объяснении.

При рисовании рисунков, графиков, диаграмм или таблиц во время лекции удобен следующий прием. Под подвижную ленту закладывается заранее выполненный транспарант, на котором изображение нарисовано тонкими и не слишком сильно поглощающими свет линиями, например, желтого цвета. Во время рассказа преподаватель обводит на верхней пленке тушью изображение, рисунок которого получается намного аккуратнее. Если учащиеся должны зарисовать изображение на экране в свои тетради, то скорость перерисовывания совпадает со скоростью создания рисунка преподавателем. Кроме того, изображение контура всего рисунка позволяет учащемуся выделить на листе бумаги тетради требуемое место.

К графопроектору обычно прилагается один **рулон пленки**. Если использовать такую пленку на лекции, непрерывно по ее ходу записывая наиболее важные положения и делая рисунки, то рулона хватает не более чем на две лекции. После лекции изображения с пленки следует удалить и подготовить пленку для последующего использования. Если использовалась **водорастворимая тушь**, то готовится 100-200 мл слабого раствора шампуня в воде (этого раствора достаточно для одного года чтения лекций). Также нужно запастись мягкой фильтровальной бумагой, столовой салфеткой или туалетной бумагой. Вата или ткань размазывают тушь по пленке.

При работе с рулонной пленкой записи проводятся на внешней стороне пленки рулона. Для удаления изображений разверните рулон пленки до конца записей, пленку с записанной частью сверните в рулон и расположите на столе на большом листе белой бумаги или на газете. Часть рулона с чистой пленкой поместите поближе к себе, а часть с использованной пленкой, отодвиньте подальше от себя, положив на пленку какой-нибудь тяжелый предмет, чтобы пленка не сворачивалась. Разумеется, сторона пленки с записями должна находиться сверху.

Обильно смочите комок фильтровальной бумаги раствором шампуня и им намочите места с записями. Другим сухим комком мягкой бумаги движениями руки от себя оттирайте тушь с пленки, продвигаясь к части рулона с использованной пленкой. При этом иногда образующиеся катышки бумаги будут сдвигаться в сторону неочищенной пленки и не загрязнять очищенную. Слегка поднимая часть рулона с чистой пленкой и медленно наматывая на него очищенную пленку, смотрите, нет ли на пленке плохо очищенных мест и удаляйте их, если увидите. После того как вся пленка будет очищена, проверьте, как ложиться тушь на очищенную пленку - тушь должна прочно удерживаться на пленке и не свертываться шариками. Если это произошло, добавьте в тушь еще несколько капель шампуня. При использовании фломастеров с водоустойчивой краской, все те же операции проделываются со спиртом (водкой или одеколоном).

Правило фаз. Рассмотрим несколько примеров использования графопроектора в учебном процессе. При обсуждении правила фаз Гиббса приходится спрашивать о компонентах, фазах и числе степеней свободы в различных системах. Преподаватель заранее заготавливает на прозрачной ленте следующие друг за другом рисунки и на лекции, смещая вниз закрывающий другие рисунки лист бумаги (рис. 6-1) и перемещая ленту вверх, просит учащихся хором отвечать на вопрос о числе компонентов (реакции не проходят), числе фаз и степеней свободы в системе (стенки сосуда не учитываются). При этом формула правила фаз или записана рядом с каждым рисунком, или сохраняется постоянной, благодаря, несмещающемуся маленькому транспаранту с формулой.

Уравнение состояния газа. Изучение законов газового состояния и усвоение формулы PV/T происходит намного успешнее, если показать рис. 6-2. Вначале показывается левая часть рисунка при закрытой листом бумаги правой части. Преподаватель рассказывает о модели прибора и записывает для начальных условий выражение $p_1 V_1 / T_1 = R$ (для 1 моль газа). После нагревания газа давление в сосуде повысилось, объем увеличился и, введя новые условия, преподаватель убирает лист бумаги со второй, правой части рисунка. После нагревания газа $p_2 V_2 / T_2 = R$. Далее выводится равенство $p_1 V_1 / T_1 = p_2 V_2 / T_2$, и преподаватель рассказывает о возможности расчета давления и объема газа при повышении температуры или возможности определения температуры газа по известным объему и давлению газа.

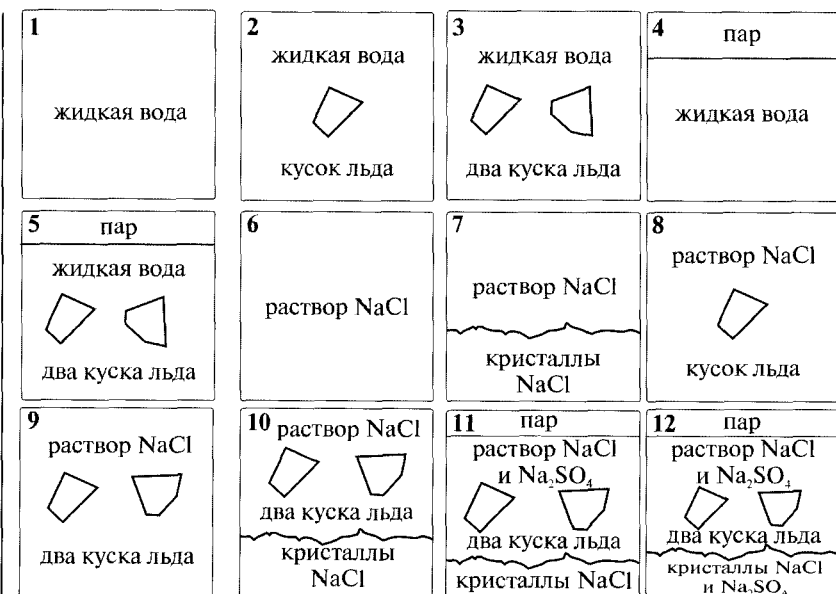


Рис. 6-1. Последовательность показа преподавателем рисунков графопроектором при нахождении числа фаз и расчете числа степеней свободы

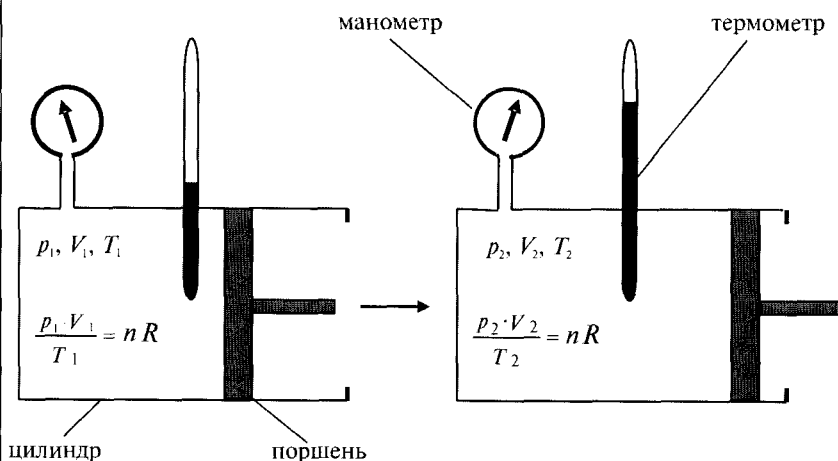


Рис. 6-2. Наглядное представление уравнения газового состояния (при $n = \text{const}$)

Энтальпийная диаграмма. Очень удобно пользоваться графопроектором для постепенного перехода от простого рисунка (представления) к все более сложным и насыщенным информацией. Это делается последовательным наложением пленок 1-4 с рисунками (рис. 6-3). Преподаватель рассказывает о реакции с выделением теплоты и понижением энтальпии и показывает (1) уровни исходных веществ и продуктов реакции H_1 и H_2 .

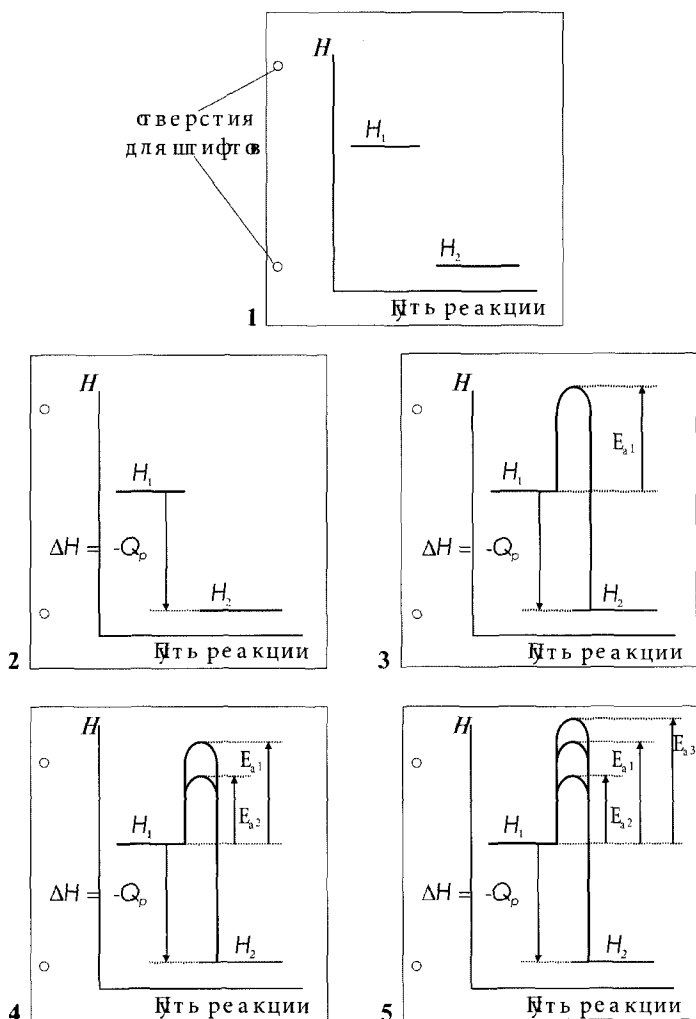


Рис. 6-3. Пример последовательного наложения пленок с рисунками (или рисования) при рассказе об энергии активации

У окна некоторых графопроекторов имеются специальные штифты, на которые транспаранты нанизываются, если заранее в пленках пробить отверстия с диаметром штифта. Если штифты отсутствуют, то на каждой пленке следует сделать отметки, в соответствии с которыми пленки совмещаются при их наложении.

Располагая пленку 2 над пленкой 1, преподаватель рассказывает о соотношении $\Delta H = -Q_p$ и отмечает, что переход на более низкий энтальпийный уровень проходит не мгновенно, а часто очень медленно, хотя, казалось бы, исходные вещества должны были “упасть вниз”, на уровень с меньшим запасом энергии.

Теперь, пользуясь пленкой 3, преподаватель говорит об энергетическом барьере, который исходные вещества должны преодолеть, чтобы перейти в продукты реакции. Этот барьер характеризуется **энергией активации** E_a . Далее преподаватель отмечает, что есть вещества, называемые **катализаторами**, которые понижают энергию активации и ускоряют реакцию (пленка 4), и вещества, которые повышают энергию активации и замедляют реакцию, называемые **ингибиторами** (пленка 5). В заключение преподаватель может отметить, что изменение энтальпии не зависит от энергий активации реакции при прохождении ее в различных условиях, т.е. от пути реакции, что и является выражением закона Гесса.

Последовательное наложение пленок дает хороший эффект, если пленки совершенно прозрачны и несколько наложенных друг пленок не снижают яркость изображения. Однако наилучший эффект достигается, когда преподаватель на глазах учащихся создает рисунок.

Плотность воды. Примеров постепенного расширения представления о каком-либо изучаемом объекте химии можно привести огромное число. Например, преподаватель желает продемонстрировать зависимость плотности жидкой воды от температуры и показывает кривую плотности с максимумом при $+4^\circ\text{C}$. Однако в системе обучения, рассчитанной на деятельностный подход и формирование творческого мышления, методический прием развития объяснения преподавателем и участия студентов в изучении явления становится существенно иным (**рис. 6-4**).

Преподаватель показывает изображение на пленке 1 с зависимостью плотности воды от температуры с максимумом при $+4^\circ\text{C}$. Затем преподаватель говорит, что если кривая состоит из нескольких участков, в данном случае - из двух, то это может показывать зависимость свойства от нескольких или двух составляющих. Преподаватель задает вопрос: “От каких двух составляющих...?” и добавляет, что ответ учащиеся знают и будут удивлены простотой ответа. Конечно, большинство учащихся не дадут ожидаемого правильного ответа. Преподаватель подсказывает, что одна из составляющих зависит от изменения физического свойства воды от нагревания (“Какого свойства?”), а другая связана с уже изученной водородной связью и структурой льда и жидкой воды.

Через некоторое время (около 30 секунд, преподаватель дольше ждать не может) 3-5 учащихся (из 200) поднимают руку и готовы ответить. Преподаватель дает им слово: “Благодаря тепловому расширению воды с повышением температуры плотность воды уменьшается”. Преподаватель показывает изображение пленки 2. Эта пленка может накладываться на предыдущую (не забудьте про штифты у края окна графопроектора!). Далее преподаватель (или учащийся) говорит, что одновременно при повышении температуры происходит изменение степени упаковки молекул, и из-за разрушения рыхлых льдоподобных структур плотность воды должна возрастать, после чего показывает изображение пленки 3. Теперь преподаватель просит самостоятельно нарисовать в своих тетрадях кривую, отражающую суммарную зависимость этих двух составляющих (если она не показывалась в начале расказа), затем преподаватель показывает изображение 4, и учащиеся могут сравнить свою кривую с правильно построенной кривой.

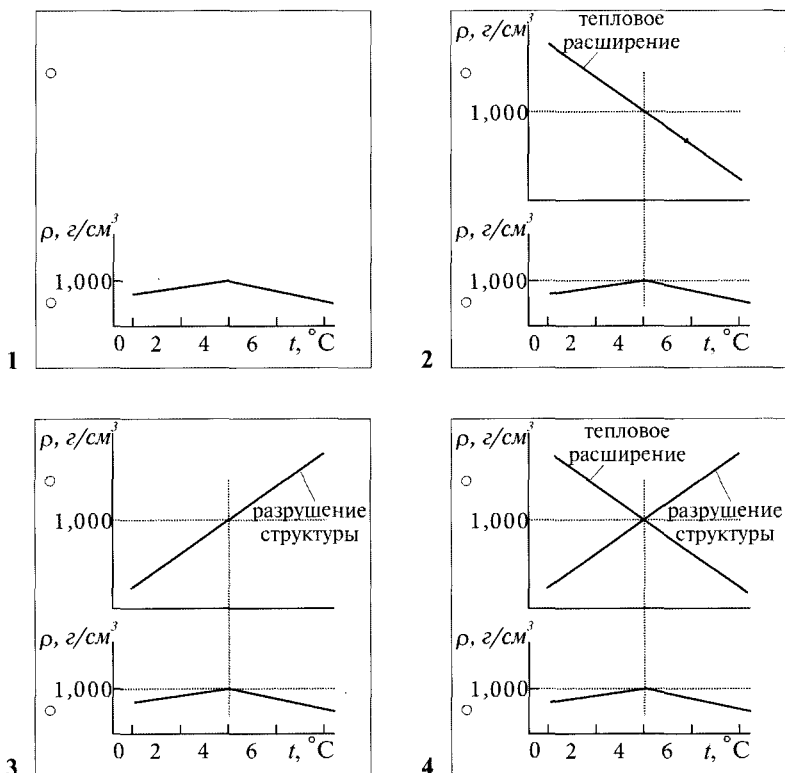


Рис. 6-4. Зависимость плотности жидкой воды от температуры.
Масштаб не соблюден

Преподаватель подводит итог предыдущим рассуждениям. Зависимость плотности воды от температуры отражает две различные температурные зависимости. При температуре ниже $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ вторая составляющая (разрушение структуры) преобладает над первой составляющей (тепловое расширение), и плотность возрастает с повышением температуры. При температуре выше $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ зависимость изменяется: плотностная составляющая преобладает над структурной составляющей. Зависимость плотности воды от температуры представляет собой сумму этих двух составляющих и имеет максимум при $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Желательно, чтобы этот вывод учащиеся сформулировали самостоятельно.

Заметим, что показывались на рисунках те изображения, которые должны получиться при наложении пленок. Однако удобнее на пленки наносить детали, которые при наложении пленок дополняют предыдущее и создают желаемое изображение. Преподавателю для создания всех этих рисунков нет необходимости рисовать каждый из них в отдельности. Достаточно нарисовать изображение пленки 4, затем повторить рисунок четыре раза и с первого изображения удалить верхнюю часть, со второго - структурную составляющую кривой, с третьего - плотностную составляющую, а четвертый рисунок оставить без изменений. Далее каждое изображение печатается на пленке.

Кривая нагревания кристалла. Будущим химикам и геологам придется определять температуры плавления и кипения веществ (кристаллов, минералов). Если обучение правилу фаз ограничивается диаграммой состояния воды, то можно этот метод показать на примере кривой нагревания льда от, предположим, $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+110\text{ }^{\circ}\text{C}$ при постоянном давлении выше давления тройной точки воды (рис. 6-5). Формула правила фаз при $n = 1$ (изменяется температура) будет иметь вид $C = 1 - \Phi + 1 = 2 - \Phi$. При нагревании льда, жидкой воды и газообразной воды система однофазна: $\Phi = 1$ и число степеней свободы $C = 1$; это выражается в том, что температура фаз повышается при введении в систему теплоты. При плавлении и кипении система становится двухфазной ($\Phi = 2$) и без степени свободы ($C = 0$), что приводит к постоянству температуры при подводе теплоты и на кривой нагревания появляются площадки. Рисунок показывает связь между диаграммой состояния и кривой нагревания. Отметим, что рисунок довольно сложен для понимания с первого взгляда, и его желательно развивать, показывая - наложением пленок или подрисовывая - кривые по мере рассказа. После такого обсуждения кривой студенты значительно лучше выполняют задание нарисовать кривую нагревания льда при давлении ниже тройной точки.

К подобным рисункам следует относиться с осторожностью. Если его показать готовым (даже в учебнике), то он, несмотря на кажущуюся простоту, не воспринимается учащимися даже при объяснении его содержания, и почти не откладывается в памяти. В то же время, этот рисунок в учебнике привлекает внимание читателя своими стрелками

непонятного назначения, и читатель ищет объяснения в тексте учебника. Если рисунок строить частями на экране по мере повышения температуры воды, то усвоение новых знаний происходит намного эффективнее, чем при рисовании только кривой нагревания.

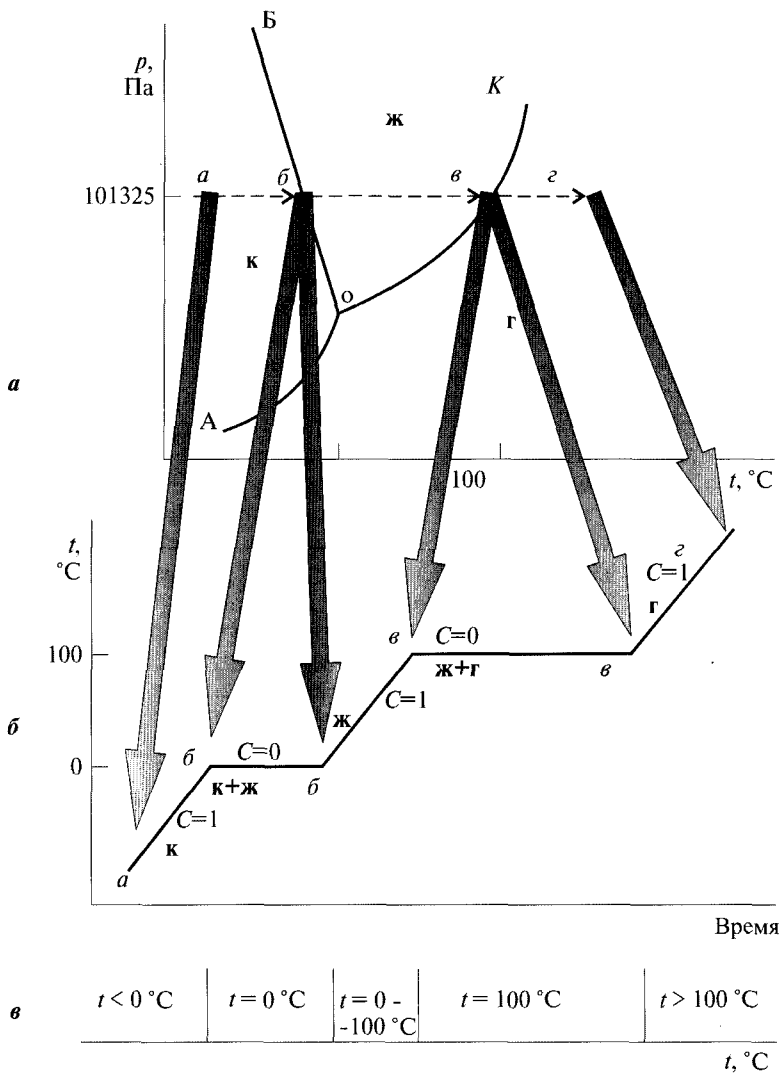


Рис. 6-5. Нагревание воды при давлении выше давления тройной точки. а - диаграмма состояния воды; б - кривая нагревания воды; в - интервалы температур. Масштаб не соблюден

При составлении этого рисунка графопроектором с одновременным объяснением затраты времени оказываются даже меньшими, чем при показе готового рисунка и его объяснении. Заметим, что по **углу наклона** можно рассчитать **теплоемкость**, а по **длине площадки энтальпии** перехода (как?). Оказывается, что эти сведения запоминаются учащимися намного лучше, чем при объяснении готового рисунка. Лектор предлагает сильным учащимся нарисовать кривую нагревания, соблюдая (относительно) теплоемкости веществ и энтальпии переходов. Последние десять минут лекции все учащиеся получают задание нарисовать кривую нагревания воды при давлении ниже тройной точки с указанием фаз и степеней свободы. Результаты этой контрольной работы всегда оказываются выше, чем результаты работы при традиционном объяснении кривой нагревания. Этот пример показывает, что преподаватель всегда должен проверять свои методические нововведения, убеждаться в их эффективности и делиться ими со своими коллегами.

Довольно часто преподавателю приходится давать **определения** различных понятий. Он вынужден читать их или диктовать, при этом предполагается, что учащиеся их выучат и запомнят. Однако, по деятельностной теории обучения, преподаватель должен создать такие условия, чтобы учащиеся сами в познавательной деятельности предлагали формулировки. Преподаватель на экране показывает написанные на **полосках** прозрачной пленки **признаки** какого-либо понятия. Учащиеся выбирают необходимые признаки и говорят преподавателю, как следует расположить полоски в порядке понижения их значимости. Преподаватель переставляет лежащие на окне графопроектора полоски, что и становится основой предлагаемого определения. Затем преподаватель показывает определение, помещенное в учебнике, и учащиеся могут сравнить его со своим определением.

Перемещение полосок с записями при **систематизации** может широко использоваться при изучении химии. Например, предлагается расположить законы в порядке понижения их общности (универсальности, широты явлений и т.п.), т.е. в таком порядке, чтобы каждый последующий входил в предыдущий и вытекал из него. Учащиеся указывают преподавателю, как следует переставить лежащие на окне графопроектора полоски. Познавательная ценность такого обучающего приема очевидна: учащиеся читают формулировку закона, выделяют необходимые для сравнения признаки отличия, оценивают их по значимости и широте охвата изучаемого явления и распределяют в последовательности понижения общности. Познавательная деятельность учащихся приобретает групповой характер, происходит своеобразное объединение некоторых функций преподавателя и учащихся, устанавливается научный контакт между ними, возрастает заинтересованность в выполнении задания. Более того, активность учащихся повышается настолько сильно, что исчезает разделение на “сильных” и “слабых”.

Растворимость и ПР. Графопроектор полезен при изучении табличных данных для группового поиска проблем и их разрешения. Студентам (химикам, геохимикам и геофизикам) на экране показывается таблица (рис. 6-6), строки которой написаны на полосках пленки, которые вставляются в рамку (из дерева, пластмассы, картона) с прорезями для полосок. В начале выполнения задания полоски с числовыми данными располагаются произвольно, без какого-либо порядка. Студентам предлагается найти проблемы в предъявляемых данных, а также вычислить ПР.

Студенты, не умеющие систематизировать и классифицировать, обычно не знают, как поступить с предлагаемыми данными. Студенты старших курсов, знакомые с этими познавательными процедурами, проводят классификацию по катиону, сгруппировав галогениды натрия и галогениды серебра. После классификации они приступают к систематизации галогенидов внутри каждой группы.

Для поиска проблемы в предложенных числовых данных студенты советуют преподавателю, как и почему следует изменить положение строк. Преподаватель устанавливает строки таблицы по указаниям студентов. Вначале проводится классификация по катиону (натрий и серебро), затем систематизация внутри каждого выделенного класса при переходе галогенид-иона вниз по подгруппе (по мольной массе аниона или по номеру периода). Систематизация возможна также по изменению энтальпии образования, энтальпии кристаллической решетки или растворимости, однако, объясняет преподаватель, этот путь менее удобен и может привести к ошибкам.

В результате получается следующая последовательность (табл. 6-1).

МГ	$\Delta H^\circ_{298\text{обр}}$ кДж	$\Delta H^\circ_{298\text{крст.решетки}}$ кДж	Растворимость, моль/л
AgBr	-100,4	-882,8	$5 \cdot 10^{-7}$
NaCl	-414,2	-765,7	5,8
NaI	-288,7	-677,8	11,8
AgF	-205,0	-958,1	15
AgCl	-125,5	-907,9	$1 \cdot 10^{-5}$
NaBr	-359,8	-715,4	8,6
NaF	-573,2	-907,9	1,1
AgI	-62,8	-853,5	$6 \cdot 10^{-9}$

рамка

граница
окна

полоска в окне

Рис. 6-6. Устройство для показа таблицы, составленной из полосок прозрачной пленки

Таблица 6-1

МГ	ΔH_{298}° обр., кДж	ΔH_{298}° крист.решетки, кДж моль/л	Растворимость, моль/л
NaF	-573,2	-907,9	1,1
NaCl	-414,2	-765,7	5,8
NaBr	-359,8	-715,4	8,6
NaI	-288,7	-677,8	11,8
AgF	-205,0	-958,1	15
AgCl	-125,5	-907,9	$1 \cdot 10^{-5}$
AgBr	-100,4	-882,8	$5 \cdot 10^{-7}$
AgI	-62,8	-853,5	$6 \cdot 10^{-9}$

После группового осуществления этих познавательных действий сравнивается характер изменения свойств по столбцам полученной таблицы. Одинаковое или противоположное изменение свойств в каждом классе выявляет проблемность предложенной информации. Преподаватель спрашивает у студентов, как изменяются энтальпии образования и энергии кристаллических решеток галогенидов натрия. При переходе от фторида к йодиду ΔH_{298}° обр. и ΔH_{298}° крист.решетки понижаются, что указывает на ослабление связи в кристаллической решетке. Можно предположить, что это приводит к увеличению растворимости в том же направлении. Следовательно, делают вывод студенты, чем ниже энергия кристаллической решетки, тем выше растворимость соли.

Переходя к рассмотрению изменения свойств галогенидов серебра от хлорида к йодиду, студенты отмечают, что в этом направлении ΔH_{298}° обр. и ΔH_{298}° крист.решетки галогенидов серебра понижаются, как это имеет место у галогенидов натрия. Но энтальпии образования галогенидов серебра намного ниже энергий кристаллической решетки. Почему? Кроме того, энтальпии образования галогенидов серебра значительно меньше энтальпий образования галогенидов натрия, но энергии кристаллической решетки галогенидов серебра значительно выше энергий кристаллической решетки галогенидов натрия. Проблема! Возможно, это свойство галогенидов серебра связано с участием *d*-электронов атомов серебра в образовании кристаллической решетки.

Однако наиболее яркая проблема возникает при сравнении растворимости **галогенидов натрия и серебра**. При переходе от фторида натрия к йодиду энтальпии образования и энергии кристаллической решетки понижаются, что соответствует увеличению растворимости. Сделав этот вывод, студенты убеждаются, что он находится в противоречии со свойствами галогенидов серебра. Действительно, в случае галогенидов серебра обнаруживается противоположная тенденция: при переходе от фторида серебра к йодиду растворимость понижается, несмотря на одновременное понижение энтальпии образования и энергии кристаллической решетки.

Далее преподаватель обращает внимание студентов на очень высокую **растворимость фторида серебра**. Несмотря на то, что энергия кристаллической решетки фторида серебра больше, чем у фторида натрия, растворимость фторида серебра почти в десять раз выше! Новая проблема! Для разрешения новой проблемы привлекаются сведения о свойствах *s*- и *d*-элементов, радиусах ионов, энергиях гидратации ионов и т.п. Преподаватель может сказать студентам, что в научной литературе объяснение этого явления не обнаружено, но, вероятно, ответ следует искать в образовании комплексных ионов серебра с молекулами воды, в наличии *d*-электронов и других свойств ионов. Заинтересовавшимся студентам предлагается письменно изложить свои соображения по поводу этой проблемы, за что обещается высокая оценка работы.

При поиске проблемы были использованы приемы классификации и систематизации, а сама проблема объединила учения о термодинамике, строении вещества и о периодическом изменении свойств элементов. Проблема отличается междисциплинарной направленностью - она интересна будущим химикам и геологам, так как некоторые минералы ведут себя подобным образом.

В этом задании студентам предлагалось также рассчитать произведения растворимости солей. Как это не обидно, но многие студенты рассчитывали ПР для фторида серебра и получали значение $15^2 = 225$. Преподаватель просит сравнить полученное значение с табличным. Однако в справочниках ПР для фторида серебра нет. Почему? Студенты забыли о требовании малой растворимости электролита. Интересно заметить, что студенты, обнаружившие наибольшее число проблем и пытавшиеся объяснить их, реже совершают ошибку с ПР фторида серебра.

Эти примеры показывают, как естественно вписывается графопроектор в изучение курса химии. Особую ценность приобретает графопроектор для развития пространственного воображения и образного мышления. В этом отношении его использование целесообразно при изучении разделов химии, посвященных строению вещества. Преподавание этих разделов химии связано с использованием многочисленных рисованных и объемных моделей. Они дорогостоящие и их изготовление часто не под силу преподавателю. Кроме того, в больших ау-

дигориях модели и плакаты плохо видны. Графопроектор может оказать преподавателю большую помощь.

Кристаллическая решетка. Фрагмент кристаллической решетки хлорида натрия может быть показан на **рис. 6-7**. Рассказ будет намного более доступным, если учащиеся увидят процесс создания модели кристалла хлорида натрия, воспроизводимый последовательным наложением пленок **1, 2 и 3**. Первой на окно графопроектора помещается пленка **1** с изображением куба. Затем на нее (штифты!) помещается пленка **2** с атомами (ионами) натрия и, наконец, пленка **3** с атомами (ионами) хлора. Каждое новое изображение сопровождается комментариями преподавателя. Последовательность наложения пленок может быть другой в зависимости от наклонностей преподавателя. Все демонстрации на экране должны сопровождаться ответами аудитории на вопросы, которые лектор задает после показа каждой пленки.

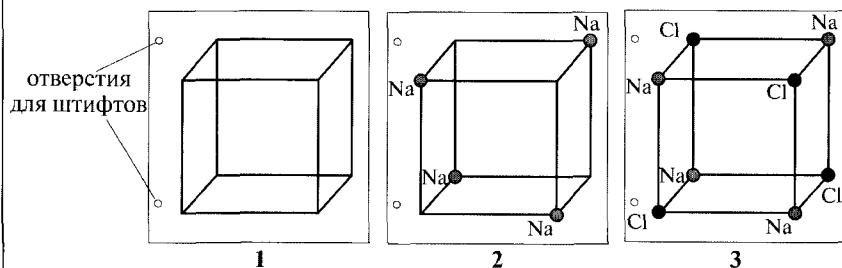


Рис. 6-7. Последовательность наложения пленок при рассказе о фрагменте кристаллической решетки хлорида натрия

При помощи графопроектора можно демонстрировать **оныты**, проецируя их на экран. Для этого на окно графопроектора помещают стекло или прозрачную пленку, чтобы капли растворов не испортили материал окна. На это стекло кладут чашки с плоским прозрачным дном (чашки Петри). В чашки наливают различные растворы, индикаторы и т.п. Очень хорошо смотрятся опыты по взаимодействию кусочков лития, натрия и калия с водой, изменение окраски индикатора в растворе с различным значением pH, опыты по электролизу, коррозии и т.п. Обычно лекционные эксперименты видны только учащимся, сидящим в первых рядах аудитории. При показе опытов через графопроектор они видны всей аудитории, даже если выполняются с минимальными количествами реактивов.

Реакции щелочных металлов с водой. После демонстрации графопроектором реакций лития, калия и натрия с водой в чашках Петри преподаватель говорит, что реакции с рубидием и цезием показать нельзя, так как они протекают взрывоподобно. Далее преподаватель дает задание объяснить причины наблюдаемых различий реакций. В

ответ на просьбы учащихся о требующейся информации преподаватель, имея заранее подготовленные сведения, записывает на пленке затребованные данные или показывает последовательно столбцы с ответами на чаще всего возникающие вопросы. Последовательное предъявление энтальпий реакций, энтальпий гидратации ионов, электродных потенциалов металлов создают проблему - изменение характера реакции при переходе вниз по подгруппе не соответствует изменению термодинамических свойств элементов. Предъявление на экране значений плотности и температуры плавления металлов разрешает возникшую проблемную ситуацию.

При демонстрации опытов через графопроектор преподаватель может на пленке рядом с чашками записывать уравнения реакций, pH , эдс окислительно-восстановительной реакции и другие сведения, необходимые для объяснения опыта. Нетрудно сконструировать гальванометр с прозрачными стенками и шкалой, програддуированной в значениях mV или pH , и демонстрировать смещение равновесия, изменение скорости реакций и т.п. Графопроектор может быть поставлен набок (лишь бы витки спирали лампы не замкнулись!) и тогда опыты можно проводить в вертикальных кюветах.

Ни одно из имеющихся (или доступных) в настоящее время в распоряжении преподавателя средств обучения не позволяет подобным образом осуществить групповую познавательную деятельность. Проецирование на экран вопросов и задач дает возможность по-новому проводить контроль за усвоением материала, давать различного рода задания для аудиторной и внеаудиторной работы учащихся.

Есть еще одна, скрытая от учащихся, сторона использования графопроектора. Набор заранее изготовленных транспарантов с основными положениями изучаемой теории, формулировками законов и определений, формулами и расчетами является своеобразным **конспектом лекции**, которым преподаватель открыто пользуется. Этот конспект дает преподавателю ориентиры для рассказа об изучаемом объекте, что создает уверенность при чтении лекции, снимает боязнь сделать ошибку в расчете или забыть какое-то важное положение или формулу. При чтении лекции с графопроектором у преподавателя не так сильно напрягается память, показ готовых формулировок, рисунков и расчетов дает лектору кратковременный отдых и возможность собраться с мыслями для изложения следующей порции материала. Один раз подготовленный набор транспарантов снижает время подготовки к лекции, позволяет уверенно читать лекцию при плохом самочувствии и усталости.

В последние годы в практику обучения проникают проекторы, позволяющие проецировать на экран тексты и рисунки, хранящиеся в памяти компьютера или в других носителях информации (**видеопроектор**, Digital Projector). Ртутная лампа (от 200 Вт) рассчитана на продолжительность работы до 3000 часов. Проектор дает четкое и яркое изо-

бражение при размере экрана от 0,5 до даже 10 м по диагонали при расстоянии от проектора до 15 м. Преподаватель, пользуясь переносным пультом, может менять картинки на экране, не подходя к прибору. Последовательно изменяя изображения, прибор может создавать эффект наложения рисунков, показывая студентам путь усложнения изучаемого объекта. К сожалению, показ на экране записей рукой пока не возможен из-за высокой стоимости аппаратуры.

Вопросы и задания

1. Составьте список известных вам аудиовизуальных средств обучения и расположите их в порядке снижения числа преимуществ и увеличения числа недостатков. Сформулируйте выводы.
2. Составьте краткую инструкцию по работе с имеющимся на кафедре или в лаборатории графопроектором.
3. Разработайте план изучения темы по свойствам какого-либо элемента с использованием графопроектора.
4. Нарисуйте на пленках для последовательного их наложения друг на друга рисунки для следующих заданий:
 - 1) распределение молекул по энергиям;
 - 2) число активных молекул;
 - 3) влияние температуры на число активных молекул и скорость реакции.
5. Изготовьте модель какого-либо химического объекта и покажите ее обучающие возможности.
6. Разработайте методику демонстрации кристаллических решеток алмаза (льда) и графита.
7. Подготовьте, пользуясь учебником химии, какой-либо раздел курса для изучения его с помощью проектора.

Рекомендуемая литература

1. Дрижун И.Л. Технические средства обучения химии. - М.: - 1989. - 175 с.
2. Янюк Р.М., Недзыньски Л., Ожеховски Я. Использование графоскопических изображений на университетских лекциях по химии // Современная высшая школа. - 1979. - № 1. - С. 103-119.
3. Грученко Г.И., Дрижун И.Л. Графопроектор - средство повышения эффективности уроков химии // Химия в школе. - 1980. - № 2. - С. 71-73.
4. Головачева Л.А. Использование кодоскопа при проверке результатов самостоятельной работы учащихся на уроках // Химия в школе. - 1979. - № 1. - С. 67-68.
5. Грученко Г.И. Использование кодоскопа при решении типовых задач // Химия в школе. - 1978. - № 4. - С. 68-71.
6. Алексинский В.Н., Грабецкий А.А. Использование кодоскопа для демонстрации количественных опытов по химии. - В кн.: Совершенствование содержания и методов обучения в средней школе. - Л. - 1968. - С. 113-122.

7. Буглай Л.Н. Использование кодоскопа и ФОС для проецирования опытов // Химия в школе. - 1973. - № 2. - С. 74-77.
8. Буглай Л.Н. Использование проекционной аппаратуры для демонстрации опытов с электрическим током // Химия в школе. - 1981. - № 1. - С. 55-56.
9. Грабовой А.К., Галаган Р.Л. О проецировании опытов по химии // Химия в школе. - 1980. - № 5. - С. 57-59.
10. Левина Л.С. Использование диапроектора для проведения некоторых опытов // Химия в школе. - 1979. - № 1. - С. 68-69.
11. Новаковский М.С., Виногоров Г.Р., Лебедева О.И. Использование фильмоскопа для демонстрации опытов // Химия в школе. - 1973. - № 5. - С. 85-86.
12. Вахидов Р.С., Ваисова Г.М. Два опыта по химии // 1983. - № 3. - С. 44-45.
13. Прокопенко В.Г. Набор для моделирования с применением графопроектора // Химия в школе. - 1987. - № 2. - С. 52-53.
14. Шишкин В.Г., Сенатский А.И. Изучение состояния электронов в атомах с использованием комплекса различных средств наглядности // Химия в школе. - 1981. - № 5. - С. 19-21.
15. Вагнер И.И. Видоизмененные модели электронных облаков // Химия в школе. - 1983. - № 1. - С. 56.
16. Вагнер И.И. Об изготовлении моделей атомов и молекул // Химия в школе. - 1983. - № 4. - С. 64.
17. Бердоносков С.С. Как объясняет строение молекул модель Р. Гиллеспи? // Химия в школе. - 1996. - № 2. - С. 16-21.
18. Ахметов М.А., Денисова О.Ф. Модели молекул органических веществ как средство развития пространственного мышления // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 1. - С. 35-45.
19. Полосин В.С., Кляхина З.П., Ширина Л.К. Самодельные динамические пособия по химии. - М.: - 1973. - 103 с.
20. Грабечкий А.А. Экранное пособие для ознакомления с экзотермическими и эндотермическими реакциями // Химия в школе. - 1980. - № 4. - С. 64-66.
21. Усенков Д. Метаморфозы классной доски // Наука и жизнь. - 2007. - № 2. - С. 84-87.
22. Боянова Л.В. Об использовании учебных кинофильмов при объяснении нового материала // Химия в школе. - 1980. - № 6. - С. 55-58.
23. Свядош А.П., Беспалько И.Г., Явчуновская Г.В. Динамика работоспособности на телелекции // Вестник высшей школы. - 1975. - № 11. - С. 28-32.
24. Гиллеспи Р. Геометрия молекул. - М.: - 1975. - 278 с.

6.3. Компьютер и Интернет в обучении химии

В последние десятилетия компьютеры и Интернет все шире используются в обучении, и возникло понятие компьютерного, или электронного (E-learning), обучения, которое правильнее называть **компьютерным преподаванием**. Использование термина “обучение” в отношении к компьютерам оказывается неточным, так как обучение – это двусторонний процесс, проходящий между преподавателем и студентами и сопровождающийся громкой речью и групповым взаимодействием всех участников обучения (преподавателя и студентов). В компьютер-

ное обучение входят все разновидности обучения, в которых используется компьютер, в том числе обучение через Интернет и обучение с использованием различных электронных носителей информации.

Компьютеризация обучения имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Компьютер - это такой же инструмент познания и исследования, как микроскоп или другой прибор. Компьютер в учебном процессе должен использоваться для обучения работе с самим компьютером, методам сбора и поиска информации, обработки информации и результатов эксперимента, составления таблиц, графиков, диаграмм и т.п. Целесообразно использовать компьютеры для моделирования, когда необходимо изучить явления и процессы, которые с помощью эксперимента исследовать невозможно. Компьютер полезен при аудиторном изучении технологических или природных процессов.

Компьютер обладает рядом качеств, которые позволяют получать высокие результаты обучения, хотя отсутствуют заслуживающие серьезного внимания методические исследования по использованию компьютера в обучении. Компьютеры и Интернет облегчают усвоение знаний учащимися и преподавание предмета преподавателям. Они позволяют индивидуализировать изучение материала, выбирать доступное содержание, читать его с удобным темпом, проверять усвоенные знания и т.п. Преподавателю не требуется повторять одни и те же трудно усваиваемые вопросы курса по несколько раз. Компьютер создает благоприятную психологическую обстановку: к учащемуся компьютер эмоционально нейтрален, и учащийся может неоднократно без робости и страха предлагать неправильные ответы и обращаться к нему для получения помощи и советов.

Учащимся следует сказать, что в науке средством получения информации быстро становятся Интернет, обладающий огромными и непрерывно обновляющимися образовательными ресурсами. К сожалению, пока в Интернете доступны лишь названия статей большинства научных журналов. Хотя учащиеся хорошо разбираются в компьютерных средствах и методах, тем не менее, для многих будет полезным познакомиться с системами поиска информации. Студент имеет возможность сообщить результаты своей курсовой или дипломной работы студентам других вузов. Студент и его руководитель могут быстро опубликовать **интернет-статью**, и, оставив свой электронный адрес, они начинают получать сообщения от других исследователей, работающих в том же направлении. Если с момента сдачи статьи в редакцию журнала до получения ученым публикации проходят многие месяцы, то через Интернет он получает письмо (будущую статью) через несколько секунд. Сегодня созданы условия для международного обмена знаниями через Интернет. Так же, как Высшая Аттестационная Комиссия требует публикации в Интернете автореферата диссертации (за месяц до защиты), не сделать ли желательным или обязательным размещение краткого сообщения студента о результатах дипломной работы или научного исследования?

Школы и вузы подключены к Интернету и оснащены компьютерами. Однако компьютеры в учебных лабораториях некоторых вузов остаются декорацией и мало используются. Одно из объяснений этого - неподготовленность опытных преподавателей к использованию компьютеров в обучении химии. Проблема состоит в необходимости обучения преподавателей старшего возраста пользованию компьютером и Интернетом.

Несмотря на то, что компьютеры в вузах есть, тем не менее, оснащенность компьютерами учебного процесса остается слабой - компьютер должен находиться на каждом учебном месте в лаборатории, на столе в библиотеке и у учащегося дома. Учащийся обязан уметь печатать, пользуясь компьютером и принтером, уметь рисовать и переводить рисунки на прозрачную пленку и показывать их, пользуясь видеопроектором (или графопроектором). Но этого недостаточно - преподавателю и студенту необходимо знать основы программирования для составления хотя бы простейших программ учебного назначения.

Несмотря на явные преимущества электронного обучения перед традиционным, возникают многочисленные проблемы, уверенное решение которых в настоящее время не найдено. Компьютер и Интернет никогда (!) не заменят преподавателя, и в этом состоит сильнейшее ограничение использования компьютеров в обучении. Обучение состоит в передаче старшим поколением своего опыта младшему, и замена преподавателя электронными системами нарушит необходимый обучающий контакт поколений. Вырастить человека, требующегося обществу, т.е. в некоторой степени похожего на преподавателя, можно только при непосредственном учебно-научном контакте обучаемого с преподавателем. Учащиеся должны общаться и обмениваться мыслями в речевой деятельности не только с преподавателем, но и друг с другом.

Уже сейчас заметно ухудшение устной и письменной речи студентов, трудности их общения при совместном решении экспериментальных и теоретических задач. По утверждению психологов, из-за утраты навыков общения несколько лет назад около трети студентов признавались, что им недостает уверенности в себе. Сейчас таких студентов стало больше половины. Психологи считают, что это связано с тем, что люди все больше общаются при помощи электронной почты, СМС и поглощены Интернетом. Общение с компьютером (если это можно назвать общением!) может привести к потере способности учащихся к постоянной адаптации к новым типам личностей при смене одного преподавателя другим. Компьютеры без преподавателя и без группового взаимодействия учащихся не создают необходимых условий обучения, разобщают людей и развивают у них различные комплексы.

Нередко утверждается, что при электронном обучении материал запоминается легче и прочнее, но это утверждение относится лишь к началу компьютерного обучения - через некоторое время сказывается привыкание и обнаруживается, что лекция и учебник дают намного

лучшие результаты. При компьютерном обучении преподаватель должен помнить, что чтение текста на экране намного менее эффективно, чем чтение бумажного варианта учебника.

Компьютер не способен выполнять **воспитывающую функцию** традиционного обучения. Еще ни один педагог не смог показать, что воспитание человека может проходить при чтении воспитывающих советов. Воспитание возможно только на примере родителей, учителей и преподавателей. Интернет обладает антивоспитательной функцией - там помещены порносайты, инструкции по приготовлению наркотиков и взрывчатки и т.п. Компьютер и Интернет создают у учащегося опасность зависимости от него. Известны случаи, когда студент, увлекшись Интернетом, полностью забывал о занятиях и отчислялся. В Интернете можно найти сборник шпаргалок для сдачи химии студентами первого курса. Автором этого пособия, с издательским значком, записан автор настоящего учебника по методике преподавания, который никакого отношения к пособию не имеет. Можно заметить, что содержание пособия отобрано довольно умело, и студенты им пользуются.

Следует осторожно относиться к рекламируемому **дистанционному образованию**. Можно ли только дистанционно передать всё то, что получает учащийся в очном образовании? В настоящее время можно уверенно отрицательно ответить на этот вопрос. Никакое обучение не может проходить без контакта с преподавателями, передающими свой жизненный опыт, и контактов учащихся между собой, что развивает их речь и общение. Едва ли дистанционное обучение полностью заменит очное, но оба вида обучения будут использоваться совместно.

Каково же будущее компьютеров и Интернета в обучении? Основные знания учащийся будет получать от преподавателя и из учебника. Несмотря на обилие учебников на дисках и в Интернете, бумажный учебник едва ли выйдет из употребления. Никто из психологов не объяснил огромной обучающей силы обычного учебника. Углубленные знания учащийся может находить в учебнике (учебники должны быть по объему в 3-5 раз больше имеющихся) и в Интернете. Предполагается, что у учащегося останется время, и он сможет заняться выполнением творческих заданий (в это трудно поверить). Предсказания того, что все обучение станет таким, что учащемуся не придется посещать занятия, относятся к области фантастики.

Современный компьютер может выставлять **оценку** контрольных работ, сочинений и даже устных сообщений, для чего созданы программы преобразования письменного текста "от руки" и устной речи в печатный текст. Преподаватель вносит в программу проверки текста те научные термины или словосочетания, которые программа будет искать в тексте. Оценка знаний производится по числу обнаруженных научных терминов или по отношению их числа к общему числу слов, использованных учащимся, или по другим характеристикам научной речи. Такая методика имеет высокую объективность оценки выпол-

ненных заданий и определения уровня достигнутых качеств знания. Компьютер способен учитывать число междисциплинарных связей.

При работе с компьютером возникает немаловажная проблема, о которой преподаватель должен предупредить учащихся. Все, кто работают с компьютером, отмечают его **влияние на зрение**, на общее самочувствие и даже на здоровье: быстро устают и напрягаются глаза, происходит слезотечение, изображение затуманивается, расплывается, двоится, белки глаз краснеют, замедляется перефокусировка глаз (опасно при вождении автомобиля), становится трудным рассматривать мелкие объекты, ощущается сухость, резь, жжение и боль в глазах, чувство попавшего в глаза песка, появляются нервное напряжение, головные боли, ухудшение походки, трудности в сохранении равновесия и другие неприятности, мешающие усвоению материала. Учащемуся следует находиться перед экраном в день не более 4 часов, делая перерывы, и заниматься гимнастикой для глаз, закапывать препараты, снимающие напряжение в глазах, принимать рекомендуемые витамины.

Обсудим некоторые рекомендации к отбору **учебного содержания** при его использовании в компьютерном обучении. Оно должно быть представлено в виде системы, т.е. состоять из нескольких блоков содержания, которые, в свою очередь, состоят из подсистем со своими подсистемами и т.д. Все эти элементы системы находятся в иерархическом подчинении друг с другом. Требование системного структурирования учебного материала предпочтительно при отборе содержания компьютерного обучения, так как в современных учебниках большая часть материала слабо структурирована. Использование для компьютера имеющихся учебников без переструктурирования их содержания оказывается мало результативным. В содержание компьютерного обучения отбирается материал, обладающий свойством связывать элементы знаний в систему. Связи между элементами системы содержания обучения должны быть понятны учащимся при изучении материала и на всем пути поиска решения проблемы. В компьютерном обучении (как и в программированном) удобна связь подчинения одного элемента знания другому (иерархия), которая показывает логику учебного содержания и рассмотрения объекта.

Компьютер полезен в методике **многостороннего рассмотрения** и изучения химического объекта. При его использовании возрастает уровень многосторонности, и это один из приемов формирования творческого мышления. Многосторонность рассмотрения объекта позволяет использовать компьютер при проблемном методе обучения. Желательно, чтобы преподаватель при компьютерном обучении наблюдал за ходом рассмотрения изучаемого объекта или решения проблемы, включался в познавательный процесс и вместе с компьютером находил ошибки, подсказывал необходимые для решения или рассмотрения общие и конкретные ориентиры.

Если в учебнике химии следует давать сравнительно мало **фактологического материала**, то для компьютера это ограничение не имеет особого значения, лишь бы учащийся знал, как ориентироваться в огромном числе фактов, отбирать нужные и использовать их для доказательства теоретических положений, многосторонне рассматривать химические объекты и, конечно, самостоятельно получать новые знания.

Учебный материал, предъявляемый компьютером, должен содержать профессионально значимую для учащихся **проблему**, которая (желательно) имеет несколько решений. Для каждого варианта решения компьютером предлагается теоретический материал и сведения, позволяющие принимать или отвергать то или иное решение. Благодаря этому возникает групповое обсуждение решения проблемы, т.е. естественное объединение учащихся, преподавателя и компьютера. Тупиковые пути не должны заводить учащихся более чем на 2-3 дополнительные дозы материала для экономии времени и исключения запоминания ошибочного пути решения. Построение познавательного процесса при компьютерном обучении сближает его с известными и разработанными методиками программированного обучения и методиками познавательных игр. Использование компьютеров в различных методах обучения позволяет по-новому организовывать учебные занятия.

Предположим, что компьютер предлагает построить рассказ (составить сведения) о заданном объекте. Учащийся запрашивает у компьютера сведения о направлении процесса или термодинамической устойчивости вещества (энтальпия образования и энтропия веществ), о скорости процесса или кинетической устойчивости вещества (порядок реакции, энергия активации, механизм реакции, катализатор), о строении вещества (распределение электронов по энергетическим уровням и подуровням, валентность, углы и энергии связи, гибридизация, молекулярная диаграмма, строение комплексного соединения), об изменении свойств однотипных соединений по группе или периоду периодической таблицы. При этом компьютер следит за последовательностью запрашиваемой информации и последовательностью шагов решения проблемы.

То, что говорилось о создании **рисунков** для графопроектора, относится к компьютерам, но компьютер позволяет показывать процесс непрерывно, например, длительный диализ белка показывается быстрым, но не прерывистым, изменением размеров мешочка из полупроницаемой мембраны с одновременным наблюдением осмотического давления раствора. Компьютер наглядно строит молекулу гемоглобина и моделирует перенос кислорода и углекислого газа кровью. Компьютер последовательно конструирует модель молекулы ДНК из двух цепей, воспроизводит молекулы при делении клеток и наглядно разнообразными мутациями нарушает генетическую информацию. Компьютер показывает эволюцию материи от Большого взрыва до наших дней. Таких примеров можно привести огромное число. Компьютер-

ные средства обучения позволяют добиться высокого эффекта абстрактности представления изучаемого объекта.

Загруженный (замученный) работой преподаватель, имеющий компьютер и доступ в Интернет, будет с энтузиазмом пользоваться различными учебниками, методическими разработками, монографиями и журнальными публикациями и выбирать нужную ему для обучения информацию. Преподавателю требуются рисунки, графики, диаграммы, таблицы, записи химических опытов, производственных процессов, видеоклипы, энциклопедии, словари, журналы “Химия и жизнь”, “Наука и жизнь”, “Химия в школе” и другие. Также преподавателю будут интересны учебные планы, расписания и программы других вузов, приказы и распоряжения Министерства, должностные инструкции и т.п. Преподавателю важны выступления лучших преподавателей и методистов, обмен достижениями и их обсуждения. Заметим, что часто научная информация в Интернете оказывается ошибочной.

Некоторые педагоги утверждают, что с введением в учебный процесс компьютеров можно отказаться от **лабораторных работ** и демонстрировать, например, титрование на экране монитора. Непонятно, как были проведены педагогические исследования такой методики, но провозглашались высокие результаты подобных “лабораторных работ”. К этому добавлялось то, что реактивы, стеклянная посуда и другое оборудование не нужны. Этот подход полностью исключает навыки работы руками. Совершенно необоснован показ или даже проведение лабораторных работ с помощью изображений на экране компьютера. Нет никакой необходимости учащемуся проводить титрование при помощи компьютера: эту операцию он должен осуществить сам, непосредственно руками, используя бюретку и колбу. Можно с уверенностью утверждать, что при обучении на младших курсах эта компьютерная методика непригодна, так как студент должен научиться собирать своими руками лабораторный штатив, отмерять цилиндром нужное количество жидкости, измерять температуру, фильтровать, сливать растворы, собирать гальванические элементы и т.п. Компьютерное моделирование возможно на старших курсах и когда затруднено использование реальных или очень дорогостоящих приборов и установок.

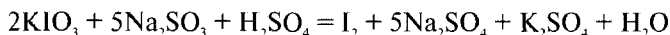
Разумеется, имеется значительное число экспериментов, которые по различным причинам невозможно поставить в лаборатории. Так, из-за длительности процесса осмоса, опыт с осмотическим давлением можно показать на экране компьютера. На экране компьютера с успехом могут быть показаны различные реакции, проходящие или очень быстро, или очень медленно. Важно научить учащегося вводить в компьютер результаты эксперимента для построения кривой титрования и сравнения ее с построенной самостоятельно в рабочем журнале, для вычисления константы диссоциации слабого электролита и т.п. Иногда в лабораторном практикуме результаты измерения из прибора поступают в компьютер, который печатает готовые таблицы и графики. Это показывает

учащемуся возможности компьютерной техники, но не позволяет осмыслить эксперимент, не учит простейшим приемам обработки результатов, составлению таблицы или построению кривой.

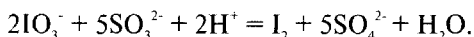
То же самое касается использования **видеозаписей** в учебном процессе. Видеозапись бессмысленна, если она демонстрирует явление, которое учащийся может изучить самостоятельно. Но видеозапись роста кристалла, проведенная через микроскоп, имеет учебную и научную ценность. Едва ли можно научиться делать искусственное дыхание, просмотрев фильм. Этому учатся самостоятельно, проделав все необходимые операции с манекеном. Взрыв при взаимодействии, скажем, цезия с водой можно увидеть в учебных условиях только на экране.

При изучении теоретических вопросов химии при помощи компьютера можно ставить **компьютерные эксперименты**, которые невозможны в лабораторных условиях. Например, изучение влияния изменений давления и температуры на равновесие реакции образования аммиака из водорода и азота и на скорость этой реакции.

Скорость реакции. В одной из методических работ компьютер применялся для вывода математической зависимости скорости химической реакции от концентрации реагирующих веществ (закон действующих масс) и от температуры. Учебный эксперимент неприемлемо длителен, поэтому методически целесообразно использовать сочетание реального и компьютерного экспериментов. Предположим, что изучается скорость реакции с молекулярным уравнением:



или с сокращенно-ионным уравнением:



Реальным экспериментом определяется влияние концентрации сульфита натрия на скорость реакции. Компьютерным экспериментом учащийся изучает влияние концентраций йодата калия и серной кислоты. Программа, заложенная в компьютер, позволяет построить на экране графические зависимости скоростей от концентраций, вывести кинетическое уравнение реакции, вычислить порядки реакций по компонентам и энергию активации, предсказать скорость реакции при заданных концентрациях реагирующих веществ и температурах. Заметим, что в компьютерном эксперименте учащиеся **не усваивают** основные теоретические положения изучаемой темы, и преподавателю приходится дополнительно останавливаться на зависимости скорости от концентрации и температуры, выводе порядка реакции, вычислении энергии активации и т.п. Утверждения об экономии учебного времени при использовании компьютеров в подобных случаях могут оказаться спорными.

Компьютерные обучающие системы по типу их взаимодействия с учащимися и преподавателем могут быть представлены тремя типами (рис. 6-8, а, б, в). На рисунках большой кружок изображает преподавателя, маленький - учащегося, прямоугольник - компьютер. Можно выделить три типа взаимодействий:

а. Компьютер - один учащийся. Это - типичный случай учебной работы с компьютером. В этом типе обучения происходит усвоение знаний без группового взаимодействия (общения) учащихся и преподавателя и без формирования навыков устной речи. Преподаватель может вмешиваться в процесс усвоения знаний наблюдением за экраном компьютера и устными замечаниями по ходу процесса и результатами усвоения.

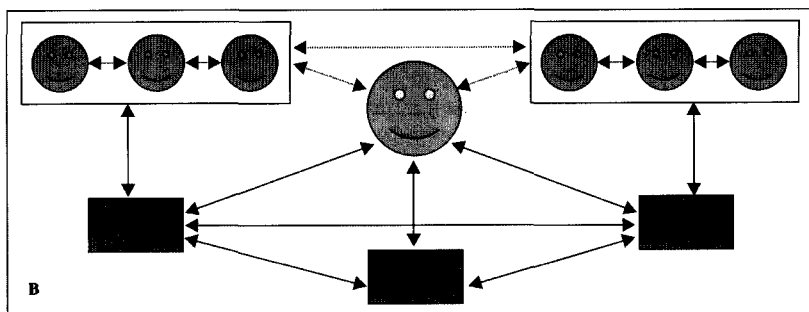
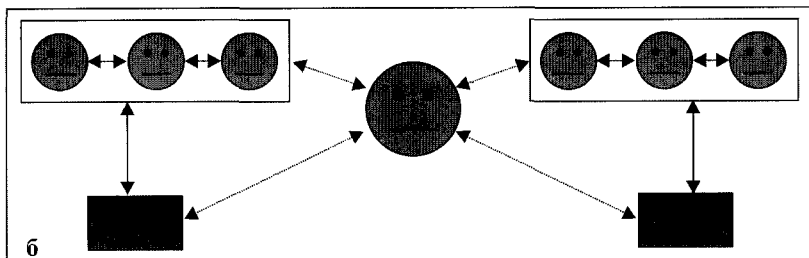
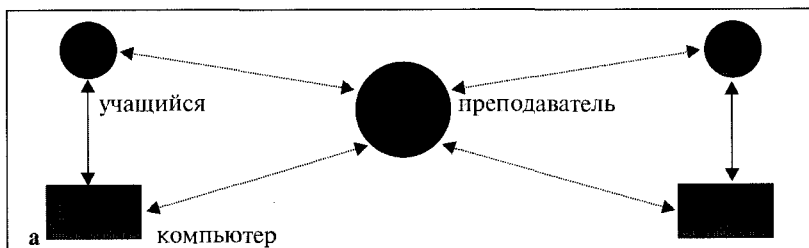


Рис. 6-8. Типы взаимодействия “учащийся - преподаватель - компьютер”;
а - один учащийся - компьютер; б - группы учащихся - компьютеры;
в - группы учащихся - компьютерная система

б. Компьютер - несколько учащихся. Обычно такая работа проходит при недостатке компьютеров или экранов. Этот тип обучения имеет определенные преимущества перед предыдущим - обучение проходит при групповом взаимодействии и контакт учащихся осуществляется речевой деятельностью. Малая группа (2-4 человека) у одного экрана проводит поиск решения заданной проблемы, общаясь внутри группы и с преподавателем. Преподаватель корректирует деятельность групп, но это затруднительно при переходе от одной группы к другой, которые могут находиться на разных уровнях усвоения материала или решения поставленной задачи.

в. Несколько компьютеров с группами учащихся связаны между собой и с компьютером преподавателя. Данный тип в наибольшей степени приближается к обучению: малые группы объединены между собой единой целью решения поставленной задачи и групповой познавательной деятельностью, и в то же время они взаимодействуют через компьютеры, что позволяет всем участникам оценивать достижения других групп. Преподаватель при помощи собственного компьютера может следить за ходом обучения, контролировать его и одновременно осуществлять общение, как с отдельными группами, так и со всеми группами сразу.

Достоверные научные данные по сравнению эффективности рассмотренных типов взаимодействия учащихся с компьютером не получены.

Преподаватели не отказываются работать с компьютерами и Интернетом, но недостаток или даже отсутствие знаний в этой области образования сдерживает его развитие. Компьютерное и дистанционное обучение часто остаются на призывном и алгоритмизированном уровнях содержания, но не на проблемном или творческом. Необходимо исследовать, какую долю в обучении должно занимать компьютерное, дистанционное и контактное с преподавателем обучение, когда и насколько более уместно то или иное обучение.

Вопросы и задания

1. Оцените использование преподавателем или вами лично компьютера в вашем обучении. Насколько вы были удовлетворены компьютером? Обоснована ли была замена преподавателя компьютером?

2. Предложите приемы организации познавательной деятельности при изучении какой-либо темы курса химии, когда: а) группа работает с одним компьютером; б) у каждого члена группы имеется свой компьютер.

3. Составьте подробный план изучения какой-либо темы при помощи компьютера.

4. Выберите из учебника любое достаточно сложное понятие химии и измерьте время его поиска вами в Интернете. Насколько сведения

Интернета совпадают со сведениями учебника или других источников информации?

5. Может ли учащийся, никогда не имевший дела с Интернетом, самостоятельно усвоить работу с ним, или его следует научить этому?

Рекомендуемая литература

1. Информационная технология в университетском образовании. - М.: - 1991. - 207 с.
2. Машбиц Е.И. Компьютеризация обучения. Проблемы и перспективы. - М.: - 1986. - 80 с.
3. Сергеева Т.А. Об обучающих программах для ЭВМ // Химия в школе. - 1986. - № 6. - С. 45-48.
4. Сергеева Т.А. Об использовании персональных ЭВМ в обучении химии // Химия в школе. - 1985. - № 5. - С. 64-67.
5. Сергеева Т.А., Зайцев О.С. Моделирование с помощью компьютеров при обучении химии // Химия в школе. - 1987. - № 2. - С. 45-48.
6. Медиаобразование при обучении химии // Химия в школе. - 1995. - № 2. - С. 3-7.
7. Безрукова Н.П., Безруков А.А., Сыромятников А.А. Еще раз к вопросу об использовании компьютерных технологий в обучении химии // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 6. - С. 49-54.
8. Журин А.А. Компьютер в кабинете химии. - М.: - 2004. - 126 с.
9. Журин А.А. Принципы отбора информации СМИ для использования на уроках химии // Химия. Методика преподавания. - 2005. - № 7. - С. 3-6; № 8. - С. 3-11.
10. Назарова А.Г. Компьютерные технологии в школьном химическом эксперименте // Химия. Методика преподавания. - 2003. - № 8. - С. 42-47.
11. Назарова А.Г. Проблемы использования информационных технологий в обучении химии // Химия. Методика преподавания. - 2002. - № 3. - С. 26-33.
12. Полтев М.К. Требования к обучающим и контролирующим устройствам. // Вестник высшей школы. - 1975. - № 8. - С. 20-22.

Глава 7

Организационные формы обучения химии

7.1. Система форм обучения

Обучение осуществляется в различных **организационных формах**: на лекциях, семинарских занятиях, лабораторном практикуме, посредством внеаудиторной (“домашней”) работы и др. Организационные формы обучения по своей иерархической последовательности в учебном процессе следуют за содержанием, методами и средствами обучения. Они подчинены системе изучаемой науки, и это предполагает перенесение в дидактически допустимых границах приемов научной деятельности в учебно-познавательную деятельность учащихся. Формы обучения должны, по возможности, отражать организацию современной науки (лабораторные исследования, доклады на съездах, симпозиумах и конференциях, обсуждение научных проблем, результатов исследований, публикаций и т.п.).

Перед преподавателем постоянно возникает вопрос: когда и в какой форме обучения следует вводить новое знание - на лекции, семинаре, в лабораторном практикуме или поручать самостоятельно его изучать? Ответ на этот вопрос дает **теория поэтапного усвоения знаний** (см. главу 1), утверждающая, что усвоение знания (особенно теоретического) совершается при прохождении нового знания через несколько этапов и позволяющая расположить формы обучения во временной последовательности: “**лекция - практикум - семинар - внеаудиторная работа**” и рекомендовать продвижение нового знания по этим организационным формам (табл. 7-1):

Таблица 7-1

№	Этапы усвоения знания	Формы обучения
1	Создание мотивации усвоения	Лекция
2	Разъяснение или составление ориентировочной основы	Лекция, вводная беседа к лабораторной работе
3	Усвоение знания материальной или материализованной деятельностью	Лабораторный практикум
4	Усвоение знания устной и письменной речью	Семинарские занятия и другие формы обучения
5	Усвоение знания речью про себя	Внеаудиторная самостоятельная работа
6	Усвоение знания внутренней умственной речью	Внеаудиторная самостоятельная работа

Создание **мотивации** усвоения знаний, ознакомление с путем усвоения, разъяснение или составление ориентировочной основы осуществляется на лекциях и в вводных беседах перед началом лабораторных и семинарских занятий.

Усвоение знания **материальной деятельностью** наиболее удобно проводить при выполнении лабораторных работ. Усвоение знания материализованной деятельностью проходит при работе с моделями, графиками и диаграммами чаще всего на семинарских занятиях и на лекциях.

Основная роль семинарских занятий состоит в усвоении знания при помощи **устной** или **письменной речи**. Это же может осуществляться на лекциях и на лабораторных занятиях в виде коротких дискуссий или обсуждения хода выполнения лабораторного задания, а также при выполнении контрольных заданий. **Самостоятельная** внеаудиторная работа учащихся способствует дальнейшему усвоению знания и осуществляется речью про себя и внутренней умственной речью.

Одно из условий повышения эффективности обучения состоит в организации учебного процесса, обеспечивающей **последовательность** проведения нового знания в лекционной, лабораторной, семинарской и внеаудиторной формах обучения в соответствии с этапами теории усвоения знания. Это оказывается для преподавателя трудоемким процессом, требующим координации распределения учебного материала по различным видам занятий и синхронизации его изучения. Например, новое для учащихся знание о **гидролизе ионов** вначале вводится преподавателем на лекции, когда преподаватель знакомит с основными положениями этого знания и кратко рассказывает, как оно будет изучаться (уравнения реакций гидролиза ионов, расчет pH водных растворов солей и т.п.) и использоваться в будущей деятельности специалиста. Далее это же знание подлежит дальнейшему усвоению при проведении лабораторных опытов, затем на семинарском занятии при обсуждении (дискуссии) или выполнении заданий письменной речью. Окончательное усвоение знания проходит в речи про себя и умственной речи во время самостоятельной внеаудиторной работы.

Многие преподаватели разносят во времени одну и ту же тему по различным формам занятий, не соблюдая рекомендаций теории поэтапного усвоения. Иногда гидролиз изучается в лабораторном занятии, а на лекции - через, предположим, пару недель, и затем на семинарском занятии. Также случается, что окислительно-восстановительные реакции обсуждаются на лекции, и только через пару недель выполняются опыты в лабораторном практикуме и обсуждаются на семинаре. Преподаватели считают, что в этом нет ничего плохого, так как изучение темы разносится во времени, повторяется и способствует усвоению.

Изучение какой-либо темы на одной форме обучения приводит к заметному понижению эффективности усвоения. Например, изуче-

ние гидролиза или произведения растворимости только в лабораторном практикуме без рассмотрения на лекции или семинарском занятии всегда приводит к низкому качеству знаний (большое число учащихся, которые не смогли правильно записать уравнение гидролиза иона). Точно также обнаруживается низкая эффективность изучения строения атома на лекциях без изучения на семинарских занятиях, или основ коллоидной химии при самостоятельном внеаудиторном (“домашнем”) изучении или на семинарском занятии.

Наибольшее соответствие во времени предоставления учащемуся материала лекций, семинарских занятий и лабораторного практикума осуществляется обычно на младших курсах. На старших курсах лабораторные занятия часто не следуют за лекциями и рассчитаны на усвоение учебного материала, не входящего в лекции и даже в семинарские занятия. В некоторых случаях отдельные этапы могут быть сокращены или даже пропущены, но сокращение или пропуск внешнеречевого этапа приводит к значительному снижению качеств усвоенного знания.

Вопросы и задания

1. Представьте себе, что вам нужно осуществить усвоение учащимися знания по одной из следующих тем: ΔG , гидролиз, pH , ПР, окислительно-восстановительные реакции, эдс и т.п. Составьте список вводимых новых понятий и распределите их введение по организационным формам обучения.

2. Обсудите преимущества и недостатки (трудности) следующих вариантов введения нового знания в организационные формы обучения:

- а) самостоятельная работа - лекция- семинар - практикум;
- б) семинар - самостоятельная работа - лекция - практикум;
- в) самостоятельная работа - лекция- семинар - практикум;
- г) семинар - практикум - самостоятельная работа - лекция;
- д) другие последовательности.

Рекомендуемая литература

- 1. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. - М.: - 1984. - 344 с.
- 2. Краснов Н.Ф. Актуальные проблемы научной организации обучения // Вестник высшей школы. - 1977. - № 5. - С. 21-30; № 6. - С. 16-26.
- 3. Лернер И.Я., Скаткин М.Н., Шахмаев Н.М. Формы организации обучения. - В кн.: Дидактика средней школы. - М.: - 1982. - С. 216-250.
- 4. Никандров Н.Д. О соотношении методов и организационных форм в дидактике // Вестник высшей школы. - 1972. - № 11. - С. 44-47.
- 5. Выготский Л.С. О письменной речи // Вестник Московского университета. - Серия 14. - Психология. - 1981. - № 1. - С. 60-61.
- 6. Выготский Л.С. Мышление и речь. - В кн.: Избранные психологические исследования. - М.: - 1956. - С. 37-386.

7. Петренко З.А. Опыт сравнения эффективности лекции, беседы, самостоятельной работы учащихся с книгой в процессе обучения // Химия в школе. - 1965. - № 3. - С. 37-43.

8. Зайцев О.С. Принципы научной организации обучения общей химии. - В кн.: Сборник научно-методических статей по химии. - Вып. 7. - М.: - 1989. - С. 53-67.

7.2. Лекция

Слово “лекция” происходит от латинского слова “**чтение**”. Лекция - это изложение основ научных знаний преподавателем. Главные требования к лекции: научность, доступность, эмоциональность, связь с другими формами обучения. Лекция является источником новой научной информации. Она не должна полностью повторять учебник и заменять чтение учебника, но заставлять учащегося обращаться к учебнику.

Недавно между преподавателями и методистами проходили споры о роли лекций в учебном процессе. Противники лекций ссылались на пассивность учащихся на лекции, отсутствие самостоятельности и возможность вместо лекции воспользоваться учебником. Отмечалось, что многие учащиеся записывают слова лектора, не осмысливая излагаемый материал. Одним из доводов противников лекции было также то, что на лекции нет обратной связи “**учащийся - преподаватель**”. Однако опытные лекторы отмечают, что на лекциях рассмотрение учебной информации вполне может проходить с **обратной связью** и с **общением** между лектором и слушателями. Все попытки отменить лекции необоснованны.

Перенесение какого-либо материала из лекции в другие формы обучения приводят к тому, что этот материал оказывается или плохо усвоенным или даже вообще не усвоенным. Учащиеся понимают, что на лекции им предлагаются наиболее важные или трудные для усвоения знания, и это заставляет их серьезно относиться к содержанию лекции.

Содержание лекционного курса понимается преподавателями по-разному. Некоторые считают, что всё то, что записано в программе, должно быть освещено на лекции. Это приводит к перечислению пунктов программы в виде кратких объяснений, похожих на фразы словаря. Охватить весь материал программы на лекциях невозможно и не нужно - часть его изучается на семинарах, на лабораторных занятиях или в самостоятельной внеаудиторной работе. На лекции изучается обобщенное знание, и многие конкретные вопросы учебной программы рассматривать на лекции необязательно.

Преподавание химии должно быть подчинено принципу **научности**. Это требование особенно важно при преподавании химии на старших курсах, где высоконаучные курсы читают известные ученые. Но не

всегда большой ученый может быть хорошим лектором, и иногда он не может объяснить простые вопросы. В то же время неизвестный ученый и обычный преподаватель может прекрасно прочитать лекцию и провести семинарское занятие.

Предлагалось чтение лекций одного курса поручить **двум лекторам** и разрешить посещение лекций по выбору. Студент, особенно первого курса, не сможет и не успеет определить, какой лектор лучше. Более того, можно предсказать, что учащиеся предпочтут менее требовательного лектора, что станет для более достойного лектора психологической травмой.

Свободное посещение лекций при низкой заинтересованности учащихся в изучении материала и невысокой требовательности к усвоению курса приводит к снижению посещаемости лекций. Этого можно избежать, если учащиеся будут знать последствия такого их поведения. Предупреждение, что непосещение лекций скажется на экзаменационной оценке, обычно не действует на учащихся. Наилучший способ заставить посещать лекции состоит в том, что лекция читается без перерыва (иначе опоздавшие будут приходить на второй час лекции), и за 5-10 минут до ее конца лектор дает **небольшое задание** по одному из вопросов прочитанной лекции, которое выполняется учащимися письменно и сдается лектору. Учащиеся не знают, какой вопрос лекции войдет в задание и вынуждены всю лекцию слушать с неослабевающим вниманием. Проверя работы, лектор узнает, насколько усвоен материал лекции, и кто присутствовал на лекции. Учащиеся, не выполнившие задание и отсутствовавшие на лекции, выполняют другое подобное задание или беседуют с лектором в свободное от занятий время. Посещение лекций и оценки за лекционные задания вносятся в практикантскую книжку студента и на экзамене преподаватели видят, как студент работал на лекции.

Лекция должна быть для учащихся **посильно трудной**. Если лекция служит максимально возможному облегчению познавательной работы учащегося и своей доступностью освобождает его от мыслительной деятельности, то интерес к лекции и усвоение знаний сильно снижаются. Понимание содержания лекции зависит от педагогических и методических способностей преподавателя. Понятное объяснение не должно сопровождаться ошибками научного характера, из-за которых усвоенное знание впоследствии потребует пересмотра.

Трудные для усвоения знания лучше вводить в начале лекции, когда внимание слушателей не ослаблено и нет умственной усталости, однако часто случается, что сложные вопросы темы обсуждаются в конце лекции. Характер изложения учебного материала на лекции зависит от выбранного преподавателем метода обучения. Лекция может состоять из алгоритмизированных предписаний ответов на будущем экзамене, выполнения тех или иных учебных действий, расчетов, операций в ла-

бораторном практикуме и т.п. Такие лекции иногда проходят под диктовку преподавателя.

Современная лекция - это способ передачи учащемуся не только информации, но и типа мышления лектора. В последние годы все больше преподавателей переходит на проблемное чтение лекций, которые становятся формой **совместного обдумывания материала**. Преподаватель задает аудитории проблемный вопрос или небольшие проблемные задачи с нестандартными или необычными ответами. Чаше всего лектор сам формулирует ответ, не вовлекая учащихся в обсуждение, но желательно, чтобы лектор анализировал различные точки зрения, высказанные им и учащимися, что приводит к коротким дискуссиям. Несмотря на несомненную важность введения проблем в содержание лекции, она значительную часть времени, по-видимому, должна иметь описательно-объяснительный характер. Предложение учащимся на лекции более двух-трех проблем приводит к потере интереса к обсуждаемым проблемам, и слушатели устают от решения проблем. На лекции следует чаще говорить “возможно”, “наверное”, “можно ожидать”.

Возможно ли **общение** между преподавателем и учащимися во время лекции? Многие лекторы считают, что ничего подобного быть на лекции не должно: преподаватель стоит за кафедрой, не смотрит на слушателей и медленно, четко, понятно читает свою лекцию. Хорошая лекция - это всегда творческое общение лектора с аудиторией, и эффект такого обучения выше, чем чтение учебника. Даже в очень большой аудитории (около 250 человек) лектор вполне может общаться со студентами: задавать вопросы, просить что-то напомнить (говорит, что он что-то забыл), помочь ему вывести формулу, проверить, не совершил ли он ошибку в расчетах и т.п.

Если при обучении, рассчитанном на запоминание фактологического материала, лектор может читать лекцию с конспекта, стоя неподвижно за кафедрой, то при проблемном обучении лектор должен задавать аудитории вопросы и, желательно, переходить от одного ряда аудитории к другому, обращаясь к учащимся, предлагающим интересное решение поставленной проблемы. На лекции преподавателю рекомендуется смотреть на лица учащихся, в их глаза, как бы обращаясь персонально то к одному, то к другому или ко всем вместе. Желательно смотреть на сидящих в последних рядах аудитории.

Известны лекторы, читающие лекции без каких-либо методических приемов, нудно, их лекции кажутся другим преподавателям неинтересными, такие лекторы не обращаются к слушателям, стоят лицом к доске, читают без юмора, бывают небрежно одеты и т.п. Но иногда оказывается, что такие “плохие” лекции “плохого” лектора отличаются исключительно высокой посещаемостью, слушатели занимают первые ряды и потом долго вспоминают лектора. Студенты даже первого курса прекрасно чувствуют научную эрудицию лектора и проща-

ют ему педагогические недостатки. Можно привести немало случаев, когда блестящие лекции остроумного лектора, рассказывающего о своих зарубежных приключениях, прекрасно держащегося в аудитории, подвижного, внешне привлекательного, безукоризненно одетого через пару недель перестают посещаться, аудитория пустеет, и студентов заставляют насильно приходить на лекцию. Излишняя увлекательность и эмоциональность лектора иногда понижают результативность лекции.

Какой лектор или преподаватель лучше - жесткий или мягкий? Как это ни странно, учащиеся почти всегда с благодарностью вспоминают **жестких преподавателей**. Студенты вполне взрослые люди и часто мягкое обращение с ними приводит к отрицательным последствиям - посещаемость занятий падает, а оставшиеся в аудитории студенты разговаривают, смеются, жуют жвачку и яблоки. Нет приемлемых педагогических рекомендаций, как бороться за дисциплину учащихся на лекции. Конечно, следует держать всю аудиторию под своим вниманием, но, тем не менее, наиболее радикальный способ состоит в **удалении** мешающих учащихся из аудитории с последующей отметкой в ведомости об их отсутствии.

Конспектирование лекций имеет преимущества и недостатки. Конспектирование предполагает запись основных положений, выделяемых учащимися самостоятельно из излагаемого лектором материала. Однако часто такое конспектирование оказывается трудным для учащихся, и они записывают то, что лектор показал на экране или на меловой доске: уравнения реакций, формулы, константы, численные значения свойств. Если отсутствует учебник по курсу, конспектирование нужно. Конспектирование откладывает в памяти то, что услышано, переформулировано и записано. Но, с другой стороны, конспектирование отвлекает учащегося от слушания лектора. Учащийся пишет что-то, а в это время лектор рассказывает о важном, которое слушатель пропустит.

Чтобы учащиеся записали существенное положение, его следует написать на доске или на пленке графопроектора, а не показывать готовым на экране. Тогда скорость записи преподавателем совпадает со скоростью учащегося, и он заканчивает запись одновременно с лектором. Если же показывать на экране заранее отпечатанные, даже четкие и красивые тексты (или рисунки), то часто учащиеся или не успевают их перенести в тетрадь или не делают этого.

Почерк лектора бывает плохим, а рисунки смешными, но учащиеся быстро привыкают к такому недостатку лектора. Интересно заметить, что слова (термины), написанные лектором плохим почерком, оказываются лучше запомнившимися учащимися. Возможное объяснение состоит в том, что учащийся, перечитывает слово несколько раз, пытается понять его и, разобравшись, запоминает слово. Разумеется, если все предложение будет написано непонятно, учащиеся не будут его

читать. Манера записи или рисования лектора переносится слушателями в их рабочие тетради (впрочем, это касается и речи и даже походки преподавателя).

Лектору следует соблюдать некоторые правила работы с меловой доской: не поворачиваться спиной к аудитории, занимать словами и рисунками доску равномерно, писать по возможности большими буквами и понятно, слова не сокращать, стирать то, что обсуждалось некоторое время после начала новой темы. Несмотря на очевидную простоту этих пожеланий, они часто не выполняются даже опытными лекторами. Однако к этим недостаткам лектора учащиеся быстро привыкают, если запись проводится одновременно с громким речевым сопровождением.

Проблема, кажущаяся простой - что именно **записывать на доске** (экране) при чтении лекции. Важное положение можно зачитать, можно написать, можно прочитать и записать. Конечно, последнее наиболее рационально, но что написать? Выбор из двух возможностей. 1). Написать полную формулировку закона, определения и т.п. 2). Написать несколько важных слов изучаемого положения. Конечно, все преподаватели ответят, что следует дать письменное выражение положения с его прочтением. Но оказывается, что запоминание и понимание чего-то важного лучше происходит при записи существенных отрывков, а не цельных предложений. Например, следует дать определение **системы**. Вместо всего определения, лучше записать самые главные слова или словосочетания: система, ограниченность от окружения, связь с окружением, составляющие элементы, их взаимосвязь, целостность. Большинство преподавателей с этим не согласится, но опыт показывает, что отрывочная запись рациональнее полной. Объяснение этого методического приема, возможно, состоит в том, что учащийся, записывая отрывки предложения, каждый раз в уме воспроизводит положение в целом и при подготовке к коллоквиуму или экзамену, читая слова, связывает их в законченное предложение. Конечно, существует опасность того, что учащийся построит предложение неверно и таким его запомнит, но в любом случае число ошибок всегда оказывается значительно меньшим.

Темп лекции влияет на ее усвоение. Есть такой совет: говорить быстро о легком и медленно о трудном. Речь преподавателя для студентов младших курсов желательно ограничивать 50-60 словами в минуту, а для студентов старших курсов - 60-80 словами. Более быстрая или медленная речь затрудняет работу слушателей. Преподавателям (особенно молодым) следует проверить скорость своей речи записью на диктофоне.

Как читать лекцию - громким или тихим **голосом**? Кто-то сказал: "Говорите тише, тогда к вам будут прислушиваться". Следует ли пользоваться микрофоном? Если лектор говорит очень громким голосом или усиливает его микрофоном, то слушатели начинают разговари-

вать и отвлекаться. Усиленный микрофоном голос оглушает учащихся первых рядов, а в глубине аудитории становится искаженным из-за плохой акустики. Также нельзя говорить очень тихо - тогда, что-то не расслышав, учащиеся перестают внимательно слушать. Пусть они жалуются, что плохо слышно лектора, но тогда в аудитории удастся сохранить тишину.

Названия и формулы веществ. Учащиеся с большим трудом запоминают названия соединений. Чтобы улучшить запоминание названий и формул веществ, лектору следует, записывая формулу Na_2SO_4 , одновременно громко и четко говорить: “натрий-два-эс-о-четыре, сульфат натрия”, подчеркивая голосом окончание. Для совсем плохо подготовленных учащихся приходится записывать и название соединения. Точно так же - Na_2SO_3 , сульфит натрия, Na_2S , сульфид натрия. Плохо запоминают учащиеся названия таких солей, как, например, NaH_2PO_4 - *дигидрофосфат* натрия. Приходится объяснять смысл “-гидро-”, иначе учащиеся думают, что этим обозначена вода. Назвать такую соль, как $\text{Fe}(\text{OH})\text{SO}_4$, не смог ни один студент первого курса. Еще труднее даются названия комплексных солей и ионов. Быть может, в этом и нет особого смысла - достаточно уметь прочесть формулу, особенно теперь, когда большинство студентов имеет дело с компьютерами.

Позволить ли учащимся задавать **вопрос** сразу, как только возникло непонимание, или же собирать записки с вопросами и отвечать в конце лекции? Конечно, вопрос должен задаваться сразу же, когда он возникает, и сразу же должен следовать ответ. Учащиеся, которые стесняются задавать вопросы вслух, посылают записки. На такие вопросы можно отвечать в конце лекции, но тогда вопрос теряет актуальность. Лучше попросить учащегося подойти после лекции и с ним обсудить вопрос. Непонимание одного из них не означает, что лектор должен терять время на объяснение этому учащемуся, а вся аудитория слушать то, что ей не интересно. Обычно слабые учащиеся вопросов не задают, и если это вопрос сильного учащегося, то, возможно, многие слушатели что-то не поняли, и тогда дополнительное объяснение лектора полезно.

Многие учащиеся **боятся устно задавать вопросы**, опасаясь, что он покажется смешным. Лектор на первой лекции предупреждает, что сформулировать вопрос не просто, но нужно научиться, так как в будущем это понадобится. Лектор убеждает учащихся, что “глупый” вопрос кажется глупым самому учащемуся, а не другим, что аудитория - это дружная группа единомышленников и никогда не следует смеяться над ошибками других. Вопрос может служить началом непродолжительного дискуссионного обсуждения изучаемого материала.

Если лектор не знает ответа на вопрос, он благодарит учащегося за такой вопрос и обещает посмотреть литературу и ответить на следующую

щей лекции. Вопрос на семинарском занятии может служить для “затягивания времени”, чтобы не вызвали к доске.

Редко, но кто-то может написать **записку** с неприличным содержанием или нецензурными словами. Конечно, лектор не должен читать, что в ней написано, и может не обращать на нее внимания. Но он может сказать, что очень просто узнать автора записки. Аудитория напряженно замолкает. Лектор подходит к студенту, от которого он получил записку, и просит ее передать тому студенту, который ему эту записку передал и так далее. Через несколько передач лектор останавливает эстафету и говорит, что не хочет показывать аудитории этого студента, который еще не вышел из детского возраста, но через несколько месяцев, лектор уверен, превратится во взрослого мужчину, который с отвращением будет вспоминать о своих “героических” самоутверждающих поступках.

Многие преподаватели сильно **волнуются перед лекцией**. Это совершенно естественное состояние лектора. Чтобы ослабить волнение, можно войти в аудиторию за несколько минут до начала лекции, пройти вдоль первого ряда, заглянуть в тетради студентов, спросить, на чем остановились на предыдущей лекции, осмотреть всю аудиторию, сделать какие-то замечания, пересадить студентов с верхнего ряда на свободные места внизу, попросить стереть с доски и т.п. Помогает от волнения несколько глубоких вдохов. Часто лектор опасается, что подготовленного им материала не хватит до конца лекции. Чтобы чувствовать себя уверенным, следует на каждую лекцию приходить с конспектом, достаточным для чтения двух лекций.

Иногда старые опытные лекторы говорят, что лекцию нужно читать, не обращаясь к конспекту, т.е. почти **наизусть**. Не следует так поступать - конспект, хотя его можно и не открывать, необходим для уверенного чтения лекции. Очень удобно пользоваться маленькими листками бумаги (половина стандартной тетрадной страницы), и на каждом листочке записывать по одному пункту темы. Эти листочки следует сохранять и через год перед лекцией из них собирать материал предстоящей лекции. Ни в коем случае не следует скрывать от слушателей, что вы пользуетесь конспектом или такими листочками. Листочки со старыми научными сведениями преподаватель, по мере изучения научной литературы заменяет на новые.

Первая лекция сильно влияет на всю последующую работу преподавателя и студентов, на будущее отношение студентов к изучаемому курсу, на их взаимодействие с лектором и преподавателями. Сразу же после звонка преподаватель входит в аудиторию, знаком руки поднимает всех студентов, взглядом или лазерной указкой ищет тех, кто не встал. Аудитория видит, что никто не скроется от его взгляда. Преподаватель разрешает сесть. Заставить учащихся встать при появлении лектора в аудитории, объясняет лектор, это не только следование определенной традиции или способ приветствия преподавателя, но сиг-

нал, вырабатывающий у учащихся быстрое переключение от отдыха к учебной работе. Аудитория, которая не встала в начале лекции, долго не успокаивается.

Лектор представляется и представляет лекционного ассистента. Рассказывает о расписании занятий, показывая на экране время занятий в той или иной аудитории или лаборатории. Кратко рассказывает об учебниках, об организационных вопросах, видах контроля (еженедельные послелекционные работы, сдача лабораторных заданий, контрольные работы, консультации, коллоквиумы, защиты, зачет, экзамен, пересдача экзамена и т.п.), отработках пропущенных лабораторных работ, пересдаче не выполненных или сданных на 2 заданиях и т.п. Также сразу рассказывает об условиях получения “отлично” без сдачи экзамена (“экзамен-автомат”) - ни одной пропущенной лекции, семинара и лабораторного занятия, все контрольные сданы на “отлично”, написано несколько сочинений на проблемные темы, написан реферат по химии.

Воспитательная роль средней школы в последние годы стала крайне низкой, и полезно сказать учащимся, что они будут представлять собой слой наиболее культурных людей, и им надо помнить о хотя бы некоторых проявлениях культуры. Например, уступать места женщинам и пожилым людям, преподавателям и, желательно, девушкам. На вопрос: “Неужели вам учителя не говорили, что нужно уступать места женщинам и пожилым?”, студенты отвечали, что в школе им этого не говорили (или они не помнят). Учащемуся следует пропускать женщину, преподавателя и выходящего из здания человека. При входе в институт, столовую, больницу, церковь мужчинам надо снимать шапки и кепки. Учащемуся, сидящему в аудитории в шапке, следует сказать, что он будет удален из аудитории. Учащиеся должны здороваться с преподавателями, не кричать и не хохотать безумными голосами, не говорить жаргоном и нецензурными словами, не плевать на пол, не сорить, не вырывать из книг страницы, не писать на столах, не кашлять, не прикрывая рот, иметь носовой платок, не курить, не пить пиво в коридоре и многое другое. Учащиеся с пониманием относятся к таким советам.

Если на лекции кто-то громко чихнул, лектор говорит, что такой способ привлечения к себе внимания возможен на улице и громкое чихание признак некультурности. На лекции учащиеся не должны что-то жевать - “жвачку”, пирожок или яблоко. Мобильные телефоны отключены. Никаких разговоров с соседями - два разговаривающих мешают всем! Лектор не должен бояться выгонять таких студентов из аудитории. Совершивши это один раз, лектор может быть уверен, что такое не повторится.

Учащийся не должен **опаздывать** на занятия. Запертые двери аудитории приучают его к дисциплине. Если с первой лекции допускать опоздавших в аудиторию, то в последующем число опоздавших будет

непрерывно возрастать. Аудитория со всеми запертыми дверями - лучший способ заставить учащихся не опаздывать на лекции и вообще на занятия. Если аудитория расположена с повышением рядов и есть вход через верхний этаж, некоторые лекторы разрешают студентам входить в аудиторию во время лекции. Но тогда студенты не только опаздывают, но во время лекции уходят из аудитории.

На первой лекции можно сказать, что современную науку делают жизнерадостные, доброжелательные люди, способные работать не в одиночку, а в группах общающихся между собой исследователей. Они должны ответственно относиться к работе и своим обязанностям.

Итак, лектор начинает **первую лекцию**. Желательно на первой лекции немного рассказать о науке, как сфере человеческой деятельности, функций которой является получение новых знаний о действительности. Лектор задает вопрос: “Что такое химия?”, или, говоря строже, просит дать **определение понятия “химия”**. Студенты должны записать в тетрадях ответы. Преподаватель проходит вдоль первых рядов и заглядывает в тетради. Оказывается, что многие студенты не знают ответа. Лектор говорит, что “Химия - наука о превращениях веществ”.

Лектор спрашивает, чем это определение отличается от того, которое приводилось в школьном учебнике: “Химия - наука о веществах и их превращениях”. В этом определении на первое место поставлено вещество. “Какое определение более правильное и лучше отвечают современному назначению науки химии?”. Снова возникает небольшая дискуссия. Лектор говорит, что вещества, как таковые, человека не интересуют, а интересуют только благодаря их участию в процессах, которые важны для человека, поэтому следует принять определение химии, как науки о превращениях веществ.

Описанное построение фрагмента лекции занимает довольно много времени - 10-15 минут. Студенты еще не привыкли к групповым обсуждениям, они не умеют быстро и точно выражать свою мысль, но с первой же лекции у них снимается страх выступать перед аудиторией, сделать ошибку, неправильно построить фразу или даже неверно сделать ударение в слове. “Научиться говорить необходимо каждому, молчать - значит не знать, современный ученый должен владеть научной речью” — говорит лектор.

Лектор рассказывает о **роли химии** в современной жизни. Не следует говорить об удобрениях, о металлургии и других общеизвестных объектах. Можно показать пластмассовый мячик, практически непрерывно отскакивающий от каменного пола (почти вечный двигатель), растяжение в десятки раз хвоста игрушечной мыши, миниатюрный фонарик с осветительным диодом. Можно показать, как растет за прошедшие десять лет информационная емкость различных хранителей информации: магнитофонная пленка на катушке (30 минут музыки)>пленка в кассете (1-2 часа музыки)>компьютерная дискета диа-

метром с блюдце>дискета размером с блюдечко>лазерный диск (хранение информации из нескольких десятков дискет)>"USB-флешка" (информация нескольких больших книг)>то, что будет в будущем. Всё это невозможно без новых материалов, получаемых химической промышленностью.

Далее лектор рассказывает о **целях** изучения химии, о важности овладения творческим мышлением и как оно будет проходить на занятиях по химии. Лектор рассказывает о системах, о важнейших для жизни открытых системах (флуктуация, бифуркация, диссипация, самоорганизация, эволюция), о нереальных, но важных для научных исследований изолированных системах, о системном подходе в науке и многостороннем рассмотрении изучаемого объекта.

Учащимся показывается рисунок с **системой химической науки**, состоящей из четырех учений химии. Лектор говорит, что описание изучаемого химического объекта следует проводить "четырёхсторонне", т.е. с привлечением представлений этих четырех учений и показывает, как это проводится на примере описания воды: термодинамика и кинетика образования воды из простых веществ, строение молекулы воды, строение воды в различных фазовых состояниях, сравнение свойств воды со свойствами фтороводорода, аммиака и сероводорода. Далее лектор переходит к обсуждению значения химических знаний для будущей работы студента по специальности, например, химика (это очевидно!), геолога, географа, биолога, медика и т.п.

Хотя первая лекция может носить ознакомительно-мотивационный характер, важно с самого начала заставить учащегося активно работать и мыслить. Первая лекция должна быть не легкой, а трудной - это покажет учащемуся, что ему придется в будущем много и упорно работать.

Сульфид железа. Далее лекция продолжается неожиданным для учащихся приемом. Лектор говорит, что будет показан опыт двухвековой давности, и он зачитывает отрывок из книги "Игры физические и волшебные потехи", изданной "в Санкт-Петербурге в 1791 году, печ. и прод. по Невск. Перспективе у Аничк. мосту, в доме Г. Камер-Юнкера Зубова, по два рубли". (Камер-юнкер - младшее придворное звание в Российской империи).

"Огнедышущая гора. Смешав по равной части чистых железных опилок и толченой серы в таком количестве, чтобы замесить на воде густое тесто весом фунтов до пятидесяти, надлежит зарыть оное в бур на полфута глубиной; после чего земля часов через десять поднимется и взорвется с пламенем и желто-черным дымом. Если же смеси сей зарыто будет несколько пудов в землю глубиною в сажень или более, и сверху наложено каменье и дерев, а притом насыпь твердо будет убита, то расторжение последует несравненно сильнее и означенная тяжесть размечется при густом дыме и пламени весьма далеко".

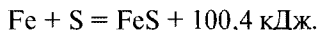
Учащиеся подсказывают, как перевести старинные единицы измерения в современные (фунт - 410 г, пуд - 16,4 кг, фут - 30,5 см, сажень - 2,13 м). "Так развлекались, быть может, родители Пушкина, - говорит лектор. - Представьте себе картину: крепостные закапывают в землю чуть ли не сотню килограммов такой смеси на глубину более двух метров. Лакеи устанавливают поодаль столы и стулья. Все усаживаются. Едят, пьют. Идут светские разговоры. Все ждут "расторжения" земли. Наконец, совершается то, чего так долго ждали. А теперь послушайте дальше".

"Сие явление объясняет достаточно причину землетрясения и обыкновенных извержений огнедышащих гор или сопок, выбрасывающих сперва много серы, а потом разные другие тела, изобилующие железистыми частицами; ибо одно только железо в смешении с серой может кипеть и производить все те великие явления, от коих возникли и в наши времена новые острова при разрушении с другой стороны некоторых твердых".

Подчеркивая, что все это происходило более двух веков назад, лектор просит учащихся найти ошибки в старом научном объяснении, показать, насколько это объяснение соответствовало наблюдаемым явлениям и привести современное объяснение. Учащиеся убеждаются, что, несмотря на очевидную простоту опровержения старых взглядов, научное объяснение наблюдавшихся явлений оказывается не простым.

Лектор просит написать уравнение реакции железа с серой. Он ходит между рядами и просматривает записи. В качестве продукта реакции у слушателей встречаются такие: FeS , Fe_2S_3 , реже FeS_2 и реже Fe_3S_4 . Лектор говорит, что сульфид Fe_2S_3 не образуется при действии на раствор соли Fe^{3+} сероводородом (Fe_2S_3 гидролизуетсся с образованием малорастворимого тригидроксида железа и газообразного сероводорода). Дисульфид FeS_2 - это соль дисероводорода H_2S_2 . В природе он встречается в виде минерала пирита, но в реакции между серой и железом не образуется.

Сульфид FeS образуется при непосредственном взаимодействии простых веществ:



Это уравнение, говорит лектор, записано термохимическим способом (тепловой эффект Q входит в уравнение). Далее преподаватель может отметить, что имеется и другой способ записи уравнения - термодинамический. Для введения понятия "энтальпия" лектор рисует энтальпийную диаграмму (давление постоянно), на которой исходное состояние системы обозначается H_1 , конечное H_2 . Численно Q и ΔH равны, поэтому $\Delta H = -Q_p$. Преподаватель предлагает термодинамический способ записи уравнения:



С первой же лекции учащийся привыкает к термодинамическому способу записи уравнения реакции и видит, как следует переходить от изучавшихся в школе тепловых эффектов к используемым в научной литературе энтальпиям.

Далее лектор обращает внимание аудитории на то, что исходные вещества обладают большим запасом энергии по сравнению с продуктами ($H_1 > H_2$) и, казалось бы, система из исходного состояния должна быстро перейти (“упасть”) в конечное. Однако этого не происходит. Преподаватель (или ассистент) смешивает небольшие количества (примерно по 5–7 г) порошков железа и серы. “Признаков реакции не видно. Почему? – задается вопрос аудитории. – Что следует сделать, чтобы реакция началась?”. Учащиеся высказывают свои предположения: “Лучше перемешать, сильнее измельчить, нагреть”. Лектор берет небольшую часть смеси и пестиком растирает ее в ступке. Реакция не начинается. Затем лектор горячей стеклянной палочкой прикасается к вершине горки порошка. Все видят появление дыма (сконденсировавшиеся пары серы), смесь раскаляется, а потом остывает и чернеет. “Итак, чтобы реакция началась, достаточно нагреть смесь. А почему в старинной книге написано, что из порошков серы и железных опилок замешивается на воде густое тесто? Почему нужна вода? Какова роль воды?”.

“Посмотрим, как проходит другая реакция – между порошками алюминия и йода”, – говорит лектор. Смесь порошков приготовлена давно, но вещества не реагируют. От капли воды, которую лектор пипеткой помещает на вершину кучки, быстро развивается реакция, поднимается фиолетовый дым. Его облако рассеивается по аудитории, ощущается острый запах, учащиеся кашляют, раздаются шутки, смех и т.п. Такая разрядка для работающей аудитории временами необходима.

Теперь начинается обсуждение роли воды при взаимодействии кристаллических веществ. Выдвигаются предположения о растворении веществ в воде, об их более полном контакте в присутствии воды и т.п. Лектор подводит учащихся к представлениям о термодинамической и кинетической стабильности систем, о катализе и катализаторах и затрагивает понятие энергии активации. Для этого он рисует энергетическую диаграмму пути реакции с энергетическим барьером, показывает энергию активации. На первой лекции лектор воспользовался распространенным методическим приемом опережающего изучения, при котором вначале дается простое (но не неправильное!) объяснение явления, а затем более полное.

Лектор записывает на доске уравнение реакции образования FeS и говорит, что в действительности такое вещество не существует, а существуют вещества, состав которых изменяется от $\text{FeS}_{1,003}$ до $\text{FeS}_{1,12}$. Первое, самое близкое по составу к стехиометрическому соединению, называется троилитом, на Земле почти не встречается, но обнаружено

в составе метеоритов. Другое вещество с высоким содержанием серы называется пирротином или магнитным колчеданом. Для студентов геологов и географов эти сведения имеют профессиональную важность.

“Каковы условия получения составов с большим или меньшим содержанием серы?” - спрашивает лектор. Применяя принцип Ле Шателье, учащиеся приходят к выводу, что для получения веществ, наиболее близких по составу к стехиометрическому, следует или получать кристалл, или его обрабатывать при высоких температурах и низких давлениях (низкие давления паров серы или непрерывное удаление их из реагирующей системы), и, наоборот, для получения составов с наибольшим содержанием того элемента, который может при условиях опыта перейти в газовую фазу (сера), следует проводить синтез или термическую обработку кристалла при низких температурах (не забывая при этом, что скорость процесса замедляется) и высоких давлениях паров летучего компонента. “Забегая вперед”, лектор очень кратко рассказывает об энтропии системы и ее изменении при реакции.

Преподаватель может расширить рассказ о сульфидах железа сведениями об их энтальпиях образования, энтропиях, интервалах составов, кристаллических структурах, свойствах, условиях образования и т.п. Далее можно перейти к оксидам железа - гематиту Fe_2O_3 , магнетиту Fe_3O_4 и вюстити FeO и обсудить те же их свойства.

Далее лектор говорит о **законе постоянства состава** (Пруст, 1801 год), его двойной роли в истории химии и о замене формулировки закона (показывается через графопроектор на экране): “Каждое химическое соединение, независимо от способа его получения, имеет строго определенный состав” на современную: “Химическое соединение, находящееся в газовой фазе в виде отдельных незаряженных молекул, имеет строго определенный состав независимо от способа получения”. Лектор отмечает, что невозможно получить кристаллическое и жидкое вещество, отвечающее точно стехиометрическому составу. Только состав изолированных молекул строго постоянен, но газовые молекулы могут объединяться с молекулами примесей, что нарушает их формульный состав. Здесь же лектор затрагивает вопрос об относительности законов, об исторической смене теорий, о непрерывном изменении научных представлений, о стремлении к научной истине и о невозможности достижения абсолютной научной истины.

За 5-10 минут до конца лекции учащиеся (студенты) получают контрольное задание по одному из обсуждавшихся на лекции вопросов. Например: “Как получить (температура, давление) кристаллический оксид железа с кристаллической решеткой, содержащей избыток атомов железа по сравнению с атомами кислорода”. Учащиеся сдают преподавателю листки с ответами. Проверяя работы, лектор убеждается, что материал или усвоен или не усвоен, тогда в начале следующей лекции он повторяет то, о чем говорилось на предыдущей лекции. На бли-

жайшем занятии учащиеся, не выполнившие задание, исправляют свои ошибки (пересдают). Также это позволяет судить об отсутствовавших на лекции студентах.

Таким образом, на первой же лекции преподаватель входит в контакт с учащимися, вводит многостороннее рассмотрение объекта (термодинамика, кинетика, строение вещества) и метод проблемного обучения. Если преподаватель решился на подобное чтение лекций, то делать это следует с первых минут первого дня занятий. Одиночная лекция описанного типа или же неожиданное введение в середине семестра дискуссионного обсуждения проблемы - заранее можно сказать - будут обречены на провал и осуждены студентами.

Среда раствора. Еще один пример организации общения лектора с учащимися. Преподаватель на лекции, записывая на пленке графопроектора концентрации соляной кислоты, спрашивает у аудитории значения pH растворов.

№	Вопрос: Концентрация, моль/л	Аудитория:	Ответ: pH
1.	$1 \cdot 10^{-2}$	$\Rightarrow$	2
2.	$1 \cdot 10^{-3}$	$\Rightarrow$	3
3.	$1 \cdot 10^{-5}$	$\Rightarrow$	5
4.	$1 \cdot 10^{-8}$	$\Rightarrow$	8
5.	$1 \cdot 10^{-9}$	$\rightarrow$	9
6.	$1 \cdot 10^{-10}$	$\rightarrow$	10
7.	$1 \cdot 10^{-11}$	$\rightarrow$	11
8.	$1 \cdot 10^{-12}$	$\rightarrow$	12

Аудитория хором называет значения pH. При концентрации $1 \cdot 10^{-8}$ моль/л все называют число 8, но при концентрации $1 \cdot 10^{-9}$ моль/л, хор несколько ослабевает. Очень любопытно наблюдать за состоянием группы учащихся: постепенно хор аудитории ослабевает, но никто не решается дать правильный ответ. Преподаватель просит в домашнем задании объяснить возникшее противоречие. Ответ: $[H^+]_{\text{раствор}} = [H^+]_{\text{вода}} + [H^+]_{\text{кислота}}$. Для раствора $1 \cdot 10^{-9}$ М имеем: $1 \cdot 10^{-7} + 1 \cdot 10^{-9} = 1 \cdot 10^{-7}$ и

pH=7. Подобные задания для мало концентрированных растворов слабых кислот и оснований можно предлагать на семинарских занятиях, в домашней работе и даже в лабораторном практикуме (производится последовательное разбавление растворов в 10 раз и измерение pH).

Принцип Ле Шателье. Учащиеся по школьному курсу химии знают формулировку принципа Ле Шателье и сравнительно редко делают ошибки при предсказании смещения равновесия при изменении температуры или давления. Тем не менее, преподаватель предлагает им такое задание (пример проблемного вопроса): “Найдите одно, лишнее, не несущее смысловой нагрузки (ненужное, не играющее роли, удаляемое без утраты смысла), слово в формулировке принципа Ле Шателье: “Если на находящуюся в равновесии систему производится внешнее воздействие, равновесие смещается в сторону ослабления воздействия”. Лектор два-три раза зачитывает эту формулировку, но на экране ее не показывает, чтобы учащиеся для нахождения этого слова повторили про себя несколько раз формулировку.

Аудитории говорится, что первому, давшему правильный ответ, выставляется отличная оценка. В поисках слова участвуют все учащиеся, даже обычно инертные и слабо подготовленные. Теперь проследите, как вы сами это слово ищите. Сколько раз вы проговорили про себя формулировку? Вы проверяли каждое слово на “нужность” и “ненужность”? Это лишнее слово - “внешнее”, потому что любое воздействие бывает внешним. Без этого слова смысл формулировки не изменяется. Это слово не придает системе целостности, и система после удаления слова не разрушается.

А теперь подумайте, что происходит в голове учащегося. Чтобы выполнить задание он должен проанализировать каждое слово предложения, для чего вынужден повторить про себя несколько раз формулировку, опуская то или иное слово и сравнивая полученную формулировку с первоначальной. Это приводит к намного более глубокому пониманию и прочному запоминанию принципа. После такого задания на экзамене почти все учащиеся быстро и правильно дают формулировку принципа. После такой мыслительной активности они могут выполнить и другое задание: “Предложите формулировку принципа Ле Шателье (или ему подобного) для открытых и стационарных систем и объясните его приложение к этим системам”. Это пример использования деятельностного подхода в обучении.

Электролиз до нашей эры. Примеров проблемного чтения лекции, повышающих интерес учащихся, можно привести множество. Три четверти века назад в горных областях Шумера на территории Ирака под Багдадом археологи нашли керамический сосуд с кусками железа и меди. Через четверть века поблизости, на берегу Тигра, нашли конусообразные керамические сосуды с остатками медных цилиндров и полосками железа. Также там были найдены серебряные украшения с позолотой. Как шумеры наносили тончайший слой золота на серебро?

Студентам может быть предложена тема “домашней” работы - как напосылся тонкий слой золота на серебро в третьем тысячелетии до н.э.?

Если залить сосуд раствором электролита, получится гальванический элемент, способный давать электрический ток. Возможно, шумеры пользовались электролизом, и это знание было настолько засекреченным, что ни в одном древнем сохранившемся источнике нет никаких намеков о способе нанесения золота на серебро. Далее на лекции или семинаре решаются задачи об эдс гальванических элементов железо-медь и золото-серебро при стандартных и других условиях.

Кровь. Лектор рассказывает студентам-медикам или биологам о реакциях в организме человека и функциях крови и замечает, что у экватора венозная кровь человека всегда светлее, чем в северных широтах. Почему? Ответ: в жарком климате для поддержания нормальной температуры тела окисляется меньшее количество органических веществ из пищи. Поэтому потребление кислорода снижается и переносится кровью меньшее количество кислорода.

Можно упомянуть, что летом 1840 года у острова Ява стояло судно, на котором врачу пришлось делать матросу операцию, и врач с удивлением увидел, что его венозная кровь была светла, как кровь из артерии, и он подумал, что задел ее. Потом он узнал, что в жарком климате венозная кровь людей светлее. Этим врачом был Юлиус Роберт Майер, который понял, что теплота и работа получаются в химической реакции и превращаются друг в друга. Через два года Р. Майер первым сформулировал закон эквивалентности теплоты и механической работы и вычислил механический эквивалент теплоты. Это пример связи химии с физикой, биологией и историей науки.

Поваренная соль и организм человека. Примеров многостороннего подхода лектора к отдельным темам лекции можно привести много. Например, как связать потребление человеком поваренной соли с осмотическим давлением, с давлением крови и другими последствиями? Избыток соли для организма опасен, об этом все знают. Можно услышать, что неумеренное потребление соли приводит к отложениям в суставах и изменениям кровеносных сосудов, но при повышении ионной силы раствора растворимость веществ повышается. Другое объяснение состоит в том, что при повышении содержания соли в жидкостях организма происходит разбавление биологических растворов, набухание жидкости и задержка ее выведения. Осмотическое давление плазмы крови при повышении концентрации хлорида натрия повышается. Это способствует повышению давления крови со всеми вытекающими последствиями. В то же время поваренная соль необходима млекопитающим, так как ионы натрия поддерживают равновесие различных биохимических реакций и участвуют в передаче нервных импульсов. Дневная доза соли, рекомендуемая врачами, около 5 г (примерно половина чайной ложки). Этот фрагмент лекции показывает взаимосвязь явлений, универсальную многосторонность рассмотре-

ния, связь химии с другими науками и заинтересует биологов и будущих медиков.

Осмотическое давление и давление пара воды. Иногда, казалось бы, самые простые вопросы курса химии оказываются труднодоступными для учащихся. Например, слово “давление” в понятии “осмотическое давление” запутывает слушателей. Если спросить, в каком направлении через полупроницаемую перегородку (мембрану) будет происходить перенос воды - из раствора с более высоким осмотическим давлением в другой с более низким осмотическим давлением, то все (!) учащиеся, не сомневаясь, отвечают: из раствора с высоким осмотическим давлением в раствор с низким осмотическим давлением: “Ведь газ из сосуда с высоким давлением переходит в сосуд с низким давлением, в направлении понижения давления” (и потенциала вообще).

В действительности переход совершается в противоположном направлении, при котором происходит разбавление более концентрированного раствора водой менее концентрированного раствора (рис. 7-1). Перенос прекратится, когда растворы станут одинаковой концентрации и их осмотические давления сравняются. Нельзя ли термин “давление”, хотя бы в учебных целях, заменить другим?

Заметим, что, если спросить, почему через мембрану проходят большие по размеру молекулы воды, но не проходят совсем маленькие ионы, например, калия или натрия, ответ учащиеся не находят, но серьезно задумываются (ответ - ионы гидратированы). Переход воды через мембрану может служить моделью переноса воды через почву из водоемов с различной соленостью (озеро и океан).

К теме о переносе воды осмотическим давлением добавляется тема переноса газообразной воды (пар) с поверхности менее концентрированного раствора к поверхности и затем в раствор более концентрированный. Через газовую фазу пары воды переносятся из области с более высоким давлением воды над менее концентрированным раствором в область с более низким давлением над более концентрированным раствором.

Этот пример показывает, как осторожно следует преподавателю объяснять, казалось бы, простые явления природы. Следует ли под-

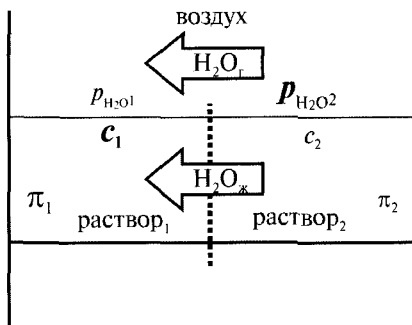


Рис. 7-1. Перенос воды из менее концентрированного раствора с меньшим осмотическим давлением в более концентрированный раствор с более высоким осмотическим давлением и перенос через газовую фазу

черкивать противоречивость объяснений или же преподносить их для создания проблемных ситуаций, которые учащиеся будут пытаться самостоятельно или с помощью преподавателя разрешить? Или же обсуждать осмотическое давление и парциальное давления насыщенного пара (законы Рауля) не в одной лекции, а в двух?

Лекция должна как можно меньше повторять содержание учебника и давать новые научные сведения, которые не записаны в учебной программе. С последним многие лекторы не согласны. Но как же тогда будет соблюдаться принцип научности в обучении? Ведь этот принцип требует введения в содержание обучения современных научных идей. Некоторые темы в учебниках и программах отвечают уровню науки не только полувековой, но даже вековой давности. Отход лектора от утвержденной программы должен приветствоваться, а не осуждаться, и должен рассматриваться как творческое отношение к своим лекторским обязанностям.

Оценка качества лекции - одна из самых трудных проблем методики обучения. Количественные характеристики критериев качества лекции не разработаны или трудно применимы и результаты однозначно не объяснимы. В общих словах можно сказать, что лекция должна быть увлекательной, интересной, убедительной, наглядной, материал лекции связан со специализацией, виден контакт лектора с аудиторией. О том, хороша ли лекция, лектор может судить по посещаемости, числу вопросов, по тому, как ведет себя аудитория, разговаривают ли, рассматривают ли с помощью мобильных телефонов, посылают ли друг другу СМС и по многим другим признакам. Несомненно, важнейшим критерием эффективности лекции может служить уровень **обратной связи** "учащийся - лектор" и общение между всеми участниками учебно-познавательного процесса.

Качество лекций зависит от научных и педагогических способностей и возможностей лектора. Часто преподаватели оценивают лекцию по ее **доступности** учащимся, но это понятие неопределенное - лектор может рассказывать материал студентам на уровне знаний средней школы, и такая лекция будет доступна студентам, но значительно труднее прочитать доступную лекцию, излагая современные научные сведения.

Как уже отмечалось, по числу задаваемых вопросов и их характеру можно судить о качестве лекции. Если вопросы имеют уточняющий характер, требуют дополнительного разъяснения, связаны с пропуском преподавателем некоторых пунктов объяснения или доказательств, это отходом от понятной логики рассуждения - это свидетельство о низком качестве лекции. Наоборот, вопросы, затрагивающие не изложенный на лекции материал, межнаучные связи, собственные идеи и предложения студентов, говорят о высоком качестве лекции и заинтересованности учащихся в усвоении предлагаемого материала.

Оценку качества лекции можно проводить по сопоставлению объема лекционной лектором информации с объемом воспринятой и запомни-

шейся информации. Количественно оценивать качество лекции можно при помощи послелекционных **коротких контрольных работ** подсчетом числа использованных учащимися новых научных терминов.

Заслуживает внимания способ оценки эффективности лекции или семинара, а также их содержания по **познавательному интересу**, проявляемому учащимися на лекции. Познавательный интерес определяется по восприятию **продолжительности** рассказа о каком-либо отрывке лекции, посвященному определенной изучаемой теме. Немецкий философ И. Кант (1724-1804) заметил, что чем больше сведений получает человек в течение какого-то времени, тем более продолжительным ему кажется этот интервал времени. После изложения фрагмента лекции преподаватель просит учащихся написать ему в записках, как долго, по их мнению, продолжалось изучение этого вопроса. Лектор собирает записки и подсчитывает среднее кажущееся время длительности. Если отмеренный секундомером интервал времени оказывается больше по сравнению с тем, который кажется учащимся, то это говорит об интересе к содержанию лекции (время как бы течет быстрее для заинтересовавшегося человека).

Теория Бора и стихотворение Брюсова. На лекции, посвященной строению атома, лектор может попросить кого-либо из аудитории прочитать стихотворение Валерия Брюсова, выдающегося поэта и ученого, обладавшего огромным запасом многосторонних знаний. 13 августа 1922 года В. Брюсов написал стихотворение “Мир электрона”:

Быть может, эти электроны —
Миры, где пять материков,
Искусства, знанья, войны, троны
И память сорока веков!

Еще, быть может, каждый атом —
Вселенная, где сто планет;
Там все, что здесь, в объеме сжатом,
Но также то, чего здесь нет.

Их меры малы, но все та же
Их бесконечность, как и здесь;
Там скорбь и страсть, как здесь, и даже
Там та же мировая спесь.

Их мудрецы, свой мир бескрайный
Поставив центром бытия,
Спешат проникнуть в искры тайны
И умствуют, как ныне я;

А в миг, когда из разрушенья
Творятся токи новых сил,
Кричат, в мечтах самовнушенья,
Что Бог свой светоч погасил!

В примечании к стихотворению В. Брюсов написал: “Современная физика рассматривает атом как систему, где вокруг центрального ядра вращаются электроны”. Стихотворение написано под впечатлением планетарной модели атома Нильса Бора (1855-1962), великого датского физика, одного из основателей квантовых представлений о строении атома. Н. Бор предложил постулаты в 1913 году и получил Нобелевскую премию в 1922 г. В 1943-1945 годах Н. Бор работал в США. Каково ваше мнение о том, что описано в стихотворении?

В конце **последней лекции** показывается несколько занимательных опытов, которые не было смысла показывать раньше из-за того, что они не могли быть использованы для объяснения теоретических положений, разбиравшихся на лекции. Это - взрыв смеси фосфора и бертоллетовой соли от удара, фараонова змея, периодическая реакция, вулканоподобное разложение дихромата аммония, взрыв йодида азота и т.п. Каждый опыт сопровождается аплодисментами слушателей. Последние слова лектора: «Вы закончили краткое знакомство с химией. Вы увидите в будущем, что химические знания вам понадобятся, быть может, больше, чем знания других наук. Вам придется учиться химии. Помните, что все мы - это открытые системы, и мы живем в открытой системе. Человек существует, если он обменивается с окружением энергией, веществом и информацией. Человек поглощает сравнительно низкоэнтропийную пищу и важную для жизни информацию и выбрасывает высокоэнтропийные смеси веществ и создает ценную для себя и других людей информацию. Впитывание информации означает учение, создание новой информации - труд. Без учения, без информации человек не живет и погибает. Поэтому вам придется всю сознательную жизнь учиться. Мы желаем вам сдать экзамен по химии на отлично и в будущем успешно продолжать учиться и трудиться».

В заключение заметим, что часы лекционной работы лектора, приравняемые к часам других форм учебной работы, отличаются трудностями подготовки к лекции и ее чтению.

Вопросы и задания

1. Предложите основные критерии оценки качества лекции. Эту работу можно провести так. Каждый учащийся составляет список критериев. Далее списки критериев распространяются среди всех учащихся, и при групповом обсуждении составляется единый список, в котором критерии располагаются в последовательности снижения их значимо-

сти. Воспользуйтесь выделенными критериями для оценки качества лекций, которые вы слушаете. Результаты своего исследования не сообщайте лекторам.

2. Прочитайте лекции Д.И. Менделеева по химии и перечислите особенности этих лекций и их главное отличие от тех лекций по химии, которые вы слушали в вузе.

3. Прочитайте лекции С. А. Шукарева по химии и перечислите особенности этих лекций и их главное отличие от тех лекций по химии, которые вы слушали в вузе.

4. Ту же работу проведите с лекциями К.Г. Хомякова.

5. Всей группой подготовьте индивидуально по лекции на одну и ту же тему. Пусть кто-то из вас прочтет подготовленную лекцию, а группа оценит ее по содержанию, интересу, который она вызвала, по манере лектора держаться и другим критериям.

Рекомендуемая литература

1. Менделеев Д.И. Избранные лекции по химии. - М.: - 1968. - 223 с.
2. Хомяков К.Г. Лекции по общей химии. - М.: - 1966. - 198 с.
3. Шукарев С.А. Лекции по общему курсу химии. - Л.: - Том 1 - 1962. - 406 с.; том 2 - 1964. - 443 с.
4. Архангельский С.И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы. - М.: - 1980. - 384 с.
5. Зиновьев С.И. Учебный процесс в советской высшей школе. - М.: - 1975. - 316 с.
6. Фролов А.А. Восприятие времени на уроке как показатель отношения к учению // Советская педагогика. - 1971. - № 10. - С. 26-32.
7. Лазыкина Л.Г., Полосин В.С. Об изучении познавательного интереса учащихся к химии // Химия в школе. - 1977. - № 2. - С. 80-86.
8. Гаркунов М.Г. Что такое современная лекция? Используя проблемные методы изложения // Вестник высшей школы. - 1977. - № 7 - С. 16-21.
9. Зайцев О.С. Системно-структурный подход к построению лекционного курса по общей химии // Сборник научно-методических статей по химии. - М. - 1982. - № 9. - С. 14-23.
10. Астахов А.И. Общепедагогические требования к лекциям по курсу общей химии // Сборник научно-методических статей по химии. Вып. 6. - 1978. - С. 22-23.
11. Дьякович С.В. Использование литературных произведений при составлении заданий по химии // Химия в школе. - 1995. - № 5. - С. 19-22.
12. Яровинская Т.С. Использование поэмы Тита Лукреция Кара "О природе вещей" на уроках химии // Химия в школе. - 1984. - № 4. - С. 50-52.
13. Маликова Т.А. Русская лексика в химической терминологии // Химия в школе. - 1991. - № 5. - С. 41-44.
14. Фатеева Г.И. Музыка в жизни ученых-химиков // Химия в школе. - 1994. - № 6. - С. 26-27.
15. Ахметов М.А. Зачем школьнику правило Вант-Гоффа? // Химия в школе. - 1997. - № 1. - С. 30-31.

16. Попов М.П. Лекционный курс и практические занятия по биохимии // Сборник научно-методических статей по химии. - 1978. - № 7. - С. 82-84.
17. Свядош А.П., Беспалько И.Г., Явчуновская Г.В. Динамика работоспособности на телелекции // Вестник высшей школы. - 1975. - № 11. - С. 28-32.
18. Зайцев О.С. Химия. - М.: - Академия - 2008. - 544 с.
19. Зайцев О.С. Задачи, вопросы и упражнения. - М.: - Химия. - 1996.
20. Статьи о лекциях в журнале "Вестник высшей школы". Общие вопросы: 1975. - № 2. - С. 53-58; 1975. - № 11. - С. 16-21; 1976. - № 10. - С. 15-20; 1977. - № 7. - С. 16-25; 1978. - № 2. - С. 13-16; 1979. - № 12. - С. 15-20; 1981. - № 6. - С. 69-70. Обратная связь на лекции: 1971. - № 1. - С. 24-26; 1972. - № 8. - С. 27-28; 1975. - № 2. - С. 15-24. Количественная оценка качества лекции: 1976. - № 4. - С. 53-59. Опережающее изложение: 1978. - № 8. - С. 77-79.

7.3. Лекционный эксперимент и лекционные демонстрации

Обычно лекции по химии сопровождаются лекционными демонстрациями и лекционными экспериментами. **Лекционные демонстрации** - это модели кристаллических решеток, таблицы, диаграммы, рисунки, макеты, карты, коллекции минералов, модели приборов и оборудования, схемы производственных процессов и т.п. **Лекционный эксперимент** - это опыты, которые лектор и ассистент показывают студентам для подтверждения обсуждаемого теоретического содержания, для создания проблемных ситуаций и группового обсуждения показываемых реакций.

Лекционный эксперимент является сильным средством повышения познавательной активности учащихся на лекции. Эксперимент способствует усвоению содержания лекции, а также учит наблюдать и объяснять химические явления, обнаруживать проблемы и находить пути их разрешения, формулировать выводы и т.п. Эксперимент должен быть источником нового знания, желательно профессионального, быть наглядным, хорошо видимым, эффектным, запоминающимся, с неожиданным результатом.

Отношение преподавателей к лекционному эксперименту неоднозначно. Большинство преподавателей считают лекционный эксперимент важнейшей составной частью лекции. Многие лекторы насыщают свои лекции опытами, считая, что тем самым они увлекают учащихся, хотя многие учащиеся воспринимают лекционный эксперимент как приятное зрелище и не пытаются вникнуть в его научную сущность. Другие лекторы, стараясь на лекции дать как можно больше научного материала, особенно нового, стараются показать меньше опытов и даже вообще отказаться от демонстрационного эксперимента, считая, что этому служит лабораторный практикум. Если лекция трудная, эксперимент дает возможность лектору и аудитории несколько минут отдохнуть.

Эффективность использования лекционных экспериментов (и демонстраций) зависит от умения лектора сочетать свою речь с демонст-

рируемым объектом. Лектор руководит наблюдением учащихся и сопровождает эксперимент непрерывной речью, обращениями к аудитории с целью что-либо объяснить, ответить на вопрос и т.п.: “Смотрите, что сейчас произойдет”, “Считайте, сколько секунд прошло...”, “Почему?” и т.п. Полезно сочетание в лекции приемов мысленного и реального эксперимента, что дает возможность формирования более обобщенных и абстрактных знаний.

Чтобы лекционный эксперимент не превращался в эффектный фокус, его следует ставить при наличии у учащихся необходимого запаса знаний. При этом важно научить учащихся использовать весь запас имеющихся у них знаний. Для создания проблемной ситуации лекционный эксперимент ставится без его предварительного объяснения, чтобы учащиеся, приближаясь к положению исследователей, обсуждая и высказывая свои предположения, смогли самостоятельно прийти к желаемым выводам. Однако подобный подход связан с большими затратами времени.

Часто преподаватели обсуждают, когда проводить опыт - до объяснения или после. Последнее означает иллюстративный характер лекционного эксперимента, и он теряет свою познавательную привлекательность, поэтому опыт желательно показывать во время рассказа. В этом отношении можно рекомендовать воспользоваться последовательностью действий в соответствии с **теорией поэтапного усвоения** знаний. Сначала лектор кратко обсуждает цели изучения какого-либо явления, знакомит с некоторыми сторонами этого явления, затем ставится эксперимент, создающий проблемную ситуацию, которая развивается вопросами лектора и учащихся. Далее происходит обсуждение результатов и разрешение проблемной ситуации с теоретическими дополнениями лектора. Наконец, в конце лекции (или на семинаре) лектор предлагает письменно выполнить небольшое задание, которое сдается для проверки и выставления оценки.

Несмотря на большое число методических исследований по демонстрационному эксперименту, нет четких советов, как выбрать ту или иную химическую реакцию. Можно показать опыт, сопровождающийся световым, звуковым или другими яркими эффектами, не создающий проблемы и объясняющийся простыми знаниями. Однако при формировании творческого мышления предпочтительны опыты проблемного характера. Некоторые традиционные лекционные эксперименты могут приобретать проблемность, если лектор соответствующим образом направит свои рассуждения в желаемом направлении.

Лекционный эксперимент - это **искусство**, в первую очередь лекционного ассистента. Постановка многих экспериментов требует тщательной подготовки и больших предосторожностей (чистота веществ, последовательность смешения реагентов, температура и освещение аудитории и т.п.). К таким экспериментам относятся периодические

реакции, свечение реакционной смеси при реакции с участием пероксида водорода и т.п. Даже реакция между алюминием и йодом, катализируемая каплей воды, иногда не начинается. Боязнь неудач часто заставляет лектора отказываться от многих интересных экспериментов. Если эксперимент не удался, нужно объяснить учащимся трудности проведения опыта и попытаться совместно выяснить причины неудачи.

Демонстрационный эксперимент ставится тогда, когда учащийся не может самостоятельно выполнить опыт в лабораторном практикуме из-за отсутствия оборудования, опасности эксперимента, высокой стоимости реактивов, длительности подготовки, “капризности” реакции и т.п. Наглядность лекционного эксперимента обеспечивается зрительным и слуховым восприятием яркого и необычного объекта.

Конструкция установки, в которой проводится реакция, должна быть простой, а продолжительность эксперимента – короткой. В лекционном эксперименте следует использовать приборы с хорошо видимой шкалой или цифровой индикацией, например, электронный секундомер с большим циферблатом, рН-метр или милливольтметр со шкалами, проецируемыми на экран. Для наблюдения за титрованием предложено приспособление, в котором на поверхности жидкости в бюретке находится поплавок, соединенный ниткой через шкив со стрелкой. Познавательная ценность использования подобных приборов состоит в том, что числовые результаты лекционного эксперимента могут быть использованы для получения каких-либо зависимостей, как на лекции, так и впоследствии на семинарском занятии или во внеаудиторной работе.

Для проведения некоторых простых опытов можно к лекционному столу позвать учащегося и попросить его смешать порошки железа и серы и прикоснуться к вершине горки горячей стеклянной палочкой или прилить раствор индикатора к раствору кислоты, гидроксида, соли и т.п.

Цепная реакция. Этот эксперимент невозможно выполнить в лабораторном практикуме из-за его опасности. Взрыв гремучего газа в мыльном пузыре или в резиновом шарике сопровождается громким хлопком. Можно позвать учащегося для поджигания смеси газов длинной лучиной. Очень эффектен взрыв смеси в стеклянном толстостенном сосуде, обернутом полотенцем. Аудитория вздрагивает от неожиданности. Лектор может показать эксперимент, как взаимодействие кислорода и водорода, но может обратиться к аудитории с просьбой объяснить невероятно высокую скорость реакции. Если лекция заканчивается, можно дать домашнее задание на эту тему и попросить сдать сочинения до следующей лекции, пообещав выставить высокие оценки тем, кто напишет научно обоснованные ответы.

После опыта лектор кратко рассказывает о цепных реакциях, об энергиях связи атомов в молекулах кислорода и водорода, показывает,

какая молекула начинает цепь, как она продолжается и заканчивается. При этом записываются уравнения наиболее важных реакций. Лектор отмечает, что многие из этих реакций проходят в верхних слоях атмосферы, что важно знать геофизикам, биологам, конечно, химикам и студентам других специальностей. Лектор подчеркивает факт образования активных молекул непривычного состава.

Можно показать тот же опыт с метаном и обсудить причины различного прохождения реакций. Если же лектор осмелится показать реакцию хлора с водородом, в аудитории выключается освещение, окна закрываются шторами, ассистент в полутемную аудиторию вносит обернутый полотенцем стеклянный сосуд со смесью водорода и хлора и помещает сосуд в шкаф с прозрачными стенками. Включается освещение, и раздвигаются шторы. В какой-то момент происходит взрыв. Если погода не солнечная, сосуд освещается электрической лампой. Лектор сравнивает энергии связи водорода и хлора, обсуждает механизм цепной реакции и рассказывает о фотохимии, ее законах и причинах воздействия света. Так как объяснить механизм реакции водорода с хлором проще, можно обмануть учащихся и показать взрыв смеси водорода с кислородом.

Катализ и курение. Лектор, рассказывая о катализе, просит подойти к лекционному столу девушку (!), которая курит. Лектор дает ей шипцы с зажатым куском сахара и просит поджечь его пламенем горелки. Сахар не горит. Тогда лектор просит зажечь сигарету, пепел сигареты насыпать на сахар и снова попытаться поджечь его. Сахар загорается слабым синим пламенем. Лектор говорит, что в пепле содержится вещество, ускоряющее горение сахара. “Как узнать, что это за вещество?” - спрашивает преподаватель. “Следует на сахар насыпать одно из веществ, содержащихся в пепле” - отвечает учащийся. “Какие это могут быть вещества?”. Сильные учащиеся называют карбонаты калия или натрия. На кусок сахара насыпаются карбонаты, но сахар не загорается. Лектор сообщает, что катализирует горение сахара ион лития, и предлагает это проверить во время лабораторной работы. Лектор говорит о страшном вреде курения - если пепел способствует горению сахара, то, что же делает с легкими человека проникший в них пепел! В результате - рак легких, на 10 лет более короткая жизнь и даже влияние на здоровье будущих детей.

Сжатие при нагревании! Рассмотрим подробно на примере, как можно осуществить подход к лекционному эксперименту, учитывая требования формирования творческого мышления, развития научной речи и общения учащихся с преподавателем и между собой. Воспользуемся интересным опытом, касающимся свойств высокомолекулярных соединений.

Лектор спрашивает, как влияет повышение температуры на длину металлического стержня. Из школьного курса физики и повседневной жизни все знают, что это приводит к увеличению его длины. Теперь

лектор просит предсказать влияние температуры на длину резиновой полоски. Пользуясь имеющимися у них знаниями, учащиеся обычно отвечают, что длина ее должна увеличиться. Преподаватель знает, что ответ неправилен, но не говорит этого, предлагая аудитории найти ошибку и обсудить ее причины.

Лектор дает каждому учащемуся по полоске резины шириной 1 см и длиной 6-10 см. Очень удобно нарезать полоски из резинового медицинского бинта. Резко растянув полоску и немедленно прикоснувшись ею к коже над верхней губой (очень чувствительное к изменению температуры место), учащиеся ощущают, что растянутая полоска резины нагрелась. Следовательно, растяжение резины сопровождается выделением теплоты, что записывается в виде квазихимического (как бы химического) уравнения:

$$(\text{нерастянутое состояние}) \rightarrow (\text{растянутое состояние}) + Q$$

Лектор спрашивает, почему теплота выделяется? Кто-то замечает, что выделение теплоты происходит из-за трения между смещающимися при растяжении участками резины. Тогда лектор советует приклонить к коже губы полоску сразу же после ее сжатия. При быстром ослаблении натяжения четко ощущается охлаждение полоски. Следовательно, внутреннее трение не является причиной изменения температуры полоски. Можно записать новое уравнение:

$$(\text{нерастянутое состояние}) = (\text{растянутое состояние}) + Q$$

Принцип Ле Шателье. Теперь предлагается, воспользовавшись принципом Ле Шателье, предсказать, как поведет себя полоска резины при повышении температуры. Зная, что при повышении температуры происходит поглощение теплоты, учащиеся предполагают, что резиновая полоска должна стать короче, и приходят к неожиданному выводу, что при повышении температуры длина некоторых предметов становится меньше. В этот момент возникает проблемная ситуация, заключающаяся в несоответствии имеющихся знаний и результатов опыта, и начинается активная мыслительная деятельность. Возможны два пути объяснения обнаруженного противоречия: или принцип Ле Шателье неприменим к данному процессу, или же резина ведет себя не так, как металл. Почему?

Лектор предлагает проверить правильность принципа Ле Шателье (система стремится ослабить оказываемое на нее воздействие процессом, ослабляющим это воздействие). Лектор просит предложить конструкцию прибора для проверки правильности предположения и нарисовать его схему в тетради. Лектор проходит между рядами, показывая свою заинтересованность в правильном решении. Заслушав выступления двух-трех учащихся, преподаватель объясняет устройство стоящего на столе самодельного прибора или показывает его рисунок на экране (рис. 7-2).

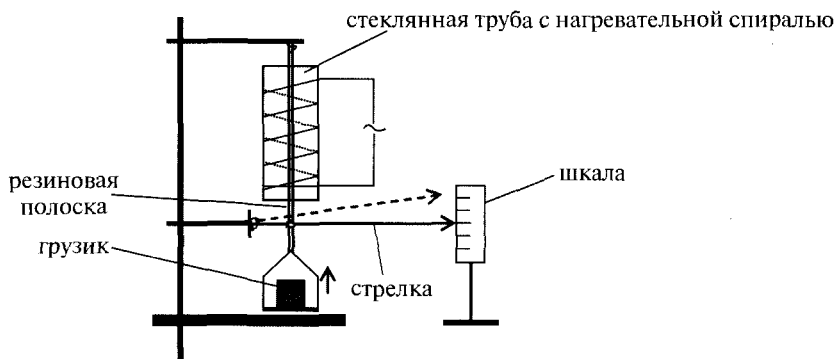


Рис. 7-2. Установка для изучения влияния температуры на длину резиновой полоски

К резиновой полоске подвешена чашка для небольшого груза. Опыт можно ставить и без чашки для груза, а закрепить конец резиновой полоски на плите штатива, но тогда опыт не будет столь наглядным. Верхняя часть полоски пропущена через нагреватель, которым служит кусок широкой стеклянной трубки с навитой на него спиралью от электрической плитки. Для получения различных температур ток на нагреватель подается через трансформатор.

Несколько ниже нагревателя к полоске привязана стрелка - отрезок тонкой алюминиевой проволоки, укрепленной концом к опоре. Шкалой служит лист белой бумаги с делениями. При включении электрического тока резина нагревается, и из-за ее сокращения стрелка поднимается вверх. Следовательно, принцип Ле Шателье правилен, и объяснение обнаруженного и непонятого явления следует искать в особых свойствах резины.

Энтропия. Возможны различные объяснения результатов этого эксперимента. Так, этот эксперимент может быть использован для ознакомления с энтропией. Если учащиеся знакомы с элементами химической термодинамики, то можно рекомендовать другой ход рассуждений, показывающий, как использование представлений химической термодинамики позволяет судить о структуре веществ и о природе протекающих в них процессах. Какому состоянию резины, нерастянутому (сжато) или растянутому отвечает большая **степень порядка** в расположении молекул? Когда молекулы расположены более упорядоченно - при нахождении в нерастянутом или в растянутом состоянии? Ответить на эти вопросы довольно трудно, и аудитория разделяется на две части, каждая защищает свое мнение. Все знают, что из растянутого состояния резина самопроизвольно переходит в нерастя-

нудое состояние, и, очевидно, оно характеризуется большей **вероятностью**. Здесь используется житейское, обыденное представление о вероятности как о выражении степени нашей уверенности в наступлении некоторых событий (а не термодинамическая и математическая вероятность).

Сопоставим вероятность и степень беспорядка. Какое состояние системы более вероятно - состояние порядка или беспорядка? Преподаватель может спросить: “Какое состояние более вероятно - нерастворимый кусок сахара на дне стакана с водой или же раствор сахара?”. Все знают, что сахар самопроизвольно растворяется в воде, при этом система из состояния высокого порядка (кристаллический сахар и молекулы воды) переходит в более вероятное, более беспорядочное состояние, когда молекулы сахара сахарозы равномерно распределены среди молекул воды. Следовательно, более вероятному состоянию системы отвечает большая степень беспорядка.

Если более вероятно нерастянутое состояние резины, то ему должно отвечать состояние с большим беспорядком. Учащиеся согласны с выводом, но чувствуют, что объяснение недостаточно, хотя оно и верно. Трудно поверить, что нерастянутое состояние характеризуется большим беспорядком. Действительно, многие догадываются, что меньшему объему вещества должен отвечать больший порядок и, соответственно, меньший беспорядок. Так при нагревании газа его объем увеличивается, молекулы приобретают большую свободу перемещения, и беспорядок в системе возрастает. По-видимому, учащиеся переносят имеющиеся у них знания о поведении газа на свойства резины и считают, что в нерастянутом состоянии резина имеет меньший объем, и делают неправильный вывод о большем порядке в расположении молекул.

Для правильного толкования эксперимента необходимы новые сведения. Преподаватель может попросить учащихся попытаться самостоятельно объяснить наблюдаемое явление. Можно перенести обсуждение опыта на другое занятие, чтобы у учащихся была возможность самостоятельно познакомиться со свойствами высокомолекулярных соединений и основными положениями молекулярной физики.

Механизмы процессов, протекающих в резиновой полоске при ее растяжении и сжатии, при нагревании и охлаждении, очень сложны. Попытаемся их объяснить качественно и упрощенно. В нерастянутом состоянии резину можно представить в виде клубка длинных и беспорядочно расположенных молекул, точно ком слипшихся в воде макарон. Длинные молекулы резины в её нерастянутом состоянии находятся в беспорядочной ориентации друг относительно друга. Когда полоску резины растягивают, длинные молекулы вытягиваются вдоль направления растяжения, располагаясь более или менее параллельно друг другу, как это изображено на **рис. 7-3**, который лектор проецирует

на экран (Обратите внимание на размер шрифта символов вероятности и энтропии).

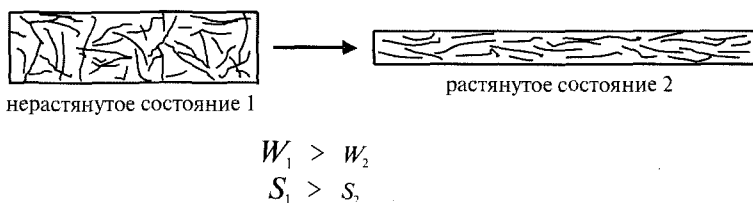


Рис. 7-3. Структура резины в нерастянутом и растянутом состояниях

Близкое к параллельному расположение молекул соответствует большему порядку. Это было доказано рентгенографическим изучением вещества. Как известно, при прохождении через кристалл рентгеновские лучи создают на фотопленке картину дифракционных пятен. Кристаллическое состояние вещества отличается от других состояний более высоким порядком в расположении атомов. Следует заметить, что чем выше температура, тем более размыты пятна, что указывает на уменьшение степени порядка в расположении атомов. Это происходит из-за усиления их колебательных движений в кристаллической решетке при повышении температуры. Было обнаружено, что в растянутом состоянии резина показывает размытые дифракционные пятна, почти незаметные у резины в нерастянутом состоянии. Следовательно, в растянутом состоянии резина более “кристаллична” и характеризуется большим порядком в расположении молекул. Нетрудно объяснить причину сжатия резины при нагревании. При повышении температуры становится более интенсивным тепловое движение молекул, усиливаются колебания молекул, и повышается число их соударений. Усиление колебательных движений атомов в длинной молекуле приводит к уменьшению расстояния от одного конца молекулы до другого. При соударениях молекулы запутываются, и это ослабляет их параллельную ориентацию. Все это приводит к сокращению резиновой полоски.

Понятен и противоположный процесс: выделение теплоты при растяжении резины и поглощение ее при сжатии. При растяжении резины молекулы вытягиваются в одном направлении, уменьшается размах их колебательных движений, и избыток энергии молекул выделяется в виде тепловой энергии. При сжатии, наоборот, молекулы получают большую свободу движения и поглощают теплоту из окружающего пространства, что приводит к охлаждению резины. Этот эксперимент позволяет ввести представление об энтропии и ее изменении в различных процессах. Энтропия - это мера беспорядка и количественное выражение вероятности существования веществ в различных состояниях: $S = R \ln W$. Определим знак изменения энтропии при растя-

жении резиновой полоски. Обозначим исходное нерастянутое и конечное растянутое состояния индексами 1 и 2 соответственно.

нерастянутое состояние $\rightarrow$ растянутое состояние

вероятность W_1

вероятность W_2

энтропия S_1

энтропия S_2

Для определения изменения энтропии ΔS из величины, характеризующей конечное состояние системы, вычитается величина, характеризующая ее начальное состояние:

$$\Delta S = S_2 - S_1 = R \ln W_2 - R \ln W_1 = R \ln(W_2/W_1),$$

вероятность растянутого состояния ниже, чем нерастянутого:

$$W_2 < W_1, \text{ поэтому } W_2/W_1 < 1 \text{ и } \ln(W_2/W_1) < 0.$$

Следовательно, $\Delta S < 0$, т.е. при растяжении резины произошло понижение энтропии.

В противоположном процессе самопроизвольного возвращения резины в нерастянутое состояние знак изменения энтропии станет противоположным, $\Delta S > 0$, так как система из менее вероятного состояния переходит в более вероятное. Полученные выводы важны, так как по знаку изменения энтропии можно судить о различного рода процессах, связанных с разрывом одних химических связей или образованием других. Так, можно предположить, что при растяжении резины вытягивание молекул резины (полимера) будет способствовать увеличению числа точек соприкосновения молекул друг с другом (их боковыми частями), а это приводит к усилению взаимодействия молекул (типа Ван-дер-Ваальсового взаимодействия) и даже к образованию непрочных химических связей (типа водородных связей).

В то же время мы знаем, что образование химической связи сопровождается выделением теплоты. При растяжении резиновой полоски также наблюдается выделение теплоты. Учащиеся могут сделать вывод о возможном усилении взаимодействия молекул в этом процессе, а собственной кожей они в полном смысле слова ощущают образование и разрыв связей при растяжении и сжатии резины.

Лектор может предложить придумать конструкцию мотора, в котором использовалось бы сокращение и растяжение резины при изменении температуры. Ответ: велосипедное колесо, в котором вместо спиц натянуты полоски резины. При освещении (нагревании) одной половины колеса оно начнет медленно вращаться в связи с сокращением резины и смещением центра колеса. Этот двигатель был предложен

американским физиком-теоретиком, лауреатом Нобелевской премии Ричардом Фейнманом (1918-1988), реформатором преподавания физики в вузе.

Постановка лекционного эксперимента описанным приемом показывает ход создания проблемных ситуаций и последовательность их решения. При проведении эксперимента возбуждается интерес к изучаемому явлению не только у учащихся, интересующихся химией, но и у тех, кто предпочитает физику, биологию и даже математику (междисциплинарные связи). Это позволяет вовлечь в самостоятельную работу на лекции значительно большее число учащихся. На примере этого эксперимента они видят, что для объяснения какого-либо явления недостаточно знаний из одной области науки, а необходимо пользоваться всем комплексом знаний, приобретенных при изучении других дисциплин.

После лекционного эксперимента, разумеется, совсем не обязательно все вышеприведенные рассуждения проводить на лекции, их можно перенести на семинар, продолжив серию вопросов, или перенести в самостоятельную внеаудиторную (домашнюю) работу. Например, может быть предложено задание о том, какие другие вещества ведут себя подобным образом, т.е. расширяются при охлаждении (лед, жидкая вода в интервале температур от 0 до +4 °С, кристаллический висмут, некоторые сорта чугуна, бетона и другие). Для объяснения аномального поведения воды привлекаются сведения о строении ее молекул, водородных связях и т.п. Заметим, что этот эксперимент с успехом может быть поставлен и на семинарском занятии.

В настоящее время роль **лекционных демонстраций**, как средств обучения и наглядного ознакомления с изучаемым объектом постепенно снижается, благодаря использованию графопроекторов и видеопроекторов. Тем не менее, диаграммы и таблицы часто вывешиваются на стенах аудитории. Демонстрируемая таблица должна быть простой и содержать не более двух-трех строчек и столько же столбцов, иначе она не понимается учащимися. На научных докладах сложные таблицы не воспринимаются даже знакомыми с этой областью науки учеными. Слова и цифры таблицы следует записывать максимально большим шрифтом. Если лектор предполагает, что таблицу или диаграмму учащийся должен перенести в конспект, следует приостановить чтение лекции.

Таблицы и диаграммы могли быть изготовлены давно, и в них, возможно, использованы устаревшие обозначения свойств и единицы измерения, не принятые сейчас знаки термодинамических характеристик веществ, способ записи уравнений электродных процессов и т.п.

Рисунки должны быть простыми, не перегруженными информацией, и подтверждать или доказывать то, о чем говорит лектор. Необходимые для лекции иллюстрации следует показывать в тот момент, когда начинается рассмотрение соответствующего материала. Лектор во время об-

суждения какого-либо явления обращается к аудитории со словами: “Это видно из этой таблицы”, “Сказанное иллюстрируется этим графиком” и т.п. После окончания обсуждения рисунки и таблицы лучше убирать, так как они стали понятными и отвлекают учащихся.

Заполнение демонстрационного стола приборами и стен аудитории таблицами полезно на первой лекции, но сильно отвлекает внимание учащихся от основной темы лекции. Обилие демонстраций украшает лекцию, создает впечатление о ее высокой научности и большой подготовительной работе лектора, но они ослабляют внимание учащихся в начале лекции и во время лекции, не дают сосредоточиться на содержании лекции. Учащиеся с любопытством рассматривают демонстрации, не понимая их назначения, а когда лектор непосредственно обращается к демонстрациям, они уже не имеют значения для учащихся.

Вопросы и задания

1. Выберите любой понравившийся вам опыт по химии и оформите его в виде лекционного эксперимента.

2. К одной из тем учебника, которую вы собираетесь представить в виде лекции, составьте перечень лекционных демонстраций и изготовьте их (можно воспользоваться пленкой и графопроектором).

Рекомендуемая литература

1. Полосин В.С. Особенности и классификация демонстраций по химии // 1985. - № 5. - С. 48-50.

2. Полосин В.С. О трех сторонах демонстраций опытов по химии // Химия в школе. - 1980. - № 6. - С. 48-50.

3. Полосин В.С. Учебный эксперимент в “Основах химии” Д.И. Менделеева // Химия в школе. - 1984. - № 1. - С. 23-25.

4. Общая методика обучения химии. Т. 1. Под. ред. Л.А. Цветкова. - М.: - 1981. - 224 с.

5. Кротков В.В. О сравнительной эффективности техники демонстрационного эксперимента // Химия в школе. - 1983. - № 5. - С. 50-52.

6. Зайцев О.С. Пути усиления обучающей функции демонстрационного эксперимента // Химия в школе. - 1979. - № 5. - С. 55-61.

7. Чертков И.Н. Связь мысленного и реального эксперимента // Химия в школе. - 1987. - № 4. - С. 54-56.

8. Иванова М.А., Кононова М.А. Химический демонстрационный эксперимент. - М.: 1984. - 208 с.

9. Платонов Ф.П. Лекционные опыты и демонстрации по общей и неорганической химии. - М.: - 1976. - 327 с.

10. Полосин В.А. Лекционные опыты по общей химии. - М.: - 1950. - 303 с.

11. Спицын В.И., Субботина Н.А., Санталова Н.А. Руководство к лекционным демонстрациям по неорганической химии. - М.: - 1977. - 194 с.

12. Алимарин И.П., Фадеева В.И., Дорохова Е.Н. Демонстрационный эксперимент по общему курсу аналитической химии. - М.: - 1974. - 288 с.

13. Болдырев А.И. Демонстрационные опыты по физической и коллоидной химии. - М.: - 1976. - 255 с.
14. Галинкер В.С., Хоцяновский О.И. Лекционные опыты и демонстрационные материалы по физической и коллоидной химии. - Киев.: - 1965. - 116 с.
15. Товбин М.В., Рустямова Е.Г. Лекционные демонстрации к курсу коллоидной химии. - Киев.: - 1967. - 148 с.
16. Хомченко Г.П., Платонов Ф.П., Чертков И.Н. Демонстрационный эксперимент по химии. - М.: - 1978. - 205 с.
17. Алексинский В.Н., Сибриков С.Г. О демонстрации движения ионов в электрическом поле // Химия в школе. - 1984. - № 4. - С. 60-61.
18. Михалева М.В., Пономарева О. Демонстрационные опыты по основам химического анализа // Химия в школе. - 1977. - № 4. - С. 63-66.
19. Сурин Ю.В., Балежина С.С. Демонстрационные опыты при проблемном изучении гидролиза // Химия в школе. - 1980. - № 1. - С. 48-50.
20. Тукмачев Л.М. Демонстрационный эксперимент при изучении электрохимического ряда напряжений металлов // Химия в школе. - 1986. - № 3. - С. 56-58.
21. Тукмачев Л.М. Демонстрационные опыты по тепловым эффектам реакций // Химия в школе. - 1983. - № 5. - С. 46-48.
22. Чернов П.П. Демонстрационная бюретка // Химия в школе. - 1975. - № 4. - С. 77-79.
23. Першин Р.В. Демонстрация опытов с использованием графопроектора // Химия в школе. - 2001. - № 6. - С. 64-71.
24. Зазнобина Л.С. Демонстрационный опыт: Это так просто // Химия в школе. - 1994. - № 4. - С. 72-73. Начало см. 1993. - № 3.
25. Жуков П.Н. Демонстрация воспламенения смеси аммиака с кислородом // Химия в школе. - 2004. - № 4. - С. 63.

7.4. Лабораторный химический практикум

Исторически лабораторные занятия появились позже книжного и лекционного обучения, когда потребовалось усвоение накопленных предыдущими поколениями практических навыков для получения новых знаний. Иногда предлагалось отменить лекции, но никто не сомневается в важности лабораторных занятий. Цель лабораторных работ - научить приемам научной работы и объяснению наблюдаемых явлений и выведенных закономерностей для получения новых для учащихся, но известных науке знаний, чтобы в своей будущей деятельности специалисты могли самостоятельно получать объективно новые знания.

Учащимся следует объяснить, что понятие “практикум” используется в нескольких различных смыслах: вид учебной деятельности, книга с описанием работ, помещение для выполнения лабораторных заданий.

Эксперимент в высшей школе характеризуется сближением методов обучения с методами изучаемой науки, поэтому основная роль

практикума заключается в развитии у учащихся **научного мышления**, умения понимать сущность изучаемых явлений, в повышении интереса к науке, в приобщении к научному поиску и т.д. Лабораторные работы - важная форма самостоятельной работы учащихся для развития способностей к научному **общению** и научной **речи**.

В соответствии с теорией поэтапного усвоения знаний, лабораторный практикум призван осуществлять усвоение нового знания в этапе **материального действия**. Это означает, что новое знание проходит усвоение, в полном смысле слова, благодаря движениям рук. По теории поэтапного усвоения знаний изучение нового материала в лабораторном практикуме следует за лекцией.

При проблемном обучении некоторые преподаватели считают полезным новое знание в виде проблемы вводить впервые в лабораторное задание, предполагая, что стремление разрешить проблему приведет к эффективной познавательной деятельности на лекции (учащийся пытается найти новые или дополнительные знания для решения проблемы). Однако последовательность **“практикум - лекция”** создает немало трудностей для преподавателя. Многие учащиеся, а иногда их большинство, не готовятся к лабораторному занятию (не создают самостоятельно ориентировочную основу познавательной деятельности), и это резко ограничивает их способность искать и замечать проблемы в содержании лабораторной работы и в результатах эксперимента.

Студенты-нехимики первого курса настойчиво просят соблюдать последовательность **“лекция - практикум”**, тем не менее последовательность **“практикум - лекция”** не встречает у них противодействия после одного-двух месяцев обучения. У студентов старших курсов последовательность **“практикум - лекция”** не вызывает возражений и не приводит к отрицательным последствиям. Иногда лабораторные занятия устраиваются по окончании всего лекционного курса или некоторой его части (темы), иногда, наоборот, до лекционного курса (это доступно хорошо подготовленным студентам).

Проблемное выполнение лабораторных работ связано с большими трудностями: поиски решения отнимают много времени, и учащиеся не успевают выполнить задание. Поэтому большинство преподавателей предпочитают алгоритмизированные предписания для выполнения лабораторных работ. При слабой подготовке учащихся лабораторный практикум вместо проблемного превращается в алгоритмизированный и выполняется без желаемого осмысления. В то же время даже при преимущественно алгоритмизированном обучении можно предлагать выполнить 1-2 простых проблемных опытов. Хорошие результаты были получены, если одно из последних лабораторных занятий сделать исследовательским, но это возможно, если учащиеся ранее выполняли проблемные опыты. Учащиеся лучше относятся к проблемному и исследовательскому характеру лабораторных занятий, если

лекции имеют проблемный характер. Когда учащиеся инертно слушают скучную лекцию и так же ведут себя на семинарских занятиях, проблемные эксперименты их не привлекают.

Способ составления задания влияет на усвоение и понимание получаемых в эксперименте знаний. Например, при изучении гидролиза предлагается к раствору соли добавить несколько капель индикатора и сделать вывод о среде раствора. При другом проведении опыта к небольшому количеству воды добавляется несколько капель индикатора и отмечается среда воды. Затем в ту же воду вносится несколько кристалликов соли и по цвету раствора делается вывод об изменении среды раствора и проходящих реакциях. Второй способ в методическом отношении более ценен: наблюдается растворение соли и изменение среды раствора (а не просто отмечается среда раствора).

Разработки для лабораторных работ могут быть составлены с полной или неполной **ориентировочной основой**. Полная ориентировочная основа - это алгоритм экспериментальной деятельности. Задания с полной ориентировочной основой привлекают учащихся, а преподаватели стараются предлагать именно такие задания, так как подробная пропись операций и действий разрешает преподавателю принимать минимальное участие в лабораторном занятии. **Неполная** ориентировочная основа заставляет искать пути выполнения опыта, составлять ориентиры для последующей деятельности, искать недостающую информацию в учебниках или спрашивать у преподавателя. Любое проблемное задание характеризуется неполной ориентировочной основой деятельности.

При составлении разработок лабораторных заданий желательно предусмотреть **многовариантность** опытов, проведения реакций и исследований веществ. Например, при определении мольной массы элемента учащиеся по указанию преподавателя используют цинк, магний, алюминий, железо и различные реагенты (соляная или серная кислота, растворы гидроксидов натрия или калия). Энтальпия нейтрализации определяется у различных кислот (соляная, серная, фосфорная, уксусная) и оснований (гидроксиды натрия, калия, кальция). Многовариантность заданий позволяет организовать общение учащихся при сборе информации и получать выводы обобщающего характера (вплоть до представления о сильных и слабых электролитах).

В пособии автора "Исследовательский практикум по общей химии" была сделана попытка представления исследовательской экспериментальной деятельности пронумерованной последовательностью действий по теоретической подготовке и выполнению эксперимента. Предполагалось, что преподаватель учащемуся или малой группе, в зависимости от их подготовленности, предлагает **маршрут деятельности** в порядке указанных номеров. Такой подход позволяет подготовленным учащимся не выполнять те опыты, которые доступны слабо подготовленным, и наоборот. Однако этот прием, несмотря на его привлека-

тельность, оказался не принятым преподавателями, так как требует значительных затрат времени на подготовку заданий и проверку их выполнения. Преподаватели предпочли традиционную методику выполнения одного и того же набора опытов.

Обсудим организацию работы в лабораторном практикуме. Учащиеся выполняют лабораторное занятие не поодиночке, а **небольшими группами** по 3-5 человека. Желательно, чтобы они занимали один лабораторный стол.

При групповой работе учащиеся находятся под взаимовлиянием, что повышает их познавательную заинтересованность и активность, позволяет каждому участнику получать стимул к учебной работе. Эксперимент выполняется групповым способом, но ответственность за его результаты несет каждый учащийся. Можно перечислить много других положительных особенностей групповой формы лабораторных занятий. В частности - развитие взаимопомощи, освобождение от неуверенности, вера в свои силы, решительность, самостоятельность и т.п.

Преподаватели высказывают различные мнения о составе **малой группы**. Одни считают, что группы следует подбирать по подготовленности учащихся - из слабых, средних и сильных, так как слабые учащиеся среди сильных ухудшают достижения последних. Другие считают, что, наоборот, смешанные группы работают лучше - сильные учащиеся чувствуют себя сильными и поэтому работают активнее, а слабые стремятся следовать за сильными. В педагогике окончательного ответа на этот вопрос нет. Чаще всего состав группы сохраняется таким, каким он образован официальным списком учащихся, хотя замечается различие групп, вызванное распределением по специальностям (факультетам и кафедрам).

В малой группе всегда происходит **распределение обязанностей**: один учащийся предлагает свой ход проведения эксперимента, другой с ним не согласен, один готовит раствор, другой моет лабораторную посуду, собирает прибор, отвешивает реактивы, третий записывает показания прибора под диктовку своего товарища, кто-то на калькуляторе обрабатывает результаты, рисует кривую и т.п. Обсуждение результатов эксперимента и формулировка выводов проводятся всеми участниками группы.

В группе непроизвольно выделяется **лидер** (руководитель). Часто рекомендуемое в педагогической литературе назначение преподавателем лидера постоянно или поочередно на одно занятие нецелесообразно. Среди учащихся встречаются такие, которые не хотят и не могут выполнять обязанности руководителя и прямо-таки страдают от такого назначения, но есть такие, которые непроизвольно подчиняют себе всех членов группы. Преподавателю лучше не вмешиваться в самопроизвольное распределение обязанностей членов группы. Может оказаться, что один и тот же учащийся будет лидером группы на весь период лабораторного практикума. В этом нет ничего плохого - ведь

обществу нужны как руководители, так и исполнители. Лидер обычно выделяется группой не сразу, а по мере прохождения лабораторного практикума. Иногда происходит смена лидера. В некоторых группах простым наблюдением увидеть лидера не удастся и создается впечатление, что группа работает без руководителя.

Иногда обнаруживается, что лидером группы становится учащийся, хорошо знающий материал, обладающий речевыми навыками, коммуникабельный, дисциплинированный, решительный. Сильный по уровню знания, но медлительный, неряшливый, индивидуалистически настроенный участник не становится лидером. Однако не редки случаи, когда в лидеры выходит учащийся, ищущий возможность меньше работать и пользоваться результатами группы. Даже если преподаватель попытается лишить такого учащегося лидерства, он продолжает использовать результаты других участников. Желательно, чтобы преподаватель замечал таких учащихся и предупреждал, что при таком их поведении работа не будет зачтена.

Случается, что в группе выделяются учащиеся, желающие работать индивидуально. В условиях недостатка времени на выполнение сложного эксперимента такие учащиеся убеждаются в необходимости групповой работы и быстро включаются в групповую деятельность. Несмотря на предоставляемую возможность группового выполнения задания, каждый учащийся должен самостоятельно готовиться к лабораторному занятию, вести свой лабораторный журнал, своим языком (своей научной речью) объяснять результаты, формулировать выводы и отчитываться о выполнении работы.

При групповом выполнении лабораторной работы возникает острая и не решенная педагогическая проблема **роли преподавателя** в учебном процессе. Несомненно, что успех групповой познавательной деятельности зависит от личных качеств преподавателя, его эмоционального склада, характера, любви или не любви к своей преподавательской работе, отношения к учащимся (“любимчики” и “нелюбимчики”). Обсудим возможные варианты участия преподавателя в групповой учебной деятельности при выполнении лабораторного практикума.

1. Преподаватель не вмешивается в выполнение группой лабораторной работы, а следит за дисциплиной и соблюдением правил техники безопасности. Учащиеся обращаются к преподавателю, если возникают непреодолимые трудности. Присутствие преподавателя сильно сказывается на работе учащихся: даже сидящий преподаватель, который не вмешивается в деятельность группы, влияет на ее работу. Учащиеся работают более целеустремленно, быстрее, аккуратнее, у них меньше страха перед возможными неудачами. Следует отметить, что иногда требуют, чтобы преподаватель все время был среди группы, стоял у рабочих мест учащихся и переходил от одного к другому. Такая роль преподавателя спорна - учащиеся теряют желание ра-

ботать самостоятельно и тяготятся непрерывным надзором. Важно, чтобы преподаватель видел своих учащихся и подходил к ним, когда замечает нарушение дисциплины или техники безопасности.

2. Постоянное и непосредственное участие преподавателя в групповой работе учащихся может выражаться двумя крайними случаями: преподаватель-наставник и преподаватель-советник. **Преподаватель-наставник** постоянно вмешивается во все действия группы и отдельных учащихся. Он навязывает свои предложения, не прислушивается к мнению учащихся, болезненно переносит их критические замечания. Лабораторная работа проводится под единоначалием такого преподавателя. Подобного типа преподаватели относятся отрицательно к групповой познавательной деятельности при выполнении лабораторной работы.

3. **Преподаватель-советник** - это оптимальный тип преподавателя для учебного процесса. Идеальный преподаватель как бы сливается с группой своих подчиненных. Учащиеся видят личную заинтересованность преподавателя в успехе эксперимента, желание провести опыт по-новому и стремление помочь группе, отдельным исполнителям и лидеру, когда они сталкиваются с трудностями. Такой преподаватель не показывает, насколько он выше по знаниям, а старается, спустившись до уровня учащихся, постепенно повышать их знания. Такой преподаватель берет в руку пробирку и тигельные щипцы, пробует титровать раствор, проверяет выполненные расчеты, не давшие ожидаемого результата и совместно с учащимися ищет ошибки. Такой преподаватель ошибки учащихся считает своими, неудачи эксперимента не сваливает на группу, а относит себе. Этот преподаватель старается не отчитывать учащихся, а хвалить их за удачи, достижения и успехи.

Групповое выполнение лабораторных занятий формирует у учащихся навыки научного общения и научной речи. **Речь** объединяет людей и координирует их деятельность. Речь - показатель наличия знания и содержание этого знания. Пусть учащиеся в лаборатории разговаривают, советуются между собой, обсуждают детали проведения опыта, обращаются за помощью к преподавателю, дружески критикуют преподавателя, нечетко выразившего свои мысли в разработке к заданию, критикуют авторов учебников, допустивших неточности и ошибки.

Почти полвека назад в практикумы по химии для студентов первого курса был введен **полумикрометод**. С его помощью экономилось значительное количество реактивов и отпадала необходимость дорогостоящего оснащения лаборатории. Учебная работа выглядела примерно так. Студент усаживался на свое место перед лабораторным столом и открывал книгу и рабочий журнал. Перед ним был набор всех необходимых реактивов, заранее приготовленных лаборантом, и определенное число маленьких пробирок. Студент читал, что к чему нужно доба-

вить по каплям, проводил реакцию в маленькой пробирке и смотрел, совпадает ли результат (изменение окраски, выделение газа, образование или растворение осадка) с тем, который записан в инструкции. Из пособия уравнивание реакции со всеми объяснениями аккуратно и почти полностью переносилось студентом в лабораторный журнал. Студент показывал преподавателю штатив с пробирками, и преподаватель выставлял оценку за наличие пробирок с продуктами реакций и полноту переписанного из книги.

Работая полумикрометодом, студент не отходил от своего места в поисках чего-либо, не задавал вопросов преподавателю или соседу, если что-нибудь не получалось, а это и не могло случиться - в пособии были только те опыты, которые безупречно получались. Обдумывание, внутригрупповое взаимодействие, речь, активность и самостоятельность студентов почти полностью исключались. В таких лабораториях были порядок и чистота, было тихо, и преподаватель или сидел за своим столом, или молча ходил между лабораторными столами, выполняя роль строгого и неприсутственного надзирателя. Преподавателей водили на экскурсии в такие лабораторные практикумы.

Полумикрометод в преподавании химии был оторван от реальных, даже простейших химических операций, используемых в науке (приготовление растворов, взвешивание, определение среды раствора рН-метрами и т.п.). Этот метод давал студенту знание множества часто несвязанных и рассчитанных на запоминание фактов. В то же время следует отметить, что полумикрометод приучал студента работать экономно и аккуратно. Полумикрометод стимулировал преподавателей разрабатывать новые опыты с малыми количествами реактивов и строгими условиями их проведения.

Деятельностный и системный подходы, проблемный метод обучения, теория поэтапного усвоения знаний, необходимость формирования творческого химического мышления, развития речи и способности к научному общению заставили отказаться от полумикрометода и перейти к лабораторным работам с использованием приборов и выполнению студентами тех химических действий, которые ему понадобятся в будущей работе по специальности.

В практикумах обычно используется фронтальное (поточное) и маршрутное прохождение работ. При **фронтальном** выполнении все выполняют одно и то же задание. Для этого требуется большое число одинаковых приборов, но работа малыми группами позволяет в 3-5 раз уменьшить число требующихся приборов и, тем самым, использовать в лаборатории новое современное и дорогостоящее оборудование. При **маршрутном** выполнении практикума учащиеся выполняют задания по графику (маршруту), переходя от одного рабочего места (прибора, установки) к другому, что позволяет оборудовать лабораторию малым числом современных приборов. Маршрутный практикум не может проводиться синхронно с лекционным курсом и семинар-

скими занятиями и требует большой самостоятельной подготовки учащихся к каждому лабораторному занятию. Этот способ проведения практикума неприменим для студентов первого курса и используется чаще всего на старших курсах.

Внешний вид лаборатории сильнее всего влияет на качество работы учащихся. Современные приборы и приспособления, чистые, покрытые пластиком столы, одинаковые по форме табуретки, расставленные по своим местам, яркое освещение, склянки с растворами, действующие воздушные полотенца, протертые меловые доски или работающий графопроектор с меняющимися сообщениями, электронные калькуляторы, компьютеры, справочники по химии, таблицы элементов Д.И. Менделеева, портреты выдающихся химиков, вентиляция – все это имеет огромное значение для создания творческой атмосферы во время работы.

Многие другие детали, кажущиеся мелочами, влияют на работу учащихся и эффективность лабораторных работ. Преподаватели в сверкающих белых халатах открывают дверь лаборатории в точно назначенное время. Они улыбаются и просят студентов улыбаться. Один из преподавателей строго смотрит, чтобы учащийся был в халате и не проносил в лабораторию верхнюю одежду. Если гардероб не работает, одежда помещается в полиэтиленовые пакеты и убирается в лабораторные шкафы. Учащийся подходит к своему рабочему месту, которое прибрано, протерто от капель и крупинок реактивов, с вымытыми и установленными в подставки пробирками, с чистыми стаканами и колбами на полках, со штативом, повернутым своей плитой и всеми лапками и кольцами к работающему. Только при этих условиях можно требовать от учащегося уборки своего рабочего места после окончания эксперимента. Портфели, сумки не должны валяться на полу или лежать на лабораторном столе, а должны находиться в специально отведенных шкафах. На первом занятии, после беседы о технике безопасности, каждый учащийся расписывается в том, что он ознакомлен с этими правилами.

Очень полезно посоветовать учащимся, чтобы они во время работы обращались за советами и помощью к **другим учащимся**. Пусть в лабораторном практикуме стоит шум и беготня, учащиеся обсуждают вопросы, связанные с выполнением задания, разыскивают на полках реактивы, готовят растворы, собирают числовые данные, полученные другими группами. Преподаватель и лаборанты зорко следят за соблюдением правил поведения и техники безопасности. Категорически запрещаются игры, шалости, магнитофоны, бутерброды, яблоки, жевательная резинка и т.п. Мобильные телефоны отключены. Преподаватели и лаборанты не должны ни на минуту покидать студентов (кофе, чай и т.п.) и не собираться группой для разговоров.

Дисциплина, нормы поведения и работы, соблюдение техники безопасности относятся к тем элементам учебного процесса, которые

не вводятся постепенно, а задаются жесткими и обязательными требованиями с первых минут занятий. Неожиданное ужесточение дисциплины обычно не приносит желаемых результатов.

После окончания работы каждый учащийся “сдает” свое место преподавателю (а не лаборанту, как иногда принято). Работа считается выполненной, если рабочее место приведено в то же состояние, что и до начала работы. Это должно быть с первого занятия обязательным правилом. Преподаватель на рабочем месте учащегося подписывает его рабочий журнал и делает отметку в практикантской книжке. Характер проведения первого занятия, как и первой лекции, сильнее всего сказывается на всей последующей работе учащихся в лабораторном практикуме.

Важнейшим элементом лабораторного практикума является ведение учащимися **рабочего журнала** и составление отчета по выполненному заданию. Несмотря на групповой характер выполнения лабораторных заданий, ведение журнала должно проходить индивидуально. Преподаватель на первом занятии говорит, что к каждому занятию необходимо готовиться. Для этого изучается рекомендуемый материал из учебника, решаются задачи, относящиеся к теме работы, обязательно прочитывается содержание работы и в журнале заранее записываются: дата, название эксперимента, его цель, план работы, краткие теоретические обоснования, условия проведения эксперимента, формулы для расчетов и требующиеся для эксперимента расчеты, рисунки приборов, заготовки таблиц и графиков.

Во время работы учащийся подробно описывает эксперимент, проводит вычисления, составляет таблицы и рисует графики зависимостей, выражает результаты формулой и предлагает выводы. Измерение необходимо повторять три раза, чтобы избежать случайной ошибки. Следует стараться обрабатывать результаты во время занятия, что позволяет обнаружить какое-либо несоответствие и изменить условия опыта. Нельзя записывать результаты измерений на черновике, так как при переписывании происходит отбор лучших результатов и можно сделать ошибки. Преподаватель обязательно говорит о точности измерений и правилах округления чисел. Подробно и доступно для студентов первого курса это изложено в “Практикуме по общей химии”, 3 изд, изд-во МГУ, 1981 г., с. 39–76. Отчет о выполненной работе оформляется во время занятия, но разрешается это делать во внеаудиторное время. К отчету желательно предъявлять те же требования, что и к научной статье.

Полезно преподавателю выделить немного времени практикума или семинара для **группового обсуждения** результатов лабораторной работы. Каждое новое предложение участника дискуссии повысит многосторонность рассмотрения изучаемого объекта и выбор гипотезы, которая наилучшим образом удовлетворяет результатам эксперимента и мнениям (знаниям) самих учащихся. Одновременно с созда-

нием и усвоением нового знания развивается научная речь учащихся и их научное общение.

Некоторые преподаватели считают, что лабораторные задания невозможно организовать проблемным или исследовательским методами (для студентов первого курса). Действительно, когда идет речь о формировании важнейших и простейших навыков экспериментальной работы, например, фильтровании, титровании, работе с рН-метром и т.п., трудно придумать проблемное содержание подобных заданий.

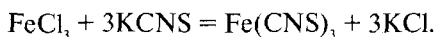
В пособиях по лабораторному практикуму нет заданий по **конструированию** простейших приборов. Студенты первого курса почти не умеют обращаться со штативом, собирать простейшие стеклянные приборы, не знают названий многих лабораторных изделий. Студенту можно предложить изготовить прибор, например, для измерения объема выделяющегося газа, для непрерывного получения углекислого газа или водорода (типа аппарата Киппа), для изучения скорости каталитического разложения пероксида водорода или разработать другие, более сложные, лабораторные приборы. Подобные задания имеют высокую обучающую функцию, но в обучении химии не используются.

Постановка **исследовательских работ** и их оформление могут быть весьма различны. При выполнении исследования студенты планируют эксперимент и предсказывают результаты. Необходимая информация находится из справочников или из банка данных компьютерной системы. Получаемые числовые данные используются для решения задач на семинарских занятиях и во внеаудиторной работе. Чем более приближена учебная деятельность учащегося к научной, тем выше заинтересованность в выполнении задания и тем выше воспитательный эффект лабораторной работы.

Растворимость, ионная сила и комплексобразование. Даже для студентов первого курса можно поставить простейшие исследовательские эксперименты. Например, растворить в стакане с водой сахар для получения насыщенного раствора, но так, чтобы на дне оставался очень тонкий слой сахара. Теперь при перемешивании небольшими порциями добавить в раствор мелко измельченную поваренную соль. Происходит ли уменьшение слоя сахара? Изменилась ли его растворимость? Приготовим насыщенный раствор тригидроксида железа. Начнем добавлять в раствор поваренную соль. Что произойдет с осадком тригидроксида? Будем добавлять другие вещества (кислота, щелочь). Влияние ионной силы раствора, реакция нейтрализации, амфотерный переход или образование комплексного иона? Подобных простых исследовательских опытов преподаватели могут придумать множество, но в них должно объединяться как можно больше знаний из различных разделов курса.

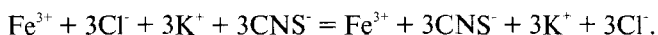
Поведение тиоцианата железа в растворе. Обычно принцип Ле Шателье иллюстрируется реакцией тиоцианата (роданида) калия или ам-

мония с хлоридом железа и предлагается следующая запись уравнения реакции:

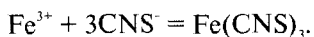


Предполагается, что ярко-красная окраска раствора вызвана образованием тиоцианата железа. Для подтверждения принципа Ле Шателье к порции окрашенного раствора добавляются растворы хлорида железа и тиоцианата калия, что приводит к усилению окраски, и объясняется смещением равновесия вправо, в сторону окрашенного тиоцианата железа. При добавлении в раствор концентрированного раствора хлорида калия или его кристаллов окраска раствора заметно ослабевает, что объясняют смещением равновесия влево и уменьшением в растворе содержания окрашенного тиоцианата железа.

После выполнения этих опытов преподаватель просит написать уравнение реакции в ионном виде. Большинство студентов первого курса считают, что все соли являются сильными электролитами, и записывают такое уравнение, в котором правая и левая части состоят из одних и тех же ионов:



Студенты с удивлением обнаруживают, что при таком написании уравнения реакции все члены в правой и левой частях уравнения реакции сокращаются, и наблюдавшееся на опыте смещение равновесия необъяснимо. В этот момент преподаватель объявляет, что студенты могут проводить любые опыты (лишь бы не опасные) для объяснения этого непонятого явления. Начинается групповое обсуждение возникшей проблемы. Кто-то вспомнит или узнает из учебника, что некоторые соли бывают слабыми электролитами. Хлорид железа в концентрированном растворе может вести себя как слабый электролит, но в данном опыте раствор хлорида железа разбавленный. Выдвигается предположение, что тиоцианат железа ведет себя как слабый электролит. Тогда уравнение реакции в сокращенном молекульно-ионном виде становится таким:



Это уравнение хорошо объясняет смещение равновесия вправо при добавлении веществ, содержащих ионы Fe^{3+} и CNS^- . Возникает новый вопрос: почему добавление хлорида калия приводит к кажущемуся смещению равновесия влево? Снова следуют различные предложения студентов. Но хлорид калия в водном растворе - это ионы калия и хлорид-ионы. Может быть, имеет смысл выяснить, какой из ионов влияет на изменение окраски и смещение равновесия? Как следует поступить? Конечно, предлагают студенты, следует взять соли, содержащие

по одному из этих ионов. В реакционную систему вводятся кристаллы или раствор хлорида натрия, т.е. проверяется действие ионов калия на равновесие. Окраска раствора ослабляется, как и при введении хлорида калия. Следовательно, катионы как будто бы на равновесие не влияют, а смещение равновесия вызвано введением хлорид-ионов.

Для проверки этого предположения в реакционную систему следует ввести какую-нибудь соль, содержащую катион калия, но не содержащую хлорид-ион, например, нитрат калия KNO_3 . Студенты убеждаются, что введение этой соли приводит к ослаблению окраски и кажущемуся смещению равновесия влево. Это вызывает недоумение у студентов. Что делать дальше? Кто-то из студентов добавляет в реакционную смесь соль, не содержащую одинаковых с хлоридом калия ионов, например, нитрат натрия или сульфат натрия. Результат оказывается тем же самым. Введение других солей приводит к тому же - окраска ослабляется! После такого "открытия" в группе начинается испытание реакционной системы всеми имеющимися на лабораторном столе веществами. Многие из них приводят к ослаблению окраски или к образованию осадка гидроксида железа (действие раствора щелочи).

Студенты так увлекаются предоставленной возможностью исследовать, мыслить, обсуждать, спорить друг с другом, что продолжают испытывать такие вещества, эффект которых не может быть объяснен имеющимися у них знаниями. Например, студенты добавляют в пробирки сахар, глюкозу, карбамид (мочевина), гидроксиды натрия и калия, пероксид водорода, сероводород, сульфид натрия, сульфит натрия, перманганат калия, хлорную, бромную и йодную воду. Они испытывают действие мела, песка, активированного угля, пепла сигареты, кусочков яблока или шоколада, таблетки от головной боли и других попадавшихся под руку веществ.

Самое трудное для преподавателя - найти объяснение обнаруженного явления. Можно, конечно, сказать, что этим экспериментом доказано, что тиоцианат железа - слабый электролит, или подчеркнуть, что пользоваться принципом Ле Шателье следует осторожно. Но можно воспользоваться создавшейся проблемной ситуацией и перейти к изучению комплексных соединений и сообщить, что координационное число иона железа равно 6 (почему?). Формула иона железа в водном растворе может быть представлена формулой $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$.

В растворах хлорида железа хлорид-ионы входят во внутреннюю сферу комплексного иона и частично вытесняют молекулы воды, замещая их. Координационное число сохраняется постоянным. В предельном случае может образоваться ион $[\text{FeCl}_6]^{3-}$. При введении в раствор хлорида железа тиоцианат-ионов они вытесняют, как более сильные лиганды, молекулы воды и хлорид-ионы. Присутствие даже одного тиоцианат-иона во внутренней сфере комплекса $[\text{Fe}(\text{CNS})(\text{H}_2\text{O})_5]^{2+}$ приводит к появлению окраски раствора. Нетрудно предположить, что окраска раствора связана с числом тиоцианат-ионов во внутрен-

ней сфере комплекса, которое зависит от силы находящихся в растворе лигандов и их концентрации. Такое поведение реакционной системы достаточно хорошо объясняет изменение окраски раствора при введении солей с анионами, могущими быть лигандами и способными вытеснять тиоцианат-ионы из внутренней сферы комплекса.

К объяснению может быть привлечена теория сильных электролитов - при введении в раствор соли повышается ионная сила раствора, что может сказаться на устойчивости комплексных ионов. Для подобного объяснения необходимо иметь представление о константе нестойкости (или устойчивости) комплексного иона, активности ионов и коэффициенты активности. Ответ преподавателя о разрушении тиоцианатного комплекса железа при ослаблении окраски раствора будет правильным, хотя написать уравнение реакции или предсказать продукты реакции совсем непросто.

Вполне допустимым будет ответ преподавателя, что окончательно вопрос о причинах наблюдавшегося поведения системы не решен, и он сам не знает полного ответа на поставленные вопросы. Заметим еще раз, что когда преподаватель говорит, что не знает окончательного ответа на возникшие вопросы, это не есть признание в неграмотности, а есть ориентация учащихся на нерешенные наукой вопросы. К сожалению, учебники и лекции по химии показывают готовые и устоявшиеся знания, но ничего не говорят об относительности знаний, их временной ценности и условности.

Катализаторы разложения пероксида водорода. Студентам можно дать задание на сравнение каталитической способности разложения пероксида водорода различными веществами, такими как диоксид марганца, перманганат калия, хлорид марганца, хромат калия, дихромат калия, хлорид хрома, хлорид меди, хлорид железа, хлорид цинка, соединения молибдена и вольфрама, фосфаты натрия, фосфорная кислота, сульфат натрия, хлорид натрия, хлорид кальция и другие. Желательно, чтобы студенты пришли к выводу, что наибольшей каталитической активностью обладают *d*-элементы с некоторым числом непарных электронов в атоме.

Комплексные и двойные соли. Ниже приводится описание эксперимента "Изучение растворов простых, двойных и комплексных солей железа". Студенты сравнивают поведение трех солей и их ионов в водном растворе. Для этого понадобится знание качественных реакций некоторых катионов и анионов. Все опыты должны сопровождаться уравнениями реакций, объяснениями и выводами. Студенты работают самостоятельно. Задание представлено двумя вариантами, которые преподаватель распределяет по группам.

Вариант 1. Изучение растворов солей



Вариант 2. Изучение растворов солей FeCl_3 , $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ и $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$.

Требуется доказать присутствие тех или иных ионов в растворе соли и объяснить полученные результаты. Студент может предложить программу исследования, но может воспользоваться приводимой ниже последовательностью опытов.

- а). Докажите присутствие или отсутствие в растворах ионов железа.
- б). Определите среду растворов. Объясните полученные результаты.
- в). Исследуйте, образуется ли осадок гидроксида железа при действии раствором щелочи (KOH или NaOH).
- г). Подействуйте на изучаемые растворы раствором карбоната натрия (сода).
- д). Испытайте растворы сероводородной водой или раствором сульфида натрия.
- е). Испытайте растворы растворами фосфорной кислоты и фосфата натрия.
- ж). Какие ионы находятся в растворе простой соли?
- з). Докажите присутствие в растворе двойной соли иона аммония NH_4^+ .
- и). Присутствует ли ион калия в растворе комплексной соли?
- к). Докажите присутствие в растворе двойной соли иона SO_4^{2-} .
- л). Что произойдет, если в растворы поместить пластинки меди или цинка?
- м). Проверьте, будет ли проходить электролиз растворов изучаемых солей.

Тенденции развития лабораторного химического практикума могут быть дополнены следующими приложениями.

1. Построение пособия, в котором от задания к заданию уменьшается **число ориентиров**. Описание первых лабораторных заданий может быть построено на полной ориентировочной основе - приводятся конкретные указания для выполнения действий, т.е. задание имеет алгоритмизированный характер. По мере прохождения практикума число ориентиров в задании сокращается, и учащийся находит необходимые ориентиры (сведения) для выполнения задания. Наконец, на заключительном этапе прохождения практикума задание строится на основе обобщенных ориентиров (система науки и т.п.) и студенту предоставляется самостоятельный выбор пути решения задачи.

2. Весь (например, семестровый) лабораторный практикум строится как целостное научное **исследование**, выполняемое на каком-либо одном химическом объекте. Например, учащийся синтезирует вещество, проводит его очистку, определяет плотность, молярную массу, изучает свойства, связанные с термодинамическими и кинетическими характеристиками реакций с участием этого вещества, изучает свойства, ответственные за строение вещества, определяет степень диссо-

циации, pH водного раствора, растворимость, образуемые комплексные соединения или коллоидное состояние.

Какие бы новые эксперименты и разработки не предлагались, всегда следует помнить, что лабораторные работы служат усвоению введенных на лекции и получаемых в опытах новых знаний, развитию научной речи и навыков общения студентов.

Вопросы и задания

1. Предложите приемы усиления исследовательской функции химического эксперимента.
2. Составьте методические рекомендации (разработку) любого понравившегося вам эксперимента (опыта) по химии для выполнения его исследовательским методом.

Рекомендуемая литература

1. Общая методика обучения химии. Под ред. Л.А. Цветкова. - М.: - 1982.: - Т. 2. - 223 с.
2. Герасимов И.Г. Структура научного исследования. - М.: - 1985. - 215 с.
3. Храмович М.А. Научный эксперимент, его место и роль в познании. - Минск.: - 1972. - 232 с.
4. Леонтьев А.А. Педагогическое общение. - М.: - 1979. - 48 с.
5. Донцов А.И. Психология коллектива. - М.: - 1984. - 208 с.
6. Кричевский Р.Л., Дубовская Е.М. Психология малой группы. Теоретический и прикладной аспекты. - М.: - 1991. - 207 с.
7. Лийметс Х.Й. Групповая работа на уроке. - М.: - 1975. - 64 с.
8. Лейман И.И. Коллектив и научное творчество. - В кн.: Научное творчество. - М.: - 1969. - С. 261-270.
9. Лысенко С.М. Организация групповой самостоятельной работы на уроке // Химия в школе. - 1984. - № 1. - С. 52-53.
10. Гузик Н.П. Опыт организации коллективной деятельности учащихся в процессе обучения // Химия в школе. - 1981. - № 4. - С. 21-23.
11. Глориозов П.А. Формирование умений и навыков в процессе обучения химии. - М.: - 1963.
12. Верховский В.Н. Техника и методика химического эксперимента в школе. Т. 1. - Л.: - 1947. - 526 с.; Т. 2. - Л.: - 1949. - 487 с.
13. Телешов С.В., Мирюгина Т.А. Изобретательская азбука Верховского. К 100-летию начала методической деятельности В.Н. Верховского // Химия. Методика преподавания. - 2005. - № 8. - С. 22-34.
14. Назарова Т.С., Грабцевский А.А., Лаврова В.В. Химический эксперимент в школе. - М.: - 1987. - 239 с.
15. Назарова Т.С. Учебно-материальная база обучения химии в новых социально-экономических условиях // Химия в школе. - 1995. - № 4. - С. 57-62.
16. Цветков Л.А. Эксперимент по органической химии в средней школе. - М.: - 1973. - 287 с.
17. Практикум по общей химии. Под ред. С.Ф. Дунаева. - М. - 2005. - 335 с.

18. Практикум по общей химии. Под ред. Е.М. Соколовской и О.С. Зайцева. - М.: - 1981. - 400 с.
19. Зайцев О.С. Исследовательский практикум по общей химии. - М.: - 1994. - 480 с.
20. Полосин В.С. Школьный эксперимент по неорганической химии. - М.: - 1970. - 331 с.
21. Полосин В.С. Роль химического эксперимента в развитии познавательных интересов учащихся к химии // Химия в школе. - 1982. - № 5. - С. 43-56.
22. Полосин В.С. Химический эксперимент как основа изучения химии. - В кн. Общая методика обучения химии. - М.: - 1981. - С. 125-142.
23. Полосин В.С. О взаимосвязи эксперимента и различных средств наглядности в обучении химии // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1975. - Т. 20. - № 5. - С. 544-546.
24. Полосин В.С., Коршунова Н.В. Чтобы не ошибиться при выборе эксперимента // Химия в школе. - 1997. - № 5. - С. 60-62.
25. Чернов А.П. Мысленный эксперимент.: - М. - 1979. - 205 с.
26. Чертков И.Н. Связь мысленного и реального эксперимента // Химия в школе. - 1987. - № 6. - С. 54-56.
27. Зазнобина Л.С. Обучение целенаправленному наблюдению // Химия в школе. - 1994. - № 3. - С. 65-67.
28. Назаренко В.М., Лучинина Н.В. Школьный химический эксперимент в экологическом образовании // Химия в школе. - 1993. - № 6. - С. 47-54; 1994. - № 1. - С. 69-72.
29. Изотова Е.А., Гоголевская Н.И., Езубченко О.Г. Из опыта обучения решению экспериментальных задач // Химия в школе. - 1995. - № 2. - С. 69-71.
30. Данышевков В.С., Жернаков А.И. Совершенствование технологии практических занятий по химии // Химия в школе. - 1994. - № 4. - С. 67-71.
31. Семенов А.С. Безопасность труда в кабинете химии. - М.: - 1990. - 80 с.
32. Глазкова О.В., Клеянкина М.К., Зайцев О.С. О психолого-педагогических основах химического практикума // Химия в школе. - 1998. - № 3. - С. 64-66.
33. Глазкова О.В., Клеянкина М.К., Зайцев О.С. К методике проведения практических занятий // Химия в школе. - 1998. - № 4. - С. 59-62.
34. Полосин В.С., Гатаулин А.Г. Параллельные опыты по химии // Химия в школе. - 1982. - № 1. - С. 58-61.
35. Злотников Э.Г., Гаркунов В.П. Функции школьного химического эксперимента в условиях развивающего обучения // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1983. - Т. 5. - № 5. - С. 40-44.
36. Злотников Э.Г. Проведение экспериментального практикума по химии // Химия в школе. - 1990. - № 1. - С. 46-49.
37. Толкунов В.И. Химический практикум в средней школе // Химия в школе. - 1993. - № 3. - С. 46-53; - № 4. - С. 70-74.
38. Прокопенко И.В., Пудова Ю.В. Использование самодельного оборудования в школьном практикуме // Химия. Методика обучения. - 2004. - № 6. - С. 74.
39. Беляков С.А. Методические основы использования исторического химического эксперимента в проблемном обучении // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 5. - С. 39-41.
40. Оржековский П.А., Давыдов В.Н., Титов Н.А., Богомоллова Н.В. Творчество учащихся на практических занятиях по химии. Книга для учителя. - М.: - 1999. - 152 с.

41. Сентемов В.В., Перевошикова В.П. Исследовательский экологический практикум // Химия в школе. - 1999. - № 7. - С. 62-64.
42. Суханова Н.Ю., Чернобильская Г.М. Практикум с валеологической направленностью // Химия в школе. - 2002. - № 2. - С. 71-72.
43. Злотников Э.Г. О соотношении прогностической и экспериментальной деятельности учащихся // Химия в школе. - 1998. - № 6. - С. 72-74.
44. Шилов В.И. Химический эксперимент и экологическое воспитание учащихся // Химия в школе. - 1993. - № 5. - С. 60-62.
45. Жеребятёва Л.Ф., Мироненко Т.К., Сергеева Т.А., Зайцев О.С. Физический практикум для будущих химиков // Вестник высшей школы. - 1984. - № 1. - С. 70-72.
46. Железнякова Ю.В., Назаренко В.М. Учебно-исследовательские экологические проекты // Химия в школе. - 2000. - № 3. - С. 52-56.
47. Коробейникова Л.А. Школьный экологический мониторинг // Химия в школе. - 1999. - № 7. - С. 40-43.
48. Полосин В.С., Надиров Н.К. К методике изучения условий синтеза аммиака // Химия в школе. - 1960. - № 1. - С. 62-64.
49. Ахметов Н.С., Азизова М.К., Бадыгина Л.И. Лабораторные и семинарские занятия по неорганической химии. - М.: - 1988. - 303 с.
50. Алексинский В.Н. Занимательные опыты по химии. - М.: - 1995. - 96 с.
51. Алексинский В.Н. К изучению белящего действия хлора // Химия в школе. - 1972. - № 3. - С. 59-61.
52. Киндеров А.П., Осипов А.А. Об эстетике самодельных приборов и установок // Химия в школе. - 1980. - № 2. - С. 69-70.
53. Колодяжная С.Н., Ковалева О.А., Торбенко И.А. К проблеме самообеспечения химического эксперимента // Химия в школе. - 1987. - № 4. - С. 56-60.
54. Сурин Ю.В. Методика проведения проблемных опытов по химии. Развивающий эксперимент. - М.: - 1998. - 144 с.
55. Сурин Ю.В., Балезина С.С., Дубровская А.М. Проблемный эксперимент при изучении гидролиза солей в IX классе. - Химия в школе. - 1990. - № 3. - С. 37-39.
56. Сурин Ю.В. Проблемные опыты при изучении свойств железа // Химия в школе. - 1993. - № 6. - С. 55-56.
57. Сурин Ю.В., Голубева Р.М., Дубровская А.М. Проблемные опыты при углубленном изучении химии // Химия в школе. - 1994. - № 2. - С. 61-72.
58. Сурин Ю.В. Развивающие эксперименты по исследованию свойств кислых солей // Химия в школе. - 1997. - № 1. - С. 67-70.
59. Сурин Ю.В. Развивающий эксперимент по окислению малоактивных кристаллов // Химия в школе. - 1997. - № 4. - С. 60-63.
60. Сурин Ю.В. Развивающий эксперимент при изучении свойств алюминия // Химия в школе. - 1997. - № 5. - С. 62-64.
61. Сурин Ю.В., Сергеева И.П. Проблемный эксперимент по получению неокисленного гидроксида железа(II) // Химия в школе. - 1997. - № 7. - С. 63-64.
62. Сурин Ю.В. Развивающий эксперимент. Взаимодействие активных металлов с растворами некоторых солей // Химия в школе. - 1998. - № 1. - С. 62-65.
63. Сурин Ю.В. Развивающий эксперимент. Опыты по взаимодействию железа с растворами солей железа (III) // Химия в школе. - 1998. - № 3. - С. 67-68.

64. Сурин Ю.В. Развивающий эксперимент: программное обеспечение школьного курса химии (неорганическая и общая химия) // Химия в школе. - 1998. - № 5. - С. 63-69; - № 6. - С. 68-71.
65. Сурин Ю.В., Парамонова Е.В. Проблемно-развивающий практикум в IX классе // Химия в школе. - 2000. - № 7. - С. 64-66.
66. Сурин Ю.В., Балезина С.С. Проблемный эксперимент при изучении свойств ионов. - Химия в школе. - 1985. - № 6. - С. 54-56.
67. Беспалов П.И. Парадоксальный результат или закономерность? // Химия в школе. - 2002. - № 4. - С. 68-72.
68. Исаев Д.С. Практикумы исследовательского характера в XI классе // Химия в школе. - 2002. - № 3. - С. 67-73.
69. Исаев Д.С. Тематические практикумы в курсе естествознания // Химия в школе. - 2000. - № 7. - С. 66-69.
70. Румянцев Б.В. Обобщенная экспериментальная деятельность учащихся как метод решения исследовательских задач // Химия в школе. - 2004. - № 7. - С. 62-66.
71. Яковлева И.Н. Моделирование научного исследования на уроке // Химия в школе. - 2002. - № 1. - С. 47-57.
72. Можасв Г.М., Семинихина Н.В. Учебный исследовательский эксперимент // Химия в школе. - 2003. - № 1. - С. 52-54.
73. Шумаков С.И. Колебательные реакции // Химия и жизнь. - 1981. - № 9. - С. 69.
74. Полищук В.К. На общих основаниях. О жизни и деятельности Б.П. Белоусова // Новый мир. - 1984. - № 4. - С. 183-207.
75. Першин Р.В. Колебательные реакции, или химические ритмы // Химия в школе. - 2002. - № 7. - С. 62-70.
76. Харьковская Н.Л., Асеева З.Г. Анализ воды из природных источников // Химия в школе. - 1997. - № 3. - С. 61-63.
77. Коробейникова Л.А. Методика изучения состава окружающего воздуха // Химия в школе. - 2002. - № 2. - С. 54-58.
78. Гусева Е.К., Проскурина И.К. Разработка химического эксперимента с экологическим содержанием // Химия в школе. - 2002. - № 10. - С. 72-74.
79. Кондрашин В.Ю., Косьянова Н.И., Селищева Е.А. Иллюстрационные опыты по миграции ионов и электролизу растворов электролитов на бумаге // Химия в школе. - 2003. - № 6. - С. 59-61.
80. Зайцев О.С. Практическая работа "Скорость каталитического разложения пероксида водорода" // Химия. Методика преподавания в школе. - 2003. - № 3. - С. 37-42; - № 4. - С. 50-55.
81. Речкалова Н.И., Сысоева Л.И. Какую воду мы пьем // Химия в школе. - 2004. - № 3. - С. 7-14.
82. Штремплер Г.И., Мустафин А.И. Учебный опыт "Окисление этанола" // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 3. - С. 61-62.
83. Бабков А.В. Поучительный химический опыт // Химия в школе. - 2004. - № 8. - С. 63-64.
84. Давтян М.Л., Волков В.Н., Лобов Б.И. Исследование кислотно-основных свойств фосфорных солей и кислых солей // Химия в школе. - 2004. - № 4. - С. 58-62.
85. Давтян М.Л., Волков В.Н., Лобов Б.И. Ознакомление учащихся с физико-химическими методами // Химия в школе. - 2002. - № 6. - С. 67-70.

86. Ефремов В.В., Дегтерев П.А. Занимательные опыты с кристаллическим перманганатом калия // Химия в школе. - 2004. - № 2. - С. 62-64.
87. Солодова Н.И., Волкова Л.А., Волков В.Н. Как определить качество меда // Химия в школе. - 2001. - № 2. - С. 64-68.
88. Солодова В.И., Волкова Л.А., Волков В.Н. Определение витамина С в овощах и фруктах // 2002. - № 6. - С. 63- 66.
89. Храмов В.А., Папичев Н.В., Штепа Л.И. Обнаружение фермента уреазы в слюне человека // Химия в школе. - 2003. - № 7. - С. 57-59.
90. Шабаршин В.М., Земцова Н.А., Попченкова И.А. Оборудование для опытов из пластиковой бутылки // Химия в школе. - 2000. - № 7. - С. 70-71.
91. Ситникова Н.А. Химия на службе у туриста // Химия в школе. - 2000. - № 7. - С. 80-82.
92. Райзер Г.И. Определение нитрат-ионов в воде // Химия в школе. - 1993. - № 6. - С. 54.
93. Северюхина Т.В., Сентемов В.В. Исследование пищевых продуктов // Химия в школе. - 2000. - № 5. - С. 72-79.
94. Чен Т.Х., Раткевич Е.Ю., Алферова Е.А. Методика определения общей жесткости воды. - Химия в школе. - 2000. - № 5. - С. 80-81.
95. Солодова Н.И., Волкова Л.А., Волков В.Н. Определение сахаров в овощах и фруктах // Химия в школе. - 2000. - № 2. - С. 73-76.
96. Свиридов А.В., Галафеев В.А., Мардарьева Н.В., Попова Н.А. Моделирование промышленной очистки сточных вод // Химия в школе. - 2000. - № 2. - С. 76-78.
97. Николаев Н.И. Прибор для синтеза аммиака // Химия в школе. - 1972. - № 3. - С. 65-66.
98. Вагнер И.И. Изготовление приборов в химическом кружке. - М.: - 1994. - 82 с.
99. Марина А.В., Мохова Е.А., Вавилина Н.Н. Практические работы с лекарственными растениями // Химия в школе. - 2002. - № 8. - С. 76-79.
100. Михалева М.В. К методике изучения водородного показателя // Химия в школе. - 1996. - № 6. - С. 20-24.
101. Лившиц С.И., Бельский Л.М. Использование хронометрических устройств в приборах по химии // Химия в школе. - 1983. - № 6. - С. 60-62.
102. Филиппович Ю.Б. Хроматография и ее применение // Химия в школе. - 1965. - № 1. - С. 4-14.
103. Полищук Н.В. Из опыта изучения тепловых явлений при растворении электролитов // Химия в школе. - 1981. - № 4. - С. 36-38.
104. Шмуклер Е.Г. Из опыта изучения темы "Растворы" // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1973. - Т. 18. - № 4. - С. 435-441.
105. Ахметов Н.С., Азизова М.К., Бадыгина Л.И. Проблема лабораторного практикума в современном курсе неорганической химии // Сборник научно-методических статей по химии. Вып. 6. - М. 1978. - С. 85-89.
106. Карпов Г.М., Перевозчиков А.И. Эксперимент, выявляющий химическую сущность электронного баланса // Химия в школе. - 2001. - № 9. - С. 68-69.
107. Перевозчиков А.И. Превращение целлюлозы в глюкозу // Химия в школе. - 1995. - № 6. - С. 54.
108. Железнякова Ю.В., Назаренко В.М. Учебно-исследовательские экологические проекты в обучении химии // Химия в школе. - 1999. - № 3. - С. 47-50.

109. Штремплер Г.И. Химия на досуге. Домашняя химическая лаборатория. - М.: - 1996. - 91 с.
110. Ривзанов А.К. Прибор для исследования электропроводности растворов и расплавов электролитов // Химия в школе. - 2003. - № 6. - С. 62-64.
111. Макеев Ю.А. Щелочной гидролиз этилацетата: Определение порядка S_N -реакции // Химия в школе. - 2000. - № 6. - С. 69-73.
112. Михалева М.В. Экспресс-анализ овощей на содержание нитратов // Химия в школе. - 2003. - № 1. - С. 54-56.
113. Турлакова Е.В. Определение показателей качества воды // Химия в школе. - 2001. - № 7. - С. 64-70.
114. Волков В.Н. Определение качества молока и молочных продуктов // Химия в школе. - 2002. - № 1. - С. 57-63.
115. Усова Н.Т. Определение содержания тяжелых металлов в снеге и почве // Химия в школе. - 2002. - № 3. - С. 73-75.
116. Исаев Д.С. Анализ загрязненности воды // Химия в школе. - 2001. - № 2. - С. 77-78.
117. Исаев Д.С. Об организации практикумов исследовательского характера // Химия в школе. - 2001. - № 9. - С. 53-58.
118. Исаев Д.С. Об организации научно-исследовательской работы учащихся // Химия в школе. - 2002. - № 10. - С. 68-72.
119. Исаев Д.С. Интеграция в исследовательской работе учащихся // Химия в школе. - 2006. - № 2. - С. 57-61.

7.5. Семинарское занятие

Семинар, или семинарское занятие — это форма группового обучения, которая включает системный и деятельностный подходы, много-стороннее рассмотрение объекта, речь, общение и другие методические приемы, повышающие познавательную активность учащихся. Семинар предназначен для более углубленного изучения материала по сравнению с лекциями и лабораторными занятиями. Также семинар может использоваться для исправления ошибок, сделанных при выполнении домашних заданий и обработке результатов лабораторных работ.

В соответствии с теорией поэтапного усвоения, семинару отводится **речевой этап**. Новое знание, пройдя через этапы мотивации и ознакомления на лекции и материального действия в лабораторном практикуме, вступает в этап речи. Мышление и речь теснейшим образом связаны, и пропуск речевого этапа значительно затрудняет усвоение знания и развитие творческого мышления. Важность введения в учебный процесс речи учащихся обосновывается тем, что знание считается знанием, когда оно выражено устно или письменно. Научная речь учащихся проявляется в описании изучаемого объекта (реакция и вещество), объяснении причин наблюдаемых явлений, поведения веществ, их свойств и т.п., а также в предсказании свойств веществ и возможности протекания реакций. Чем больше учащийся использует научных

терминов и чем логичнее его рассказ об изучаемом объекте, тем выше качество усвоенного знания.

Познавательная речевая деятельность связана с **общением** учащихся, благодаря чему многосторонность системного рассмотрения изучаемого объекта усиливается. У учащихся развиваются способности устно и письменно излагать свои мысли, защищать развиваемые положения и идеи. В последние несколько лет появились студенты, не способные внятно излагать материал по курсу химии. Они объясняют это тем, что в школе на уроках химии они не говорили, а все проверки знаний проводились у них тестами. Речевая деятельность имеет высокое воспитательное значение.

Семинар должен служить для постановки проблем, развития проблемных ситуаций и их разрешения всеми участниками группы. Если на лекции допустима краткая дискуссия между преподавателем и учащимися, то на семинаре такая дискуссия обязательна. В речевой деятельности предполагается участие не менее двух человек, и собеседник заставляет другого говорящего строго отбирать необходимые научные слова, следовать логике науки и рассуждения и правильно строить фразу. В речи участников происходит взаимное обогащение знаний.

Групповое обсуждение научных проблем на семинарских и лабораторных занятиях (а также на лекциях) увеличивает многосторонность рассмотрения и вводит учащихся в реальную научную жизнь. Обмен мнениями и идеями с различными точками зрения показывает творческий характер мышления участников дискуссии. В научной деятельности обсуждение спорных и проблемных вопросов науки стало одной из основных форм общения ученых и обеспечивает развитие научного знания. Речь координирует совместную деятельность и объединяет людей в группы. Эти положения выражают цели современного семинарского занятия и важность широкого введения в учебный процесс речевой деятельности.

Философы утверждают, что единственным путем исправления неточностей в научной теории или ее отмены может быть широкая **научная дискуссия**, приводящая к усилению разносторонности рассмотрения и глубине изучения объектов. Чем больше ученых высказывает свои предложения, тем быстрее происходит изменение теории и выдвижение новой. Широкая информация о научной дискуссии необходима, даже если высказываются мнения, кажущиеся абсурдными. “Не следует ли из этого, что вам следует как можно чаще обсуждать, дискутировать, спорить?” — спрашивает преподаватель у студентов.

Обучение использованию **системного подхода** при изучении, рассмотрении, описании и объяснении химических явлений проходит трудным путем. Учащимся бывает нелегко использовать знания из различных областей изучаемой науки и объединять знания из других дисциплин. Семинарское занятие служит овладению системным под-

ходом, если на занятиях обсуждать проблемные задачи внутридисциплинарного и междисциплинарного содержания.

При **проблемном обучении** преподаватель ставит задачу, и группа учащихся с преподавателем ищут пути решения проблемы и объяснения ее причин. Хорошие результаты получены при следующей методике проведения семинара. Заранее преподаватель дает задания нескольким учащимся подготовить ответы или небольшие сообщения по отдельным вопросам изучаемой темы. Желательно, чтобы преподаватель объяснял учащимся, где и как подобного рода задачи будут встречаться в их будущей работе (мотивационный этап). На семинаре сообщения заслушиваются, группа и преподаватель отмечают недостатки выступлений, исправляют их и предлагают собственные решения. Преподаватель может дать темы выступлений всем участникам группы, а на семинаре вызвать учащегося по своему выбору. В этом случае все учащиеся будут готовиться к семинарскому занятию, но качество выступлений оказывается намного ниже. В большинстве (если не во всех) учебников проблемное содержание отсутствует, и они оказываются непригодными для проведения дискуссий. К этому прибавляется то, что алгоритма решения проблем никто не предложил. Многочисленные пособия советуют подходить к решению проблемы по тому же пути, по которому рекомендуется изобретателю изобрести что-либо новое. Это также одна из причин нежелания преподавателей иметь дело с проблемными задачами. Для дискуссионного семинара преподаватель вынужден искать проблемы, интересные для учащихся, или задачи, решение которых возможно несколькими путями, и результат расчетов объясняется по-разному в зависимости от уровня знаний учащихся. Научные проблемы профессионального содержания преподавателю приходится отыскивать в специальной литературе.

Самопроизвольная (не принуждаемая преподавателем) речь учащихся проявляется при их заинтересованности в обсуждении какого-либо объекта, представляющего важность для их будущей работы и специальности. Особенно сильна у учащихся потребность высказать приобретенное новое или выведенное (даже неправильно) знание. Это и есть одно из развивающих и воспитательных значений семинарского и других видов занятий.

Рассказ учащегося о каком-либо химическом объекте имеет особую роль в формировании химического мышления. Строя рассказ в определенной системе, учащийся тем самым формирует в своем сознании соответствующие связи между понятиями и представлениями. Поэтому важно научить учащегося строить устное или письменное изложение в системах, похожих на систему науки или изучаемого объекта (реакция и вещество), научной теории и т.п. Однако ни преподаватель, ни учебник не дают правил построения рассказа, т.е. правил описания, объяснения, предсказания и других познавательных процедур.

Методологические и логические знания почти отсутствуют в учебниках и в процессе обучения.

Речь в обучении проявляется в двух одинаково важных формах - устной и письменной. Некоторые учащиеся предпочитают письменное изложение устному, а другие, наоборот, устное - письменному. Это объясняется трудностями быстрого перевода мысли в предложения устной речи или застенчивостью. При письменной речи необходимо постоянно замедлять и даже приостанавливать мышление на время написания предложения, что приводит к возможному забыванию начала высказываемой мысли. Письменная речь заставляет более ответственно выполнять задание. Следует добавить, что устная речь имеет направленность на групповую работу, требует значительных затрат времени, но письменное изложение оценивается преподавателем объективнее по сравнению с устным.

По качествам устной и письменной речи преподаватель судит о качествах усвоенных знаний. Молчание вместо ответа на заданный преподавателем вопрос указывает на неподготовленность учащегося, на то, что он знание не усвоил, хотя часто приходится слышать: "Я знаю, но сказать не могу". Учащиеся в сочинениях, контрольных работах, в отчетах лабораторных работ совершают много грамматических и орфографических ошибок. Даже в дипломных и диссертационных работах ошибки довольно часты. Преподаватель, проверяя письменные задания, по мере своих возможностей повышает грамотность учащихся и владение навыками письма в соответствии с правилами русского языка.

Следует сделать одно замечание: некоторые психологи рассматривают устную речь как громкое **проговаривание** "хором", группой, того, что подлежит усвоению. Возможно, что это важно для школьников или для армейских новобранцев при овладении воинскими уставами, но для учащихся старших классов и студентов оно не приемлемо, и ничего, кроме смеха, у них не вызывает. Такой примитивный подход к этому этапу сильно ухудшил отношение преподавателей к теории поэтапного усвоения. В то же время проговаривание формулировок законов, правил, определений и алгоритмических предписаний вполне допустимо и полезно.

Немалое значение на семинаре (лекции, лабораторном занятии) играет **речь преподавателя**. Способность говорить называют ораторским искусством, которое особенно важно для преподавателя при чтении лекций и проведении семинарских занятий. Логичность рассказа преподавателя влияет на логичность речи учащихся. Преподаватель должен следить за строгостью своего и учебного научного языка, правильно использовать терминов, соблюдения места используемого понятия в составленном предложении. Эти качества преподавателя передаются учащимся.

Содержание семинарского занятия должно быть **доступно** учащемуся, что в значительной степени зависит от того, насколько понятно подлежащее усвоению знание излагается преподавателем. Заметим, что нечто, не понимаемое учащимися, может быть понятно изложено одним из участников. Многие учащиеся плохо понимают смысл важнейших и постоянно используемых понятий химии, таких, как элемент, моль, мольный объем, постоянная Авогадро и т.п. Не зная смысла (сути) понятия, учащиеся не используют его в своей речи. Преподаватель может легко убедиться в этом, спрашивая “Что такое....?”.

Важное значение имеет составление преподавателем **задания** для его выполнения и изложения речью. Трудно представить, чтобы задание, взятое из одного учебника химии, выполнялось так: “Обсудите с товарищами значение химии в: а) промышленности; б) сельском хозяйстве;...” и т.д. Неужели учащиеся без надзора преподавателя будут этим заниматься? Да даже под его руководством это будет скучное обсуждение! Или еще одно задание: “Расскажите друг другу об энергетических уровнях, подуровнях и орбиталях”. Рисуеться такая картина - где-то на даче перед камином, слушая музыку, группа занимается рассказами о строении атома. Пример еще одного подобного задания: “Работая с товарищами, придумайте друг для друга такие задания, которые бы связывали состав со строением, а строение со свойствами. Осуществите взаимоконтроль и взаимооценку”. Как составить задание? Едва ли этому учат студентов даже педагогических вузов. Как осуществить взаимоконтроль и взаимооценку? Без строго надзора преподавателя никто не будет заниматься такой “познавательной” деятельностью, потому что это скучно и неинтересно. Если преподаватель просит группу оценить ответ или сообщение учащегося той же группы, то всегда выставляется самая высокая оценка.

При проведении дискуссионных обсуждений следует помнить, что **нельзя начинать обсуждение** с первого правильного предложения и давать первое слово сильному учащемуся. Несоблюдение этого правила приводит к тому, что начавшаяся дискуссия прекращается с самого начала своего развития. Предоставление слова для первого высказывания слабому учащемуся имеет и большое воспитательное значение - он перестает бояться своих недостатков и пробелов в знаниях.

Некоторые психологи обсуждают влияние на ход дискуссии казалось бы такого незначительного фактора, как взаимное **расположение участников**. Если преподаватель, как общепринято, сидит за столом лицом к группе, то все участники дискуссии обращают свои высказывания к преподавателю, а не к группе. Желательно, чтобы в аудитории места располагались концентрически вокруг стола (“круглый стол”). Если каждый видит выражение лиц других участников, то дискуссия становится значительно более активной и эмоциональной. Однако эта рекомендация в обычном учебном процессе неосуществима.

Проблемно-дискуссионная методика обучения не рассчитана на понижение **трудности обучения**, как иногда полагают преподаватели. Действительно, запоминание фактов или даже выучивание наизусть определений, правил и законов, решение уравнений и проведение других вычислений - процессы в некоторых отношениях более легкие и доступные, чем усвоение общих приемов умственной деятельности или навыков творческого мышления. Высказывание гипотез, поиск решения проблем, многосторонний мысленный охват изучаемого объекта более трудная работа мышления. Пребывание в течение двух часов в состоянии умственной активности требует от учащихся значительно больших усилий, чем при пассивном участии в семинарском занятии. Учащиеся говорят, что после семинарских занятий с дискуссионным обсуждением они чувствуют себя уставшими, но удовлетворенными и радостными из-за ощущения своих неожиданно проявившихся способностей.

Использование семинарских занятий для групповых обсуждений и дискуссий часто не приветствуется преподавателями. Они считают, что роль семинара заключается в решении задач для закрепления и проверки знаний. Действительно, в ряде случаев преподаватель вынужден использовать семинар для этих целей, но должен помнить о том, чтобы семинар проходил интересно и с активным участием слушателей.

При фактологическом содержании обучения семинарское занятие служит для решения **расчетных задач**. После 10-15 минутной проверки домашних заданий студенты (и другие учащиеся) решают задачи из задачника. Один студент, чаще всего сильный, молча записывает мелом на доске решение, а остальные старательно переписывают его записи в тетрадь. Преподаватель, сидя за столом, делает вид, что следит за решением задачи или что-то читает, или ходит по аудитории и смотрит в окно; иногда он спрашивает, решается ли задача и совпадает ли ответ. Последние 20-30 минут отводятся для самостоятельного решения задач. Разумеется, польза от таких семинаров есть, но такие семинары ничего не дают слабым студентам. Разбирать и обсуждать ошибки отдельных студентов нецелесообразно, так как ошибка одного студента может запомниться многим студентам. Намного полезнее группе узнать об интересных решениях и предложениях.

При решении расчетных задач на семинаре активность учащихся повышается, если участвует вся группа. Преподаватель вызывает учащихся к доске, задает им вопросы, они отвечают, помогают тому учащемуся, которому было поручено решить задачу и, таким образом, на семинаре осуществляется научная речь участников группы. Подобное проведение семинара проводится редко, так как от преподавателя требуются навыки общения с учащимися. Несомненно, что при изучении химии важно научить решать задачи, однако, трудно согласиться с мнением многих преподавателей, что умение решать задачи является критерием творческого усвоения химии.

Расчетные задачи студентами первого курса решаются с затруднениями. Получив в школьном курсе **математики** многочисленные знания об уравнениях, геометрических фигурах и многом другом, студент часто не способен их использовать в курсе химии. Студент или не умеет или забыл, как составить систему из двух уравнений с двумя неизвестными для расчета изобарного потенциала, константы равновесия, зависимости растворимости от температуры, зависимости скорости и времени реакции от концентрации и температуры и т.п. Даже представления о степенях и логарифмах иногда приходится объяснять на лекциях или семинарах. Преподаватель химии вынужден рассказывать о тетраэдре или октаэдре.

Вопрос о методике обучения решению расчетных задач, практически не решен, хотя имеются многочисленные публикации по этой теме. Некоторые методисты считают, что научить решению задач можно алгоритмизированным методом, и составляют алгоритмы решения задач. Но эти алгоритмы, по-существу, посвящены подстановке числовых данных в формулы, относятся к отдельным вопросам курса химии и не учат решению любой задачи.

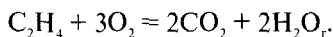
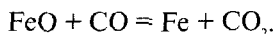
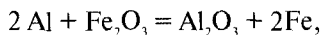
Студентам-нехимикам часто предлагаются расчетные задачи, далекие от их будущей профессиональной деятельности. Например, рассчитать температурный коэффициент Вант-Гоффа, если при повышении температуры на $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ скорость реакции возросла в 10 раз. Кто в современной науке вычисляет коэффициент Вант-Гоффа? Кроме того, в таком интервале изменения температуры коэффициент может сильно измениться. Помнить его значение полезно. Предлагается рассчитать объем водорода при реакции алюминия в растворе щелочи. Будете ли вы пользоваться алюминием? Рассчитать объем углекислого газа, образующегося при разложении некоторой массы малахита. Где взять малахит для получения углекислого газа? Как исследователь будет определять степень диссоциации для вычисления константы равновесия? Рассчитать pH раствора, полученного при взаимодействии калия(!) с водой (массы веществ указаны). Для чего и кому нужен расчет степени гидролиза? Зачем нехимикам рассчитывать энтальпию образования пентахлорида фосфора или сульфида алюминия? Не полезнее ли предлагать задачи, которые одновременно интересны студентам многих специальностей, например, возможность получения сахарозы (глюкозы, спирта и т.п.) из простых веществ ($\Delta G < 0$!) или из воды и углекислого газа (открытые системы, фотосинтез, $\Delta G > 0$!). Расчетные задачи, конечно, нужны, но это должны быть задачи, содержащие проблему (противоречия, несоответствия и т.п.) в исходных данных или в результатах расчетов.

Можно пользоваться следующей методикой работы с **расчетными задачами проблемного** характера. Заранее (на предшествующем занятии) преподаватель дает группе решить одну общую для всех задачу и, кроме того, каждому учащемуся еще по 1-2 задачи индивидуально. Да-

вать большее число задач для внеаудиторной “домашней” работы нецелесообразно (тогда многие учащиеся не решают ни одной задачи). Учащиеся письменно и понятно для преподавателя излагают решение задач на отдельных листах, которые преподаватель собирает за день-два до семинара. На семинарском занятии группа под руководством преподавателя обсуждает решение общей задачи, причем преподавателю, заранее изучившему предложенные решения, значительно легче организовать дискуссию и проанализировать удачные и неудачные пути решения. На этом же семинаре разбираются наиболее интересные решения остальных задач.

Ниже приведены примеры обсуждения на семинарских занятиях некоторых трудных для усвоения вопросов и тем курсов химии, решения задач и проблем.

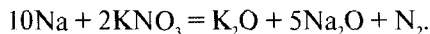
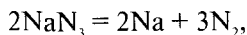
Тепловые эффекты. Лектор спрашивает у аудитории: “Какова разница (больше, меньше) при стандартных условиях между Q_p и Q_v , или между энтальпией и внутренней энергией в реакциях?” и последовательно показывает уравнения:



Студент вынужден вспомнить фазовое состояние веществ и сосчитать числа молей газообразных веществ, написанных до и после знака равенства. Ответ: разницы нет. Можно уравнения показывать без знака равенства со знаком стрелки и без стехиометрических коэффициентов. Это пример организации простейшей деятельности учащегося на лекции или семинаре. В курсе физической химии рассчитывается разница между энтальпией и внутренней энергией (работа расширения).

Подушка безопасности. Зачем в патроне автомобильной подушки безопасности к азиду натрия NaN_3 добавляют нитрат калия? Сколько грамм этих веществ следует взять, чтобы подушка объемом в 50 л заполнилась газом (каким?) под давлением 2 атм при 20 °С? Можно ли вместо нитрата калия воспользоваться нитратом натрия?

Ответ. Уравнения реакций:



Эта задача может быть дана учащимся во время изучения массовых соотношений веществ при прохождении реакции, зависимости объема от температуры и давления или при изучении азота и его соединений. Возможны ли другие варианты уравнения реакции?

Атмосфера Венеры. “По данным 1970 года (автоматическая межпланетная станция “Венера-7”) атмосферное давление на поверхности

Венеры составляет $1 \cdot 10^7$ Па и температура близка к 500°C . Представьте себе, что сосуд вместимостью 1 л наполнен на поверхности Венеры газом ее атмосферы, герметически закрыт и доставлен на Землю. Вычислите давление в сосуде при земной температуре 20°C . Сосуд открыли и газ выпустили в тонкую оболочку. Вычислите объем газа при земных условиях. Натяжением оболочки пренебрегите". Из условия этой задачи учащийся узнает венерианские условия, что, вообще говоря, интересно любому человеку. Атмосферное давление на Земле в условии задачи не указаны, так как учащийся должен его знать, или посмотреть в справочнике.

Океанская впадина. Другая задача также на законы газового состояния. 23 января 1960 года американский батискаф "Триест" конструкции швейцарца Огюста Пиккара опустился на рекордную глубину на дно океана в самом глубоком месте - во впадине Челленджер в 360 км от острова Гуам. Экипаж состоял из двух человек - Жака Пиккара (сына Огюста Пиккара) и лейтенанта американских военно-воздушных сил Дональда Уолша. Приборы регистрировали глубину погружения в 11521 м, хотя позже, в 1995 году, при новом определении, она оказалась равной 10916 м. Исследователи обнаружили на дне живые организмы. Погружение заняло 4 часа 48 минут, подъем - 3 часа 17 минут. Толщина стальных стенок батискафа равнялась 13 см и они выдержали давление воды на максимальной глубине, равное 1,1 тонне на 1 см^2 . Представьте себе, что перед погружением снаружи к батискафу привязали резиновый шар вместимостью 1 л, наполненный воздухом. Каков будет объем этого шара в самом глубоком месте океана? Температуру океана и атмосферы примите равными".

Нужно рассчитать объем газа, а в условии задачи приведено много информации, не имеющей отношения к газовым законам: дата погружения, имена создателя батискафа и совершивших погружение исследователей, название батискафа, нахождение впадины, глубина впадины, толщина стенок батискафа, продолжительность спуска и подъема, давление воды на максимальной глубине, толщина стальных стенок батискафа. Эта избыточная информация создает у учащегося состояние присутствия при погружении. Если задачу предлагают студентам-биологам, они узнают, что на столь большой глубине существует жизнь. Студенты-географы узнают нахождение самого глубокого места океана. Студенты технических вузов заинтересуются прочностью стенок батискафа. Студенты-океанологи знакомятся с условиями погружения. Всем учащимся будет значительно приятнее вычислить объем газа, даже пользуясь скучными законами и формулами.

Получение этилового спирта. Приведем примеры некоторых расчетных задач, которые решаются с интересом. Преподаватель спрашивает, можно ли получить этиловый спирт из простых веществ - графита, кислорода и водорода? Обычно группа отвечает, что, конечно, нельзя. Тогда преподаватель дает термодинамические характеристики всех

веществ реакции (энтальпия образования и энтропия), и после вычисления изобарного потенциала реакции обнаруживается, что такая реакция возможна. Почему же спирт получают на огромных заводах из картофеля или пшеницы или синтетически из природных веществ (нефть, газ)? Ответ: скорость реакции бесконечно мала, так как требуется одновременное столкновение большого числа частиц, вероятность чего бесконечно мала, поэтому используются последовательные реакции.

Возраст ископаемых объектов. Задачи на определение времени сохранения в вечной мерзлоте мамонта или рукописи в пещерах на берегу Мертвого моря по числу распадов изотопа углерода (процессы первого порядка) также вызывают нескрываемый интерес, так как касаются химиков, физиков, математиков, биологов, историков.

Распределение электронов по энергетическим уровням. Обсудим, например, семинар по изучению скучнейшей темы о распределении электронов по энергетическим уровням и подуровням атома. Обычно преподаватель вызывает одного учащегося к доске, который рисует диаграмму с электронными ячейками или “клеточками” и заполняет их электронами в виде стрелок, направленными вверх или вниз. Однако можно несколько разрядить обстановку пассивности, потребовав у учащегося вслух объяснить, как и почему он вносит стрелки в ту или иную ячейку (какова последовательность заполнения орбиталей?). Преподаватель непрерывно задает вопросы остальным учащимся, не давая им возможности отвлечься от обсуждения вопроса. Учащиеся пытаются исправить ошибки отвечающего у доски.

Если учащийся нарушил правило Гунда, то преподаватель обращается к житейской аналогии - в автобусе на парные сидения (ячейки) пассажиры усаживаются сначала по одному и потом подсаживаются друг к другу (спаривание электронов). То же происходит и в столовой, хотя всегда люди стремятся к общению. Смех снижает усталость и инертность группы, создает непринужденную обстановку при изучении этого довольно скучного вопроса.

Во время нудного заполнения электронных ячеек, например, атома алюминия или ртути, преподаватель, как бы невзначай спрашивает: “Почему ртуть запрещено провозить в самолетах?”. Теперь те, кто закончил составление диаграммы, не бездельничают, а пытаются найти ответ. А далее следует короткая дискуссия - термодинамическая и кинетическая устойчивость металлического алюминия к кислороду воздуха, образование на его поверхности тончайшей и устойчивой оксидной пленки, способность алюминия образовывать амальгаму (сплав со ртутью), окисление алюминия на поверхности амальгамы, образование жидкой ртути и растворение в ней новых порций алюминия и, наконец, полное разрушение алюминиевой детали. “Какова роль ртути в этом процессе?” (роль катализатора в окислении алюминия).

При заполнении электронами уровней и подуровней атома свинца преподаватель задает вопрос, почему, как предполагают, произошел упадок Римской империи. Ответ - отравление свинцом посуды и труб водопровода. Когда изучается электронная структура серебра, упоминается о целебных свойствах водных растворов ионов серебра. Когда обсуждается атом марганца, преподаватель рассказывает о перманганате калия (обеззараживание воды, обработка небольших ран, прием внутрь разбавленного раствора при желудочном заболевании). Также о диоксиде марганца, пиролюзите, используемом в электрических батарейках. Когда делается то же самое с атомами магния и железа, обсуждается биологическое значение этих элементов (хлорофилл, гемоглобин). Другие примеры: углерод (алмаз, графит), золото, платина (драгоценный металл), радон (первый этаж зданий), полоний (отравление, облучение), бром, йод (медицина), неон, аргон (освещение), гелий (Солнце), уран (бомба), кремний (полупроводник) и т.п. Одновременно учащиеся предсказывают магнитные свойства невозбужденных и возбужденных атомов или ионов, возможные валентные состояния атомов элементов, формулы простейших соединений и их использование в быту и промышленности (многостороннее рассмотрение!).

Задачи с **недостатком информации** решаются с затруднениями, так как учащийся должен выяснить, какой информации недостает и где ее можно найти. При расчете давления газа указание, что газ собирается над водой, не говорит, что нужно воспользоваться таблицей давления водяного пара над водой. Даже если в условии задачи сказано, что следует учесть давление пара воды, часто учащийся не догадывается просмотреть приложения в конце пособия.

Задачи с **избытком информации** решаются с еще большими затруднениями. Учащиеся не знают, как использовать избыточные данные и в какие формулы их подставить. Еще труднее учащимся даются задачи, составленные из нескольких простых задач — они не догадываются, что следует решать отдельные задачи, а затем сравнить их ответы.

Мольная масса элемента. Через раствор соли пропустили ток силой 2,00 А в течение 1 ч при температуре 25 °С и давлении 101 000 Па. Выделилось 0,910 г металла. Его удельная теплоемкость равна 1,024 Дж/К·г. При сжигании в кислороде 0,810 г металла образовалось 1,343 г оксида. При действии хлороводородной кислоты на 0,100 г металла образовалось 0,969 мл водорода, который собрали над водой при 19 °С и $1,051 \cdot 10^5$ Па (давление пара воды при этой температуре равно $2,2 \cdot 10^3$ Па). Что это за металл и какова его атомная масса? Какой способ определения атомной массы дал результат, наиболее близкий к теоретическому? Нет ли в приведенном условии задачи ошибочных данных?

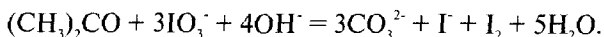
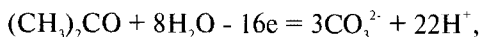
В этой задаче собраны условия нескольких задач, решение которых приводит к одному ответу. Если не сказать учащимся, что следует выделить каждую задачу и ее решить, они не пытаются приступить к ре-

шению. Причина отказа от выполнения задания непонятна. Учащиеся говорили, что им подобные задачи в школе не встречались. Одна из задач может быть дана с ошибочными условиями, что воспринимается учащимися как нечто такое, чего просто быть не может. Если не предупредить, что в условии одной из задач приведена излишняя информация (температура и атмосферное давление при получении металла электролизом) даже самые сильные учащиеся не могут решить задачу. Эта задача - пример многостороннего подхода, и подобные задачи могут служить для определения некоторых качеств мышления, в частности системного.

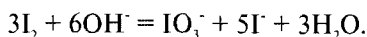
Кроме задач расчетного и проблемного характера, на семинарском занятии могут быть поставлены **мысленные эксперименты**, в которых учащиеся имеют дело с образами реальных или воображаемых объектов, с которыми можно мысленно проделывать различные действия, неосуществимые с реальными объектами. Тем мысленных экспериментов для курса химии можно найти много. Например, на полупрозрачное зеркало посылается один фотон. Спрашивается, что с ним произойдет - отразится он или пройдет сквозь зеркало, и на каком экране он обнаружится. От ядер каждого атома углерода в молекуле ацетилена C_2H_2 отрывается по протону, которые остаются при новой молекуле B_2H_6 . Какие изменения произошли между связями, бывшими в исходной молекуле ацетилена? Мысленно можно опоясать веревкой Земной шар или Солнце по экватору, разрезать веревку и вставить кусок длиной в 1 метр и расположить веревку по экватору на равном расстоянии от поверхности, в предположении, что она совершенно ровная. Спрашивается, пройдет ли яблоко в образовавшийся зазор. Мысленный эксперимент используется при изучении и объяснении принципа неопределенности или дуализма частица-волна. Поместили кошку (мышь) и горящую свечу (большую, маленькую) в звуконепропускаемые ящики. Как узнать, где что находится? Человек оказался в помещении с температурой воздуха его тела. Сможет ли он там жить?

Мысленный эксперимент может быть дополнен изготовлением моделей. Некоторые учащиеся способны решать **пространственные задачи** мысленно, другие решают их с использованием моделей. Таковы, например, задачи, связанные со строением тетраэдра. Можно предложить учащимся сконструировать из шести спичек и пластилина четыре равносторонних треугольника, длина сторон которых равна длине спички. Через некоторое время учащиеся убеждаются, что на плоскости такое построение невозможно, но неожиданно в их сознании возникает фигура тетраэдра. Далее предлагается задание на выделение существенных признаков тетраэдра. Мысленным экспериментом учащийся может построить структуры алмаза и графита. Углы между связями измеряются транспортиром.

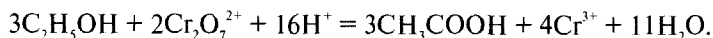
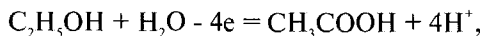
Выдыхаемый газ. Ацетон. Задача на подбор стехиометрических коэффициентов и расчет эдс реакции. При диабете в выдыхаемом воздухе обнаруживается повышенное содержание ацетона, который можно определить, пропуская газ через щелочной раствор йодат-ионов, окисляющих ацетон:



По окраске раствора (крахмал) судят о содержании ацетона. Йодат-ионы образуются в щелочном растворе йода:



Выдыхаемый газ. Алкоголь. Задача на подбор стехиометрических коэффициентов и расчет эдс реакции. Определить содержание алкоголя в организме человека можно, анализируя выдыхаемый газ на содержание уксусной кислоты. Для этого газ продувается через подкисленный серной кислотой раствор дихромата калия, цвет которого из коричнево-желтоватого становится зеленоватым:



Можно добавить, что ни сам спирт, ни образующаяся уксусная кислота не обладают опьяняющим действием, опьяняет промежуточное вещество - ацетальдегид. Реакция окисления спирта в организме может быть представлена двухстадийной реакцией:



Каждая стадия протекает при участии ферментов. Алкоголь действует на людей по-разному, что связано с содержанием ацетальдегида в крови. Чем быстрее протекает первая реакция и чем медленнее вторая, тем сильнее действие алкоголя. Таким образом, восприятие алкоголя человеком зависит от активности ферментов, ускоряющих эти две реакции.

Мороженое. Преподаватель химии, если желает отойти от традиционных расчетных задач, предлагаемых задачками, всегда может найти новые задачи среди повседневно встречающихся сведений. Например, преподаватель сообщает состав 100 г мороженого, например: белок - 3,7 г, жир - 12,0 г, углеводы - 20,4 г (в том числе сахара 13,0 г). Следует оценить “энергетическую ценность” мороженого. Учащиеся должны для выполнения задания обратиться к справочной литературе для поиска энтальпий образования (или сгорания) веществ. После вы-

полнения задания преподаватель говорит, что на этикетке написано число 204 ккал. Совпал ли ответ с этим числом? В чем могла быть причина возможного расхождения? Задание можно выполнить на семинарском занятии, если преподаватель сообщит необходимые термодинамические данные, или в качестве домашнего задания. Задание интересно будущим химикам, биологам, медикам, студентам пищевых, сельскохозяйственных и педагогических институтов.

Органические кислоты. При изучении органических кислот можно рассказывать о солях высших кислот, об олеиновой или пальмитиновой кислотах, о мылах, которые в настоящее время почти ушли из употребления, но учащиеся заинтересуются полиненасыщенными кислотами, поддерживающими требуемый уровень холестерина в крови, снижающими риск сердечно-сосудистых заболеваний и оказывающими общеукрепляющее, противовоспалительное, и другие действия. Для проведения семинаров можно использовать различные источники информации, например, газетные сообщения (но осторожно! Журналистам следует хотя бы ознакомительно изучать химию).

Фосфор, фосфорная кислота. Предположим, занятие посвящено фосфору. Преподаватель сообщает, что в 2007 году в 60 км от Львова состав с цистернами, наполненными фосфором, сошел с рельсов, и одна получила пробоины. Температура плавления фосфора 44 °С, и фосфор разлился по поверхности земли. Для самовоспламенения желтого фосфора достаточно температуры +34 °С, а в тех местах было +35 °С. Фосфор воспламенился, затем загорелись еще несколько цистерн, и туча белого дыма, накрыла площадь около ста квадратных километров. Газета утверждала, что такого количества фосфора достаточно, чтобы уничтожить все живое в радиусе 20 километров. Смертельной для человека считается одна десятая грамма. Желтый фосфор и его пары вызывают ожоги; при попадании в организм человек ощущает симптомы, схожие с симптомами инфаркта миокарда. Помимо того, поражаются печень, легкие, мозг и кости. Сконденсировавшиеся на поверхности земли пары фосфора с дождевыми водами проникнут в почвенные воды, а оттуда в реки и озера. Преподаватель предупреждает учащихся, что следует критически отнестись к этому сообщению. “Чем больше замечаний вы выскажете, тем выше будет оценка вашей работы, и по результатам вы можете судить о развитости вашего мышления” — добавляет преподаватель. Ответы: “Пары белого фосфора не будут распространяться в атмосфере”, “Фосфор на воздухе быстро сгорает”, “Пентоксид фосфора реагирует с водой воздуха и превращается в фосфорную кислоту”, “Фосфорная кислота не опасна и даже входит в состав некоторых напитков, например, кока-колы”, “Фосфат-ионы будут способствовать разрастанию растений в прудах и озерах, что может превратить их в болота”, “Фосфорная кислота и ее растворимые соли в быстрых реках могут привести к обильной пене”.

При обсуждении газетной заметки учащиеся узнают о свойствах фосфора. Этот пример показывает, что, если важно учащимся запомнить фактологическую информацию, преподавателю следует включать ее в создаваемые им некоторые совокупности сведений, интересные учащимся. При обсуждении содержания заметки записываются формулы оксидов фосфора и фосфорных кислот и уравнения реакций их образования, говорится о силе электролитов, рассказывается об изо- и гетерополикислотах, растворимых и малорастворимых солях фосфорных кислот и т.п. Преподаватель ходит среди учащихся и неожиданно вызывает к доске одного или задает ему вопрос, часто проблемного содержания. Группа вовлекается в изучение кислородных соединений фосфора. Отметим, что в содержание темы, кроме химии, входят экология и валеология (здоровье человека).

Эталон килограмма. Предположим, что на семинарском занятии предполагается обсудить свойства иридия и платины или кремния. Преподаватель говорит, что существующий эталон из платиноиридиевого сплава с 1889 года хранится в подземелье вблизи Парижа в вакуумной камере (два стеклянных колокола). С тех пор его масса уменьшилась на 15 микрограммов, и его перестанут использовать в ближайшие годы. Новый эталон килограмма в виде сферы содержит 99,994 % изотопа кремния-28. Почему платиново-иридиевый эталон заменяют кремниевым? Почему эталон изготавливается из изотопа кремния? Почему вырезается сфера, а не цилиндр или куб? Каков диаметр сферы килограммового образца кремния? Каковы давления пара кремния, иридия и платины (или их сплава)? Почему эталон следует хранить в вакууме, а не в атмосфере инертного газа, например гелия? Далее хорошо бы привести исторические сведения о Д.И. Менделееве и его работе в Главной палате мер и весов. Этот пример показывает, как много следует работать преподавателю для поиска путей повышения заинтересованности учащихся в изучении часто очень скучного для них материала.

Вопросы и задания

1. Составьте подробный план семинарского занятия по выбранной вами теме.
2. Придумайте мысленный эксперимент для использования его при усвоении нового знания.
3. Представьте себе, что на семинарском занятии вам предстоит организовать усвоение какого-либо нового знания. Спланируйте проведение этого процесса в соответствии с теорией поэтапного усвоения знаний. Можно предложить задания на составление уравнений: а) гидролиза; б) окисления-восстановления минерала; в) амфотерного перехода; г) изменения состава иона при изменении pH раствора. Другие темы: а) принцип Ле Шателье; б) синтез аммиака из простых веществ; в) произведение растворимости; г) энергия активации; д) аномальные свойства воды.

Рекомендуемая литература

1. Выготский Л.С. Мышление и речь. - В кн.: Л.С. Выготский. Психология. - М.: - 2000. - С. 262-509.
2. Бадмаев Б.Ц., Малышев А.А. Психология обучения речевому мастерству. - М.: - 1999. - 221 с.
3. Зорина Л.Я. Слово учителя в учебном процессе. - М.: - 1984. - 80 с.
4. Шукина Г.И. Активизация познавательной деятельности учащихся в учебном процессе. - М.: - 1979. - 160 с.
5. Балл Г.А. Теория учебных задач. Психолого-педагогический аспект. - М.: - 1990. - 184 с.
6. Гурова Л.Л. Психологический анализ решения задач. - Воронеж.: - 1976. - 327 с.
7. Машбиц Е.И. Психологический анализ учебной задачи // Советская педагогика. - 1973. - № 2. - С. 58-65.
8. Эсаулов А.Ф. Проблемы решения задач в науке и технике. - М.: - 1979. - 200 с.
9. Эсаулов А.Ф. Активизация учебно-познавательной деятельности студентов. - М.: - 1982. - 224 с.
10. Лернер И.Я. Учебный предмет, тема, урок. - М.: - 1988. - 80 с.
11. Марков А.К. Психология усвоения языка как средства общения. - М.: - 1974. - 239 с.
12. Маликова Т.А. Русская лексика в химической терминологии // Химия в школе. - 1991. - № 5. - С. 41-44.
13. Махмутов М.И. Современный урок. - М.: - 1981. - 192 с.
14. Немов Р.С. Социально-психологический анализ эффективной деятельности коллектива. - М.: - 1984. - 201 с.
15. Соколов А.Н. Внутренняя речь и мышление. - М.: - 1968. - 248 с.
16. Соколов А.Н. Проблемы научной дискуссии. - Л.: - 1980. - 157 с.
17. Фридман Л.М. Логико-психологический анализ школьных учебных задач. - М.: - 1977. - 208 с.
18. Лисичкин Г.В., Бетанели В.И. Химики изобретают. - М.: - 1990.
19. Зайцев О.С. Принципы научной организации обучения общей химии. - Сборник научно-методических статей по химии. - М.: - 1989. - Вып. 11. - С. 53-56.
20. Титова И.М. Педагогическое общение как основа развивающего обучения // Химия в школе. - 1996. - № 5. - С. 8-12.
21. Шабанов А.В. Стрюков Г.А. Использование приемов развития мышления при обучении химии // Химия в школе. - 1993. - № 6. - С. 33-36.
22. Иодко А.Г., Аксенов И.В. Сочетание репродуктивных, эвристических и исследовательских заданий при проведении семинаров // Химия в школе. - 1996. - № 1. - С. 23-28.
23. Шамова Т.И., Перминова Л.М. Мотивация как важнейший фактор управления учебным процессом // Химия в школе. - 1993. - № 2. - С. 21-26.
24. Радасва О.В. Развитие речи учащихся на уроках химии // Химия. Методика преподавания. - 2004. - № 6. - С. 20-22.
25. Болотова А.К. Слушать и слышать, или Законы общения // Химия в школе. - 1994. - № 2. - С. 56-60.
26. Оржековский П.А. Какую творческую задачу предложить ученику // Химия в школе. - 1996. - № 5. - С. 38-41.

27. Оржековский О психолого-педагогических требованиях к творческой задаче по химии // Химия в школе. - 1997. - № 6. - С. 20-25.
28. Оржековский П.А., Титов Н.А., Костенчук И.А. Организация творческого сотрудничества учащихся на практических занятиях // Химия в школе. - 1995. - № 1. - С. 55-58.
29. Оржековский П.А., Богомолова Н.В., Давыдов В.Н., Сушина Т.Е. Обучение учащихся решению экспериментальных творческих задач // Химия в школе. - 1993. - № 5. - С. 67-71.
30. Черкина М.В. Идеи творчества в контексте эффективной педагогики // Химия в школе. - 2004. - № 2. - С. 2-4.
31. Шаталов М.А. О способах решения учебных проблем // Химия в школе. - 2002. - № 2. - С. 17-23.
32. Яковишин Л.А. Схемы алгоритмов решения расчетных задач // Химия в школе. - 2000. - № 1. - С. 38-40.
33. Бурая И.В. Об использовании интегративных творческих заданий // Химия в школе. - 2002. - № 8. - С. 23-27.
34. Либий Ю.В. Решение задач по химии с помощью уравнений и неравенств. - М.: - 1987. - 80 с.
35. Леенсон И.А. Точность в решении химических задач // Химия. Методика преподавания. - 2003. - № 8. - С. 55-62.
36. Николаенко В.К. Сборник задач по химии повышенной трудности. - М.: - 1996. - 192 с.
37. Николаенко В.К. Решение задач повышенной сложности по общей и неорганической химии. - Киев.: - 1990. - 160 с.
38. Николаенко В.К. Классификация олимпиадных задач и общие подходы к решению некоторых типовых задач // Химия в школе. - 1986. - № 6. - С. 65-68.
39. Зайцев О.С. Задачи, упражнения и вопросы по химии. - М.: - 1996. - 432 с.
40. Дайнеко В.И. Как научить школьника решать задачи по органической химии. - М.: - 1987. - 159 с.
41. Хрусталев А.Ф. Выбирать оптимальные варианты решения задач // Химия в школе. - 1984. - № 1. - С. 54-55.
42. Яковлев Н.М., Сохор А.М. Методика и техника урока в школе. - М.: - 1985. - 208 с.
43. Шеин С.А. Диалог как основа педагогического общения // Вопросы психологии. - 1991. - № 1. - С. 44-52.
44. Галебская Л.В. Логическая цепь задач как форма практического занятия по биохимии // Химия. Методика обучения. - 2005. - № 4. - С. 5-8.
45. Грамм-Осипова В.Н., Арефьева О.Д. Расчетные задачи с экологическим содержанием // Химия в школе. - 2000. - № 7. - С. 59-60.
46. Бузуевская В.А. Химические задачи с экологическим содержанием // Химия в школе. - 2000. - № 2. - С. 59-61.
47. Аликберова Л.Ю., Хабарова Е.И. Сведения об экологии в химических задачах // Химия в школе. - 2000. - № 6. - С. 55-57.
48. Быстрицкая Е.В. Составление и решение расчетных задач с прикладным содержанием // Химия в школе. - 2000. - № 7. - С. 56-59.
49. Савельев С.С., Исакова Е.К., Орехова А.И., Червякова О.П., Карнаев Н.А., Мохов А.Г., Скорнякова О.Н. Новые методы в преподавании общей химии. Решаются задачи с дуплетным ответом // Вестник высшей школы. - 1968. - № 11. - С. 22-24.

50. Фридман М.Ф. Место убеждения в учебно-воспитательном процессе // Химия. Методика преподавания. - 2005. - № 6. - С. 10-12.
51. Фридман М.Ф. О формировании научных убеждений на уроках химии в средней школе // Химия. Методика преподавания. - 2005. - № 4. - С. 36-38.
52. Руденко А.П. Химическая эволюция и биогенез. - В кн.: Философия и социология науки и техники. - М.: - 1987. - С. 70-87.
53. Руденко А.П. Эволюционная химия и естественнонаучный подход к проблеме происхождения жизни // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1980. - Т. 25. - № 4. - С. 390-404.
54. Эльнер И.А., Чернобелская Г.М. К вопросу о методике планирования содержания урока // Химия в школе. - 1984. - № 3. - С. 35-37.
55. Царев А.С. Семинарские занятия по общей физике // Вестник высшей школы. - 1977. - № 6. - С. 33-36.
56. Иванова Р.Г. Как строить систему уроков по учебной теме // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1973. - Т. 18 - № 4. - С. 397-402.
57. Фридман Л.М. Логико-психологический анализ школьных учебных задач. - М.: - 1977. - 298 с.
58. Полосин В.С., Лазыкина Л.Г. О взаимно-обратных качественных задачах по химии. - Химия в школе. - 1972. - № 2. - С. 27-31.
59. Резникова Ж.И. Интеллект и язык животных и человека. Основы когнитивной этиологии. - М.: - 2005. - 518 с.
60. Жинкин Н.И. Речь как проводник информации - М.: - 1982. - 157 с.
61. Иодко А.Г., Емельянова Е.О. Развитие монологической речи учащихся при изучении первоначальных химических понятий // Химия в школе. - 1996. - № 4. - С. 25-30.
62. Емельянова Е.О. Подготовка учащихся к решению расчетных задач // Химия в школе. - 1998. - № 3. - С. 53-60.
63. Меркушева С.А. Методика решения задач по аналитической химии. - Минск.: - 1985. - 223 с.
64. Ярославцева Т.С. К методике решения расчетных типовых задач в VII-VIII классах // Химия в школе. - 1981. - № 4. - С. 33-36.
65. Никитин Е.П. Объяснение - функция науки.: - М. - 1970. - 280 с.
66. Лернер И.Я. Поиск доказательств и познавательная самостоятельность учащихся // Советская педагогика. - 1974. - № 7. - С. 28-37.
67. Гаркунов В.П. Методические вопросы научного объяснения в процессе преподавания химии // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1975. - Т. 20. - № 5. - С. 525-530.
68. Давыдов В.Н. Генеалогическое древо в обучении решению расчетных задач // Химия в школе. - 1999. - № 5. - С. 43-46.
69. Краснянский А.В. Экологические проблемы в расчетных задачах по химии // Химия в школе. - 1996. - № 5. - С. 32-37; № 6. - С. 22-27.
70. Коржуков Н.Г. Обсуждение физического смысла энтропии при изложении элементов термодинамики в курсе общей химии // Сборник научно-методических статей по химии. Вып. 4. - М.: - 1975. - С. 49-54.
71. Зайцев О.С. Методические вопросы изложения элементов химической термодинамики в курсе общей химии // Сборник научно-методических статей по химии. Вып. 4. - М.: - 1975. - С. 70-73.

72. Шелинский Г.И. Отражение элементарных закономерностей термодинамики в современном школьном курсе химии // Сборник научно-методических статей по химии. Вып. 4. — М.: - 1975. - С. 88-95.

73. Быстров В.М. Об использовании элементов химической термодинамики при изложении раздела "Органические соединения" в курсе общей химии // Сборник научно-методических статей по химии. - Вып. 4. - М.: - 1975. - С. 107-110.

74. Чертков И.Н. Система формирования у учащихся понятий о взаимном влиянии атомов при изучении органической химии // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1973. - Т. 18 - № 4. - С. 418-424.

75. Власенко К.К., Карапетьянц М.Х. Использование элементов термодинамики при изложении свойств растворов // Сборник научно-методических статей по химии. Вып. 4. - М.: - 1975. - С. 74-85.

76. Зайцев О.С. Методические вопросы изложения элементов химической термодинамики в курсе общей химии // Сборник научно-методических статей по химии. Вып. 4. - М.: - 1975. - С. 70-73.

77. Погодин В.П., Карапетьянц М.Х. Использование элементов термодинамики при изложении химии *s*-элементов // Сборник научно-методических статей по химии. Вып. 4. - М.: - 1975. - С. 96-102.

78. Сергеева Т.А., Карапетьянц М.Х. Использование элементов термодинамики при изложении химии *d*-элементов // Сборник научно-методических статей по химии. Вып. 4. - М.: - 1975. - С. 102-106.

79. Леенсон И.А. Химические реакции. Тепловой эффект, равновесие, скорость. - М.: - 2002 - 192 с.

7.6. Познавательная игра

Понимание того, что творческое мышление формируется как результат активного участия в групповой познавательной деятельности, заставляет педагогов и методистов искать новые пути активизации этой деятельности. Поиск привел к появлению некоторых новых способов обучения, одним из которых стали познавательные игры, которые сочетают проблемный, поисковый и исследовательский методы обучения с одной стороны, и семинарскую и лекционную формы обучения - с другой. Игра в обучении - это деятельность обучаемых и преподавателя, смысл которой заключается в имитации деятельности специалистов и отношений между ними при групповом поиске решения поставленной задачи. Желательно, чтобы игра повторяла межличностные конфликты, всегда проявляющиеся в реальной деятельности.

Познавательные игры называют поисковыми, ролевыми, исследовательскими, обучающими, деловыми и т.п. Общей для игр является их цель - обучение решению профессиональных задач. В познавательной игре создается напряженная конфликтная обстановка, заставляющая участников искать выход в условиях нестандартной ситуации, недостатка времени, ограниченности материальных средств, отсутствии квалифицированного исполнителя, неполной информации о положении дел на предприятии, противодействия со стороны руководства или

конфликтов между работниками. В познавательной игре знания усваиваются не для запоминания, а для их использования в реальном процессе принятия решения. В познавательной игре снимаются барьеры и различия между сильными и слабыми учащимися и даже между учащимися и преподавателем.

Несмотря на предоставляемую участникам игры свободу в выборе путей решения проблемы, действия их ограничены определенными нормами и правилами, которые должны быть записаны в сценарии игры. Эти правила касаются не только поведения и взаимоотношений в группах рабочих и научных сотрудников (дисциплина, время прихода на работу, обеденного перерыва, окончания работы, соблюдение этики подчиненности в отношении с руководителями и определенные отношения с подчиненными и т.п.), но и многочисленными технологическими, часто строжайшими, ограничениями - давление и температура в реакторе, скорость процесса, количества реагентов и добавок и т.п.

Тема познавательной игры определяет ее построение и успех. По числу целей игра может быть **одно-** и **двухцелевой**. В первом случае перед группой ставится общая цель, и вся группа стремится эту цель достигнуть. Например, разработать технологию синтеза аммиака, получения алмаза и т.п. В этом случае игра проходит по методике так называемого **“мозгового штурма”**, или дискуссии. Значительно большая активность учащихся обнаруживается в двухцелевой игре, когда создаются две группы, каждая из которых доказывает свою правоту и убеждает в верности своего решения, добивается получения задания на разработку проекта, гранта, высокой оплаты за работу и т.п. В такой игре одна группа защищает один проект, другая - его отвергает и защищает свой проект. Игра проходит как соревнование двух групп и отличается более высокой эмоциональностью, но требует большей подготовительной работы преподавателя. Темы таких игр могут быть такими: целесообразность строительства целлюлозно-бумажного комбината на берегу озера Байкал, строительства плотины через Кара-Богаз-Гол, переброска стока северных рек на юг России и т.п.

Познавательные игры требуют высоких знаний и усилий учащихся, поэтому проводить их следует не чаще одной в два месяца, иначе участники плохо или совсем не **“разыгрываются”**. Подготовка к познавательной игре предполагает тщательную подготовку к ним преподавателя и в десятки раз больших затрат времени, чем к семинару или лекции. Состав играющей группы назначается преподавателем, который вместе с учащимися распределяет роли или должности участников. Преподаватель составляет приближенный сценарий игры и список тех проблем, которые должны решаться в игре. Также необходим перечень предназначенных для усвоения теорий, законов, формул, представлений, понятий и т.п. Учащиеся знакомятся со сценарием и предназначенными для усвоения знаниями. В игре могут участвовать до 30 человек.

Желательно на игру отвести четыре академических часа. Важнейшим условием успеха игры является ее начало. Наибольшие трудности состоят в том, чтобы участники “заиграли” и вошли в свои роли. На это может уйти до четверти всего времени игры, но отмечались случаи, когда игра вообще не начиналась и не развивалась. Это говорит не только о важности выбора темы игры, но и о необходимости учета многих, казалось бы, незначительных факторов. Например, игра утром, до обеда или после обеда, пасмурная или солнечная погода, контрольная работа по другой дисциплине вчера или на следующий день, празднование дня рождения до игры или после нее и т.п. Для скорейшего начала игры следует в начале давать проблему, которая наиболее сильно может взволновать участников.

Роль преподавателя в игре неоднозначна. Активность преподавателя “разжигает” игру. Для этого преподаватель, в зависимости от обстановки, может быстро переходить от одной роли к другой. С другой стороны, отмечается, что чем меньше преподаватель вмешивается в игру, тем сильнее происходит сплочение группы для совместного поиска решения, тем выше обучающая и воспитательная ценность игры. Полезна для преподавателя и учащихся видеозапись игры. Последующий просмотр показывает участникам их поведение и позволяет исправить научные ошибки и недостатки устной речи. Это помогает также окончательной оценке деятельности участников в случае, если возникает недовольство результатами игры.

Оценка деятельности участников – сложный и деликатный вопрос. Группа заранее узнаёт о критериях оценки её работы. Удобно это делать выставлением баллов за правильное или неправильное действие в двухбалльной шкале: плюс или минус. По сумме этих положительных и отрицательных оценок судят о достижениях групп и отдельных участников. Оценивает деятельность участников игры преподаватель и “комиссия” из нескольких учащихся. Также оценку можно производить по качеству и числу предложений, приводящих к правильному решению, по научной и технической грамотности предложения, согласованности решений, по скорости принятия решений и т.п. Кроме оценки показываемых научных знаний, в игре оценивается поведение участников при защите и критике, их принципиальность, дисциплинированность, инициативность, убежденность, честность, отсутствие эгоизма, склонность к риску, умение руководить и т.п. Баллы присваиваются также за обращение к справочной литературе. За особо ценное предложение группе или участнику дается дополнительно некоторое число баллов. За опасные, невыгодные или неправильные решения или за отход участников от норм поведения может быть наложен штраф отнятием баллов. Оценки можно сообщить после окончания игры, но для усиления заинтересованности и повышения эмоциональности имеет смысл объявлять оценки во время игры.

Синтез аммиака. В качестве примера обсудим познавательную игру по технологии синтеза аммиака. Предприятию поручено разработать технологию синтеза аммиака из азото-водородной смеси. Главный инженер проекта набирает для работы сотрудников: химик-теоретик, заведующий заводской лабораторией, аналитик, технолог, экономист, специалист по технике безопасности, врач, юрист, журналист, программист, библиограф и другие. Для повышения эмоционального напряжения в игру могут вводиться “искусственные” роли судей, критиков, противников нового, даже террористов и возможных вредителей. Ролевые должности могут быть заранее распределены преподавателем или самой группой.

В познавательной игре решаются многочисленные вопросы, например, следующие.

1. Каковы условия увеличения выхода аммиака (теоретик)?
2. Почему для синтеза берется азотоводородная смесь в соотношении азот : водород = 1 : 3 (математик, теоретик)?
3. Какие примеси отравляют катализатор и как очистить исходную газовую смесь (технолог)?
4. Почему нельзя пользоваться самыми высокими давлениями? Почему синтез не проводят при низких давлениях (технолог, экономист, инспектор по технике безопасности)?
5. Почему нельзя беспрестанно повышать температуру и нельзя проводить синтез при наиболее низких температурах (технолог, экономист, инспектор по технике безопасности)?
6. Как нагреть входящие в колонну газы (технолог)?
7. В трех сосудах содержится отдельно водород, азот и аммиак. Как узнать, в каком сосуде, какой газ (аналитик, начальник заводской лаборатории)?
8. В сосуде находится смесь водорода, азота и аммиака. Как узнать, в каких количествах содержатся эти газы в смеси (аналитик, начальник заводской лаборатории)?
9. Каковы могут быть последствия попадания аммиака в атмосферу (инспектор по технике безопасности, специалист по охране природы)?
10. Как помочь человеку, если он, вдохнув аммиак, потерял сознание (инспектор по технике безопасности, врач)?
11. Как выбрать место для строительства нового завода по производству аммиака (экономист)?

Игра начинается с обсуждения проекта технологического процесса синтеза. Главные условия: высокий выход аммиака при низкой его стоимости и безопасность производства. Познавательная игра по синтезу аммиака может быть расширена обсуждением географического положения завода, роли удобрений (аммиака) в сельском хозяйстве и т.п. В содержание игры можно включить проблему связанного азота.

Аналогичным образом ставятся игры по синтезу азотной кислоты, серной кислоты, хлороводорода, этилового спирта, по созданию без-

отходного комплекса по переработке нефелинов и других полезных ископаемых, металлургии, получению полупроводников, фуллеренов и т.п. Познавательная игра по проблеме чистой воды будет включать подходы к получению питьевой воды в зависимости от местоположения установки и стоимости процесса. Что лучше и выгоднее - озонирование, хлорирование, обработка ультрафиолетовым облучением или ультразвуком?

Так же, как нет готовых сценариев игр, нет и единых мнений об их проведении. Удавшаяся один раз игра с другой группой студентов через год неожиданно для преподавателя не проходит или, наоборот, проходит намного успешнее.

Вопросы и задания

1. Напишите сценарий познавательной игры по заинтересовавшей вас теме курса химии.
2. Предложите критерии оценки эффективности познавательной игры.
3. Проведите познавательную игру и проанализируйте ее содержание и организацию. Оцените эффективность игры.

Рекомендуемая литература

1. Вербицкий А.А. Деловая игра как метод активного обучения // Современная высшая школа. - 1972. - № 3. - С. 129-141.
2. Болотинская Б.П., Кузнецова Н.Е. Роль и место дидактических игр в обучении химии // Химия в школе. - 1983. - № 2. - С. 35-36.
3. Скатова Н.Н., Роман В.К. Дидактический комплекс деловых игр // Химия в школе. - 1991. - № 6. - С. 32-34.
4. Злотников Э.Г., Богомолов Э.Ю. О сюжетно-ролевых творческих заданиях в обучении химии // Химия в школе. - 2001. - № 7. - С. 61-63.
5. Аранская О.С. Урок - деловая игра "Производство чугуна" // Химия в школе. - 2002. - № 10. - С. 34-42.
6. Гирин В.И. Из опыта проведения уроков-игр // Химия в школе. - 1994. - № 6. - С. 28-32.
7. Клеянкина М.К., Балашова Е.Ф., Зайцев О.С. Деловая игра по теме "Производство аммиака" // Химия в школе. - 1992. - № 5-6. - С. 49-51.
8. Зайцев О.С. Задачи, упражнения и вопросы по химии. - М.: - 1996. - 432 с.
9. Телина А.И. Из опыта научно-исследовательской и инженерной работы // Химия в школе. - 1997. - № 3. - С. 73-75.
10. Лисичкин Г.В. Перспективные направления развития химической индустрии // Химия в школе. - 1982. - № 5. - С. 9-11.
11. Баранник В.П. Проблема чистой воды // Химия в школе. - 1977. - № 6. - С. 5-11.
12. Булавин Ю.И. О катализаторах реакции окисления аммиака // Химия в школе. - 1984. - № 1. - С. 73.
13. Гамбург Д.Ю. Проблема связанного азота // Химия в школе. - 1994. - № 5. - С. 5-10.

14. Ключников Н.Г., Бахшиева Д.М. Очистка воды электролизом // Химия в школе. - 1981. - № 4. - С. 77.
15. Мальцев В.В. Безотходный комплекс по переработке нефелинов // Химия в школе. - 1986. - № 2. - С. 6-10.
16. Никонов А.Л. Материалы к деловым играм по природоохранительной тематике // Химия в школе. - 1988. - № 1. - С. 32-33.
17. Петросян В.С., Кочетова Э.К. Агрохимическая экология. - В кн. Будущее науки. Вып. 19. - М.: - 1986. - С. 58-75.
18. Соколов Р.С. Производство этанола: технология, экономика экология // Химия в школе. - 1992. - № 5-6. - С. 7-14.
19. Хлыстовский А.Д. Минеральные удобрения и их роль в реализации продовольственной программы // Химия в школе. - 1983. - № 4. - С. 6-10.
20. Эпштейн Д.А., Хашинская Ю.Д. Политехнический принцип в обучении химии на примере изучения темы "Производство серной кислоты" // Химия в школе. - 1970. - № 1. - С. 32-39.
21. Деловая игра по теме "Производство аммиака". Химия в школе. - 1992. - № 5-6. - С. 49-51.

7.7. Внеаудиторная работа

О значении **самостоятельной** внеаудиторной работы знает каждый преподаватель. Самостоятельность - одна из черт личности человека, выражающаяся в малой зависимости деятельности от руководителя и других людей (членов группы). В педагогике роли самостоятельной работы отводится ведущее место, однако педагогика не дает четкого ответа, что имеется в виду под понятием "самостоятельная работа". Лектор на лекции дает 1-2 минуты для обдумывания ответа на заданный вопрос. На семинарском занятии группа решает задачу. В лабораторном практикуме произошло разделение обязанностей и в какой-то момент времени один учащийся готовит раствор. Всё это самостоятельная работа? Конечно, это примеры самостоятельной работы, потому что она проходит без непосредственного участия преподавателя и помощи более подготовленного студента.

По теории поэтапного усвоения знаний внеаудиторная работа рассматривается как проведение нового знания через два последних этапа - 5-й и 6-й: внутренней речи и умственного действия. Так как эти этапы скрыты от преподавателя и проходят без его непосредственного участия, то это и создает предпосылки для самостоятельной работы.

Некоторые преподаватели считают, что самостоятельная работа должна проходить **индивидуально** без участия в ней преподавателя. Кроме индивидуальной работы, говорят о **групповой** самостоятельной работе. Внеаудиторная работа включает разнообразные виды деятельности: выполнение домашних заданий, завершение оформления лабораторных работ, просмотр конспекта лекций, подготовка к будущей лекции, семинару или лабораторной работе, выполнение курсовой работы, написание реферата и химического сочинения, чтение литера-

туры в библиотеке, подготовка к коллоквиуму, контрольной работе, зачету, экзамену и т.п. Такая работа возможна при выполнении некоторых проблемных заданий лабораторного практикума.

Эффективность внеаудиторной работы определяется не числом решенных задач (об этом часто забывают преподаватели) или числом страниц текста реферата, а объемом и качеством приобретенных знаний и сформированностью навыков познавательной деятельности. Ранее было обсуждено много заданий, которые можно использовать во внеаудиторной работе (и на семинарских занятиях). Приведем примеры некоторых других заданий.

Водородный показатель. Преподаватель предлагает задание: перечислить и обосновать, что можно узнать, определив pH раствора. Обязательное дополнение: чем больше будет приведено научно обоснованных предложений, тем выше будет оценка работы. Ожидаемые ответы: сила кислоты или основания, константа диссоциации слабой кислоты или основания, гидролиз ионов соли и т.д. Если известно табличное значение константы диссоциации, то можно рассчитать концентрацию кислоты или основания. Несмотря на простоту задания, учащиеся часто не могут его выполнить.

Разложение загрязнений. Учащиеся любят такое задание: “Перечислите факторы, влияющие на разложение загрязнений природных водоемов (пруды, озера, реки). Чем больше факторов перечислите, тем выше будет оценка! Желательно, чтобы вы начинали с самых важных факторов и переходили к менее значимым”.

Задание вызывает в группе соревнование по числу факторов. Ответы могут быть самыми разнообразными: термодинамическая устойчивость соединений, скорость их распада, термодинамическая возможность реакции с водой (гидролиз) и ее скорость, то же для реакции с кислородом, температура, время года и суток (освещение, скорость ветра, атмосферное давление, давление кислорода), скорость течения реки (перемешивание), плотность загрязнения (скапливается на поверхности или опускается на дно), бактерии, другие загрязнения, способные реагировать между собой, размеры частиц твердых загрязнений и т.п.). Это задание экологического характера, и оно показывает, насколько учащиеся заинтересованы в решении экологических проблем.

Успешность внеаудиторной домашней работы зависит от того бюджета времени, который на эту форму работы отводится преподавателем (субъективно). Для подготовки к семинарскому и лабораторному занятиям учащийся затрачивает в лучшем случае не более трех часов. Индивидуально работающий студент на решение задачи затрачивает в 5-10 раз больше времени, по сравнению со временем решения на занятии, поэтому практика некоторых преподавателей - давать студентам задания из десятка расчетных задач - приводит к тому, что студенты не решают ни одной задачи.

Некоторые методисты советуют подготовленным учащимся давать одни задачи, а менее подготовленным - другие, более простые, но при этом возникают трудности при обсуждении решения задач на семи-

нарском занятии. Разработаны задачи, которые для своего выполнения требуют нескольких расчетных действий, причем слабо подготовленные учащиеся выполняют несколько начальных действий, а сильно подготовленные - все действия.

Решение **расчетных задач** - наиболее распространенные задания для домашней работы. Учащихся следует учить решению задач и проблем. Некоторые авторы приписывают себе создание **алгоритма** решения задачи, который сводится к совету прочитать задачу, выписать условия и требования к результату. Затем разбить задачу на несколько действий, для каждого действия найти нужную формулу и подставить в нее числовые данные. Знакомство с таким алгоритмом деятельности приносит некоторые результаты, но обычно учащиеся не пользуются такими советами. Даже несмотря на то, что подстановка числовых значений в формулу не представляет труда, часто учащиеся не могут выбрать нужную формулу или забывают о выражении данных в единой системе единиц измерения. Некоторые учащиеся, решая расчетную задачу, часто не задумываются о научной сути задачи.

Проблемных задач в большинстве задачников почти нет. В практике обучения предпочтительно использовать расчетные задачи, в которых исходные числовые данные или полученные результаты содержат, пусть даже простейшую, проблему. Особенно важно, чтобы решение подобных задач было связано с содержанием лекций или лабораторных работ. Приведем еще некоторые примеры задач.

Пероксид водорода и фотосинтез. “Недавно была выдвинута гипотеза, что в фотосинтезе участвует пероксид водорода, который образуется в растениях при движении воды по стеблю. Рассчитайте изменение изобарного потенциала (при стандартных условиях) реакции углекислого газа с водой и пероксидом водорода с образованием молекулярного кислорода и муравьиного альдегида (формальдегида CH_2O) или глюкозы. Термодинамические характеристики веществ найдите справочных таблицах”. Результат должен показать, что реакция с участием пероксида водорода термодинамически более выгодна.

Вещество	H°_{298} , кДж/моль	S°_{298} , Дж/К·моль
O_2	0	205
H_2O^*	-285,8	70,1
H_2O_2^*	-187,8	109,5
CO_2	-393,5	213,7
CH_2O	-115,9	218,7
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	-1274,4	212,2

Подобные задачи для домашней работы (и для семинаров) удобны тем, что заставляют учащихся узнать нечто новое, которое вынуждает заменить прежнее устойчивое знание (что такое фотосинтез знает, наверное, любой школьник) на новое и произвольно запоминающееся. Данная задача многовариантна, и преподаватель поручает решить варианты разным учащимся, чтобы затем на семинарском занятии обсудить полученные результаты. На семинаре после сопоставления результатов задачи можно обсудить, быстрее или медленнее будет проходить реакция с пероксидом водорода по сравнению с водой. Далее можно воду заменить сероводородом (ранний в истории Земли фотосинтез). Наконец, поговорить о том, когда и как образовался кислород на Земле - до или после появления растений.

Энергия. “На полу лежит 10-копеечная монета. Имеет ли смысл наклониться, чтобы ее поднять - не истратите ли вы больше энергии, чем это соответствует стоимости монеты? Цену энергии возьмите из квитанции по оплате электроэнергии”. Эта задача требует знания единиц энергии, многих предположений, например, длина перемещения по вертикали некоторой массы человеческого тела. Следует ли учитывать продолжительность наклона человека? И т.п.

Метанол. Следующее задание может обсуждаться на семинарском занятии, а затем продолжаться на лабораторном занятии или дома. Преподаватель говорит: “Если водка не внушает доверия, можно легко проверить ее на наличие метанола. Разогрейте в пламени зажигалки медную проволоку или кольцо и опустите в водку. Если присутствует метанол, появится запах формалина. Напишите формулы веществ, уравнение реакции и подберите коэффициенты”. В практикуме можно провести опыт с обычной водкой и с водкой, к 100 мл которой добавлен 1 мл метанола (метанол очень опасен!). Можно ли пользоваться этими советами? Читатель может серьезно меня упрекнуть, что в учебнике говорится о водке, которая крайне вредна и губительна для человека, но следует всегда помнить, что такова наша жизнь, что люди спиваются от водки, ломая свою жизнь. Еще хуже, не будучи алкоголиком, случайно выпить какую-то спиртовую смесь, через несколько часов потерять навсегда зрение или же погибнуть. К сожалению, наши преподаватели почему-то стараются о подобных явлениях нашей жизни молчать.

Концентрация иона. В следующей простой задаче рассчитывается число молей растворенного вещества и концентрации ионов. “К 2 г сульфата алюминия прилили воды до 0,5 л. Рассчитайте в моль/л концентрации ионов алюминия и сульфат-иона в этом растворе”. Задачу можно усложнить расчетом pH раствора (если известна константа диссоциации слабого электролита). Почти все учащиеся забывают, что первым делом следует написать уравнение реакции, в этом случае - диссоциации соли на ионы. Не сделав этого, студенты не могут вспом-

нить, что концентрация иона в растворе соли равна концентрации соли, умноженной на число этих ионов в формуле вещества.

pH раствора. Задача должна быть сложной, и в одной задаче желательно объединить две или несколько других задач. Например. “К 2 г NaOH прилили воды до 0,5 л. Рассчитайте pH раствора”. Решение требует знания того, что гидроксид натрия сильный электролит, написания уравнения диссоциации, расчета концентрации в моль/л гидроксида, расчета pOH и pH. Несмотря на простоту задания, студенты первого курса часто затрудняются приступить к решению задачи. Достаточно сказать, что решение следует представить несколькими действиями, и студенты приступают к решению. Они забывают, что можно считать объем раствора равным объему воды, и плотность раствора равной плотности воды.

Формулировка вопроса или условия задачи имеет важное значение для получения желаемого ответа. Часто логика вопроса, понятная и кажущаяся однозначной преподавателю, понимается студентом по-иному. Например, посмотрим, как влияет одно слово в задании на ответ студентов.

1-ый вариант. “*Рассчитайте* pH раствора, полученного приливании воды до 1 л к 1 мл раствора хлороводородной кислоты концентрации $1 \cdot 10^{-5}$ моль/л”. При ответе на этот вопрос большинство дают в ответ: pH = 8.

2-ой вариант. “*Каков* pH раствора, полученного приливании воды до 1 л к 1 мл раствора хлороводородной кислоты концентрации $1 \cdot 10^{-5}$ моль/л? Ответ можно получить расчетом “в уме”, но доказательство и объяснение ответа обязательны”. При такой формулировке вопроса число студентов, отвечающих, что раствор будет почти нейтральным, значительно возрастает. Ответ: $[H^+]_{\text{раствор}} = [H^+]_{\text{вода}} + [H^+]_{\text{кислота}} = [1 \cdot 10^{-7}]_{\text{вода}} + [1 \cdot 10^{-5}]_{\text{кислота}} \approx [1 \cdot 10^{-5}]_{\text{раствор}}$ и pH ? 7. Задачу можно усложнить, заменив хлороводородную кислоту раствором гидроксида натрия.

Баротропное явление. Студентам нравятся задания, содержащие новые или необычные для них вопросы. Ниже приводится пример такого задания. “Объясните, почему в поле тяготения в двух- и многокомпонентных системах жидкость-жидкость или жидкость-газ при больших давлениях и определенных температурах фазы меняются местами: находящаяся сверху при обычных условиях менее плотная фаза становится более плотной и тяжелой и опускается вниз”. Впервые это явление наблюдалось в системе жидкого водорода и газообразного гелия. При 20,1 К и давлении 49 атм гелий опускался под жидкий водород. Почему при увеличении давления фаза, содержащая компонент с большей молярной массой, становится тяжелее и тонет в другой фазе? Это явление обнаружено также в системах аммиак - азот (180 К, 1800 атм), аммиак - азот - водород (3500-3700 атм, 170 К), метанол - толуол, ацетон - анилин и других.

Напиток из концентрированных кислот. “Несколько лет назад среди населения разошелся рецепт почему-то названный “царской водкой”, которая будто бы излечивает рак желудка. Смесь готовится растворением в 1 литре воды 1 столовой ложки концентрированной серной кислоты, 1 столовой ложки концентрированной соляной кислоты, половины стакана (100 мл) виноградного уксуса и четырех таблеток нитроглицерина. Опасен или безопасен прием внутрь такого раствора?”.

Преподаватель сообщает, что вместимость столовой ложки равна 20 мл, плотность серной кислоты 1,84 г/мл, плотность соляной кислоты 1,18 г/мл. В условии задачи можно не говорить об уксусе, так как его вклад в кислотность раствора в присутствии сильных кислот незначителен. Также можно не говорить о таблетках нитроглицерина. Содержание H_2SO_4 в концентрированной серной кислоте составляет 96 %. Содержание HCl в концентрированной соляной кислоте равно 37 %. Для простоты расчета можно сказать, что к растворам кислот добавляется вода до 1 л.

Концентрация ионов водорода равна 0,84 моль/л и $pH=0,08$. Кислотность слюны человека близка к нейтральной. Введение в организм человека очень высокой по кислотности жидкости приведёт к ожогу рта и пищевода. Концентрация соляной кислоты в желудочном соке человека равна 0,4–0,5 % и $pH=0,8-1,2$. Таким образом, концентрация ионов водорода в “царской водке” оказывается в 10 раз больше, чем в желудочном соке. Возможно, что этот раствор не обожжет желудок, но может обжечь рот, пищевод и кишечник и привести к непоправимым последствиям. Интересно предложить задачу, в которой сначала нужно рассчитать pH серной кислоты, потом соляной кислоты. Затем рассчитать pH после сливания по одному литру растворов этих кислот (учащиеся могут просуммировать значения pH и разделить на 2).

Приведем примеры некоторых “бессмысленных” задач. Иногда можно встретить задачи, подобные таким. Например, “В 1 кг вещества содержится 0,3227 г электронов. Масса электрона равна $1/1823$ а.е.м. Определите формулу вещества”. Ответ: NH_3 . Трудно придумать столь далекую от реальности задачу. Как найдена масса электронов в веществе? Зачем это всё нужно? Кому когда-нибудь пригодятся подобные вычисления в практической деятельности? Авторы могут ответить, что так развивается творческое мышление, но неужели нельзя это делать на примере других объектов, важных для будущей специальности учащихся? Часто встречаются задачи на расчет числа атомов в некотором объеме газа, массы одного атома и т.п. Подобные задачи учат формальному применению числа Авогадро. Конечно, эти задачи дают представление о массе и размере атома и об огромном значении числа Авогадро, но нужно ли это учащемуся, и когда он воспользуется приобретенными знаниями?

Другая, далекая от реальной научной работы, задача: “Сколько граммов хлорида натрия и воды следует взять для приготовления 80 г 5%-го раствора?”. Когда-нибудь авторы взвешивали растворы?

Смешение растворов. Для проверки правильности решения задачи преподавателю будут трудны задачи подобного содержания: “Смешаны 20 г 20 %-го и 50 г 50 %-го растворов. Какова массовая доля вещества в полученном растворе?”. Преподавателю непросто сообразить, какие действия провел учащийся, так как граммы и проценты имеют одинаковые значения.

Алмаз и графит. В виде домашнего задания можно предложить из спичек и пластилина (остатков жевательной резинки) собрать модель структуры алмаза. Для этого следует дать ориентиры деятельности: из атома углерода исходит четыре равноценных связи с другими атомами, которые не расположены в плоскости. Точно так же собирается модель структуры графита: из атома углерода исходит три равноценных связи, расположенные с равными углами на плоскости. Слои атомов связаны слабыми связями. После изготовления таких моделей обсуждение гибридизации электронных орбиталей и типов химической связи (одинарная, двойная) происходит намного более результативно и материал усваивается значительно эффективнее.

Фуллерены. Преподаватель рассказывает, что в настоящее время во многих отраслях науки изучается новая модификация углерода - фуллерены - со структурой объемных молекул, имеющих форму шара, дыни или трубок. Фуллерены впервые были получены при нагревании графита. Образовавшиеся в газовой фазе фрагменты слоев атомов сворачиваются в различные объемные частицы, состоящие из десятков атомов углерода C_{60} , C_{70} , C_{76} , C_{78} , C_{84} , C_{90} , C_{94} и другие. Внутри молекула фуллерена полая и имеет свойства ароматических бензольных групп.

Наиболее устойчив фуллерен C_{60} , молекула которого имеет форму шара (футбольного мяча). Этот фуллерен получают испарением графита, термическим разложением нафталина и другими способами. Он присутствует в пламени коптящей свечи, в продуктах горения ацетилена, в межзвездном веществе, в некоторых минералах, например, шунгите, и многих других природных объектах. Диаметр молекулы C_{60} близок к 1 нм. Поверхность молекулы C_{60} состоит из двадцати шестиугольников и двенадцати пятиугольников и напоминает покрывку футбольного мяча. Каждый шестиугольник граничит с тремя шестиугольниками и тремя пятиугольниками, соприкасающимися только с шестиугольниками. Любой атом углерода в молекуле находится в вершинах двух шестиугольников и одного пятиугольника и неотличим от других.

Простой способ построения модели молекулы C_{60} состоит в объединении двух фрагментов слоя графита по 30 атомов углерода в каждом. В виде домашнего задания предлагается нарисовать на листе бумаги два фрагмента плоского слоя атомов графита, как это показано на ри-

сунке (рис. 7-4), вырезать фрагменты, изогнуть их по сторонам многоугольников (штрихованные линии показывают образование пятиугольников при изгибании в объемную фигуру), соединить две половины модели, склеить их липкой лентой и получить объемную модель молекулы C_{60} . Это также один из возможных путей синтеза C_{60} . После выполнения такого задания учащиеся приобретают знание о фуллерене и будут с интересом отыскивать в литературе сведения о нахождении фуллеренов в природе (космос, атмосфера, почвы, минералы) и их применении в технике, медицине и других областях науки и технологии.

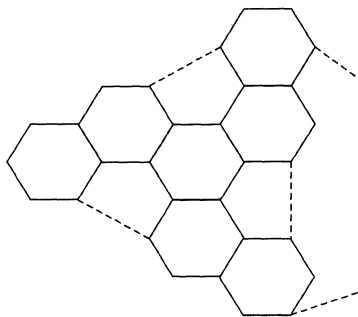


Рис. 7-4. Фрагмент слоя атомов углерода графита или части модели фуллерена C_{60}

Опыт по открытым системам. В качестве домашних заданий можно предложить опыты, которые ставятся с использованием имеющихся в быту средств. Например, предлагается заморозить до твердого состояния чайную ложку сметаны, потом её добавить в горячие щи и тщательно перемешать. Сметана маленькими шариками равномерно покрывает поверхность жидкости, но через несколько минут шарики начинают двигаться и объединяться, но не сливаться. На поверхности образуются скопления шариков в виде островков со свободными протоками между ними. Можно увидеть, как одиночный шарик пытается пристроиться к одному из островков, но почему-то отскакивает и ищет другой островок. Учащимся предлагается объяснить наблюдавшееся явление. Также можно предложить им придумать научно строгую постановку опыта. Объяснение строится с привлечением теории открытых систем.

Чаинки в стакане с чаем. Этот опыт не связан напрямую с химией, но имеет отношение к природным явлениям (течения рек, океанов, круговороты и т.п.) и химической технологии. Налейте в стакан чай с плавающими на поверхности чайниками и ложечкой вращательными движениями размешайте жидкость. Чаинки собираются на поверхности жидкости в центре стакана. Почему? При вращении чаинки должны были бы отбрасываться к стенкам сосуда центробежной силой. Никто до А. Эйнштейна не смог объяснить это явление, хотя объяснение удивительно простое: при перемешивании ложечкой жидкость на дне стакана движется к стенкам, поднимается вверх, перемещается к центру и уходит вниз (рис. 7-5).

Новой формой внеаудиторной работы самостоятельной работы могут быть **химические сочинения**. Сочинения выполняются теми, кто собирается получить по химии высокую оценку. Темы сочинений желательно

связывать с вопросами, обсуждавшимися на лекции. Оценки за сочинения лектор выставляет в своей ведомости. Самые интересные предложения обсуждаются на семинарском занятии или даже на лекции.

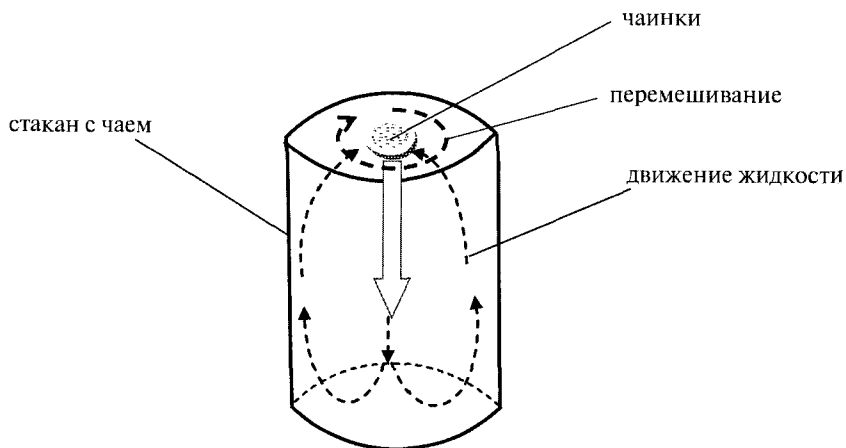


Рис. 7-5. Движение чаинок в стакане при круговом перемешивании

Электродные потенциалы. Будущим медикам можно предложить такое сочинение. “Для приготовления целебной воды предложено пользоваться двойной спиралью проволок из меди и посеребренной меди. Обе спирали соединены концами. Спираль опускается в стакан с обычной водой, которая приобретает некоторые целебные свойства: повышает иммунитет, лечит такие заболевания, как ОРВИ, грипп, гастрит, язвы желудка, стоматит, пародонтит, дерматит, экземы, псориаз, перхоть и другие. Объясните, привлекая научные положения, почему используются две соединенные проволоки из разных металлов. Сформулируйте кратко тему сочинения”. Другое задание: “Для лечения остеохондроза, радикулитов, артритов, мигреней и других болезней рекомендуют пользоваться биметаллическим аппликатором, состоящим из двух медно-серебряных пластинок, которые накладываются на определенные точки тела. Объясните действие этого средства”.

Сочинение должно содержать любые, научно обоснованные предположения. Всегда следует говорить учащимся: “Вы всё знаете для правильного ответа! Но надо подумать!”. Думать учащиеся не хотят или не умеют, так как их этому не учат. Сочинение - не обязательная форма работы, но многие охотно их пишут и спрашивают о мнении преподавателя по поводу высказанных ими предположений.

Подобная самостоятельная работа легко проводится как групповая. Например, группе предлагается подобрать литературный материал о

колебательных реакциях, написать отчет в виде научной статьи, распространить его среди других учащихся, сделать доклад и показать опыты. Интересно отметить, что даже обращение к недоступной по трудности литературе оказывается весьма полезным для учащихся – они видят современное состояние науки, понимают, как много нужно узнать в будущем, а полученные научные сведения показывают им, что химия изучалась с пользой. Совет прочитать о жизни и деятельности Б.П. Белоусова, открывшего периодические реакции в растворе, повышает интерес к изучаемому явлению.

В **Главе 4** были приведены примеры проблемных вопросов, которые могут служить темами сочинений (без классификации). Учащемуся следует самостоятельно предложить тему сочинения.

Внеаудиторная теоретическая работа выполняется также в виде **доклада** или **сообщения** для выступления на семинарских и лабораторных занятиях и на лекциях. Преподаватель поручает одному или нескольким учащимся подготовить небольшие сообщения продолжительностью не более 8-10 минут по темам будущего занятия. К докладам желательно предъявлять те же требования, что и к научному докладу на совещании или конференции. Такая методика очень полезна, однако поручать делать доклады можно только хорошо подготовленным учащимся. Слабо подготовленных учащихся, конечно, следует учить готовить доклады и говорить, но их выступление на семинарском занятии или на лекции часто превращается в непонятные, несвязанные и поэтому ненужные объяснения. Без предварительного прослушивания преподавателем доклада учащемуся нельзя давать слова на лекции и даже на семинаре. Неловкость и неумение говорить вызывают оживление аудитории и даже насмешки. Ошибки одного запоминаются другими. В то же время, учащиеся лучше запоминают то, что сказал сосед, а не преподаватель.

Для докладов на семинарских занятиях рекомендуется разбить тему на части, и поручить нескольким учащимся сделать небольшие сообщения. Чтобы к семинару готовилась вся группа, не следует заранее распределять темы среди учащихся, а на семинаре слово давать учащемуся по выбору преподавателя. Темы докладов должны быть интересными для всех слушающих выступление.

Разложение промышленных отходов. Разве не будет исследовательской деятельностью обширный ответ (устный или письменный, доклад или реферат) на задание “Опишите факторы, влияющие на разложение промышленных отходов в воде”? Чтобы выполнить такое задание, необходимо объединить знания из учений химической науки (термодинамика, кинетика, строение вещества), привлечь сведения из реферативных журналов, из монографической и популярной литературы, дополнить информацией из различных разделов учебника химии и из других учебников (а не просто переписать из одного учебника). Учащиеся предупреждаются, что чем больше факторов они пере-

числят и правильное расположат их порядке понижения значения в обсуждаемом процессе, тем выше будет оценена работа. Такое предположение всегда бывает очень полезным — иначе многие учащиеся, написав одно предложение, считают задание выполненным.

Другой формой внеаудиторной работы может быть **реферат** или **курсовая работа**. Студенты, желающие получить оценку “отлично”, не сдавая экзамена, при условии, что все лекционные задания, лабораторные работы, коллоквиумы и зачет сданы на “отлично” и написано несколько “сочинений”, обязательно работают над темой реферата. В каждой группе из 20 студентов может быть не более двух претендентов на такую экзаменационную оценку. За месяц до окончания семестра студент согласовывает тему реферата со своим преподавателем и затем сообщает ее ответственному преподавателю по потоку, который следит, чтобы не было повторений темы.

Реферат оформляется как научная статья. Объем реферата - примерно 10-15 машинописных страниц. Реферат за 2-3 недели до окончания занятий сдается преподавателю, который после прочтения и собеседования выставляет оценку. При оценке “отлично” реферат передается лектору, который дополнительно беседует с автором. После этого студент на одном из последних семинарских занятий защищает реферат. В день экзамена оценка “отлично” выставляется в зачетную книжку и экзаменационную ведомость.

В последние годы обнаружилась неприятность с выполнением рефератов - некоторые студенты “перекачивают” информацию из интернета и печатают реферат. Бороться с этим явлением трудно. Бездумно списанный реферат может содержать много непонятных самому студенту (и преподавателю) специальных терминов, и если студент не может объяснить их смысл, реферат не принимается. Такие рефераты также узнаются по сложным предложениям, не свойственным студентам (особенно первого курса). Другой способ борьбы с “перекачиванием” - требовать писать текст от руки понятным почерком, но тогда преподавателю приходится тратить много времени на проверку.

Темы рефератов. Темы рефератов предлагаются преподавателем или выбираются (“придумываются”) самими студентами. Желательно, чтобы темы рефератов были междисциплинарными, показывающими связь химии со специальностью студента - геологией, биологией, географией и т.п. Ниже приведены примеры тем рефератов.

1. Озон и озоновые дыры.
2. Кислотные дожди. Причины и последствия.
3. Причины глобального потепления.
4. Растения - очистка воздуха и влияние на них загрязнений.
5. Природные буферные системы.
6. Атмосфера Земли и ее происхождение.
7. Процессы в земной атмосфере.
8. Происхождение воды.

9. Процессы в природных водах.
10. Геохронология Земли.
11. Жизнь во Вселенной.
12. Происхождение кислорода на Земле (не только фотосинтез!)
13. Химическая география почвенных вод.
14. Морская вода. Процессы в ней и отличие от процессов в не морской воде .
15. Азотные удобрения. Преимущества и недостатки.
16. Природные ядовитые вещества.
17. Круговороты веществ в природе (термодинамика, кинетика).
18. Биологические катализаторы и их роль в жизни организмов.
19. Химическая эволюция в открытых системах.
20. Химическая природа наследственности.
21. Мусор и городские свалки - химические процессы.
22. Роль озона в верхних и нижних слоях атмосферы.
23. Земля - открытая химическая система.
24. Химия долголетия.
25. Перенос веществ природными водами.
26. Происхождение месторождений.
27. Происхождение нефти.
28. Происхождение каменного угля.
29. Происхождение природного газа (метан и другие).
30. Поведение нефти на поверхности водоемов.
31. Влияние ионной силы океанической воды на проходящие в ней реакции.
32. Преимущества и недостатки хлорирования и озонирования воды.
33. Возможные последствия исчезновения горных ледников из-за глобального потепления.
34. Аномальные свойства воды.
35. Последствия глобального потепления.
36. Запыление атмосферы и его последствия .
37. Роль воды в образовании земной коры.
38. Концентрационные элементы в природе.
39. М.В. Ломоносов и его географические работы.
40. Д.И. Менделеев и его географические работы.
41. Природные последствия вымывания удобрений из почвы.
42. Причины образования месторождений.
43. Нецелесообразности у живых организмов.
44. Причины прозрачности для видимого света алмаза и непрозрачности графита.
45. Условия жизни на основе кремния и фтора.
46. Причины исторической последовательности: медный век (энеолит)→бронзовый век→железный век.
47. Свойства куска вещества и одной молекулы.

48. Утилизация старых автомобильных покрышек.
49. Химические способы регулирования погоды и климата.
50. Химические приемы предсказания землетрясений и извержений вулканов.
51. Безуглеродная энергетика.
52. Заменители бензина.
53. Химические способы регулирования погоды и климата.
54. Химические приемы предсказания землетрясений и извержения вулканов.
55. Фосфорные удобрения. Преимущества и недостатки.
56. Фуллерены.
57. Природные последствия (химия) перемещения магнитных полюсов Земли.
58. Осмос.
59. Участие воды в жизненно важных процессах.
60. Скорость разложения загрязнений в водоемах.
61. Термодинамическое и кинетическое рассмотрение системы водород-галоген.
62. Сравнение свойств соляной и серной кислот.
63. Термодинамический анализ диссоциации фосфорной кислоты (или галогеноводородных кислот).
64. Сравнение свойств галогенидов натрия и серебра.
65. Изучение реакций щелочных металлов с водой.

Студенты могут выбрать другие темы рефератов, для этого им полезно просмотреть выпущенные за последние несколько лет журналы “Химия и жизнь”, “В мире науки”, “Наука и жизнь”, “Вокруг света” и другие.

К самостоятельной работе студентов также относятся участие в студенческих научных кружках, работа в научной лаборатории, начиная с первого курса, помощь преподавателям при проведении различных олимпиад, работа со школьниками в химических кружках и т.п. Учащихся следует **учить самостоятельной работе**: читать учебник, работать с книгой и с библиотечным каталогом, собирать ссылки на литературу и располагать их в списке использованной литературы, планировать эксперимент и обрабатывать его результаты, строить график, составлять таблицу, решать задачу, готовиться к докладу, писать реферат и т.п. Очень полезна экскурсия в библиотеку, где преподаватель расскажет, как работать с каталогом, где расположены справочники, в каких шкафах лежат подшивки журналов.

Вопросы и задания

1. Напишите реферат о самостоятельной работе.
2. Перечислите виды учебной деятельности, которые можно считать самостоятельными.

Рекомендуемая литература

1. Сохор А.М. Учить методам учебного труда // Вестник высшей школы. - 1979. - № 6. - С. 15-20.
2. Науменко И.Л. Самостоятельный учебный труд студентов // Советская педагогика. - 1980. - № 9. - С. 82-87.
3. Федоренко М.И. Аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа // Вестник высшей школы. - 1973. - № 12. - С. 75-78.
4. Романенко В.Н., Орлов А.Г., Никитина Г.В. Книга для начинающего исследователя-химика. - Л.: - 1987. - 280 с.
5. Зайцев О.С. Задачи, упражнения и вопросы по химии. - М.: - 1996. - 432 с.
6. Тодрес Э.В., Шулов Л.М. Научная статья: форма и содержание // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1981. - № 5. - С. 33-36.
7. Соколов А.Н. Внутренняя речь и мышление. - М.: - 1968. - 248 с.
8. Тюренкова О.А., Островская Э.А. Письменные задания по органической химии // Вестник высшей школы. - 1966. - № 10. - С. 79-80.

Некоторые литературные источники по темам рефератов

1. Шредингер Э. Что такое жизнь с точки зрения физика? - М.: - 1972. - 88 с.
2. Кобозев Н.И. Исследование в области термодинамики процессов информации и мышления. - М.: - 1971. - 195 с.
3. Шкловский И.С. Вселенная, жизнь, разум. - М.: - 1987. - 320 с.
4. Эвери Д. Теория информации и эволюция. - М., Ижевск: - 2006 - 252 с.
5. Опарин А.И. Жизнь, ее природа, происхождение и развитие. - М.: -1968. - 173 с.
6. Уотсон Д.Д. Двойная спираль. Воспоминания об открытии структуры ДНК. Пер. с англ. - М., Ижевск: - 2001. - 143 с.
7. Крик Ф. Жизнь как она есть. Её зарождение и сущность. Пер. с англ. - М.: - 2002. - 159 с.
8. Богатов В.И. История кислорода земной атмосферы. - М.: - 1985. - 87 с.
9. Данилов А.Д. Популярная аэрономия. - Л.: - 1978. - 136 с.
10. Григорьев С.М. Роль воды в образовании земной коры. - М.: - 1971. - 263 с.
11. Френкель В.Я., Явелов Б.Е. Эйнштейн - изобретатель. - М.: - 1981. - 160 с.
12. Базаров И.П. Заблуждения и ошибки в термодинамике. 2-ое изд. - М.: - 2003. - 115 с.
13. Хакен Г. Тайны природы. Синергетика: учение о взаимодействии. Пер. с нем. - М., Ижевск: - 2003. - 320 с.
14. Сборник "Колебательные процессы в биологических и химических системах". - М.: - 1967.
15. Опарин Е.Г. Физические основы бестопливной энергетики. Ограниченность второго начала термодинамики. - М.: - 2003. - 134 с.
16. Зоркий П.М. Архитектура кристаллов. - М.: - 1968. - 177 с.
17. Шкловский И.С. Веленная, жизнь, разум. - М.: - 1987. - 320 с.
18. Леенсон И.А. Чёт или нечет? Занимательные очерки по химии. - М.: - 1987. - 175 с.
19. Николаев Л.А., Фадеев Г.Н. Молекула, скорость, реакция. - М.: - 1975. - 175 с.

20. Зак Э.Г., Назаренко В.М. Живое мертвое море // Химия в школе. - 1998. - № 7. - С. 4-9.
21. Боровский Е.Э. Озоновый слой Земли: проблемы и прогнозы // Химия в школе. - 2000. - № 5. - С. 4-12.
22. Боровский Е.Э. Парниковый эффект и его последствия // Химия в школе. - 2002. - № 1. - С. 7-13.
23. Белоусов В.В. О некоторых тенденциях в современных науках о Земле // Природа. - 1984. - № 6. - С. 3-17.
24. Степин Б.Д., Аликберова Л.Ю. Книга по химии для домашнего чтения. - М.: - 1995. - 400 с.
25. Штремплер Г.И. Химия на досуге. - М.: - 1996. - 94 с.
26. Войткевич Г.В. Геологическая хронология Земли. - М.: - 1984.
27. Войткевич Г.В. Возраст Земли и геологическое летоисчисление. - М.: - 1965. - 55 с.
28. Войткевич Г.В. Происхождение и химическая эволюция Земли. - М.: - 1983. - 168 с.
29. Войткевич Г.В., Федорова Н.Е. Химические элементы в солнечной системе. - М.: - 1973. - М.: - 64 с.
30. Войткевич Г.В. Возникновение и развитие жизни на Земле. - М.: - 1988. - 139 с.
31. Войткевич Г.В. Геохимия и космохимия изотопов. - М.: - 1983. - 101 с.
32. Красилов В.А. Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты. - М.: - 1992.
33. Верзилин Н.Н. Биосфера, ее настоящее, прошлое и будущее. - М.: - 1976.
34. Заиков Г.И. Кислотные дожди и окружающая среда. - М.: - 1991.
35. Артамонов В.И. Растения и чистота природной среды. - М.: - 1986.
36. Эйхлер В. Яды в нашей жизни. - М.: - 1994.
37. Киссин И.Г. Вода под землей. - М.: - 1976.
38. Заварзин Г.А. Бактерии и состав атмосферы. - М.: - 1984.
39. Хоровиц Н. Поиски жизни в Солнечной системе. - М.: - 1988.
40. В.С. Петросян, Э.К. Кочетова. Агрономическая экология. - В кн. Будущее науки. Вып. 19. - М.: - 1986. - С. 58.
41. Рабинович В.Л. Алхимия как феномен средневековой культуры. - М.: - 1979. - 391 с.
42. Мазур И.И., Иванов О.П. Опасные природные процессы. - М.: - 2004. - 702 с.
43. Резанов И.А. Жизнь и космические катастрофы. - М.: - 2003. - 239 с.
44. Лайге В.Н. Физические парадоксы и софизмы. - М.: - 1978. - 176 с.
45. Забродин В.Ю. Познавательная ситуация в современной геологии // Вопросы философии. - 1985. - № 5. - С. 67-72.
46. Колесников Ю.А. Растения в мире тяжести // Наука и жизнь. - 1976. - № 12. - С. 76-79.
47. Колесников Ю.А. О возможности естественных ядерных реакций в геологических процессах // Вулканология и сейсмология. - 1984. - № 1. - С. 59-70.
48. Петров Ю.В. Естественный ядерный реактор Окло // Успехи физических наук. - 1977. - Том 123. - № 3. - С. 473-486.
49. Блинов В.Ф. Растущая Земля: из планет в звезды. - М.: - 2003. - 271 с.
50. Колесников Ю.А. К проблеме пульсирующе-расширяющейся Земли // Известия АН СССР. Серия геологическая // 1988. - № 3. - С. 107-114.

51. Кренделев Ф.П. Изменение силы тяжести в геологическом прошлом Земли по результатам изучения химического состава костей позвоночных // Геология и геофизика. - 1977. - № 9. - С. 154-157.
52. Ларин В.Н. Гипотеза начально гидридной Земли. - М.: - 1980. - 216 с.
53. Марков М.С. Как растут континенты // Природа. - 1982 - № 6. - С. 54-61.
54. Мархинин Е.К. Вулканы и жизнь. - М.: - 1980 - 196 с.
55. Мархинин Е.К., Подклетов Н.Е. Углеводороды и другие сложные органические соединения в вулканических продуктах // Геология и геофизика. - 1978. - № 12. - С. - 21-31.
56. Рудич Е.М. Расширяющиеся океаны. Факты и гипотезы. - М.: - 1984. - 259 с.
57. Смыслов А.А., Моисеенко У.Н., Чадович Т.З. Тепловой режим и радиоактивность Земли. - Л.: - 1979. - 191 с.
58. Соботович Э.В. Изотопная космохимия. - М.: - 1974. - 208 с.
59. Хэлем Э. Великие геологические споры. - М.: - 1985. - 216 с.
60. Шмидт-Нильсон К. Размеры животных: почему они так важны? - М.: - 1987 - 259 с.
61. Шрейдер Ю.А. Эвристика или 44 способа познать мир // Химия и жизнь. - 1979. - № 1. - С. 2-7.
62. Глазовская М.А. Биогенное накопление и возможные биогенные превращения химических элементов в почвах // Почвоведение. - 1974. - № 6. - С. 3-16.
63. Никипелов Б.В., Кыштынская. Авария крупным планом // Природа. - 1990. - № 5. - С. 47-55.
64. Пономарев-Степанов Н., Пахомов В.. Водородная экономика. В мире науки. - 2006. - № 7. - С. 82-85.
65. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. - М.: - 1999. - 768 с.
66. Канани Н. Парфянская батарея. Электрический ток 2000 лет назад? - М.: - 2007.
67. Баранник В.П. Проблема чистой воды // Химия в школе. - 1977. - № 6. - С. 5-11.
68. Гамбург Д.Ю. Проблема связанного азота // Химия в школе. - 1994. - № 5. - С. 5-10.
69. Ключников Н.Г., Бахшиева Д.М. Очистка воды электродиализом // Химия в школе. - 1981. - № 4. - С. 77.
70. Мальцев В.В. Безотходный комплекс по переработке нефелинов // Химия в школе. - 1986. - № 2. - С. 6-10.
71. Петросян В.С., Кочетова Э.К. Агрохимическая экология. - В кн. Будущее науки. - М.: - 1986. - Вып. 19. - С. 58-75.
72. Соколов Р.С. Производство этанола: технология, экономика экология // Химия в школе. - 1992. - № 5-6. - С. 7-14.
73. Хлыстовский А.Д. Минеральные удобрения и их роль в реализации продовольственной программы // Химия в школе. - 1983. - № 4. - С. 6-10.
74. Нанотехнология. Под ред. Ю.Д. Третьякова. - М.: - 2008. - 365 с.
75. Лисичкин Г.В. Защита среды обитания. Мифы и реальность // Химия и жизнь. - 1999. - № 2. - С. 22-26.

Глава 8

Оценка знаний по химии

8.1. Оценка знаний

Все виды учебной деятельности должны постоянно контролироваться и оцениваться. **Контроль** — это проверка деятельности человека и групп, а также работы механизмов и машин. Функции контроля в учебном процессе очень разнообразны. Контроль управляет учебным процессом, показывая, в какой мере достигнуты цели обучения, и его результаты указывают на необходимость изменения чего-либо в учебном процессе для повышения качеств обучения. Контроль устанавливает успешность усвоения содержания выбранным методом обучения. Контроль проверяет выполнение каких-либо обязанностей - посещение занятий в соответствии с расписанием, выполнение заданий для подготовки к занятиям, проверка с целью поиска ошибок и т.п.

Благодаря контролю, учащиеся окончательно осваивают познавательную деятельность и приобретают новые знания. Кроме обучающей функции, контроль имеет разнообразные воспитывающие функции, в частности, он приучает человека к постоянной и ответственной учебной работе и дисциплинирует его. Контроль развивает такие важнейшие качества личности, как самостоятельность, самооценку и самоконтроль. **Самоконтроль** - контроль человеком своей деятельности. Это важная для жизни человека функция, направляющая деятельность человека по тому или иному пути для достижения поставленных целей. Самоконтроль основан на **самооценке** человеком своих достижений и поступков, и он используется во всех видах деятельности человека, развиваясь самообучением по методу проб и ошибок. Преподаватель должен развивать у учащихся способность к самоконтролю, но методических рекомендаций по этому вопросу нет.

Контроль за познавательной деятельностью учащегося важен для преподавателя, потому что контроль осуществляет **обратную связь**, свидетельствующую о качестве преподавания. Низкие результаты обучения говорят о низком качестве самого преподавателя, о способности его приспособиться к уровню знаний учащихся и указывают на недостатки учебников и методики обучения. Виды контроля вытекают из содержания учебной дисциплины, использованных методов обучения и его организации. Этот принцип всегда должен учитываться преподавателями. При помощи специально разработанных заданий удастся вместе с контролем за усвоением знаний диагностировать формирование некоторых качеств знания, связанных с творческим химическим мышлением.

В учебном процессе контроль за усвоением знания сопровождается **оценкой** количества и качества усвоенных знаний. Это важнейшая составляющая учебного процесса и одна из труднейших педагогических проблем. Оценка выполняет контролирующие, обучающие, воспитывающие и диагностические функции. Кроме того, она говорит об эффективности отобранного содержания, методов, средств и форм обучения и об успешности работы преподавателя. Часто оценку знаний называют **проверкой** знаний и усвоения и контролем. Ниже эти понятия не различаются.

В современной школе общепринята оценка знаний по **числу ошибок**. Под ошибкой понимается отклонение от определенного стандарта, в том числе, от правильного ответа на задачу, или невыполнение какой-либо операции, действия или деятельности. Отметка (оценка) выставляется по принципу - чем больше ошибок, тем она ниже. Традиционная проверка усвоения ограничивается выставлением оценки по результатам ответов или правильности решения задачи, но не показывает причин допущенных ошибок, не исправляет их и не показывает путей, как эти ошибки не повторять. Это один из многих недостатков традиционной системы оценки знания. Такая оценка знаний и познавательной деятельности воспринимается некоторыми учащимися ("слабыми") как наказание за совершенные ошибки. Этот подход следует изменить, и оценивать знания **по успехам и достижениям**, тогда оценка будет иметь поощрительное значение. Соревнование за хорошую оценку или первые места в рейтинге имеют высокое воспитательное значение.

На величине оценки знаний сказываются **личные качества преподавателя**. Традиционная оценка выставлением баллов часто бывает субъективной. Один преподаватель считает ошибку грубой, другой - ту же ошибку несущественной. Один преподаватель оценивает рассказ о ходе решения задачи и не обращает особого внимания на численное значение ответа (лишь бы он не был абсурдным), другой - выставляет оценку по соответствию ответа правильному. Необъективная или несправедливо низкая оценка воспринимается учащимися как обида, которая может повлиять на успешность дальнейшего обучения. Точно так же незаслуженно высокая оценка приводит к отрицательным результатам.

Преподавателю следует помнить, что получивший сегодня отрицательные оценки учащийся через год-два может превратиться в одного из лучших. Часто это наблюдается у студентов (не у студенток), что, по-видимому, вызвано возрастными особенностями студентов и внезапно проявившимся интересом к обучению. К сожалению, некоторые преподаватели переносят оценку знаний на оценку личности учащегося, что влияет на взаимоотношения с учащимися.

Многие преподаватели не знакомы с **методикой оценки** знаний, но считают, что эта процедура проста, и состоит в вопросе преподавателя

и ответе учащегося. Вопрос может быть задан по большому разделу курса и по одиночному факту, но оценка этого не учитывает. Более того, отсутствуют сформулированные требования к ответу, за который следует поставить ту или иную оценку. Об успешном прохождении раздела или даже всего курса судят по числу высоких оценок. Это, как общепринято, свидетельствует о хорошем лекторе, преподавателе, учебнике. Наоборот, большое число низких оценок говорит о слабом усвоении учебного материала, хотя низкие оценки могут говорить о высокой требовательности преподавателя. Из-за низких оценок осуждают лектора, преподавателей и учебник. В результате для повышения числа хороших оценок часто весь курс превращается в популярный и слабо научный по своему содержанию.

Знания в области естественных дисциплин можно разделить на два вида: **фактологические** и **деятельностные**. К фактологическим знаниям относятся знания формулировок теорий, законов, определений, формул, свойств веществ, т.е. отдельных фактов. Большинство преподавателей предпочитают оценивать фактологические знания, и оценка выставляется в двоичной системе ("знает - не знает"). Второй вид знаний относится к тем знаниям, которые проявляются в деятельности по использованию фактов ("умеет - не умеет"), и преподаватель должен оценивать именно эти знания.

Вопросы, которые задает преподаватель, разделяются на два типа в соответствии с видами знаний: **вспоминание** научных фактов, почерпнутых из лекций, семинаров и учебников, и проявление учащимися **мышления**. Чаще всего преподаватели отдают предпочтение первому типу вопросов. Оценка выставляется быстро: не вспомнил - получай пониженную оценку. Второй тип вопросов заставляет учащегося думать и одновременно вспоминать теоретические положения науки. Преподавателю приходится ждать, пока учащийся предложит ответ на вопрос, требующий обдумывания, исправит его и даст окончательный, по его мнению, правильный ответ. При ответе на этот тип вопросов оценка выставляется не за вспомнившиеся учащемуся факты, а за показанную способность думать, даже если учащийся дает неправильный ответ, лишь бы не абсурдный. Оценить мышление намного труднее, чем оценить вспоминание фактов, поэтому такие вопросы на экзамене преподаватели стараются не задавать.

К этому добавляется неприятность, о которой забывают преподаватели. Преподаватель задает вопрос, учащийся молчит. Преподаватель говорит: "Думайте". Следует отметить, что преподаватель и учащийся часто по-разному понимают смысл этого слова. В средней школе требование учителя **думать** означает вспомнить о том, что написано в учебнике или говорилось учителем. Когда преподаватель говорит студенту первого курса, чтобы он думал для ответа, студент думает, где об этом и что было сказано на лекции или в учебнике. Но он не понимает, что теперь думание состоит не только в вспоминании того, что прохо-

дилось на занятиях или по учебнику, но и в выборе требующихся фактов, их сопоставлении, анализе и синтезе, объяснении предполагаемого ответа и понятном для преподавателя словесном выражении результата мышления.

Часто преподаватель при проверке и **оценке знаний** просит дать формулировку закона, правила, понятия и т.п. Даже если учащийся правильно повторит формулировку, например, принципа Ле Шателье, - это не есть знание принципа, а знание выученной формулировки. Оно становится знанием, когда учащийся покажет, что он умеет его использовать в своей деятельности. Спросить формулировку и поставить отличную оценку за правильный ответ - это не значит оценить знание этого вопроса. Не раз обнаруживалось, что, зная формулировку, учащийся, тем не менее, не может ее применить. Это и есть один из примеров деятельностного подхода в обучении.

Оценка знаний может производиться различными способами. В обучении создаются определенные виды **познавательной деятельности**, и оценка знаний возможна по степени достижения некоторого заданного уровня познавательной деятельности. Такой подход был развит В.П. Беспалько, которым было выделено 4 уровня развитости учебной деятельности.

I уровень - уровень знакомства. При достижении этого уровня обучаемый приобретает умения узнавать объекты, не задумываясь об их сущности. Такие знания поверхностны и не глубоки.

II уровень - уровень воспроизведения (репродукции). На этом уровне обучаемый может более или менее правильно воспроизвести то, что написано в учебнике, сказано на лекции или на других занятиях, но он не понимает сущности обсуждаемых объектов.

III уровень - уровень умений, на котором обучаемый показывает способность применять усвоенные знания. На этом уровне происходит решение задач по показанному и усвоенному образцу.

IV уровень - уровень переноса знаний. На этом уровне обучаемый умеет ориентироваться в новых познавательных условиях, принимать решения в нестандартных и проблемных ситуациях. При достижении этого уровня знаний обучаемый приобретает способность к творческой деятельности, он может переносить знания из одной области науки в другую, из одной науки в другую, объединять различные знания, привлекать ранее усвоенные знания к создаваемым новым и т.п.

Преподавателю нетрудно отнести проверяемые знания к перечисленным уровням и выставить оценку соответствия проверяемого знания тому или иному уровню, например, "отлично" при знании на уровне IV и "удовлетворительно" при знании на уровне I.

В другой системе оценивания знаний (В.М. Полонский) число уровней усвоения расширено до шести, причем некоторые уровни совпадают с вышеперечисленными.

I уровень - **простое знание**, выражающееся как узнавание, запоминание, воспроизведение сведений. Обучаемый запоминает факты, термины, понятия, суждения, вычислительные операции. На этом уровне возможна слабая связь между этими элементами знания.

II уровень - **понимание смысла** изученного материала, умение выделить главное и второстепенное, определение причины и следствия рассматриваемого явления и т.п.

III уровень - **применение** усвоенных знаний (фактов, правил, законов, теорий, методов) в новых обстоятельствах.

IV уровень - **анализ**, позволяющий разделять усвоенное знание на несколько связанных составляющих.

V уровень - **синтез**, состоящий в объединении знаний из разных источников, областей науки и наук, преобразование этих знаний и создание нового знания, объясняющего изучаемое явление, предсказывающее что-либо и т.п.

VI уровень - **проникновение в суть** изучаемого объекта, применение для изучения различных теорий и методов, сравнение явлений по существенным признакам, высказывание идеи в виде целостной системы понятий.

Уровни В.П. Беспалько более удобны для практического использования. Были предложены другие уровни знаний, но они или частично повторяют рассмотренные уровни, или же оказываются практически неприменимыми в учебном процессе. Оценка знаний по их качеству - значительно более трудная учебная процедура, по сравнению с оценкой решения задачи количественного содержания. Назовем условно такие оценки качественными и количественными.

Общепринятая **количественная оценка** знаний довольно проста - задаются вопросы и, по числу правильных или неправильных ответов, выставляется оценка. Ответ на простейший вопрос проводится в двоичной системе - "да" и "нет", достаточно спросить учащегося, знает ли он что-то, или не знает. При устном ответе учащегося преподаватель произвольно ("в уме") производит тот же подсчет.

Для количественной оценки знаний наиболее удобны обычные **расчетные задачи**, благодаря возможности быстрой проверки - достаточно сверить полученный ответ с ответом при правильном решении (двухбалльная шкала). Это знают все преподаватели и широко используют расчетные задачи в контроле. Оценка за правильный числовой ответ - объективна, но не учитывает возможности случайной ошибки даже творческой личностью.

Наиболее широкое распространение при изучении педагогических явлений получили три метода количественной оценки достижений студентов: регистрации, рангового измерения и интервального измерения. Суть **метода регистрации** состоит в том, что у изучаемого объекта выделяется несколько признаков (желательно существенных). При наличии признака объекту приписывается число "1", при отсутствии

его - число "0". Затем у объекта определяется наличие или отсутствие этого признака и выставляется соответствующее число (балл). Далее определяется другой признак и так далее. Затем числа суммируются. Некоторой сумме может быть присвоен определенный балл. Таким приемом преподаватель получает сведения об успеваемости, посещаемости, дисциплинированности одного учащегося или группы. Этот метод не позволяет измерить качество знания, но дает указания о степени развития некоторого качества знания (и даже личности). Метод регистрации - доступный метод оценки, и он тем правильнее отражает оценку, чем точнее выделен критерий признака, из-за субъективности которого возникает субъективность оценки.

Ранговая оценка заключается в том, что объекты располагаются в последовательности изменения величины какого-либо признака, и объектам по их месту в полученном ряду приписывается порядковое число, которое называется рангом. Объекты с большей величиной признака получают большие числа, или **ранги**. Ранжированием оцениваются результаты конкурсов и соревнований. Существующая **пятибалльная система** оценок также основана на этом методе. Каждый балл приписывается некоторому интервалу изменения величины признака. Учащиеся, получившие одинаковый балл, составляют подгруппу обладающих некоторым признаком знания. Баллы показывают место учащегося в данной группе. Достижение того или иного уровня знаний также оценивается в баллах. Однако, чем выше проверяемый уровень, тем труднее составить соответствующее данному уровню задание, объективно оценить качество его выполнения и эту оценку (балл) приписать усвоенному знанию.

Часто балл превращается в словесную необъективную оценку преподавателем знаний и познавательных действий учащегося. Пятибалльная шкала грубо оценивает знания, и несколько более точное распределение по рангам достигается в **десятибалльной** системе. Общепринятая пятибалльная шкала в практике учебного процесса превратилась в **четырёхбалльную**.

Баллы и ранговые оценки - это порядковые числа и с ними нельзя проводить арифметические операции, например, рассчитывать **средний балл**. Тем не менее, средний балл часто (почти всегда) используется в учебном процессе, и он несет значимую информацию. Обычные методы статистической обработки результатов измерений к балльным оценкам не применимы, хотя в методических исследованиях такие вычисления встречаются.

В последнее время получила распространение рейтинговая система оценки успешности учащегося. **Рейтинг** - индивидуальный числовой показатель оценки достижений в списке учащихся, составленном в последовательности понижения оценки их учебной деятельности. Номер фамилии учащегося в рейтинговом списке показывает сравнительную оценку его учебной работы. Учащийся набирает определен-

ное число очков (баллов) по каждому виду учебной деятельности, далее они суммируются и учащиеся располагаются (ранжируются) в списке в порядке снижения набранных чисел. Результаты рейтинга влияют на итоговую оценку за прохождение курса. Например, первым 5-10% учащимся выставляется отличная оценка без сдачи экзамена. Можно использовать результаты рейтинга по-иному: попавшим в первую треть списка выставлять отличные оценки, во вторую - хорошие, в последнюю - удовлетворительные и даже неудовлетворительные. Эти оценки могут суммироваться с экзаменационной оценкой, и в зачетную книжку выставляется итоговая оценка.

Рейтинговая система оценки знаний влияет на организацию учебно-познавательного процесса. Главным в этой системе является учет оценок по большинству результатов учебной деятельности учащихся - всех видов контроля, активности на лекциях, выступлениях на семинарах, выполнения лабораторных работ, самостоятельной внеаудиторной работы, участия в студенческих олимпиадах, работы в школьных кружках и т.д.

Рейтинговая система существенно изменяет отношение к обучению в основном **сильных учащихся**, а слабые относятся к ней безразлично. Рейтинговая система оценки знаний, как показывает опыт, должна вводиться с первых дней обучения. Она требует от преподавателей больших затрат времени, что может быть снижено использованием компьютерного учета оценок. Некоторые психологи рекомендуют рейтинг учащегося сообщать только самому учащемуся и не знакомить с рейтинговым списком всю группу или поток. Другие говорят, что более целесообразно знание всеми учащимися своего положения в группе. Рейтинговая система позволяет обособить отчисление студентов, занявших последние места в списке.

Отметим, что преподаватель может изменять положение учащегося в списке, понижая или повышая оценки за отдельные формы выполненной учебной деятельности. Например, можно оценки за лабораторную работу увеличить для всех учащихся в 1,5 или два раза, а оценку за экзамен уменьшить в 3 раза. Тогда окажется, что учащиеся, списавшие отчеты по лабораторным работам, будут занимать более высокие места в рейтинговом списке, по сравнению с учащимися, получившими отлично на экзамене. Если в зачетную книжку выставляется экзаменационная оценка, учитывающая положение учащегося в рейтинге, то слабые и недобросовестные учащиеся, их группа и сам преподаватель могут оказаться на более высоком месте, по сравнению с другими. К такому рейтингу следует относиться критически и даже его не разрешать.

Метод интервального измерения применяется для таких объектов, для которых могут быть найдены количественные характеристики (единицы) измерения, например, число слов в химическом сочинении, длительность (в минутах) сборки прибора, точность определения pH раствора или концентрации раствора и т.п.

Оценка за выполненную нестандартную **качественную задачу** (проблему) часто оказывается для преподавателя трудной и даже невозможной, если преподаватель не знает ответа или дана не решенная наукой проблема. Для увеличения объективности оценок желательна проверка и оценка решений задач и проблем одним преподавателем, но и в этом случае оценка проводится сравнением ответа учащегося с эталоном ответа, составленного преподавателем. Имеется ряд приемов, позволяющих приблизиться к количественной оценке решения нестандартной или творческой задачи, и, тем самым, количественно диагностировать развитие творческого мышления. Критериями оценки решения качественных задач могут быть следующие.

1. Каждое новое предложение, новая мысль, нестандартный ход разрешения проблемы.

2. Число обнаруженных и сформулированных проблем. Поиск проблемы намного более труден, чем последующее ее решение.

3. Число правильных, или близких к правильным, или даже неправильных, но оригинальных решений. Число подходов к решению.

4. Перечисление факторов, влияющих на реакцию или свойства вещества.

5. Расположение факторов, признаков или свойств объекта в порядке понижения их значимости.

6. Обнаружение наибольшего числа признаков общности у, казалось бы, несравнимых объектов, и, наоборот, признаков различия у близких по некоторым показателям объектов.

7. Многосторонность подхода к решению или обсуждению проблемы.

8. Соблюдение логики науки - термодинамическая часть решения или обсуждения предшествует кинетической, использование последовательности рассмотрения по уровням организации вещества, обсуждение свойств элементов и их соединений в соответствии с таблицей элементов Д.И. Менделеева.

9. Систематизация и классификация предлагаемых или полученных данных.

10. Число критических замечаний, число выявленных недостатков, ошибок и т.п.

11. Многие другие критерии, предложенные преподавателем.

Следует отметить, что учащиеся должны быть ознакомлены с критериями оценки их работ.

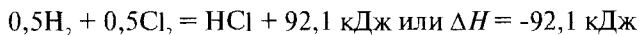
Фактор времени при оценке выполнения заданий преподавателями обычно не учитывается, хотя он имеет большое значение для активизации мыслительной деятельности, повышения внимания, воспитывает способность планировать деятельность на заданный промежуток времени и т.п. Все контрольные задания следует проводить в строго ограниченное время. Важно, чтобы выполнение лабораторного зада-

ния заканчивалось в строго отведенное расписанием время, но почти всегда преподаватели не снижают оценку за лабораторную работу, если учащийся не успел выполнить 1-2 опыта. Часто приходится слышать, что учащийся не успел решить задачу, хотя большинство его однокурсников сдали работы вовремя. Задача может быть очень простой, решаемой в уме одним действием, или более сложной, а учащийся долго не может ее решить. Конечно, могут быть творческие личности с замедленным мышлением и деятельностью, но в наше время высоко ценится быстрота выполнения заданий.

Для того чтобы оценить работу по **времени** ее выполнения, преподаватель дает задание, через некоторое время собирает листки с ответами и складывает их в последовательности получения. Затем из них вынимаются листки с неправильными ответами, за что учащийся получает неудовлетворительную отметку, а оставшиеся разделяются на три части. Работы, выполненные наиболее быстро, получают “отлично”, средние — “хорошо” и самые медлительные учащиеся получают “удовлетворительно”. Число работ в каждой части необязательно должно быть равным. При такой организации контроля “списывание” прекращается, так как быстро работающий учащийся для получения высокой оценки торопится сдать работу, не дожидаясь, пока его друг переписшет у него правильное решение. Преподаватель решает, следует ли предупредить учащихся об оценке работ по продолжительности выполнения задания.

Энтальпия образования. Приведем пример простого задания, рассчитанного на определение времени решения задачи и оценку сформированности скорости мыслительных действий. “При реакции между газообразными водородом и хлором (н.у.) в смеси 11,2 л водорода и 11,2 л хлора выделилось 92,1 кДж теплоты. Чему равна энтальпия образования газообразного хлороводорода?”

Для решения задачи достаточно представить **мысленно** уравнение реакции образования 1 моль хлороводорода:



и сообразить, что для получения 1 моль HCl требуется по 0,5 моль водорода и хлора, и достаточно лишь изменить знак теплового эффекта на противоположный. Задача некоторыми учащимися решается за десятки секунд, а другие тратят на решение минуты, и говорят, что они так долго не давали ответа, так как думали, что задача трудная.

В зависимости от подготовленности учащихся могут быть предложены другие варианты условия задачи (табл. 8-1):

Таблица 8-1

№ варианта	H ₂ , л	Cl ₂ , л	Q, кДж
1	22,4	22,4	184,2
2	22,4	30	184,2
3	22,4	11,2	92,1
4	28,5	11,2	92,1
5	22,4	5,6	46,1
6	11,2	5,6	46,1
7	5,6	5,6	46,1

В некоторых из этих задач требуется сообразить, какое вещество взято в **недостатке**. Удивительно, но часто студенты первого курса не понимают, почему расчет следует вести по тому веществу, которое было взято в недостатке, и проводят расчет по веществу в избытке.

Интересны так называемые **химические диктанты** - письменные работы, рассчитанные строго на 10-15 минут и состоящие из зачитываемых преподавателем формул веществ, уравнений реакций, формул и уравнений зависимостей и т.п. Преподаватель произносит номенклатурное название вещества (серная кислота), а учащийся записывает формулу (H₂SO₄) или наоборот. Если учащийся не успел записать слово или формулу, считается, что он не выполнил данную порцию задания. Если требуется выучить приемы составления названий комплексных соединений по формулам или записывать формулы по названиям, такая методика вполне оправдывает себя даже для сильных учащихся. Эта же методика эффективна при изучении основ органической химии.

Для записи результатов обучения удобны **практикантские книжки**, в которых записываются все оценки: за усвоение материала лекции, подготовку к семинарскому и лабораторному занятию, успешность деятельности на семинаре и лабораторном практикуме, сдачу коллоквиумов, химических сочинений и т.п. Она выдается учащемуся на первом занятии и является документом, подтверждающим выполнение каждого вида учебной работы. Без подписи преподавателя работа считается невыполненной. Практикантская книжка после допуска к экзамену сдается преподавателю и на экзамене предъявляется экзаменатору вместе с зачетной книжкой. После экзамена практикантская книжка сохраняется у преподавателя.

Контроль за усвоением знаний должен проводиться как можно **чаще**, хотя некоторые психологи считают, что частые проверки знаний понижают уверенность учащихся в свои силы, и они видят в проверках недоверие к успехам их учебной деятельности. Возможно, это утверждение правомерно для студентов старших курсов, но для школьников и студентов первого курса с плохой подготовкой частота проверок и оценивания их знаний приводит к повышению объема и качеств знаний. Кроме того, некоторые студенты первого курса, почувствовав относительную свободу от школьных обязанностей, могут перестать заниматься.

Вопросы и задания

1. Объясните, за что выставляете или вам выставляли оценки 5, 4, 3 и 2.

2. Выберите из курса химии какой-либо законченный по содержанию небольшой отрывок, по которому может быть задан вопрос при оценке знаний, и составьте четыре ответа, за которые вы поставили бы оценки 5, 4, 3 и 2.

3. Конкретно выскажите свое мнение по поводу возможной замены пятибалльной шкалы оценки знания на десятибалльную (или на столбалльную).

4. Каково ваше мнение по поводу среднего балла оценки успеваемости?

5. Предложите сведения, которые вы посоветовали бы ввести в практикантскую книжку.

6. В некоторых рейтинговых системах оценки успешности работы оценкам по лабораторным работам, контрольным расчетным заданиям, домашней подготовки и даже экзаменационной оценке приписываются различные веса, т.е. их завышают или понижают на то или иное число баллов или на некоторую долю (процент) в зависимости от значимости вида учебной работы. Каково ваше отношение к такому изменению оценки? В случае положительного отношения, какие бы количественные изменения вы предложили?

Рекомендуемая литература

1. Талызина Н.Ф. Что значит знать? // Советская педагогика. - 1980. - № 8. - С. 97-104.

2. Беспалько В.П. Разработка методики дидактической оценки урока // Советская педагогика. - 1985. - № 5. - С. 72-75.

3. Беспалько В.П. О критериях качества подготовки специалистов // Вестник высшей школы. - 1988. - № 1. - С. 3-8.

4. Беспалько В.П. Основы теории педагогических систем. - Воронеж.: - 1977. - 304 с.

5. Полонский В.М. Оценка знаний школьников. - М.: - 1981. - 96 с.

6. Рысс В.Л. Контроль знаний учащихся. - М.: - 1982. - 81 с.

7. Розенберг Н.М. Проблемы измерений в дидактике. - Киев.: - 1979. - 175 с.
8. Битинас Б.П. Измерение в педагогическом исследовании // Советская педагогика. - 1972. - № 7. - С. 59-69.
9. Артемьева Е.Ю., Мартынов Е.М. Вероятностные методы в психологии. - М.: - 1975. - 206 с.
10. Свиридов А.П. Основы статистической теории обучения и контроля знаний. - М.: - 1981. - 262 с.
11. Сохор А.М. Корреляционный анализ успеваемости // Вестник высшей школы. - 1972. - № 7. - С. 97-104.
12. Кривошапова Р.Ф., Силютин О.Ф. Функции проверки и оценки в учебном процессе // Советская педагогика. - 1980. - № 11. - С. 60-65.
13. Пинский А.А. Средний балл: процент и статистика // Советская педагогика. - 1980. - № 12. - С. 71-77.
14. Методы педагогических исследований. - М.: - 1979. - 256 с.
15. Методы системного педагогического исследования. - Л.: - 1980. - 172 с.
16. Рабочая книга социолога. - М.: - 1983. - 477 с.
17. Требования к знаниям и умениям школьников. - М.: - 1987. - 174 с.
18. Гордиенко В.А., Николаенко В.К. Рейтинговая система знаний при разноуровневом преподавании // Химия в школе. - № 2. - С. 40-43.
19. Павлов Ю.В. Ранговые оценки в педагогическом эксперименте // Вестник высшей школы. - 1975. - № 10. - С. 22-26.
20. Вивюрский В.Я. Химический диктант - прием повышения качества знаний // Химия в школе. - 1982. - № 1. - С. 47-49.
21. Полонский В.М. Вероятностный метод контроля знаний // Вестник высшей школы. - 1973. - № 1. - С. 16-19.
22. Таммет Х.Ф. К проблеме статистики школьных отметок // Советская педагогика. - 1981. - № 11. - С. 71-76.
23. Амонашвили Ш.А. Воспитательная и образовательная функция оценки учения школьников. - М.: - 1984. - 297 с.
24. Минин М.Г. Современный подход к контролю знаний в системе разноуровневого обучения // Химия в школе. - 2000. - № 1. - С. 47-50.
25. Шутова И.В. Из опыта разработки рейтинговой системы оценивания деятельности студентами средствами программы Microsoft Excel // Химия. Методика преподавания. - 2005. - № 2. - С. 41-43.
26. Зяблова Е.В. Рейтинговая система оценки знаний при изучении органической химии // Химия. Методика преподавания. - 2005. - № 4. - С. 66-70.

8.2. Тематический контроль

По частоте проверок знания и объему оцениваемого содержания обучения различают тематический, блочный и дисциплинарный виды контроля. Часто эти виды контроля называют также текущим, промежуточным и итоговым. Эти виды контроля охватывают различные объемы содержания обучения и их проведение зависит от того интервала времени, который требуется на изучение темы, блока содержания и всей дисциплины.

Тематический контроль проводится еженедельно после изучения отдельных тем, которым посвящены лекция, семинарское и лаборатор-

ное занятия и домашнее задание. Роль еженедельной проверки знаний очень велика, так как обычно сообщение учебного материала и контроль за его усвоением разделены большими промежутками времени, достигающими по длительности нескольких недель и даже месяцев.

В работе со студентами первого курса еженедельный контроль проводится в виде послелекционных контрольных работ, письменного выполнения домашних заданий, подготовки к лабораторному занятию, устной беседы (опрос), сдачи лабораторной работы и т.п.

Метод контроля с выборочными ответами и компьютерный контроль могут помочь решить проблему еженедельного контроля. Раньше широко использовался программированный контроль при помощи специально составленных пособий. В настоящее время этот контроль практически без изменений превратился в контроль с использованием компьютеров. Текущий контроль не обязательно проводить методом вопросов с выбором ответов, а пользоваться хорошо себя зарекомендовавшими традиционными методами. Контроль за выполнением такой деятельности, как подбор коэффициентов в уравнениях окислительно-восстановительных реакций, распределение электронов по энергетическим уровням и подуровням атома и т.п., объективен и проходит достаточно быстро.

Контроль перед **лабораторным занятием** позволяет следить за подготовленностью к занятию и решать вопрос о разрешении учащемуся работать в лаборатории. Контроль после лабораторного занятия практикуется реже, но его значение выше. Он заставляет учащегося работать со значительно большим стремлением усвоить знания и повышает их активность. К сожалению, лабораторные навыки редко подвергаются оценке. В лабораторном практикуме следует чаще давать контрольные задания, например, на определение pH раствора, качественный анализ пробы, плотность раствора и т.п. Точность приготовления растворов заданной концентрации сульфата меди, дихромата калия, хлорида железа, перманганата калия и других легко проверяется спектрофотометрически или при помощи заранее приготовленной серии эталонов. С той же целью растворы кислоты, щелочи и соли с гидролизующимися ионами проверяются при помощи pH-метра или растворами индикаторов.

После работы на лекции, семинарском или лабораторном занятиях, после внеаудиторной работы учащимся следует еженедельно давать задания на свободное речевое описание, объяснение или доказательство. Химические сочинения развивают научную речь, способствуют эффективному усвоению знаний и развитию творческого мышления.

Вопросы и задания

1. Перечислите известные вам виды контроля и попытайтесь предложить собственные.
2. Каково ваше мнение, полезен ли частый (еженедельный) контроль?

1. Нетрадиционные формы и методы обучения и контроля качества знаний. - Саранск.: - 1994. - 219 с.

8.3. Программированный и тестовый контроль

Тематический контроль может проводиться различными способами, в том числе программированным и тестовым. **Программированный контроль** состоит в прохождении программы, т.е. последовательно следующих друг за другом порций учебного материала, в которых отсутствуют некоторые числа, формулы, ключевые слова и т.п., и которые студент должен вписать в свободные места текста. Правильность или ошибочность проделанных действий учащийся сам оценивает по ответу, приводимому программой. Безошибочное или малоошибочное прохождение определенной темы свидетельствует об усвоении темы, а число допущенных ошибок указывает на качество усвоения. По числу ошибок может быть выставлена оценка в баллах.

В педагогике **тестом** называют задание, по стандартному или эталонному ответу (результату выполнения) которого судят о знаниях, умениях и навыках испытуемого (и о его личностных характеристиках). Тестовый контроль состоит в предъявлении учащемуся серии вопросов с несколькими ответами на каждый, среди которых чаще всего один правильный, и задача состоит в указании правильного ответа. Сопоставляя ответ с **эталон**ом, учащийся или преподаватель делают вывод о качестве выполнения задания, и, соответственно, об уровне усвоенного знания. Тест без эталона представляет собой обычный вопрос или задачу, ответ на которые оценивается необъективно. Именно эталон, правильный ответ из нескольких предлагаемых на выбор, и обуславливает объективность оценки. Тест, как проверочная работа, требует малого времени на выполнение и проверку, и дает числовой показатель с объективной оценкой. Сейчас можно встретить методические работы, в которых тестами называют самые различные несложные задания. Пример тестового задания приведен ниже.

Реакция между водородом и хлором. "В реакции между 1 моль водорода и 1 моль хлора выделилось 184 кДж теплоты (при стандартных условиях). Чему равна энтальпия образования газообразного хлороводорода?"

А: +184; Б: -184; В: -46; Г: -92; Д: +92".

Из предложенных 5 ответов учащийся должен выбрать правильный (-92 кДж/моль). Для ответа необходимо знать, что такое энтальпия образования, написать уравнение реакции, рассчитать количество теп-

лоты, выделившейся при образовании 1 моль хлороводорода, и изменить знак теплового эффекта на противоположный.

Несмотря на кажущуюся простоту создания (написания) тестов, имеется ряд предъявляемых к ним требований. Важнейшие из них состоят в следующем.

Обоснованность (адекватность, действенность, валидность, показательность) теста - требование, заключающееся в соответствии содержания теста целям обучения, проверяемому качеству, или признаку знания. Обоснованность теста оценивается соотношением между результатами ответа на тест и эталоном и показывает, насколько содержание теста соответствует предложенному данным преподавателем содержанию обучения. Для количественной оценки обоснованности тестов можно пользоваться статистическими методами обработки результатов измерений, в частности, **корреляционным анализом**. Для экспериментальной проверки теста на его обоснованность определяют коэффициент корреляции результатов тестирования с результатами нетестовых испытаний той же группы учащихся (письменная работа на то же содержание).

Корреляция - это вероятностное соотношение между понятиями, свойствами и качествами исследуемых объектов. Корреляционный анализ заключается в определении статистической зависимости между двумя или большим числом факторов, признаков, свойств и других характеристик объектов. Корреляционным анализом пользуются, когда зависимость одной из измеряемых величин от другой (или других) осложняется случайными факторами. Коэффициент корреляции может изменяться от -1 до +1. Если получено значение в интервале 0,9-0,7, то это свидетельствует о высокой обоснованности теста. Если коэффициент находится в интервале 0,7-0,4, то обоснованность теста считается удовлетворительной. Коэффициент корреляции ниже 0,4 говорит о необходимости переработки тестовых заданий.

Уместность (релевантность) теста близка по смыслу обоснованности, но показывает соблюдение взаимосвязи между содержанием теста (предлагаемой задачей) и тем, что давалось учащемуся при обучении.

Надежность (состоятельность) теста отражает устойчивость, или стабильность, показателей при испытаниях равноценными по содержанию и построению вариантами. Для количественной оценки надежности пользуются коэффициентом корреляции, величина которого выше 0,9 свидетельствует о надежности теста.

Дифференцирующая (различительная) сила теста - требование, заключающееся в том, чтобы по результатам выполнения тестового задания учащиеся распределялись по подгруппам в соответствии с показанными качествами знаний. Важно, чтобы такое распределение соответствовало распределению по показателям выполнения других тестов или других типов заданий.

По результатам выполнения теста расположим всех учащихся в **последовательности снижения показателей**, а затем разделим группу на подгруппы так, чтобы в каждую входило одинаковое число учащихся. Предположим, что мы распределили учащихся по пяти подгруппам. Тогда в первой подгруппе будет 20% учащихся, которые лучше всех ответили на вопросы теста, в следующей 20%, которые показали несколько худшие результаты, и так далее до последней пятой группы, в которую войдут оставшиеся 20% учащихся с наихудшими результатами.

Дифференцирующая сила теста говорит о его качестве. Если учащиеся получили высокие оценки за тест и низкие - за обычное задание подобного содержания, или наоборот, то это свидетельствует о недостатках теста (или задания). Точно также о качестве отдельного теста можно судить по тому, как его результаты соответствуют результатам других тестов по той же теме. Любое задание должно давать возможность разделять учащихся на подгруппы в зависимости от овладения учебным материалом.

Дифференцирующая сила теста должна быть связана с его трудностью и доступностью для учащихся. Дифференцирующая сила теста будет высокой, если тест достаточно четко разделил учащихся в соответствии с достигнутыми результатами по подгруппам на "сильных" и "слабых". Если тест слишком легкий, его выполняют все учащиеся, или, если наоборот, слишком трудный, и его не выполнит ни один учащийся, то дифференцирующая сила теста будет слаба или равна нулю, и тест следует усовершенствовать или не предлагать.

Доступность теста связана с такой его формулировкой или построением вопроса, которые не препятствуют его пониманию. Непонимание теста указывает на его низкое качество.

Однозначность теста требует, чтобы оценки за выполнение задания одним учащимся были одинаковы у нескольких проверяющих преподавателей (объективность контроля). Предлагались и другие требования к тестам: легкость проверки результатов, малые затраты времени на подсчет результатов тестирования и т.п.

В вероятностном методе контроля (В.М. Полонский) вводится **диагностический вес** вопроса, который определяется как вероятность ответа на все вопросы при условии ответа на данный вопрос или их группу. Чтобы проверить всю систему знаний, не обязательно (об этом знают все преподаватели!) проводить тестирование или задавать вопросы по содержанию всего курса, а достаточно подобрать такие вопросы, ответы на которые с наибольшей вероятностью показывают усвоение всего курса (или темы). Оптимальными считаются задания, содержащие 8-10 вопросов по проверяемой теме.

Диагностический вес D вопроса или теста определяется как отношение $D = A/B$, где A - число учащихся, правильно ответивших на все

вопросы по содержанию курса, темы или раздела; Б - число учащихся, правильно ответивших на данный вопрос или группу вопросов. Например, по данным одного исследования, если учащийся правильно напишет формулы дигидрофосфата аммония ($D = 0,62$), основного карбоната меди ($D = 0,65$) или борной кислоты ($D = 0,83$), то он с большой вероятностью сможет написать формулы оксида кальция ($D = 0,25$) или кремниевой кислоты ($D = 0,28$) и проверять знания формул последних необязательно.

Полезно выделить еще одно требование к тестам, которое назовем **диагностичностью**. Под этим понимается способность теста диагностировать сформированность того или иного качества знания, т.е. показывать, насколько сформировано то или иное качество знания или даже то или иное качество мышления.

При составлении тестовых заданий имеет значение **последовательность предъявления вопросов**. Если стоит задача отбора учащихся, усвоивших курс, задание должно начинаться с трудных вопросов, с вопросов с наибольшим диагностическим весом. Если же, наоборот, хотят отобрать учащихся, не усвоивших определенный минимум знаний, в начале задания располагаются вопросы с меньшим диагностическим весом. В первую очередь последовательность предъявления вопросов должна определяться логикой науки и целями контроля (т.е. целями обучения). Вопросы на знания, охватывающие систему науки и обучения, учения химии и блоки содержания, обладают высоким диагностическим весом.

Число ответов к вопросу сказывается на доверительности теста. При малом числе ответов велика вероятность угадывания правильного ответа. Оптимальными считаются тесты (задания), содержащие 4-5 ответов на вопрос. Большее число вопросов в задании, хотя и уменьшает влияние случайного угадывания на конечный результат проверки, требует больших затрат времени на проведение тестирования и проверку. Увеличение числа ответов связано с трудностями подбора неправильных, но не бессмысленных или абсурдных ответов. Учащиеся довольно легко выделяют среди ответов заведомо неверные, противоречащие простейшим научным представлениям или логике рассуждений. Для снижения эффекта угадывания рекомендуется вводить ответы типа “не знаю” или “правильного ответа нет”.

Тестовый контроль, если не принять соответствующие предосторожности при составлении вопросов и ответов, часто не позволяет отличить знания, переведенные в память заучиванием материала, от знаний, основанных на понимании.

Неверные и ложные утверждения в ответах к вопросу - наиболее частый недостаток многих тестовых пособий или компьютерных систем контроля. Во время проверки знаний внимание учащегося усиливается, ему приходится анализировать все ответы на вопрос, и ложный от-

лет может привести к длительному его запоминанию, несмотря даже на то, что учащийся укажет другой ответ.

Уравнение состояния газа. “Кто предложил уравнение состояния идеального газа?”

А: Бойль; Б: Мариотт; В: Менделеев; Г: Клапейрон; Д: не знаю”.

Если учащийся назовет Мариотта, то имеется определенная вероятность, что этот неверный ответ он запомнит.

Недопустимо к вопросу с просьбой указать правильную формулировку закона, правила, принципа Ле Шателье и т.п., давать неправильные ответы вместе с одним правильным. Ложное утверждение, особенно, если оно удивляет необычностью, яркостью, оригинальностью, запоминается и впоследствии с большим трудом заменяется в памяти на верное. Не представляют опасности числовые ответы, кроме постоянных (констант), слов “да”, “нет”, “не знаю” и т.п. Для нахождения правильного ответа в таком тесте достаточно пробежать главами вопрос и ответы.

Одним из первых отечественных **тестовых пособий** по химии было пособие, написанное преподавателями Рижского политехнического института (Ф. Цеплис, Л. Камзоле, В. Морица). Оно предназначалось для контроля подготовленности студентов к лабораторной работе и охватывало 22 раздела курса. Отдельное задание состояло из 5-10 вопросов. Студентам выдавалось задание и бланк для ответа, представляющий собой листок бумаги со строчками из нескольких клеток (квадратиков) по числу предлагаемых ответов на каждый вопрос. Каждая строчка относилась к одному вопросу, и число строк равнялось числу вопросов. Студент в клетке, соответствующей номеру вопроса, отмечал знаком “х” предполагаемый правильный ответ. Проверка правильности ответов и определение числа правильных ответов производились наложением на заполненный бланк шаблона с отверстиями, соответствующими правильным ответам и подсчет числа отверстий, через которые видны “х”. Сразу же после опубликования этого пособия, оно подверглось резкой и необоснованной критике психологов.

Среди преподавателей существует мнение, что тестовый контроль с выборочными ответами должен проверять знания на запоминание фактологического материала. Такое мнение неправильно. Любые методы, виды и формы контроля должны, по возможности, проверять знания самого высокого уровня и одновременно обладать сильными обучающими функциями, формировать высокие качества знаний, учить применять знания в нестандартных ситуациях и создавать хотя бы основы творческого мышления. Имеются тестовые задания для определения достижения уровня развития **творческого мышления**, однако, чем выше уровень усвоения, тем труднее создать соответствующее тестовое задание.

Графит и алмаз. “В какую сторону сместится равновесие реакции
 $C_{\text{графит}} = C_{\text{алмаз}} - 2,1 \text{ Дж}$ при повышении температуры?

А: вправо; Б: влево; В: не сместится; Г: не знаю”.

Чтобы найти правильный ответ, следует не только знать и уметь использовать принцип Ле Шателье, но и перенести его применение на систему “графит – алмаз”, сделать неправильный вывод, что при повышении температуры образуется алмаз и сообразить, что такой процесс невозможен. Можно, конечно, сказать, что последнее мыслительное действие может быть следствием запоминания сказанного на лекции или записанного в учебнике. Тем не менее, для правильного ответа нужно знать диаграмму состояния углерода, знать условия образования равновесных фаз и понять, что принцип Ле Шателье к данному равновесию при стандартных условиях неприменим (правильный ответ Б). Некоторые преподаватели считают, что принцип Ле Шателье не применим к двум кристаллическим фазам.

Можно привести еще один пример подобного теста.

“В какой структуре, графита или алмаза, энергия связи между атомами углерода выше?

А: у графита; Б: у алмаза; В: вопрос не корректен; Г: не знаю”.

Правильный ответ - у графита.

В настоящее время в связи с широким внедрением компьютеров в учебный процесс тестирование вновь приобретает актуальность. Создаются компьютерные контролирующие программы, причем авторы повторяют все ошибки, на которые раньше обращалось внимание при программированном обучении.

В педагогических и психологических исследованиях пользуются тестированием для суждения о психологических и личностных характеристиках человека. Широкое распространение получили **тесты интеллекта**, при помощи которых определяется показатель умственного развития, **коэффициент интеллектуальности IQ** (Intellectual Quotient). Некоторые преподаватели считают, что результаты этих тестов согласуются с успешностью обучения и развитием творческого мышления. Тестовые задания на определение IQ довольно разнообразны. Например, приводится последовательность чисел и спрашивается, какое число отсутствует? Дан ряд букв, какая следующая? Названа книга, кто автор из приводимого списка? Кинофильмы, пьесы - кто режиссер? Рисунки различных фигур, животных, растений - требуется найти отличия, дорисовать, исправить, собрать фигуру по данным её частям и т.п. Некоторые тесты требуют словесного ответа на вопрос, определения терминов, решения простой арифметической задачи.

По числу правильных ответов всех заданий подсчитывается общее число баллов, которое при помощи шкалы (таблицы), составленной исследователем на большой группе испытуемых, переводится в соответст-

нуюющий показатель IQ. При оценке учитывается возраст испытуемого, и для каждого возраста средний IQ принимается равным 100. По отклонению судят об опережении или отставании в умственном развитии.

При тестировании интеллекта наиболее часто используются тесты двух типов: скорости и уровня. **Тесты скорости** получили наиболее широкое распространение. Они состоят из близких по сложности заданий, который испытуемый должен решить за определенный промежуток времени. Эти тесты не учитывают, что имеется много одаренных людей, которые думают медленно из-за того, что “в уме” перебирают возможные решения, отыскивая наиболее подходящее творческое решение.

Тесты уровня построены так, что сложность задания постепенно возрастает и определяется номер (ранг) последнего, наиболее сложного задания, которое испытуемый смог выполнить, при этом время не учитывается. Эти тесты используются реже, так как оказывается трудным составить задания. Эти тесты также не обеспечивают однозначности в определении интеллекта, и отмечались многочисленные случаи, когда испытуемый не мог решить простую задачу, но впоследствии смог успешно выполнить намного более сложные задания. Наибольшее распространение получили **тесты Айзенка и Равена**.

Тесты относятся к виду педагогической работы, в которой особенно **мышления преподавателя** сказываются на предлагаемых им заданиях. Он придумывает вопросы, которые, по его мнению, отражают те или иные характеристики человека, определяет правильность ответов и делает вывод о способностях человека. В то же время создатель тестов и стандартов оценки интеллекта сам может иметь ограниченный интеллект и не обладать достаточными знаниями о творческом мышлении и его измерении. Тесты другого автора могут дать иные сведения об испытуемом. Использование результатов подобного тестирования может привести к тому, что среди получивших высокие результаты окажутся лица, не пригодные для работы по данной специальности, и наоборот. Тесты интеллекта не учитывают особенностей мышления испытуемого, развития его логического мышления, его интересов в науке и в быту.

Тестирование интеллекта используемыми в настоящее время приемами не может служить оценкой интеллекта человека, определения развития творческого мышления и рекомендаций для будущей работы. С помощью IQ можно проводить отбор в армию и в другие государственные учреждения особой важности. Особо составленные тесты интеллекта могут показать будущую пригодность человека к некоторым специальностям, например, врача, преподавателя определенной дисциплины и т.п.

В познавательной деятельности интеллект, творческое мышление (креативность), исследовательские способности составляют единство, но одно из качеств может сильно преобладать над другими, что не должно сказываться на отборе претендентов на исследовательскую или другие виды работы. Каждый хотел бы, чтобы его IQ был макси-

мально высоким, но если результат тестирования оказался низким, это может говорить, что данный тест для него непригоден. Если человек получил низкий балл по тесту интеллекта, это не дает оснований для беспокойства. Возможно, что этот человек получил бы высокий балл по тесту исследовательской деятельности или другим. Когда преподаватель утверждает, что результаты тестов интеллекта совпали с результатами учебных тестов, то это говорит о том, что его учебные тесты проверяли низкие уровни знания. Современные тесты интеллекта не способны определять научно-профессиональную пригодность человека для предсказаний развития личности и других целей. Тесты на обнаружение профессионального творческого мышления отсутствуют.

Вопросы и задания

1. Составьте тестовое задание по проверке усвоения какой-либо темы курса химии. Проверьте эффективность.
2. Определите свой IQ по тестам, приводимым в книге Айзенка. Выскажите свое мнение о применимости этих тестов к количественному определению интеллекта и уровня знаний.

Рекомендуемая литература

1. Розенберг Н.М. Проблемы измерений в дидактике. - Киев.: - 1979. - 175 с.
2. Беспалько В.П. Основы теории педагогических систем. - Воронеж.: - 1977. - 304 с.
3. Полонский В.М. Оценка знаний школьников. - М.: - 1981. - 96 с.
4. Полонский В.М. Вероятностный метод контроля знаний // Вестник высшей школы. - 1973. - № 1. - С. 16-19.
5. Котлярова О.С. Учет знаний по химии. - М.: - 1966. - 136 с.
6. Рысс В.Л. Контроль знаний учащихся. - М.: - 1982. - 81 с.
7. Рысс В.Л. Контроль: от реальных требований - к объективным результатам // Химия в школе. - 1993. - № 1. - С. 17-21.
8. Цеплис Ф., Камзоле Л., Морица В.К. К предлабораторному контролю по общей химии. - Рига.: - 1968. - 158 с.
9. Третьяков Ю.Д., Зайцев О.С. Программированное пособие по общей химии. - М.: - 1971. - 379 с.
10. Третьяков Ю.Д., Зайцев О.С. Программированное пособие по общей и неорганической химии. - М.: - 1975. - 416 с.
11. Соколовская Е.М., Зайцев О.С., Дитятьев А.А. Программированные задачи по общей химии для быстрого контроля. - М.: - 1977. - 253 с.
12. Луцки В.И. Тестирование на занятиях по общей и неорганической химии. - Киев.: - 1977. - 84 с.
13. Рысс В.Л. Методика проверки знаний учащихся по химии // Журнал Всесоюзного Химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1978. - Т. 23. - № 6. - С. 666-669.
14. Донской А.И. Самостоятельная работа и контроль // Вестник высшей школы. - 1976. - № 4. - С. 17-22.
15. Методы системного педагогического исследования. - Л.: - 1980. - 172 с.

16. Паумов Н.Д. Психологические особенности организации контроля знаний на уроках химии // Химия в школе. - 1993. - № 1. - С. 21-24.
17. Аванесов В.С. Композиция тестовых заданий // Химия в школе. - 1993. - № 1. - С. 24-28.
18. Аванесов В.С. Содержание теста: теоретический анализ // Химия в школе. - 1994. - № 2. - С. 30-34.
19. Зарецкий Л.М. О числе ответов к заданиям при программированном контроле // Вестник высшей школы. - 1970. - № 2. - С. 34-39.
20. Карасева М.Г. Критерии оценки знаний учащихся // Советская педагогика. - 1975. - № 4. - С. 90-96.
21. Рысс В.Л. Проверка результатов обучения химии с помощью тестов // Химия в школе. - 1977. - № 3. - С. 40-43.
22. Батина Е.В. Тестовая проверка знаний // Химия в школе. - 2004. - № 9. - С. 21-23.
23. Алексеева Э.Г., Чистота В.Д., Доброседова Т.И. Программированный контроль на лабораторных занятиях и коллоквиумах. - В кн.: Сборник научно-методических статей по химии. Вып. 5. - М.: - 1977. - С. 58-62.
24. Гоголевская Н.И., Цветкова О.Н., Марголина И.Ю., Кульбашная С.А. Обучающий контроль знаний с использованием ЭВМ // Химия в школе. - 1993. - № 1. - С. 28-31.
25. Крючкова Г.М., Нестерович Н.М., Клещельская Е.И. Применение верооятностного метода контроля при изучении темы "Реакции обмена в растворах электролитов. Гидролиз солей". - В кн.: Сборник научно-методических статей по химии. Вып. 5. - М.: - 1977. - С. 64-67.
26. Кульба Ф.Я., Платунова Н.Б., Рабинович В.А. Опыт применения различных форм безмашинного программированного контроля знаний студентов по химии. - В кн.: Сборник научно-методических статей по химии. Вып. 5. - М.: - 1977. - С. 51-58.
27. Ормонт Б.Ф. Матричный контроль успеваемости // Вестник высшей школы. - 1967. - № 2. - С. 41-45.
28. Ормонт Б.Ф. Что дает матричный контроль? // Вестник высшей школы. - 1971. - № 5. - С. 25-27.
29. Назаренко В.М. Контролирующие задания с экологическим содержанием // Химия в школе. - 1993. - № 1. - С. 36-38.
30. Хубулашвили В.В. Экспериментальная оценка обучающих программ // Вестник высшей школы. - 1969. - № 12. - С. 28-32.
31. Пак М.С. Тестовые технологии в химическом образовании. - СПб.: - 2001. - 40 с.
32. Шипарева Г.А., Чернобельская Г.М. Контрольную составляют учащиеся: методика, достойная внимания // Химия в школе. - 2001. - № 5. - С. 33-35.
33. Айзенк Г. Проверьте свои способности. - М.: - 1972.

8.4. Послелекционный контроль

Очень полезен **еженедельный контроль** в конце каждой лекции или каждого занятия. За десять минут до окончания лекции студенты получают задания (проецируется графопроектором) и пишут ответы на маленьких листках бумаги (половина тетрадного листа), указав в правом верхнем углу номер группы и свою фамилию. Листки сдаются преподавателю, который

проверяет правильность выполненного задания, выставляет оценки и на ближайшем занятии сообщает результаты. Проверка заданий всегда проводится одним преподавателем (лектором). Этот контроль позволяет выявлять отсутствующих на лекции. Ниже приведены примеры заданий и их результаты (списывание не учитывалось), показаны ошибки и их причины.

1. Катастрофа на берегу озера и углекислый газ.

“В августе 1986 года на берегу озера Ниос в Камеруне (Африка) за несколько минут от удущья погибло 1750 человек, весь домашний скот, птицы и даже многие виды насекомых. Пациенты первого этажа больницы погибли, а второго этажа остались живы. Озеро находилось в кратере бывшего вулкана. Выжившие после катастрофы люди отмечали во рту кислый вкус. Многие пострадавшие находились без сознания несколько часов. Был сезон дождей. Над озером прошел дождь с температурой воды ниже температуры воды озера. При попытках взять пробы воды из глубинных слоев озера сосуды с клапаном у поверхности озера разрушались. Листья деревьев на берегу озера почернели и съезжились, как будто были обморожены. Газ, выделившийся из воды озера, был без цвета и без запаха. Что это был за газ?”

Результаты первой работы, которая в некоторые годы предлагалась в конце вводной лекции студентам первого курса (не химикам), удивительны! Только 40% студентов, поступивших в Московский университет на естественнонаучные факультеты, дали правильный ответ: углекислый газ. Из этих студентов 50% смогли объяснить, почему они предложили углекислый газ, а другая половина студентов не смогли объяснить свой ответ и отвечали: “Случайно догадался”. Предложения остальных студентов в порядке понижения их числа были такие (в скобках написано, что не учтено в ответе): сернистый газ (запах), сероводород (запах), угарный газ (в таких количествах в природе не образуется, мало растворим в воде, легче воздуха), метан (его выделение возможно, но он легче воздуха), а также CH_3 , диоксид азота (окраска), азот (кислый вкус), хлороформ (запах), кислород (смешавшись с воздухом, не привел бы к удущью), озон (не может образоваться на дне озера), водород (легче воздуха), аммиак (запах и хорошо растворим в воде), хлороводород (запах и хорошо растворим в воде), соляная кислота(!), триоксид серы, даже фтор, циановодород (“циан-газ” CN и CN^*) и фосген.

Результаты показывают слабость школьной подготовки и почти полное отсутствие приемов научного мышления. **Химия элементов** - основное фактологическое содержание наших школьных учебников химии - усвоена очень слабо. Бывшие школьники не способны извлекать из памяти знания и их использовать, не способны проводить простейшие мыслительные (познавательные) действия (анализ и синтез, сравнение, поиск простейших проблем, объяснение и т.п.). Вывод - необходимы изменение методики обучения химии в школе, новые учебники химии и новая подготовка учителя химии. Слабая школьная подготовка по химии сильнейшим образом сказывается на вузовской подготовке студентов.

2. **Соединения переменного состава.** “Укажите условия получения (высокие или низкие температуры) оксида железа с избытком атомов кислорода (или недостатком атомов железа) в кристаллической решетке” (табл. 8-2).

Таблица 8-2

№	Результат	% правильных ответов
1	Низкие температуры	84
2	Высокие давления кислорода	89

Это задание предлагалось на первой лекции, на которой рассказывалось о веществах переменного состава и подчеркивалось, что **закон постоянства состава** неправилен в его школьной формулировке. По-видимому, новизна знания, явное указание на неправильность школьного знания закона постоянного состава и рассказ о фазах переменного состава у природных кристаллических веществ, привели к высокому числу правильных ответов.

3. **Энтальпия.** “Что вы понимаете под понятием ”изменение энтальпии”?” (табл. 8-3)

Таблица 8-3

№	Результат	% правильных ответов
1	Знание соотношения $\Delta H = -Q_p$	51
2	Знание формулы $\Delta H = \Delta U + A$	74

На лекции учащимся подчеркивалось, что изменение энтальпии равно тепловому эффекту с противоположным знаком. На вопрос, почему учащиеся забывали о противоположном знаке, они отвечали, что так говорил учитель или так было написано в учебнике. В 20% работ вместо термина “теплота” использовался термин “тепло”, хотя лектор ни разу это слово не произносил. В нескольких работах энтальпия называлась теплосодержанием, хотя и этот термин лектор так же ни разу не произносил. Среди определений встретились такие (*дословно*):

энтальпия - это

- разница теплосодержаний начальных и конечных продуктов;
- потенциальная способность совершать работу и тепло;

- способность вещества совершать работу и выделять тепло. Если давление не постоянно, то только тепло;
- изменение общего количества внутренней энергии во время образования вещества;
- изменение скорости активности реакции при изменении внешних факторов;
- величина, обратная выделившейся энергии;
- изменение энергии вещества, поглощенной при его образовании;
- величина, получающаяся при сложении изменений внутренней энергии и работы, совершенной газом при выталкивании поршня во время прохождения реакции;
- изменение потенциальной способности вещества или смеси веществ совершать работу и выделять тепло при проведении реакции при постоянном давлении;
- водород изменился с отрицательным знаком;
- тепловой эффект, происходящий с работой;
- изменение тепловой энергии тела при постоянном давлении;
- изменение содержания тепла в исходных веществах и продуктах;
- величина, описывающая изменения, которые происходят в состоянии системы в ходе реакции;
- изменение работы расширения внутренней энергии в реакциях.

Читателю предлагается самому сделать выводы, прочитав эти, некоторые удивительно неграмотные и даже абсурдные, определения.

4. **Энтальпия.** “При взаимодействии в смеси 1,2 л водорода и 5 л хлора выделилось 9,21 кДж теплоты. Рассчитайте $\Delta H_{\text{обр}} \text{HCl}$ ” (табл. 8-4).

Таблица 8-4

№	Результат	% правильных ответов
1	Написано уравнение реакции	66
2	Поняли, что расчет ведется по веществу, содержащемуся в недостатке	53
3	Знание (использование) мольного объема газа	46
4	Энтальпия образования рассчитана на 2 моль HCl	40
5	Энтальпия образования рассчитана на 1 моль HCl	22
6	Правильный знак энтальпии образования	18
7	Задан вопрос о нормальных и стандартных условиях	1

Это задание предлагалось, как и предыдущее, на второй лекции (в разные годы). При последующих беседах с учащимися выяснилось, что все они знают величину мольного объема газа. Таким образом, знание тогда становится усвоенным, когда оно используется, и, по-видимому, средняя школа не формирует деятельностного знания. Многие учащиеся не изменяют знак теплового эффекта при переходе к энтальпии. Они не понимают, что энтальпия образования рассчитывается на 1 моль вещества. Затруднительным оказалось сформулировать определение энтальпии образования (забывали о простых веществах, об 1 моль вещества, о стандартных условиях и т.п.), многие не видели различия между стандартными и нормальными условиями. Оказалось, что учащиеся могут дать определение понятия “моль”, повторяя заученное из школьного учебника, но не понимали сути этого понятия (например, не могли сказать сколько молекул H_2 содержится в 1 моль этого вещества или в 22,4 л этого газа). Учащиеся путали постоянную Авогадро N_A с универсальной газовой постоянной R .

5. Синтез спирта. “Можно ли получить спирт из простых веществ?” Энтальпии и энтропии веществ сообщались (табл. 8-5).

Таблица 8-5

№	Результат	% правильных ответов
1	Написаны правильно формулы простых веществ, уравнения реакций, проставлены стехиометрические коэффициенты	78
2	Расчет изменения энтальпии с учетом стехиометрических коэффициентов	67
3	Указаны единицы измерения	53
4	Записана формула $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$	83
5	Перевод кДж в Дж или наоборот	52
6	Знак ΔG правилен (минус) и реакция возможна	51
7	Удивление полученным результатом	6
8	Объяснение, почему спирт не получают из простых веществ (кинетика)	1

Результаты говорят, что средняя школа не создает у молодежи способности видеть неожиданности и удивляться им.

6. **Кривая нагревания.** “Нарисуйте кривую нагревания льда от -10°C до $+110^{\circ}\text{C}$ при давлении ниже давления тройной точки воды. Укажите число фаз и число степеней свободы на всех участках кривой” (табл. 8-6).

Таблица 8-6

№	Результат	% правильных ответов
1	Нарисована кривая нагревания	88
2	Нарисована диаграмма состояния воды	63
3	Написана формула правила фаз Гиббса	46
4	Указаны фазы и число степеней свободы	75

Студенты до выполнения этого задания были ознакомлены с правилом фаз Гиббса и диаграммой состояния воды. Им была показана последовательность рисования кривой нагревания воды при давлении выше давления тройной точки. Интересно отметить, что примерно 20% студентов сначала нарисовали кривую нагревания, а затем диаграмму состояния воды. Это они объясняли тем, что “видели” эту диаграмму во время рисования кривой, а нарисовали диаграмму, так как осталось время. Также интересно отметить, что подсчет числа степеней свободы студенты производили, не написав формулы правила фаз. Около 8% студентов нарисовали кривую нагревания воды при давлении выше давления тройной точки, т.е. перерисовали кривую, обсуждавшуюся на лекции. Около 4% студентов не пытались выполнить задание, сдав пустые листочки.

7. **Перенос воды.** “Представьте себе, что недалеко от океана расположено озеро с пресной водой (рис. 8-1). Температура, атмосферное давление и уровни воды одинаковы. Ветра нет. Пусть плотности жидкостей в озере и в океане также равны. Вода озера и океана отличается лишь содержанием растворенных солей. Как будет происходить перенос воды через атмосферу и через почву - из озера в океан или из океана в озеро?” (табл. 8-7).

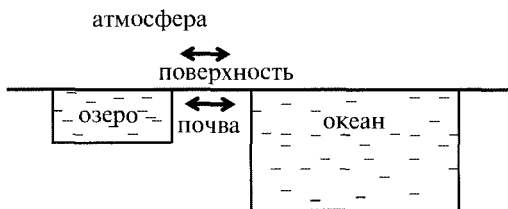


Рис. 8-1. Модель переноса воды через атмосферу и почву

Таблица 8-7

№	Результат	% правильных ответов
1	Перенос паров воды в атмосфере из озера в океан (из области с более высоким давлением пара воды в область с более низким давлением пара)	40
2	Перенос жидкой воды из океана в озеро (из области с более высоким осмотическим давлением в область с более низким давлением)	30

Задание предлагалось студентам после изучения на лекции законов Рауля и осмоса. Перенос воды между озером и океаном через атмосферу происходит из области с высоким давлением водяного пара (озеро) в область с более низким давлением (океан). Перенос жидкой воды через почву из озера в океан, из области с низким осмотическим давлением в область с более высоким давлением, обсуждается в предположении, что почва теоретически ведет себя как полупроницаемая мембрана. Студенты должны были это предположить (что является в некоторой степени характеристикой развитости творческого мышления).

Проверка проводилась просто: упоминаются ли в работе такие понятия, как закон Рауля, давление насыщенного пара воды, осмотическое давление, полупроницаемая мембрана. Низкие результаты выполнения этой контрольной работы выявили некоторые недостатки учебного процесса. В работах встречались выражения, подобные следующим: осмотическое, астматическое давление, полунепроницаемая мембрана, осмотическое давление паров воды, осмотическое давление почвы, перетекание воды из-за разности плотностей, неодинаковости уровней воды, направление ветра, фильтрование через почву, продвижение океанической воды затруднено.

Лектор произносил почти по буквам слово “осмотическое”, тем не менее ошибки были. Следовательно, следует записывать подобные термины на доске или на экране. Некоторые студенты считали, что чем выше осмотическое давление, тем выше давление пара. Лектор всегда должен ожидать неожиданного непонимания студентами тех вопросов, которые лектору очевидны. У студентов затруднено мыслительное действие предположения, и немногие студенты смогли перенести аналогию осмоса на перенос воды почвой.

8. **Аномальные свойства воды.** “Перечислите аномальные свойства воды. Чем больше свойств вы перечислите, тем выше будет отметка” (табл. 8-8).

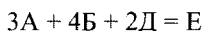
Таблица 8-8

Результат	% студентов:
Перечислено 0 свойств	2
Перечислено 1 свойство	2
Перечислено 2 свойства	6
Перечислено 3 свойства	10
Перечислено 4 свойства	11
Перечислено 5 свойств	31
Перечислено 6 свойств	20
Перечислено 7 свойств	6
Перечислено 8 свойств	3
Перечислено 9 свойств	3
Перечислено 10 свойств	6

На лекции учащимся рассказывалось о 10 важнейших для жизни природы аномальных свойствах воды. Эти числовые данные показывают, как мала доля усваиваемых на лекции знаний – только почти треть учащихся перечислила 5 свойств. Аномальные свойства воды обсуждались без записи их на экране. Это делалось для того, чтобы при выполнении задания учащиеся не переписали свойства из своих конспектов. Преподавателям следует задуматься, как увеличить количество усваиваемых на лекции знаний.

9. **Криоскопия.** “При какой температуре будет замерзать раствор 5,85 г NaCl в 1000 г воды? $K_{H_2O} = 1,86$ ”. Моляльная концентрация раствора рассчитана 64% студентами.

10. **Порядок реакции.** “В реакции с уравнением



при увеличении концентрации А в 2 раза скорость реакции возросла в 4 раза, при увеличении концентрации В в 2 раза скорость реакции не

изменилась, при увеличении концентрации Д в 2 раза скорость возросла в 2 раза. Напишите кинетическое уравнение реакции и предскажите, как изменится скорость реакции при повышении давления в системе в 2 раза" (табл. 8-9).

Таблица 8-9

№	Результат	% правильных ответов
1	Кинетическое уравнение	80
2	Повышение скорости при увеличении концентрации Д	73
3	Повышение скорости при увеличении давления	69

На лекции рассматривался аналогичный пример, но с другими стехиометрическими коэффициентами реакции, после чего на еще одном таком же примере учащиеся всей аудиторией отвечали на вопросы об изменении скорости. Поэтому задание было выполнено довольно успешно. Интересно заметить, что 3% учащихся выбрали более сложный путь расчета порядков реакции по компонентам - воспользовавшись логарифмической зависимостью скорости от концентрации и порядка.

11. **Разложение загрязнителя.** "В озеро вылили 10 кг загрязнителя, который разлагается в реакции с водой. Период полупревращения загрязнителя равен 25 дням. Каков порядок реакции? Сколько загрязнителя останется в озере через 100 дней?" (табл. 8-10).

Таблица 8-10

№	Результат	% правильных ответов
1	Первый порядок по загрязнителю	78
2	Нулевой порядок по воде	70
3	Остаток загрязнителя	59

В 10% работ учащиеся, вместо того, чтобы сообразить, что 100 дней равны 4 периодам полупревращения, проводили расчет через константу скорости реакции первого порядка. В этом задании еще раз подтверждается то, что, если материал не изучался в школе, он лучше усваивается.

12. **Энергия активации.** "Выведите формулу для вычисления энергии активации реакции, если известны два промежутка времени про-

текания реакции (до некоторого предела) ϕ_1 и ϕ_2 при соответственно двух температурах t_1 и t_2 °С” (табл. 8-11).

Таблица 8-11

№	Результат	% правильных ответов
1	Воспользовались уравнением Аррениуса	66
2	Составили систему из двух уравнений	63
3	Перевели градусы Цельсия в Кельвины	39
4	В уравнения подставили $1/\Phi_1$ и $1/\Phi_2$	42
5	Выведено правильное уравнение	24

Некоторые учащиеся пытались составить формулу энергии активации, используя непонятные пропорциональные зависимости. Некоторые студенты, составившие систему уравнений, пытались вывести формулу, не обращаясь к операции логарифмирования. Обращает внимание то, что немногие учащиеся перевели градусы Цельсия в Кельвины и примерно столько же забыли об обратной зависимости константы скорости от времени реакции ($k \sim 1/F$). На все эти особенности расчета энергии активации указывалось на лекции.

13. **Водородный показатель.** “К 10 л воды прилили 1 мл $1 \cdot 10^{-5}$ М раствора соляной кислоты. Каков рН полученного раствора?” (табл. 8-12)

Таблица 8-12

№	Результат	% правильных ответов
1	Записано уравнение диссоциации HCl	32
2	Уравнение реакции записано со стрелкой (?)	40
3	Правильный расчет концентрации ионов водорода	80
4	Правильный расчет (логарифмирование) $pH = 9$	72
5	Удивление (раствор кислоты имеет щелочную среду!)	16
6	$pH = 7$	3
7	Объяснение: концентрация ионов водорода равна сумме концентраций ионов водорода при диссоциации воды и кислоты	0,5

Выводы: у учащихся почти полностью отсутствует способность критического отношения к результатам своей деятельности. Попытку объяснить результат сделал лишь 1 человек из 200. На первой же лекции учащимся было сказано, что в научной литературе стрелка в уравнениях реакций не записывается, и эта школьная привычка должна быть заменена на знак равенства. Тем не менее, 40% учащихся даже после месячного изучения химии продолжали использовать знак стрелки. Такова сила школьного обучения! Студенты были предупреждены, что запись уравнения диссоциации обязательна, тем не менее, только треть студентов выполнила это требование.

14. **Гидролиз.** “Напишите уравнения гидролиза ионов в растворах следующих солей: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, NaH_2PO_4 , Na_2SO_4 . Укажите среду раствора (рН больше или меньше 7). Объясните, почему реакция не проходит по последней ступени и как следует поступить, чтобы она прошла” (табл. 8-13).

Таблица 8-13

№	Результат	% правильных ответов
1	Написаны уравнения реакций диссоциации	90
2	Уравнения гидролиза ионов Al^{3+} и H_2PO_4^- написаны по ступеням	65
3	Предсказана среда растворов солей	61
4	Объяснено, почему реакция не проходит по последней ступени (принцип Ле Шателье)	20
5	Предсказано, как следует поступить, чтобы реакция прошла по последней ступени	11

На лекции учащимся был дан алгоритм написания уравнений гидролиза иона по ступеням на примере $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, поэтому задание было выполнено довольно успешно. В алгоритме подчеркивалось, что в уравнении гидролиза иона по каждой ступени должна быть записана одна молекула воды. В другие годы учащиеся не знакомились с алгоритмом, и успешность выполнения задания снижалась в 2-3 раза. Некоторые учащиеся, не написав уравнение диссоциации соли, тем не менее, правильно составили уравнения гидролиза (свернутость знания).

На лекции говорилось, почему гидролиз не проходит по последней ступени и как следует поступить, чтобы он прошел. Из-за того, что эти вопросы не входили в алгоритм, ответы на задание были неправильными; неточными (нагреть, разбавить) или отсутствовали. Также было об-

наружено, что если написание уравнений гидролиза изучалось в начале лекции, то результаты выполнения задания были выше почти в 1,5 раза по сравнению с тем случаем, когда гидролиз изучался в конце лекции (даже перед самой контрольной работой!). В нескольких работах в уравнении реакции гидролиза иона алюминия в растворе $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ входило два иона алюминия ($2\text{Al}^{3+} + 2\text{H}_2\text{O} = \dots$). В ответах встречались выражения “гидролиз по катиону” и “гидролиз по аниону”, которые лектор не использовал, что говорит о несогласованности между преподавателями и о том, что, вероятно, студентов так учили в школе. Обратите внимание: мы говорим “гидролиз иона”, а не “гидролиз соли”!

15. Окислительно-восстановительная реакция. “Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции кристаллического Cu_3AsS_4 в водном растворе азотной кислоты, если продуктами являются Cu^{2+} , AsO_4^{3-} , SO_4^{2-} и NO . Напишите выражение константы равновесия”.

Если учащимся не давался алгоритм составления уравнения окислительно-восстановительной реакции, результаты были очень плохими (табл. 8-14).

Таблица 8-14

№	Результат	% правильных ответов
1	Полностью выполнено задание	30
2	Константа равновесия без концентраций кристалла и воды	50

При выполнении этого задания было совершено очень большое число разнообразных ошибок. Учащиеся записывали уравнение диссоциации кристалла на такие ионы, как (записаны без зарядов, так как заряды были разные): Cu_3 , As , S_4 , Cu_3As , AsS_3 и т.п. Некоторые пытались подсчет числа электронов проводить, пользуясь степенями окисления. Другие забывали, что реакция проходит в водном растворе, и пытались составить уравнение без участия молекул воды. Некоторые записывали формулу азотной кислоты, а не нитрат-иона. Несмотря на то, что продуктом реакции указывался NO , учащиеся почему-то составляли уравнения с такими веществами, как N_2 , NO_2 , N_2O , N_2O_4 . Если не уравнивались числа атомов кислорода или водорода, учащиеся добавляли в уравнение O_2 или H_2 .

Даже после того, как учащимся давался алгоритм составления окислительно-восстановительной реакции, результаты опять же оказывались неудовлетворительными. Учащиеся упорно пытались использовать прочно усвоенный школьный прием подбора коэффициентов по

степеням окисления. Создавалось впечатление, что новое знание про- скальзывает мимо их сознания. Таковы трудности переучивания!

Результаты несколько улучшились, когда учащимся было сказано, что молекульно-ионно-электронный способ подбора коэффициентов уравнения необходим для них, так как этим способом подбираются коэффициенты уравнений природных процессов с участием сложных органических веществ и минералов, и этот способ часто будет встре- чаться при использовании диаграмм устойчивости минералов и ионов в водных растворах при помощи диаграмм E -рН (диаграммы Пурбэ).

16. *Эдс реакции.* "Напишите уравнение реакции, проходящей в вод- ном растворе ионов Mn^{2+} и Al^{3+} и содержащем металлические алюми- ний и марганец, если



Вычислите эдс реакции и напишите выражение константы равно- весия" (табл. 8-15).

Таблица 8-15

№	Результат	% правильных ответов
1	Задание выполнено полностью	26
2	Уравнение электродной реакции с алюминием переписано в противоположном направлении	38
3	Знак потенциала этой реакции изменен на противоположный	30
4	В константу равновесия не вошли концентрации металлов	30

Это задание учащиеся выполняют малоуспешно. Многие проводят сложение или вычитание потенциалов, не понимая, для чего они это делают. В результате эдс принимает неправильные значения и знак. Некоторые учащиеся при записи уравнения электродного процесса с отнимаемыми электронами перед знаком стрелки не изменяют знак электродного потенциала на противоположный (это же делают и не- которые преподаватели!).

Если этот материал изучать сначала на семинарских и лаборатор- ных занятиях, а затем на лекции, то усвоение оказывается низким. На

вопрос о причинах учащиеся отвечали, что преподаватели рассказывали о вычислении эдс, пользовались учебниками, в которых этот материал излагался по-разному и непонятно. Учащиеся не могли написать уравнение электродного процесса из-за странного обозначения электрода, например, M^{2+}/M , не понимали, на каком электроде электроны принимаются или отдаются, почему и какое уравнение электродной реакции следует переписать в противоположном направлении и просуммировать с другим, что означают выражение “полуреакция”, “окисленная и восстановленная форма” (окисленное вещество есть восстановитель!). Лектор ни одного из подобных выражений на лекции не использовал.

Если две электродные реакции характеризуются двумя положительными электродными потенциалами, учащиеся суммируют оба уравнения с их потенциалами, не обращая внимания на электроны, и получают абсурдное уравнение проходящей реакции с положительным значением эдс. Учащиеся не могли объяснить причин, почему электроны переходят с одного электрода на другой. Удивительно, но никто из учащихся не умножал потенциалы на множители для соблюдения равенства числа отданных и принятых электронов. По-видимому, они просто не додумались до такой операции, но объяснить, почему не следует умножать потенциалы, ни один из них не мог.

17. Торфяники. “Почему горят торфяники, ведь воздух не может быстро проходить через верхний слой почвы? Чем более научно обоснован будет ваш ответ, тем выше будет отметка”.

Результаты выполнения этого задания интересны. Приведем некоторые ответы: торф не горит, а тлеет, благодаря пиролизу; это процесс разложения с выделением теплоты; торф тлеет, потому что его гниение идет с выделением теплоты; в торфе содержатся органические вещества, содержащие кислород, поэтому торф тлеет в бескислородных условиях; при контакте торфа с огнем происходит экзотермическая реакция с выделением кислорода, которая и поддерживает горение торфа; в парах (!) торфа много кислорода; при гниении выделяется кислород, метан и аммиак, которые горят; поры заполнены воздухом, которого хватает для горения.

Приводим без изменения одну работу: “Торфяники могут гореть без доступа кислорода, так как в них могут содержаться такие вещества как калий, натрий, карбид кальция. Как известно, особенностью щелочноземельных металлов является их способность гореть без доступа кислорода. Необходимый для горения кислород они добывают сами, расщепляя под действием высокой температуры влагу воздуха на водород и кислород, который способствует горению. Еще одна версия - это микробиологическое самовозгорание, связанное с деятельностью мельчайших насекомых, которые активно размножаются в спрессованных материалах, и там же умирают, вместе со своим разложением выделяя определенную температуру, которая накапливается внутри

материала и может привести к возгоранию". В этой работе сочетается незнание химии и некоторые творческие способности.

18. **Коллоидная химия.** "Приведите определения следующих понятий: золь, гранула, мицелла, коагуляция, седиментация, пептизация, эмульсия, коалесценция". На лекции определения не записывались на экране, но произносились медленно. Все учащиеся знали, что за невыполненные задания и неправильные ответы придется задание пересдавать в свободное от занятий время, иначе они не будут допущены к экзамену. Учащиеся предупреждались, что определение, сформулированное своими словами, оценивается выше, чем приводимое дословно из лекции или учебника.

Из 200 учащихся 4 человека отказались от выполнения задания, и ниже говорится об успехах и ошибках остальных студентов. Как это ни странно, все они дали правильные определения гранулы и мицеллы. Возможно, это вызвано тем, что на лекции было подробно рассказано и последовательно показано на экране, как происходит образование мицеллы от агрегата (зародыша) через различные слои ионов. Новизна знания и наглядность строения, по-видимому, повлияли на усвоение знания. Другие определения даны дословно.

"Опалесценция: явление прохождения луча света через коллоидный раствор; явление, при котором при пропускании света через раствор лучи света остаются; когда мы видим свечение луча света, проходящее через вещество; светящийся конус; свечение коллоидного раствора; преломление света в кристалле; преломление света в коллоидных растворах; рассеяние света при его действии на золь; видимость луча света при прохождении его через раствор; смещение луча света; когда вы пропускаете через раствор луч света его видно; преломление света через коллоидный раствор; видимость луча при пропускании его через раствор; приломление света".

"Золь: кристаллики, взвешенные в жидкости; типичная коллоидная система с жидкой дисперсной средой; гидрофобная система; типичная коллоидная система, наиболее ярко проявляющая свойства, присущие веществу в коллоидном состоянии; система, состоящая из кристаллов и жидкости; кристаллы в жидкости; соединение кристалла и жидкости; проявление гидрофобной коллоидной частицы; мелкодисперсное состояние; нелюбящая воду система".

"Коабуляция (!) - соединение коллоидных частиц".

"Седиментация: распад коллоидных частиц; переход выпавших в осадок частиц в воду при его промывании".

"Пептизация: поднятие частиц; процесс перехода осадка в коллоидных частицах; обратная седиментация; восстановление частиц из осадка; повторное введение частиц в раствор; процесс растворения осадка.

"Эмульсия: дисперсное соединение двух жидкостей; смесь двух жидкостей, не вступающих между собой в реакцию; нахождение жидкости

в жидкости; высокофосфорное соединение; соединение дисперсной фазы - жидкость и дисперсной среды — жидкость; нахождение жидкости в жидкости; коллоидный раствор, в котором коллоидная среда и фаза — жидкости; молоко и мазь".

"Эмульсация (!) - состояние коллоидного раствора, в которой дисперсной средой и дисперсной фазой являются две жидкости".

"Коалесценция: слияние эмульсий; слияние адсорбирующихся капель на поверхности эмульсии; слияние перемешанных капелек в эмульсии; слияние эмульгаторов; слияние адсорбирующихся на поверхности эмульсий капель при введении эмульгаторов". В нескольких работах диффузный слой ионов назван "диффузионным".

Результаты выполнения этого задания говорят о том, что формулирование определения даже известного понятия оказывается весьма затруднительным. Когда лектор на лекции записывал эти термины, результаты работ оказались значительно выше. Более высокие результаты были получены, когда учащиеся видели записанными определения этих понятий.

Предлагались и другие контрольные задания. Выше было приведено так много примеров заданий, чтобы показать, насколько просто и важно еженедельно проводить контроль за усвоением знаний, и какие выводы может получить преподаватель (лектор) при анализе ответов. Этот способ контроля очень полезен, так как позволяет преподавателю быстро узнать о чем-то, что не было понятым на лекции, и на семинарском занятии быстро исправить положение. Каждая контрольная работа должна служить не только для оценки знаний, но и для анализа преподавателем своей работы и её постоянной коррекции.

Один из выводов состоит в том, что лектору следует строго следить за соответствием содержания, предлагаемого другими преподавателями на семинарских и лабораторных занятиях, содержанию лекций и даже учебника. Иногда преподаватели дают трактовку, отличную от трактовки лектора, что связано с тем, что преподаватели не посещают лекций. Также важно, чтобы содержание всех занятий как можно больше соответствовало содержанию учебника.

Другой вывод из анализа контрольных работ состоит в том, что для студентов первого (по крайней мере) курса лекция должна быть первой в последовательности представления нового учебного содержания, т.е. до практикума и семинара. Наконец, оказалось, что материал усваивается лучше, если он не был известен из средней школы. Переучивание школьных научных положений оказывается трудным, а иногда и безнадежным делом.

Преподавателю следует давать такие задания, ответы на которые он может проверить быстро, с первого взгляда на листок. Например, по наличию какого-либо слова, которое обязательно должно быть в ответе, по одному из коэффициентов в уравнении реакции, какому-либо числу и т.п. Напомним, что еженедельные послелекционные задания

рассчитаны также на то, чтобы заставить учащихся посещать лекции и активно на них работать (студент не знает, что войдет в контрольное задание).

Преподаватели бывают обеспокоены списыванием слабыми учащимися правильных решений. Можно воспользоваться различными способами борьбы с этим явлением: тщательно следить за аудиторией, рассаживать учащихся так, чтобы списывать было невозможно и т.п., но наиболее простые способы состоят в том, чтобы предлагать: 1) два варианта - один для девушек, другой для юношей; 2) несколько вариантов, каждый из которых нумеруется по первым буквам фамилий, например, А, Б, В, Г - один вариант, Д, Е, Ж, З - другой вариант и т.д.; 3) десять вариантов, которые отмечаются по первой цифре номера студенческого билета; двенадцать вариантов, которые отмечаются по месяцу рождения студента; тридцать вариантов, которые отмечаются по дню рождения. Ниже приведены примеры двух послелекционных контрольных работ.

1. **Окислительно-восстановительная реакция.** "Воспользовавшись электронно-ионным способом подбора стехиометрических коэффициентов (без указания валентности и степени окисления!), составьте молекульно-ионное уравнение окислительно-восстановительной реакции, протекающей в водном растворе по схеме, представленной в табл. 8-16.

Таблица 8-16

Первая буква фамилии	Схема уравнения
А, Б, В, Г:	$\text{Cu}_3\text{BiS}_3, \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}^{2+}, \text{Bi}^{3+}, \text{SO}_4^{2-}, \text{NO}$
Д, Е, Ж, З:	$\text{Cu}_3\text{AsS}_4, \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}^{2+}, \text{AsO}_4^{3-}, \text{SO}_4^{2-}, \text{NO}$
И, К, Л, М:	$\text{Cu}_3\text{FeS}_3, \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{SO}_4^{2-}, \text{NO}$
Н, О, П, Р:	$\text{Cu}_3\text{SbS}_4, \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}^{2+}, \text{Sb}^{3+}, \text{SO}_4^{2-}, \text{NO}$
С, Т, У, Ф	$\text{CuAsS}_4, \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}^{2+}, \text{AsO}_4^{3-}, \text{SO}_4^{2-}, \text{NO}$
Х, Ц, Ч, Ш, Щ, Э, Ю, Я	$\text{Cu}_3\text{FeS}_4, \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{SO}_4^{2-}, \text{NO}$

Полное (молекулярное) уравнение реакции составлять не нужно (оно не имеет реального смысла)! Сильные кислоты записывайте в виде ионов! Напишите также выражение константы равновесия реакции с участием кристаллической фазы. Запомните: продукты реакции определяются экспериментально, и на экзамене Вы можете спросить у

преподавателя, какие продукты получаются. Вариант - по первой букве фамилии". Заметьте, что в этих схемах уравнений знак стрелки оправдан.

2. **Эдс реакции.** "Две разные металлические пластинки помещены в раствор, содержащий их ионы (по 1 моль/л, 298 К). Напишите суммарное уравнение возможной реакции, рассчитайте ее эдс и константу равновесия (приближенно) (табл. 8-17).

Таблица 8-17

Вариант	Металлы
1	железо и магний
2	свинец и уран
3	хром и марганец
4	титан и уран
5	олово и хром
6	железо и титан
7	цинк и железо
8	олово и уран
9	уран и цинк
10	титан и хром

Стандартные электродные потенциалы представлены в **табл. 8-18**.

Не забудьте, что знак потенциала (эдс) изменяется на противоположный при написании уравнения реакции в обратном направлении. Дополнительно (если останется время) рассчитайте эдс, если концентрация одного иона (любого) равна 0,1 моль/л, а другого 0,01 моль/л. Вариант - по последней цифре номера студенческого билета".

Обратите внимание, что все электродные потенциалы отрицательны, что вызывает у учащихся трудности в вычислении эдс и написании уравнения реакции.

Таблица 8-18

$U^{3+} + 3e = U$	$E^{\circ} = -1,80 \text{ В}$
$Sn^{2+} + 2e = Sn$	$E^{\circ} = -0,14 \text{ В}$
$Cr^{3+} + 3e = Cr$	$E^{\circ} = -0,74 \text{ В}$
$Fe^{3+} + 3e = Fe$	$E^{\circ} = -0,06 \text{ В}$
$Pb^{2+} + 2e = Pb$	$E^{\circ} = -1,13 \text{ В}$
$Ti^{2+} + 2e = Ti$	$E^{\circ} = -1,63 \text{ В}$
$Zn^{2+} + 2e = Zn$	$E^{\circ} = -0,76 \text{ В}$
$Mn^{2+} + 2e = Mn$	$E^{\circ} = -1,19 \text{ В}$
$Mg^{2+} + 2e = Mg$	$E^{\circ} = -2,37 \text{ В}$

8.5. Быстрые контроль и оценка знаний

Тестовый контроль может с успехом использоваться при еженедельном контроле подготовленности к семинарскому или лабораторному занятию и усвоению материала после занятия. В пособии “Программированные задачи по общей химии для быстрого контроля” (Соколовская Е.М., Зайцев О.С., Дитятьев А.А.) представлена система заданий для быстрой проверки знаний теоретического материала и навыков решения несложных задач. По теме курса общей химии приводится 10 вариантов заданий, причем последующие задания сложнее и труднее предыдущих. В задании имеется 5, но чаще 10 вопросов. Это число вопросов значительно облегчает оценивание знаний привычной пятибалльной шкалой. Каждый вопрос сопровождается одним правильным и 3-5 неверными ответами, что уменьшает вероятность угадывания. В качестве ответов вводятся только числовые или символьные результаты решения простой задачи или же слова, не приводящие к возможности запоминания ошибочных ответов (да, нет, больше, меньше, направо, налево и т.п.).

Раньше правильные или считающиеся правильными ответы отмечались прокалыванием **отверстия** в листке бумаги рядом с номером вопроса, отмечались карандашом крестиком и т.п. Учащийся на листке записывал свою фамилию. Преподаватель, получив листок с ответами, накладывал на него имеющийся у него шаблон с отверстиями, соответствующими правильным ответам, и сразу определял оценку в десятибалльной или пятибалльной шкалах. Теперь проверка работ проводится компьютером.

Часто недостатком тестового метода контроля с выбором ответа считается, что он не приучает к самостоятельному словесному оформлению мысли и к умению логически мыслить. Для усиления обучающей функции контроля использованы несколько путей. Особенность пособия состоит в том, что предлагаемые на вопрос ответы направляют учащегося на **анализ различных вариантов решения** задачи, на продумывание и выбор правильного или наиболее правильного ответа. Для этого ответы ко многим задачам даются не в виде окончательного числа, а в виде тех арифметических операций, которые необходимо было проделать, чтобы решить задачу. Вот пример.

Криоскопия. “В 2000 мл (г) воды растворено 25 г вещества с молярной массой 50. Какова температура замерзания раствора? Криоскопическая постоянная воды $K_{н,о} = 1,86$ ”.

Ответы могут быть в числовом виде:

А: 0,456; Б: 1,86; В: -7,44; Д: -0,54,

но в пособии ответы даны в виде действий:

$$А: \frac{-1,86 \cdot 25 \cdot 100}{50 \cdot 2000}, \text{ Б: } \frac{1,86 \cdot 25 \cdot 100}{25 \cdot 2000}, \text{ В: } \frac{-1,86 \cdot 50 \cdot 2000}{25 \cdot 1000}, \text{ Г: } \frac{-1,86 \cdot 50 \cdot 2000}{50 \cdot 2000},$$

$$Д: \frac{-25 \cdot 200}{1,86 \cdot 50 \cdot 2000}.$$

Такой ввод ответов позволил исключить требующие затрат времени вычисления. Кроме того, учащийся вынужден находить и анализировать **чужие ошибки** и указывать правильный ответ. Такое обучение на примере чужих ошибок развивает способность к быстрой ориентации для выполнения правильного действия. В качестве неправильных ответов желательно использовать ошибочные ответы самих учащихся, которые обнаруживаются при проверке выполненных заданий или при собеседовании с учащимся. Интересно отметить, что, если среди ответов нет ни одного правильного, учащийся продолжает искать другие решения.

Обучающая функция контроля усиливается, если вопросы в задании связаны в **логические линии**. На **рис. 8-2** в варианте “а” вопросы, хотя и охватывают материал изучаемой темы, но не связаны между собой. Это наиболее часто используемый прием при составлении контрольных заданий.

Вариант “б” изображает задание, в котором ответ на каждый вопрос входит в содержание последующего вопроса. Эта последовательность для решения числовых задач не пригодна, так как ошибка в ответе на первый вопрос приводит к невыполнению всего задания. Для заданий, не связанных с вычислениями, этот вариант применим, хотя ошибка в ответах на первые вопросы может повлиять на правильность ответов на последующие вопросы и исказить представления о логике изучаемой темы.

Наиболее целесообразно в задании с 10 вопросами использовать 2-3 **логические линии** по 2-4 вопроса в каждой с последующим слиянием линий. Это показано на схемах вариантов “в” и “г”. Нетрудно заметить, что в последовательности вопросов заложены идеи линейного и разветвленного программирования. Подобное построение заданий имеет еще и то преимущество, что позволяет слабо подготовленному учащемуся выставить не неудовлетворительную отметку, а удовлетворительную, и допустить к лабораторному или семинарскому занятию. В то же время, для получения отличной отметки необходимо провести объединение логических линий и дать (найти) правильный ответ.

Составителю подобных заданий следует стремиться к взаимосвязи не только вопросов в задании, а взаимосвязи самих заданий. Это можно достичь включением в последующие задания 1-2-х вопросов из предыдущих заданий, что способствует повторению изученного ранее материала, а также формированию у учащихся представления о целостности содержания курса химии и о системе изучаемой науки.

Приведем примеры некоторых тестовых заданий для быстрой проверки усвоения знаний по теме “Энтальпия химических реакций”.

Энтальпия реакции между водородом и хлором.

“1. При образовании 1 моль газообразного хлороводорода из газообразных водорода и хлора выделилось 92 кДж теплоты. Чему равна энтальпия образования хлороводорода?”

А: -184; Б: +184; В: -92; Г: +92; Д: -46.

2. В реакции между 1 моль водорода и 1 моль хлора выделилось 184 кДж теплоты. Чему равна энтальпия образования хлороводорода?”

А: -184; Б: +184; В: -92; Г: +92; Д: -46.

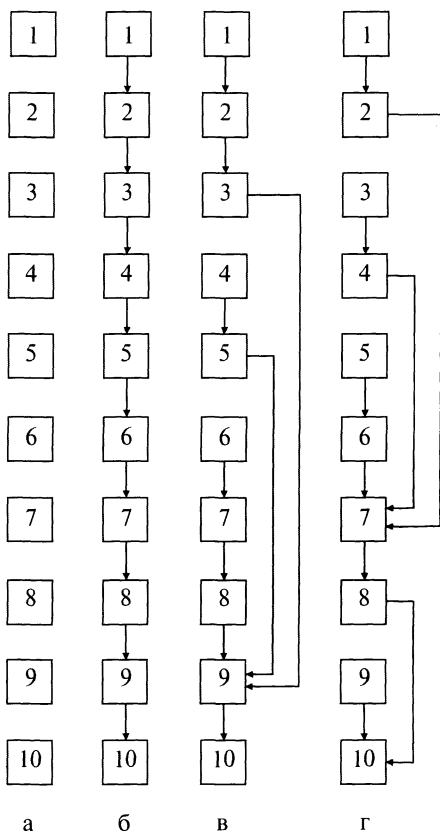


Рис. 8-2. Связь вопросов в задании в логические линии

3. В смеси, состоящей из 22,4 л хлора и 44,8 л водорода, прошла реакция. Каков тепловой эффект этой реакции?

А: -184; Б: +184; В: -92; Г: +92; Д: -46.

4. В смеси, состоящей из 22,4 л хлора и 2,24 л водорода, прошла реакция. Каково изменение энтальпии в этой реакции?

А: -184; Б: -92; В: -46; Г: -18,4; Д: -9,2.

5. Каково изменение энтальпии при диссоциации 1 моль хлороводорода на водород и хлор?

А: -92; Б: +92; В: 184; Г: +46; Д: -46".

Задание состоит из 5 вопросов, чего вполне достаточно для проверки знаний о соотношении теплового эффекта и энтальпии реакции, об их знаках при термохимическом и термодинамическом способах записи химических уравнений. Первый вопрос рассчитан на узнавание (энтальпия образования хлороводорода равна -92 кДж/моль). Ответ легко вычисляется в уме делением или умножением некоторого числа на 2 или 10. Для ответа на третий и четвертый вопросы требуется сообразить, что одно из веществ взято в избытке.

Гидролиз ионов. Задание на быструю проверку подготовленности к лабораторной работе по гидролизу ионов.

“Укажите среду водных растворов солей (табл. 8-19).

Таблица 8-19

1	NaCl	А: pH = 7	Б: pH > 7	В: pH < 7	Г: не знаю
2	Na ₂ CO ₃	А: pH = 7	Б: pH > 7	В: pH < 7	Г: не знаю
3	ZnCl ₂	А: pH = 7	Б: pH > 7	В: pH < 7	Г: не знаю
4	Al ₂ (SO ₄) ₃	А: pH = 7	Б: pH > 7	В: pH < 7	Г: не знаю
5	Na ₂ SO ₄	А: pH = 7	Б: pH > 7	В: pH < 7	Г: не знаю

Многие задания имеют характер алгоритмических предписаний для усвоения плана рассказа по данному вопросу или строго определенной последовательности операций при выполнении действия, например, подбор коэффициентов уравнений окислительно-восстановительных реакций, расчет изобарно-изотермического потенциала, определение направления окислительно-восстановительной реакции, расчет произведения растворимости по данному значению растворимости и наоборот, и т.п.

По мере прохождения курса обучающий характер контролирующих заданий возрастает, и они приобретают все более высокую творческую направленность. Например, изучая строение вещества, учащиеся переходят с одного уровня организации вещества.

Строение атома.

1. Сколько нейтронов в ядре атома наиболее распространенного изотопа свинца?

А: 82; Б: 125; В: 207; Г: 289; Д: не знаю.

2. Сколько протонов в ядре атома свинца?

А: 82; Б: 125; В: 207; Г: 289; Д: не знаю.

3. На скольких главных энергетических уровнях распределены электроны?

А: 5; Б: 6; В: 7; Г: 8; Д: не знаю.

4. Сколько электронов находится на третьем энергетическом уровне?

А: 2; Б: 8; В: 18; Г: 32; Д: 50.

5. Сколько подуровней включает четвертый энергетический уровень?

А: 1; Б: 2; В: 3; Г: 4; Д: 5.

6. Сколько электронов находится на $4f$ -подуровне атома свинца?

А: 2; Б: 6; В: 8; Г: 14; Д: 18.

7. Сколько электронов находится на $5d$ -подуровне атома свинца?

А: 2; Б: 6; В: 8; Г: 10; Д: 14.

8. Какова структура уровня $n = 6$ невозбужденного атома свинца?

А: $6s^2 6p^2$; Б: $6s 6p^3$; В: $6p^4$; Г: $6s^2 6d^2$; Д: $6s^2 6p$.

9. Какова структура уровня $n = 6$ возбужденного атома свинца?

А: $6s^2 6p^2$; Б: $6s 6p^3$; В: $6s 6p^2 6d$; Г: $6s 6p 6d^2$; Д: $6s 6p 6d$.

10. Какую максимальную валентность может проявлять свинец?

А: 1; Б: 2; В: 3; Г: 4; Д: 6".

Для того, чтобы повысить интерес к подобного типа скучным заданиям, учащимся задается дополнительный вопрос, требующий свободного ответа (выше это упоминалось). Например, какая предполагаемая связь свинца с угасанием древнеримского государства? Или: к заданию про ртуть - почему ртуть нельзя перевозить в самолетах?; про магний или железо - каково их биологическое значение?; и т.п.

Посмотрите на еще одно задание, выполнение которого приводит к усвоению последовательности рассмотрения свойств молекулы с использованием метода молекулярных орбиталей.

Метод молекулярных орбиталей.

“Нарисуйте диаграмму распределения электронов по молекулярным орбиталям в молекуле кислорода O_2 . Ответьте на вопросы:

1. Сколько электронов находится на разрыхляющей y_{2s} -орбитали?

А: 2; Б: 4; В: 6; Г: 8; Д: 10.

2. Сколько электронов находится на связывающей y_{2s} -орбитали?

А: 2; Б: 4; В: 6; Г: 8; Д: 10.

3. Сколько электронов находится на связывающих p -орбиталях?

А: 2; Б: 4; В: 6; Г: 8; Д: 10.

4. Сколько электронов находится на разрыхляющих p -орбиталях?

А: 2; Б: 4; В: 6; Г: 8; Д: 10.

5. Какая энтальпия (энергия) связи (кДж) относится к молекуле O_2 среди молекул N_2 , O_2 и F_2 ?

А: 151; Б: 498; В: 946; Г: не знаю.

6. Каковы магнитные свойства молекулы O_2 ?

А: диамагнитна; Б: парамагнитна; В: не магнитна; Г: не знаю.

7. Как изменяется энтальпия связи в O_2^- по сравнению с O_2 ?

А: увеличивается; Б: уменьшается; В: не изменяется; Г: не знаю.

8. Каковы магнитные свойства иона O_2^- ?

А: ион диамагнитен; Б: парамагнитен; В: не магнитен; Г: не знаю.

9. Как изменяется энтальпия связи в O_2^+ по сравнению с O_2 ?

А: увеличивается; Б: уменьшается; В: не изменяется; Г: не знаю.

10. Каковы магнитные свойства иона O_2^{+} ?

А: ион диамагнитен; Б: парамагнитен; В: немагнитен; Г: не знаю".

Опыт работы с подобными контрольно-обучающими заданиями показал, что учащиеся сохраняют в памяти последовательность (алгоритм) рассмотрения изучаемого объекта и используют ее для построения устного или письменного ответа по данной теме на коллоквиуме или на экзамене.

Методика контроля с выборочными ответами практически без изменений может быть перенесена в методику **компьютерного** обучения. Более того, компьютер может анализировать ошибки испытуемых, давать указания об их исправлении, предлагать новые задания, если результаты были неудовлетворительными, и перечислить страницы учебника для изучения неусвоенного материала, а в случае отличного выполнения задания рекомендовать прочитать дополнительную литературу и т.п.

Вопросы и задания

1. Составьте тестовое задание по интересующей вас теме, в котором вопросы объединены в 2-3 логические линии.

Рекомендуемая литература

1. Соколовская Е.М., Зайцев О.С., Дитятьев А.А. Программированные задания по общей химии для быстрого контроля. - М.: - 1977. - 253 с.

2. Зайцев О.С. Задачи, упражнения и вопросы по химии. - М.: - 1996. - 432 с.

3. Зайцев О.С., Габрусева Н.И. Разноуровневые задания по курсу химии. - М.: - 1998. - 62 с.

4. Ормонт Б.Ф. Матричный контроль успеваемости // Вестник высшей школы. - 1967. - № 2. - С. 41-45.

8.6. Блочный и дисциплинарный контроль. Экзамен

После текущего (тематического) контроля следуют промежуточный, или блочный, и итоговый, или дисциплинарный, виды контроля. Эти виды контроля оценивают усвоение знания из учений науки, или блоков содержания дисциплины, и всей дисциплины в целом. Завер-

шение какой-либо части или всего курса обычно сопровождается зачетом и экзаменом. Окончание вуза чаще всего предусматривает такие формы отчетности, как дипломная работа, выпускной проект или государственный экзамен.

Блочный контроль проводится по мере прохождения блоков содержания, или учений химии в виде контрольных работ и устных собеседований - коллоквиумов. В **контрольных работах** приводятся задания на решение задач и на написание ответа на какие-либо вопросы по изученному блоку содержания (описание, объяснение, доказательство). Разумеется, контрольные работы могут проводиться чаще, после изучения узкой, но важной или трудной темы курса. **Коллоквиумы** проводятся один раз в 3-4 недели по заранее сообщаемым вопросам, охватывающим содержание изученной темы. Коллоквиум, кроме функции проверки усвоенных знаний, развивает навыки устной научной речи. Обычно коллоквиуму отводится время одного из лабораторных занятий, если учебная часть не разрешает занимать внеаудиторное время учащихся. Некоторые преподаватели, проведя контрольную работу, обсуждают на коллоквиумах результаты контрольной работы (ошибки).

Дисциплинарный вид контроля рассчитан на проверку усвоения содержания всей дисциплины (курса) как системы взаимосвязанных учений науки и проводится после изучения курса, в виде зачета и экзамена. **Зачет** - одна из форм проверки знаний учащихся, полученных на лекциях, семинарских, лабораторных и внеаудиторных занятиях и других видах учебного процесса (производственная практика). Завершение всего курса (или какой-либо большой его части) обычно сопровождается зачетом и экзаменом. Окончание вуза чаще всего предусматривает такие формы отчетности как дипломная работа, выпускной проект или государственный экзамен.

Экзамен (с латинского - стрелка весов или испытание) - проверка знаний, приобретенных за определенный этап обучения дисциплине. Экзамены бывают вступительные в вуз, переводные при переходе на другой курс и другие. Коллоквиумы и зачеты проводятся примерно одинаково, но имеют менее выраженный официальный характер. Зачет можно считать репетицией экзамена, и учащийся, получивший зачет, допускается к сдаче экзамена. Иногда курс завершается сдачей зачета без экзамена, но в этом случае учащиеся занимаются менее прилежно, и они не показывают такие высокие знания, как на экзамене.

Экзамены заставляют учащихся систематизировать свои, часто разрозненные, части знаний. Угроза предстоящих экзаменов заставляет учащихся усиленно работать в течение семестра и, таким образом, повышает уровень их знаний. Отсутствие экзаменов действует в противоположном направлении. Экзамены воспитывают чувство ответственности, что очень важно для будущего специалиста. Экзамены требуют

больших усилий и причиняют учащимся много волнений, что подготавливает учащегося к будущей нелегкой трудовой деятельности.

Иногда высказывается мнение, что экзамены следует отменить, а итоговую оценку выставлять по результатам **всей текущей работы**. Едва ли подобное предложение следует принимать. Отменой экзамена отменяется финальный, самый важный, продуктивный этап изучения курса - обобщение знаний в единую систему. Последствия такого нововведения нетрудно предугадать: повысится число высоких оценок не из-за успехов учащихся, а из-за привыкания преподавателя к учащемуся, из-за жалости к нему, понизятся требования преподавателя к учащемуся и самому себе из-за отсутствия контроля за обучением. Тогда вся учебная работа будет рассчитана на текущий момент, а не на достижение целей обучения и усвоение системы научных знаний.

Считается, что содержание экзаменационных вопросов соответствует **программе курса**, но программа обычно бывает намного более обширна и менее конкретна. Часто преподаватели обсуждают проблему оптимального числа вопросов в экзаменационном билете, но в методической литературе об этом ничего не говорится. Иногда экзаменационный билет состоит из двух вопросов и задачи. Почему предлагается так мало вопросов - преподаватели или не объясняют, или отвечают, что малое число вопросов позволяет учащемуся более широко раскрыть тему.

Некоторые преподаватели подробно раскрывают содержание экзаменационного вопроса, и тогда он превращается в развернутый план ответа, облегчающий сдачу экзамена. В то же время детальная формулировка вопроса позволяет экзаменатору конкретно знать, что требуется от учащегося для ответа и какую выставить оценку.

Так как экзамен проверяет усвоение науки, то желательно, чтобы вопросы экзаменационного билета отражали содержание четырех учебных химических науки, и поэтому экзаменационный билет состоял бы из четырех вопросов и задачи. Заметим, что обширный раздел курса химии о растворах можно отнести к термодинамике. Задача может быть посвящена расчету или из областей термодинамики или кинетики и, желательно, должна содержать в условии или в числовом результате проблему, которую нужно обнаружить, сформулировать и указать путь ее разрешения. В вопросах билета обычно не раскрывается детальное содержания ответа, так как учащийся должен самостоятельно показать знание основных пунктов своего ответа. Важно, чтобы все экзаменационные билеты были составлены так, чтобы они были примерно одинаковой сложности.

В качестве примера ниже приведено содержание одного из **экзаменационных билетов**.

1. ЭДС и константа равновесия окислительно-восстановительной реакции.
2. Представление о механизме химической реакции.

3. Водородная связь и ее влияние на свойства веществ.
4. *d*-элементы. Железо и его соединения.
5. Задача. Осуществим ли синтез этилового спирта из простых веществ? Необходимые данные найдите в справочнике.

Большинство студентов высказали положительное мнение о подобных экзаменационных билетах. Некоторые говорили: “Хорошо, что много вопросов. Если не знаешь ответа на один вопрос - не страшно, ответишь на другие вопросы. На общие вопросы отвечать даже легче - всегда что-нибудь вспомнишь. Хорошо, что не надо запоминать факты и числа. На такие вопросы отвечать труднее, так как приходится вспоминать и перебирать в памяти весь материал”.

На 100 экзаменующихся в один день составляется 50 билетов и приглашается 10-15 экзаменаторов. Экзамен желательно принимать комиссии, состоящей из преподавателя дисциплины (лектора), другого преподавателя и председателя, роль которого играет заведующий кафедрой. Однако подобное проведение экзамена на больших потоках затруднено. Состав экзаменационной комиссии подбирается так, чтобы у всех экзаменаторов были примерно одинаковые требования к ответам студентов. Было бы полезным приглашать старшекурсников и аспирантов на экзамены не для приема экзаменов, а для знакомства с методикой обучения.

Часто возникает вопрос, можно ли преподавателю, проводившему семинарские и лабораторные занятия, принимать экзамены. Вопрос не имеет однозначного ответа. Принимая экзамен у “своего” учащегося, преподаватель, выставляя оценку, вспоминает, как занимался учащийся — если занимался плохо, поставит ему “удовлетворительно”, если хорошо - “отлично”. Оказывается, что в этом случае у такого преподавателя бывает меньше “двоек” и больше высоких оценок. Правильно считают преподаватели, что в таком случае экзамен можно не проводить, а выставлять оценку за работу в семестре. Если учащийся сдает экзамен незнакомому преподавателю, то оценка зависит от ответа учащегося и особенностей преподавателя. Это хорошо понимают учащиеся и поэтому стремятся на экзамене попасть к своему преподавателю. Иногда учащиеся стараются попасть к даже более строгому преподавателю, но “правильно выставляющему оценки”. Чтобы учащиеся не выбирали “хорошего” экзаменатора, их вызывают по порядку (очереди) получения билета.

При устном ответе следует стараться так проводить экзамен, чтобы это была беседа преподавателя с учащимся, проходящая в спокойной атмосфере, что снимает нервность и неуверенность учащегося, позволяя ему извлекать из памяти нужные сведения и предлагать собственные идеи. Подобная обстановка экзамена чаще всего бывает у опытного преподавателя и хорошо подготовленного учащегося.

Объективно оценить устный ответ намного труднее, чем письменный. При **оценке знаний**, выраженных в устной и письменной речи, преподавателю следует учитывать следующее.

1. При описании любого объекта учащийся должен рассматривать его в виде системы, состоящей из небольшого числа наиболее значимых элементов, и соблюдать последовательность рассмотрения в соответствии с их иерархией (подчиненностью).

2. При объяснении любого явления (реакции) учащийся должен использовать представления учений химии.

3. Важно соблюдение логики науки.

4. При описании и объяснении химических объектов (реакция и вещество) желательно использование сведений будущей специальности и приложение к ним химических знаний.

5. Формулировка законов, принципов, правил, определений понятий желательна своими словами, но научно строго.

6. При объяснении законов, принципов и формул следует указывать границы их применимости (ограничения, области и интервалы приложения). Любая формула должна быть объяснена.

7. При определении понятия должны быть указаны его существенные признаки.

8. При перечислении факторов, влияющих на прохождение процесса или свойства объекта, следует располагать их в порядке понижения их значимости для функционирования объекта.

9. В описании и объяснении химического объекта указываются его признаки сходства с другими и отличия от других.

10. Рассказ должен быть логически стройным. Следует как можно чаще пользоваться сравнениями, аналогиями, различиями и другими простейшими элементами логики.

11. Одним из качеств ответа является привлечение максимального числа научных терминов (понятий).

12. Этим же требованиям должно удовлетворять объяснение решения задачи.

Учащиеся знакомятся с этими требованиями к их ответам.

На экзамене учащиеся могут пользоваться программой курса и списком формул закономерностей, которые обсуждались при изучении курса. Программа, если она составлена достаточно подробно, позволяет учащимся более полно построить свой ответ. Можно ли разрешить на экзамене пользоваться списком формул? Это вполне допустимо: ведь основная трудность подготовки к экзамену - это запоминание многочисленных формул! Учащимся не нужно тратить время на заучивание формул, которые всегда можно найти в справочниках. Кроме того, учащиеся не пишут шпаргалки с формулами и не пытаются на экзамене спрашивать их у соседей. Учащийся знает - запоминать формулы не надо, но надо ее объяснить и уметь использовать.

Отношение преподавателей к **шпаргалкам** двойственное. Когда учащийся пишет шаргалку, он усваивает то, что не понял, и запоминает то, что забыл, но, имея на экзамене шаргалку, учащийся думает о том, как ею воспользоваться, следит за преподавателями, не готовится к беседе и не успевает решить задачу. Поэтому не следует разрешать пользоваться шаргалками, и лучше отбирать их, но не “выгонять” учащегося с экзамена. Шаргалки пишутся для тех экзаменов, на которых проверяются формальные знания. В последнее время появились электронные шаргалки, напоминающие калькуляторы. Обнаружить их непросто, так как при приближении преподавателя учащийся переключает прибор на режим калькулятора. Для того, чтобы учащиеся не пользовались подобными шаргалками, следует просмотреть лист подготовки и слушать ответ учащегося, не разрешая смотреть в лист. Пользование шаргалкой мгновенно обнаруживается, а учащийся заявляет: “Я много написал, а мне поставили двойку”. В случае возможных спорных инцидентов, экзаменатор оставляет у себя листы подготовки.

Полезно на экзамене разрешать учащемуся пользоваться **конспектом лекций**. Это способствует повышению внимания и работы учащегося на лекции. Просмотр преподавателем на экзамене конспекта лекций представляется неправомерным, тем более, что лекции не обязательно конспектировать, если имеется учебник по курсу, и обучение рассчитано не на запоминание сказанного лектором, а на обдумывание услышанного и решение тех проблем, которые ставит лектор. Предъявление на экзамене лабораторного журнала, отчета по исследовательской работе или реферата вполне целесообразно.

Иногда на экзамене преподаватели разрешают **пользоваться учебниками**. Однако для студентов первого курса такой экзамен оказался неприемлемым - студенты приносят на экзамен несколько книг, судорожно их перелистывают, слово в слово, почти не понимая смысла, что-то переписывают в листы подготовки и не могут ничего сказать, если экзаменатор просит рассказать, отобрав листы подготовки. Такая практика полезна на старших курсах, когда учебники по специальным дисциплинам напоминают монографии, и для ответа студент должен воспользоваться сведениями из различных глав такого учебника, т.е. когда на экзамене студенту предстоит создать некоторое новое знание.

На экзамене студентам старших курсов можно предложить отписки нескольких **статей** и дать задание на описание или объяснение обсуждаемого в статьях объекта. Экзамен можно проводить устно, студент отвечает на вопросы преподавателя. Такой экзамен продолжается 2-3 часа и беседа студента с преподавателем отнимает еще 1 час. Можно на вопросы отвечать письменно и ждать несколько дней результатов проверки. Часто студенты, даже старших курсов, письменно выражают свои мысли запутанно, что сильно затрудняет проверку и оценку выполненных заданий. Другое неудобство такого экзамена заключается в

невозможности подбора статей одинаковой сложности. Можно предложить группе одну и ту же статью, но следует принять особые меры против общения студентов на экзамене (списывание). Для оценки всех работ с одинаковыми требованиями работы должен проверять один преподаватель.

Иногда экзамены по спецкурсам при небольшом числе студентов проводятся **без билетов**. Это вызывают у студентов предположение, что задаваемые вопросы по трудности связаны с личным отношением преподавателя к студенту.

Нужно ли на экзамене задавать **дополнительные вопросы**? Необходимо! Такие вопросы устраняют сомнения в самостоятельности подготовки, позволяют направить ответ в нужном направлении, в сторону обобщения, демонстрации глубины и системности знаний и, тем самым, снимают колебания преподавателя при выборе оценки. Каковы должны быть дополнительные вопросы? Простой вопрос типа “Каково значение газовой постоянной” или “Чему равна постоянная Авогадро?” - проверяет лишь усвоение на уровне памяти и для экзаменов не допустим. Переформулировав вопрос: “Почему в размерность газовой постоянной входит температура?”, “Для каких условий - стандартных или нормальных - вычислена газовая постоянная? (ее численное значение дается)” или “Зависит ли постоянная Авогадро от давления или температуры?”, преподаватель проверяет, насколько учащийся может совершать небольшие умственные действия. Такие вопросы, как “Почему размерности газовой постоянной и энтропии одинаковы?” или “Газовая постоянная - это работа расширения, а в размерность работы входит температура?” проверяют более высокие уровни усвоения.

Желательно, чтобы лектор составил список дополнительных вопросов по важнейшим разделам курса, например, формулировка принципа Ле Шателье, влияние изменение давления на равновесие реакции между водородом и хлором, уравнения реакции гидролиза ионов в растворе сульфата алюминия, подбор коэффициентов окислительно-восстановительной реакции между магнетитом и азотной кислотой (преподаватель продукты указывает) и выражение константы равновесия (концентрации воды и кристалла не входят константу) и т.п. Список рекомендуемых дополнительных вопросов раздается экзаменаторам.

Задавая простой дополнительный вопрос на экзамене, преподаватель должен знать, что часто учащийся думает, что вопрос трудный и не дает ответа, за что получает пониженную отметку. Если на экзамене сказать учащемуся, что вопрос несложный, и он ответ знает, учащийся, действительно, быстро приводит правильный ответ. Прежде чем задавать дополнительный вопрос, преподаватель должен подумать, что он хочет проверить, насколько этот вопрос может повлиять на оценку, нужно ли студенту данной специализации знать ответ и т.п.

Например, на экзамене преподаватель спрашивает названия кислородных кислот хлора. Учащийся может прекрасно разбираться в теоретических вопросах курса, но не знать названий, и получает пониженную оценку. Подумал ли преподаватель, что именно он проверяет, спрашивая о кислородных кислотах хлора и их солях? Написание их формул и перечисление названий - это примитивная проверка знания фактологического материала, который, возможно, никогда и не понадобится будущему специалисту. Конечно, следует иметь представление о реакциях при хлорировании воды, оксидах хлора, о бертолетовой соли (спички, пиротехника) и о самой сильной кислоте - хлорной, анион которой является очень слабым лигандом. Даже если учащийся к экзамену выучит названия кислот, солей и анионов, он после экзамена забудет эти сведения. Достаточно вспомнить названия комплексных соединений - они несколько раз менялись за последние десятилетия. Таких примеров можно привести множество.

Когда обнаруживается, что отлично занимавшемуся учащемуся преподавателем на экзамене поставлена не "пятерка", а "четверка", и такого преподавателя упрекают в этом, он отвечает: "Это нужно знать". Часто выясняется, что некоторые преподаватели не знают того, что же все-таки учащемуся "нужно знать". Любой экзаменатор, опытный или молодой, во время экзамена должен всегда помнить, что в короткое время экзамена учащийся находится в нервном и возбужденном состоянии, что часто не позволяет считать его ответ надежным показателем достигнутых знаний. Экзаменатору всегда полезно представлять себя в роли экзаменуемого.

Выставление экзаменационной (итоговой) оценки нередко приобретает для самого преподавателя нелегкую психологическую задачу. Учащийся что-то хорошо знает, но на некоторые вопросы не может ответить. Что ему поставить? Многие студенты, особенно первого курса и в течение первого семестра занимаются плохо (не готовятся к занятиям, не участвуют в групповых решениях задач на семинаре, переписывают результаты лабораторных работ и т.п.), надеясь подготовиться за несколько дней до экзамена. В большинстве случаев такое кратковременное изучение курса не дает ожидаемых результатов. Это в первую очередь относится к студентам, приехавшим из других городов и почувствовавшим свободу от опеки родителей. У многих студентов после первого семестра или после учебного года такое отношение к учебной деятельности проходит. Поэтому следует очень осторожно выставять неудовлетворительные оценки, что может привести к отчислению вполне способного в будущем студента.

Некоторые преподаватели считают, что устные экзамены следует заменить **письменными**. Учащиеся пишут ответы в отведенное на экзамен время, затем ответы изучаются преподавателем и выставляется отметка. При проверке письменных работ исчезает личное впечатление экзаменатора об учащемся, и оценка становится более объективной.

На проверку письменных работ тратится времени в несколько раз больше, чем на устный экзамен. Желательно, чтобы письменные работы проверялись и оценивались одним преподавателем, это в какой-то степени повышает объективность оценивания выполненных работ. Проверка письменных работ (и сочинений) трудоемка, часто мысль учащегося неясна, и уточнить что-либо невозможно. Поражает обилие грамматических и орфографических ошибок. О почерке лучше не говорить. Если предлагается ответить на несколько вопросов, для проверки следует привлечь столько преподавателей, чтобы каждый проверял ответ на один и тот же вопрос.

Иногда на экзаменах предлагают пользоваться **тестовыми заданиями** с выборочными ответами на вопросы. Хотя проверка выполнения задания требует значительно меньшего времени, но проверяется более низкий уровень усвоения, и резко снижается обучающая функция контроля.

Преподаватели часто обсуждают вопрос о том, следует или не следует на экзамене учитывать результаты **успеваемости за семестр**. По-видимому, на экзамене желательно учитывать успешность еженедельной работы учащихся. Знания, приобретенные при подготовке к экзамену, не прочные знания, в отличие от знаний, полученных в течение непрерывной учебной работы. Кроме того, если учащийся знает, что результаты его текущей работы будут учтены на экзамене и войдут в экзаменационную оценку, то это заставляет его более усиленно заниматься в течение семестра. Экзаменатор, просматривая практикантскую книжку, получает сведения о работе учащегося в течение семестра и учитывает это при выставлении оценки. Едва ли учащемуся, занимавшемуся на одни “удовлетворительно”, выставят “отлично”. В то же время, учащемуся со многими “отлично” в практикантской книжке при ответе на “хорошо” экзаменатор вполне может поставить экзаменационную оценку “отлично”.

Студенту, превосходно занимавшемуся в течение семестра, прекрасно прошедшему текущий контроль и показавшему высокие результаты на коллоквиумах и контрольных работах, написавшему научный реферат и успешно его защитившему, предоставляется возможность экзамен не сдавать, и в зачетной книжке выставляется оценка “отлично”. Такой “**экзамен-автомат**” выставляется не более чем одному студенту в группе из десяти человек, поэтому среди сильных студентов начинается соревнование за право не сдавать экзамен. “Экзамен-автомат” исключает возможность получения студентом-отличником случайной, более низкой отметки у незнакомого преподавателя. Следует заметить, что “экзамен-автомат” - вполне заслуженное поощрение за отличный учебный труд, но иногда оказывается, что студент, которому можно было бы поставить “автомат”, на экзамене отвечал несколько не лучше хорошо успевавших студентов. Наверное, это бывает вызвано слишком большой уверенностью в своих знаниях

и недостаточно усиленной подготовкой к экзамену. Экзамены-автоматы понижают впечатление экзаменаторов об успешности работы курса из-за отсутствия на экзамене самых сильных студентов, и возникает впечатление о плохой подготовке студентов.

Экзамен - важнейшее событие в жизни студента, особенно первокурсника. Студент первого курса не знает, что такое экзамен в вузе, поэтому ему следует дать советы, как готовиться к экзамену и отвечать экзаменатору. Никаких числовых данных не запоминать, кроме, может быть, таких, как атмосферное давление 101325 Па, 760 мм рт.ст., 1 атм, теплоемкость воды 1 кал/г или 4,184 Дж/г, объем моля газа при нормальных условиях 22,4 л, нормальные и стандартные условия, температуры плавления и кипения воды и другие.

На **консультации** перед экзаменом следует обязательно посоветовать студенту первого курса, как провести время перед экзаменом. Заканчивать чтение учебников следует пораньше вечером. Ни в коем случае не заниматься ночью - ночью голова не работает, и вместо сна человек ничего не получает, а на экзамене будет сонным, вялым и плохо соображающим. Не просыпаться рано утром для изучения того, что не успел изучить. Утром перед экзаменом обязателен плотный завтрак, но не пить кофе, особенно быстрорастворимый. Возбуждающее действие кофе быстро проходит, и возникает состояние, при котором появляется "беглость" мысли, а речь ухудшается. Можно выпить стакан крепкого чая с лимоном. Перед уходом на экзамен студенту следует проверить, что не забыты две ручки, носовой платок, зачетная книжка (это случается довольно часто). Желательно иметь калькулятор. Опаздывать на экзамен нельзя. Некоторые студенты верят в приметы, в частности, в примету не мыться перед экзаменами, но плохо пахнувший студент не получит хорошую оценку.

Получив билет, студенту следует прочитать все вопросы и продумать, сколько времени можно отвести на подготовку по вопросам и задаче. Каждому студенту дается таблица Д.И. Менделеева, лист с формулами, справочные данные, программа курса, которая помогает при составлении планов ответа. Мобильный телефон отключается. Студенты предупреждаются, что экзаменатор учитывает, что и как записано на листах подготовки - план ответа на вопрос, четкость формулировок и основных положений ответа, последовательность действий и объяснений при решении задачи, почерк, перечеркивания, чистота листов и т.п.

Студенту следует рассказать, как отвечать на вопросы билета. Нельзя спрашивать у экзаменатора, можно ли рассказывать, изменив последовательность вопросов, так как тем самым студент сразу же указывает на то, какие ответы он не знает. Даже студент не уверен в ответе, ему все же нужно начинать что-то говорить, и часто правильный ответ неожиданно приходит. "Вы все знаете!". Рука не дрожит. Вы уверенно записываете формулы соединений! Никогда не признавайтесь: "Не

знаю”. Никогда не спорьте с экзаменатором, но, если вы рассказываете что-то, что вы узнали на лекции, но с чем не согласен экзаменатор, следует мягко сослаться на лектора: “Так нам сказал лектор”. В рассказе о решении задачи главное – объяснить, как решалась задача. Численное значение ответа не проверяется, но ответ должен быть не абсурдным. Если экзаменатор задает вопрос по билету или дополнительный вопрос, то ответ нужно **начинать с повторения** заданного вопроса в утвердительной форме. Это дает несколько секунд на обдумывание ответа. Несмотря на то, что эти советы кажутся простыми и очевидными, студенты после сдачи всех экзаменов говорили, что они помогли сдать остальные экзамены.

Иногда преподаватели советуют считать первый курс испытательным (т.е. студенты становятся кандидатами в студенты, конкурентами) и отчислять после него некоторое число студентов (например, 10%), оказавшихся в числе последних по успеваемости. Возможно, это приведет к повышению успеваемости, но имеет ряд отрицательных сторон, так как, становясь студентом, человек изменяет образ жизни, испытывая трудности адаптации после привычной школьной жизни.

Экзамен оценивает не только знания студента, но и работу преподавателя. Оценка “чужого” экзаменатора (или экзаменационной комиссии) может сильно отличаться от оценки преподавателем семестровой работы студента. Последствия этого могут привести к тому, что преподаватель будет незаслуженно считаться слишком жестким или плохо работающим, т.е. не уделяющим достаточно внимания студентам, не знающим основ методики обучения и даже не разбирающимся в научных вопросах дисциплины (с этим приходится сталкиваться в реальной практике преподавания). Авторитет преподавателя у студентов понижается и в том, и другом случаях. Результаты экзамена могут заставить преподавателя более добросовестно относиться к своей работе и более строго оценивать знания студентов в течение семестра. Боясь пониженных экзаменационных оценок, преподаватель может превратить обучение в “натаскивание” студентов к экзамену, поэтому выставление оценки за семестр без сдачи экзамена весьма полезно.

Преподавателям, работающим со студентами первого курса, следует знать, как студенты поступают в вуз, почему иногда студент, славший все вступительные экзамены на “отлично” совершенно не способен к обучению (не знает даже, что получится при делении $\frac{1}{2}$ на $\frac{1}{2}$), отчего занимавшиеся на подготовительных курсах часто оказываются сплошными “двоечниками” и т.п.

Оценка знаний – сложнейшая проблема современного образования. Методологи, педагоги, психологи, методисты и обычные преподаватели не могут сформулировать не только цели деятельности оценки знаний, но даже ответить на вопрос, нужна ли оценки или не нужна. В идеальном обществе образование (обучение) должно быть устроено так, чтобы учащийся не думал об оценке своей учебной работы,

а учился, потому что это ему нужно, точно так же, как мы съедаем пишу, не задумываясь о том, что это нам необходимо. Безоценочные задания будут нужны, чтобы своей новизной и необычностью повышать интерес к обучению, и показывать, чем в будущем займется специалист.

Вопросы и задания

1. Составьте список вопросов для проведения устного коллоквиума по какой-либо теме курса.
2. Перечислите требования к экзаменационным билетам и составьте хотя бы один экзаменационный билет по курсу химии.
3. Составьте список дополнительных вопросов при сдаче экзамена по какой-либо теме курса.

Рекомендуемая литература

1. Зиновьев С.И. Учебный процесс в советской высшей школе. - М.: - 1975. - 316 с.
2. Талызина Н.Ф. Что значит знать? // Советская педагогика. - 1980. - № 8. - С. 97-104.
3. Рейнгард И.А., Куприн А.И. Модель экзамена и критерий оценок // Вестник высшей школы. - 1972. - № 11. - С. 34-37.
4. Заболонский К.И., Белоконев И.М. Письменный экзамен эффективнее // Вестник высшей школы. - 1978. - № 6. - С. 84-86.
5. Головнер В.Н. Экзамен по химии в американской школе. Новый подход? // Химия в школе. - 1999. - № 6. - С. 55-59.
6. Шутова И.В., Пак М.С. Из опыта оценивания качества результатов обучения химии в средней школе // Химия. Методика преподавания. - 2005. - № 1. - С. 62-65.

Глава 9

Эффективность системы обучения химии

9.1. Качества знаний

Любая новая предлагаемая и внедренная в учебный процесс система обучения, методика или методическая разработка и рекомендация должны быть проверены, и должно быть показано их преимущество перед существующими. Вполне обосновано положение, что если исследователь по методике обучения создал методику, основанную на новых педагогических и методических подходах, то его система должна быть более эффективной по сравнению с традиционной. Тем не менее, доказательство этого не только желательно, но и необходимо.

Простой способ определения эффективности обучения состоит в сравнении **количества и качества усвоенных знаний** при старой и новой методиках обучения. Если оказывается, что знания по новой методике усваиваются не хуже (не ниже), чем по старой, то это позволяет говорить о плодотворности новой методики. Этот метод очевиден, но его применение требует от преподавателя большой подготовки и соблюдения важнейшего условия - чистоты педагогического исследования. Очень часто преподаватель получает лучшие результаты в той группе, которая занимается по новой методике, так как экспериментатор, сам того не подозревая, оказывает этой группе повышенное внимание (подробнее объясняя, строже спрашивая и т.п.).

Преимущества новой системы обучения доказываются сформированностью тех **качеств знания**, которые отвечают поставленным целям обучения. Обычно преимущества какого-либо методического нововведения, разработки, пособия оцениваются без обращения к конкретным качествам знаний, хотя всегда, контролируя и оценивая знания, преподаватель имеет дело с определением уровня развития того или иного качества знания, которое он сам предложил (придумал).

Диагностировать определенное качество знаний возможно специально составленными заданиями. Так, бесполезно пытаться диагностировать творческое мышление, если содержание обучения представляло фактологический материал, набор теорий, законов и правил. В то же время оценить качество знания творческого характера нельзя, давая задания на проверку памяти разрозненных фактов или алгоритмов учебных действий. Творческое качество мышления объединяет в себе большое число качеств, многие из которых соответствуют одноименным качествам знания.

Преподавателю следует знать о качествах знания, о том, как и когда они проявляются, как диагностируются и оцениваются. Качества знаний зависят не только от содержания обучения, но и, в основном, от характера усвоенной познавательной деятельности.

Обобщенность познавательной деятельности характеризует меру выделения существенных для выполнения деятельности свойств изучаемого объекта из других несущественных. Соответствующие знания

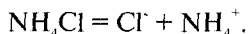
называются обобщенными. Количественно оценка этого качества знания может быть произведена по числу выделенных существенных признаков объекта. Например, следует перечислить факторы, влияющие на выход продуктов реакции, и оценка выставляется за перечисление таких существенных признаков, как изменение изобарного потенциала, скорость реакции, катализатор и т.п. Выделение существенных признаков изучаемого объекта зависит от научного уровня содержания обучения, от знаний преподавателя и его способности научить учащегося выделять эти признаки объекта.

Свернутость познавательной деятельности определяется сравнением числа операций и действий, первоначально входивших в состав развернутой деятельности учащегося, к числу их после обучения. Чем меньше выполняется операций и действий, тем более свернута (сокращена) деятельность. Иногда вместо свернутости используют обратное ему понятие “развернутость”. Свернутость – одно из важнейших качеств знания, так как свернутые знания после перевода в память сохраняются намного дольше развернутых и легче и быстрее извлекаются из памяти. При усвоении знания происходит превращение деятельности в действие и далее в операцию, т.е. их можно назвать свернутой деятельностью.

Составление уравнения реакции гидролиза. Посмотрим, как происходит свертывание деятельности и действий (уменьшение числа операций) при составлении уравнения гидролиза иона. Предположим, учащимся предлагается в первый раз написать уравнение гидролиза иона в водном растворе хлорида аммония.

I. В начале обучения (или при плохом усвоении нового знания) деятельность развернута и может состоять из операций, которые предлагаются преподавателем.

1. Уравнение диссоциации соли (сильный электролит):



2. Уравнение диссоциации воды (слабый электролит):



3. Реакция между ионами Cl^- и OH^- невозможна (одинаковый заряд ионов).

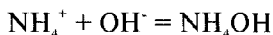
4. Реакция



не проходит, так как образуется сильный электролит.

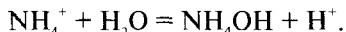
5. Реакция между ионами NH_4^+ и H^+ невозможна (одинаковый заряд ионов).

6. Реакция



проходит, так как образуется слабый электролит.

7. Помня, что вода слабый электролит, следует написать уравнение реакции с ней, присоединив гидроксид-ион к иону аммония и оставив в растворе ионы водорода:

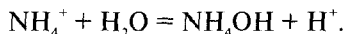


Это и есть уравнение реакции гидролиза иона (цель деятельности достигнута!).

II. Далее деятельность свертывается уменьшением числа операций. Один из возможных вариантов:

1. $\text{NH}_4\text{Cl} = \text{Cl}^- + \text{NH}_4^+.$
2. $\text{H}_2\text{O} = \text{H}^+ + \text{OH}^-.$
3. $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_4\text{OH}.$
4. $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{OH} + \text{H}^+.$

III. Полное свертывание деятельности:



Таким образом, по мере усвоения знания произошло свертывание деятельности с 7 операций (или действий) до 4 и далее до одной.

Несомненно, что преподаватель, оценивая ответы учащихся, поставит более высокую отметку (оценку) тому, кто напишет сразу одно последнее уравнение, а не несколько. Учащиеся все промежуточные операции должны проделывать в уме, не записывая уравнений. В результате несколько операций при свертывании и усвоении знания превращаются в одну единственную операцию составления уравнения реакции между ионом и одной молекулой воды с образованием молекулы слабого электролита.

Покажем, как следует организовать усвоение учащимися нового для них понятия “гидролиз”. Вначале учащиеся показывают, или они обнаруживают опытом, что цинк растворяется в растворе хлорида железа FeCl_3 (проблема!) с выделением водорода (кислота?). Далее индикаторами определяют среду растворов различных солей. Преподаватель рассказывает о реакции ионов с водой, приводящих к образованию слабого электролита и ионов водорода или гидроксида, о среде природных вод и об использовании соды, фосфатов и других солей в быту. Затем преподаватель показывает, как составляется уравнение гидролиза иона. В лабораторном практикуме выполняются опыты по гидролизу. Наконец, учащиеся получают задание на составление уравнений гидролиза и предсказание среды раствора. Далее учащиеся узнают, как рассчитать pH растворов солей.

Если в обучении произошло **свертывание** деятельности на операцию, то можно считать обучение успешным. Подобных примеров в курсе химии много: составление уравнения окислительно-восстановительной реакции, написание выражения произведения растворимости, рисование диаграммы распределения электронов по энергетическим уровням и подуровням атома и т.п.

Освоенность познавательной деятельности связана с ее выполнением человеком - машинально, безостановочно, произвольно, автоматизированно. Внешне освоенность деятельности проявляется в кажущейся бессознательности выполнения, в отсутствии сомнения в правильности и т.п. Освоенная деятельность превращается в действие и операцию. Каждый преподаватель отмечал, как учащийся записывает, например, уравнение реакции - что-то пишет дрожащей рукой, зачеркивает формулу, исправляет уравнение и т.п. Знания такого учащегося ниже, чем знания учащегося, уверенно записывающего уравнение. Учащийся, что-либо не освоивший (не усвоивший), получает более низкую оценку - экзаменатор не поставит отлично учащемуся, показывающему неуверенность в выполнении какого-либо действия.

Таковы независимые характеристики познавательной деятельности, действий и операций. Они хотя и связаны между собой, тем не менее, не являются следствием одна другой. Кроме независимых характеристик, деятельность может быть описана вторичными характеристиками.

Разумность деятельности определяется обобщенностью и свернутостью. Обобщенное и свернутое знание называют разумным.

Сознательность деятельности состоит в правильном (безошибочном) выполнении деятельности и полноте его выражения в речи. Такое знание называют сознательным.

Абстрактность деятельности характеризуется обобщенностью и тем, что при его выполнении не происходит обращения к материальной деятельности. Это знание - абстрактное.

Прочность усвоенной деятельности показывает безошибочность его выполнения спустя некоторое время после усвоения. Прочно усвоенные деятельность и знание одновременно обобщенные и автоматизированные. Прочность знания предполагает возможность его переноса из одной ситуации в другую, из одной науки в другую.

Перенос знания - важнейшее качество знания. Оно говорит о возможности человека переносить знания из одной науки в знания другой науки. К сожалению, этим качеством наши учащиеся почти не обладают, а школа это качество не формирует. Так, школьник и студент знания о строении атома из курса физики не способен использовать при рассмотрении строения атома в химии. Современное обучение должно быть ориентировано не на память, а на использование знаний переносом в другие области.

К этим качествам можно добавить **самостоятельность** деятельности и знания, что проявляется в использовании знания без вмешательства преподавателя или других учащихся, т.е. без посторонней помощи.

Некоторые педагоги выделяют другие важные для оценки качества знаний свойства и по-разному их объясняют. И.Я. Лернер, создавая систему качеств знаний, отмечает, что знание человека проявляется в его деятельности, о чем большинство преподавателей или не знают,

или об этом забывают. Действительно, выставление оценок часто происходит за перечисление фактов или за совпадение числового ответа при решении задачи с ответом, а не за деятельность по использованию знания. Отличительной чертой системы качеств знаний И.Я. Лернера является то, что качества сгруппированы в шесть пар, что показывает их взаимовлияние.

1. Полнота и глубина знаний. Полнота знаний характеризуется числом единиц содержания в знании об изучаемом объекте. Глубина знания характеризуется совокупностью существенных связей между элементами знания. Если полнота знаний допускает их обособленность (изолированность), то глубина предполагает связь между ними и объединение. Связь между знаниями проявляется при достаточно большом объеме (количестве) знаний, поэтому глубина знаний зависит от их полноты. При обучении не все связи могут быть показаны сразу. Учащимся трудно воспринимать множество связей, а преподавателю – раскрывать их в лекциях, на занятиях и в главах учебника. Показ связей требует времени, и введение каждой новой связи и новой порции знания требует восстановления в сознании учащегося предыдущих взаимосвязанных знаний, их обновления в памяти. К сожалению, обучение химии чаще всего состоит в преподнесении фактов, а не в раскрытии их взаимосвязи.

2. Систематичность и системность. Систематичность знаний характеризуется такой последовательностью в расположении элементов знания, при которой из одного (предыдущего) элемента вытекает следующий. Системность знания состоит в том, что знание отражает систему изучаемого объекта. Системное знание предполагает его построение в соответствии с учениями изучаемой науки. Вспомним последовательности рассмотрения химической реакции (термодинамика – кинетика – строение реагентов) и вещества по уровням его организации. Системность знаний определяется числом связей, которые показывает учащийся при рассмотрении химического объекта. Без связей между знаниями и элементами знания нет и самих знаний. Под системностью знания также понимают такое его качество, которое отражает построение знания в соответствии с системой научной теории (Л.Я. Зорина).

3. Оперативность и гибкость знаний. Любое знание предполагает его применение. Оперативность – качество знания, характеризуемое числом ситуаций или числом способов, которыми знание можно применить. Гибкость знаний проявляется в готовности самостоятельно находить новые способы их применения. Чем больше способов использования знания в новых условиях находит учащийся, чем скорее он обнаруживает приложимость знаний к решению задачи или проблемы, тем более гибки и глубже его знания.

За глубину знания иногда принимают уровень его теоретичности, т.е. насколько знание углублено в изучаемую науку или теорию. Чем глубже знание, тем больше ситуаций, в которых оно может быть при-

менено. Оперативность и гибкость знаний имеют непосредственное отношение к вопросу об актуализации знаний, т.е. их изъятию из памяти в нужный момент для применения.

4. Конкретность и обобщенность знаний. Обобщенность знаний предполагает способность учащегося получить из конкретного знания обобщенное и из обобщенного знания вывести конкретное. Для формирования этих качеств знания обучение проводится и **индуктивно** и **дедуктивно**: от частного к общему и от общего к частному. Некоторые педагоги считают, что при обучении следует предлагать учащимся обобщенные знания, тогда они сами смогут получать конкретные знания для объяснения конкретных явлений. К сожалению, студенты первого курса к этой деятельности не способны (не учит средняя школа?).

5. Свернутость и развернутость знаний. Добавим к ранее сказанному об этих качествах знаний, что свернутость знания состоит в способности человека выразить знание компактно и одновременно так, чтобы был виден ход уплотнения знаний. Неспособность учащегося свернуть знание и одновременно развернуть свернутое знание свидетельствует о низком качестве знания. Свернутость знания связана с его обобщенностью, а развернутость с конкретностью, но эти качества не идентичны. Как было показано на примере составления уравнения гидролиза иона, можно добиться сокращенного, компактного способа представления реакции уравнением, но это знание не будет обобщенным. Оно им станет, если учащийся будет записывать сокращенным молекульно-ионным способом уравнения реакций для любых ионов и сможет словами выразить ход его мыслей при получении уравнения.

6. Осознанность и прочность знаний. Осознанность знаний выражается в понимании учащимся связей между элементами знаний и самими знаниями, в умении доказывать наличие связей между знаниями и видеть и объяснять причины их возникновения. К этому добавляется понимание подчиненности связей между знаниями (иерархия) и выявление существенных и несущественных связей и различий между ними. Осознанность знаний проявляется в речи учащегося. Если он излагает научно правильно материал своими словами, показывает связи между элементами знаний и знаниями, перестраивает изложение лектора и учебника, не противореча научности и логике рассуждений - его знание осознанно. Одним из признаков осознанности считают способность производить систематизацию и классификацию изучаемых объектов. Прочность знаний состоит в сохранности в памяти существенных элементов знания и готовности их использовать. Прочность знаний существенно зависит от интереса к изучаемому материалу.

В некоторых методических работах прочность знаний связывается с понятием **остаточных** знаний. Задача школьного образования состоит в формировании массива остаточных знаний, который должен сохраняться достаточно долго. При обсуждении этого вопроса следует раз-

личать остаточные знания фактологического и деятельностного характера. Большинство студентов первого курса (нехимики) на первом занятии не смогли ответить на такие вопросы, как электронное строение атома углерода, валентность углерода, формула карбоната натрия и его название, среда раствора карбоната натрия, получение углекислого газа и причина прохождения реакции, реакция при сливании растворов карбоната натрия и хлорида кальция и причина ее прохождения, принцип Ле Шателье, зависимость скорости от концентрации реагирующих веществ.

Несмотря на столь низкое знание химии, студенты очень быстро начинали усваивать предлагаемое им новое учебное содержание, одновременно извлекая из памяти школьные факты. Средняя школа предлагает не деятельностное содержание обучения, а в основном фактологическое, которое быстро ослабляется. Это лишний раз говорит, что обучать следует деятельности по использованию фактов, и что знания имеют деятельностное содержание. Оценивать объем остаточных знаний следует знаниями деятельностного характера.

Соотношение между фактологическими и деятельностными знаниями можно показать на таком простом примере. Инструктор учит человека кататься на велосипеде и говорит ему, что педали следует вращать ногами, руль поворачивать руками, тормозить такими-то способом, садиться в седло с небольшого разбега и т.п. Это фактологические знания. После того как человек научился кататься на велосипеде, все эти знания уходят, и остается знание деятельности (навык), которое сохраняется всю жизнь. Но, если умеющий кататься на велосипеде будет учить ребенка, он извлечет из глубин памяти хранящиеся в ней фактологические знания. Такова суть обучения.

Перечисленные качества знаний связаны друг с другом и взаимно влияют друг на друга. Это особенно сильно проявляется в таких качествах, как оперативность или прочность. Нетрудно заметить, что эти важнейшие для обучения качества зависят от сформированности, глубины, полноты, системности, обобщенности, гибкости знаний. Поэтому оценка какого-либо одного качества оказывается трудной задачей из-за составления задания, рассчитанного на одно качество. Тем не менее, преподаватель должен иметь четкое представление о качествах знания, и быть способным объяснить, что он проверяет.

Вопросы и задания

1. Попытайтесь обсуждавшиеся выше качества знаний дополнить предлагаемыми вами.

2. Осуществите свертывание деятельности по усвоению какого-либо химического знания, например, составление уравнения окислительно-восстановительной реакции, расчет изобарного потенциала, расчет растворимости по значению произведения растворимости.

Рекомендуемая литература

1. Лернер И.Я. Качества знаний учащихся и пути его совершенствования. - М.: - 1978. - 208 с.
2. Лернер И.Я. Качества знаний учащихся. Какими они должны быть? - М.: -1978. - 48 с.
3. Талызина Н.Ф. Управление процессом усвоения знаний. - М.: - 1984. - 344 с.
4. Зорина Л.Я. Системность - качество знаний. - М.: - 1976. - 64 с.
5. Шелетов А.С. Системность - дидактическое требование к обучению и его результатам. // Советская педагогика. - 1978. - № 10. - С. 73-79.
6. Лисичкин Г.В., Коробейникова Л.А. Годитесь ли вы в химики? - М.: - 2003. - 143 с.
7. Дружинин В.Н. Психодиагностика общих способностей. - М.: - 1996. - 216 с.
8. Минин М.Г., Михайлова Н.С. Психолого-педагогическая диагностика качества знаний // Химия в школе. - 2003. - № 3. - С. 22-30.
9. Швырина Г.В. Оперативность мышления: диагностика и тренировка // Химия в школе. - 1995. - № 5. - С. 41-45.

9.2. Педагогическое исследование

Преподаватель может вводить нечто новое в учебный процесс, будучи уверенным, что любое его нововведение будет заведомо более эффективным. Можно утверждать, что новая система обучения, отражающая педагогические и методические принципы обучения, построенная на фундаментальных теоретических положениях педагогики и психологии, должна быть более эффективной, по сравнению с предыдущей системой обучения.

Это важнейшее положение позволяет преподавателю вводить в учебный процесс новые методики и методические разработки, не опасаясь их отрицательного воздействия на учебный процесс. Несмотря на уверенность преподавателя в правильности своих методических предложений, они должны быть проверены и показаны их достоинства. Кроме того, всегда возникает проблема качественного и количественного сравнения старой и новой методик. В серьезных методических исследованиях проводится **диагностика** сформированных качеств знаний, т.е. их обнаружение, распознавание и количественное определение. Для этого ставится **педагогическое исследование** (эксперимент над обучаемыми в обычном смысле этого понятия запрещен).

Исследователь, вводящий новую методику обучения, теоретически доказывает ее преимущества, далее поток учащихся делится на несколько групп, из которых одна (или несколько) занимается по традиционной методике - это будет **контрольная группа**, а другая (или остальные) занимается по новой методике - это будет **экспериментальная группа**. Методики обучения в экспериментальных группах могут несколько различаться, чтобы выявить влияние того или иного фактора.

Качественную оценку эффективности новой методики можно получить **наблюдением** за ходом учебного процесса. Участники экспериментальных групп обнаруживают повышенную активность: на лекциях задается много вопросов, на семинарах легче разворачиваются дискуссионные обсуждения, на лабораторных занятиях чаще высказываются собственные предложения и предположения, а также сомнения относительно постановки опытов и объяснения полученных результатов, чаще предлагаются изменения в постановке опытов. В дискуссионных занятиях учащиеся участвуют с удовольствием. Неправильные ответы обсуждаются, и учащиеся самостоятельно приходят к верному решению.

Беседы с учащимися и **анкетирование** позволяют получить важные выводы об эффективности разрабатываемых нововведений. Исследователь может услышать, что у студентов после вуза изменилось отношение к химии. “Теперь мы узнали, что такое химия”. Многие из них с сожалением отмечают кратковременность изучения курса химии. Студенты говорят, что им нравится многостороннее рассмотрение химических объектов, они считают его правильным при изучении науки и предполагают, что в будущем будут её использовать в работе по своей специальности. Одно из важнейших преимуществ курса они видят в групповом выполнении лабораторных работ и в их исследовательской направленности. Студенты считают, что семинарское занятие должно проходить групповым обсуждением химических проблем, а не скучным решением расчетных задач и обсуждением чужих ошибок.

Ярким проявлением воздействия системы обучения на познавательную деятельность студентов может служить анализ их **лабораторных журналов**. Отличительным их качеством является аккуратность записей, последовательность изложения о проведении эксперимента и четкость в обсуждении наблюдаемых явлений и объяснении результатов эксперимента. Также обнаруживается большее число составленных таблиц и нарисованных графиков. Весьма показательны содержание и внешний вид записей на листах подготовки к экзамену. Изучение таких записей показывает, что студенты стремятся сделать свой рассказ логически стройным, располагают пункты ответа в порядке понижения их важности, выделяют существенные стороны ответа.

Для количественного подхода к диагностике качеств знаний можно воспользоваться четырьмя уровнями их усвоения: узнавание, репродуктивное действие, продуктивное действие, творческое действие. На каждом уровне определяется **коэффициент усвоения**, равный отношению числа правильно выполненных действий (ответов) к общему числу действий, необходимых для выполнения задания. При значениях коэффициента усвоения больше 0,7 деятельность (знание) на данном уровне считается усвоенной.

Данная методика определения усвоения знаний по мере повышения уровня усвоения оказывается все более затруднительной для

применения. Уже на уровне продуктивного действия возникают сложности как с составлением задания, так и с методикой их проверки. Это объясняется тем, что продуктивное действие может быть представлено различными путями и способами, и выделение числа существенных операций оказывается трудноразрешимым. На уровне творческого действия подобная проблема характеристики и оценки знаний оказывается вообще почти неразрешимой: теоретически творческое действие (деятельность) может быть совершенно бесконечно большим числом различных операций и их сочетанием непредсказуемыми путями.

Количественные данные об **умственном развитии** обучаемых приведены в работе Т.В. Кудрявцева (с. 227). Испытуемым предлагались контрольные работы, состоящие из двух серий заданий: 1) заданий, с помощью которых можно выявить объем и качество знаний; 2) заданий, с помощью которых можно выявить успешность переноса знаний и принципов решения в новые ситуации. Ответы оценивались по пятибалльной шкале, и затем подсчитывался средний балл. В одном из экспериментов оценка за объем усвоенных знаний в экспериментальной группе составила 2,8, а в контрольной 1,6. Оценка за перенос знаний в экспериментальной группе равнялась 3,4, а в контрольной группе 1,7. По этим результатам констатировались определенные преимущества проблемного обучения, как в отношении усвоения знаний, так и в развитии мышления.

В большинстве методических исследований для количественной оценки сформированности знаний используется простой метод, описавшийся А.В. Усовой и доступный любому преподавателю. Сформированность знания характеризуется двумя коэффициентами.

1. Коэффициент усвоения знания K :

$$K = \frac{П}{B \cdot n},$$

где $П$ - число правильных ответов; B - число вопросов в задании; n - число обучаемых в исследуемой группе.

2. Коэффициент полноты знания M выражается числом связей данного понятия с другими:

$$M = \frac{\sum m_i}{m \cdot n},$$

где m_i - число связей данного понятия с другими, показанным i -м обучаемым; m - число связей данного понятия с другими (задается преподавателем); n - число обучаемых в исследуемой группе.

При обучении химии с содержанием, построенным по системе изучаемой науки, состоящей из четырех блоков содержания, m равно числу блоков содержания, или числу использованных научных представлений, соответствующих каждому блоку. Если учащийся в ответе на задание использовал представления химической термодинамики, химической кинетики, строения вещества и периодичности, $m = 4$. Если учащийся воспользовался представлениями трех блоков содержания, $m = 3$ и т.д. Коэффициент усвоения знания K позволяет судить также о мотивации при изучении дисциплины: чем он ниже, тем слабее мотивация.

В последнее время в диссертационных методических исследованиях не требуется статистической обработки результатов педагогического исследования, и методика А.В. Усовой нашла широкое применение. Еще проще количественная характеристика усвоения знания при помощи процента обучаемых, у которых данное качество знания было обнаружено.

Для проверки наличия или отсутствия у учащихся навыков творческого мышления можно использовать задания творческого характера и по успешности решения проблемной задачи судить о достижении того или иного уровня творческого качества знания и вообще о качестве обучения. Однако, учитывая, что в контрольных группах обучение проходит традиционным методом и учащиеся не подготовлены к поиску и решению проблем, этот способ не корректен.

Вопросы и задания

1. Всей группой выполните задание, которое вам предложит преподаватель, и подсчитайте коэффициент усвоения знания и коэффициент полноты знания.

Рекомендуемая литература

1. Методы педагогических исследований. - М.: - 1979. - 256 с.
2. Методы системного педагогического исследования. - Л.: - 1980. - 172 с.
3. Загвязинский В.И. Методология и методика дидактического исследования. - М.: - 1982. - 160 с.
4. Бабанский Ю.К. Проблемы повышения эффективности педагогических исследований. - М.: - 1982. - 191 с.
5. Полосин В.С. Некоторые приемы исследования в методике обучения химии // Химия в школе. - 1967. - № 1. - С. 24-31.
6. Ильина Т.А. Вопросы теории и методики педагогического эксперимента. - М.: - 1975. - 123 с.
7. Блинов В.М. Эффективность обучения. - М. - 1976. - 192 с.
8. Рабочая книга социолога. - М.: - 1983. - 477 с.
9. Кыверялг А.А. Методы исследования в профессиональной педагогике. - Таллин.: - 1980. - 344 с.

10. Травинский В.В. К вопросу о количественных исследованиях в педагогике // Вестник высшей школы. - 1975. - № 3. - С. 13-18.
11. Усова А.В. Психолого-дидактические основы формирования у учащихся научных понятий. - Челябинск.: - 1978. - 99 с.
12. Усова А.В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения. - М.: - 1986. - 176 с.
13. Суходольский Г.В. Основы математической статистики для психологов. - СПб.: - 1998. - 460 с.
14. Нурминский И.И., Гладышева Н.К. Статистические закономерности формирования знаний и умений учащихся. - М.: - 1991. - 224 с.
15. Романова Е.С., Потемкина О.Ф. Графические методы в психологической диагностике. - М.: - 1992. - 256 с.
16. Платонов К.К. Психологический практикум. - М.: - 1980 - 165 с.
17. Рогов Е.И. Настольная книга практического психолога в образовании. - М.: - 1995. - 529 с.
18. Орлов Ю.М. Беседа и анкета как методы исследования. - В кн.: Методы педагогического исследования. - М. - 1972.: - С. 89-115.
19. Качество знаний учащихся и пути его совершенствования. Под редакцией М.Н. Скаткина и В.В. Краевского. - М.: - 1978. - 208 с.
20. Лисичкин Г.В., Ротина Е.С., Коробейникова Л.А. Об эффективности внеклассной работы по химии // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1978. - № 6. - С. 678-681.
21. Гласс Д., Стэнли Д. Статистические методы в педагогике и психологии. Пер. с англ. - М.: - 1976. - 495 с.
22. Орлов Ю.М. Беседа и анкета как методы исследования. - В кн.: Методы педагогического исследования. - М. - 1972. - С. 89-115.
23. Петрулите А.Р. Соотношение некоторых особенностей самосознания и академической успеваемости у студентов. - В кн.: Проблемы развития личности и коллектива. - Ростов.: - 1986. - С. 18-24.
24. Усова А.В., Бобров А.А. Формирование у учащихся учебных умений. - М.: - 1987. - 80 с.

9.3. Сформированность химических знаний

Обычно эффективность обучения оценивается ничего не значащим утверждением о повышении качеств того или иного или сразу нескольких качеств знаний. Отечественной дидактикой разработана система качеств усвоенных знаний, но методы количественной характеристики качеств и диагностики их сформированности не предложены. Показатели качеств часто рассматриваются авторами изолированно друг от друга и четкой связи между показателями качеств не устанавливается, но отмечается, что повышение одного из качеств связано с повышением других. В методической и психолого-педагогической литературе не описаны задания, проверяющие лишь одно качество знания. Обычно используемые в педагогических исследованиях задания дают сведения сразу о нескольких качествах знания и, в лучшем случае, о доминирующем над остальными качеством знания. Не разработаны показатели, отражающие ускорение темпов усвоения зна-

ний, умение выполнять задания в разных условиях, способность видеть проблему. Последний показатель может рассматриваться как один из важных в обучении. Главная трудность заключается в разработке контрольно-диагностирующих заданий, которые указывают на формирование определенных качеств знаний и типа мышления.

При оценке эффективности системного подхода и формирования **системного качества мышления** могут быть использованы следующие требования к ответу: 1) многосторонность знания, определяемая по числу представлений, соответствующих привлеченным учениям химии (блокам содержания) и по числу научных понятий, использованных в описании и объяснении химического объекта; 2) соблюдение логики изучаемой науки; 3) систематизация и классификация; 4) объем понятийного или терминологического аппарата; 5) число обнаруженных и решенных проблем и другие.

Для выявления сформированности умения **систематизировать** химические знания учащимся предлагалось задание, в котором перечислялись без какого-либо порядка некоторые свойства элементов и соединений. От учащихся требовалось расположить свойства в последовательности, которая может быть использована для научного описания химического элемента, т.е. осуществить систематизацию предложенных данных в соответствии с иерархией представлений основных учений химии, уровнями организации вещества и логикой химической науки.

Свойства элемента.

1. Плотность вещества.
2. Отношение к водороду.
3. pH раствора оксида в воде.
4. Энтальпия сублимации простого вещества.
5. Атомный и ионный радиусы.
6. Температура кипения простого вещества.
7. Температура плавления простого вещества.
8. Тип химической связи и ее характеристики у простого вещества.
9. Типы химической связи у соединений.
10. Отношение простого вещества к кислотам и щелочам.
11. Отношение соединений к кислотам и щелочам.
12. Энтальпия образования вещества.
13. Степень диссоциации соединений (кислоты, основания, соли).
14. Энергия ионизации атомов.
15. Число *s*-, *p*-, *d*- и *f*-электронов в атомах элемента.
16. Атомный номер элемента.
17. Способность образовывать катионы или анионы.
18. Энергия связи в молекуле.
19. Молярная масса элемента.
20. Заряд атомного ядра.
21. Валентности.

22. Электропроводность простого вещества.
23. Электропроводность веществ.
24. Окислительно-восстановительные реакции и их эдс.
25. Координационное число.
26. Стандартные электродные потенциалы.
27. Углы между связями, и т.п.

В экспериментальной группе все студенты выполнили задание, совершив незначительное число ошибок. В контрольной группе только 15% студентов выполнили задание, 40% отказались от выполнения задания и остальные совершили слишком большое число ошибок, и задание считалось невыполненным. Разумеется, студентам обеих групп рассказывалось о правилах описания свойств химических элементов, но студенты экспериментальных групп были ознакомлены с системным подходом, системой химической науки, уровнями организации вещества и другими составляющими логику химической науки.

Галогениды натрия и серебра. Задание заключалось в поиске проблем среди предлагаемых числовых данных для галогенидов натрия и серебра. Требовалось найти возможно большее число проблем, сформулировать их и попытаться объяснить. Это можно сделать после классификации данных по катиону (натрий и серебро) и систематизации по галогенид-иону (переход вниз по подгруппе).

В экспериментальных группах никто не отказался от выполнения задания. Этот показатель важен с психологической точки зрения - у студентов нет чувства страха перед стоящим препятствием, и есть определенная уверенность в собственных научных способностях. В экспериментальных группах значительно большее число студентов осуществило систематизацию и классификацию числовых данных, обнаружило больше проблем и предложило больше объяснений (табл. 9-1).

Таблица 9-1

Результат	Экспериментальные группы	Контрольные группы
Отказ от выполнения, %	0	86
Осуществлена классификация и систематизация, % работ	92	79
Среднее число обнаруженных проблем в одной работе	3,9	1,2
Среднее число объяснений на одну работу	0,8	0,4

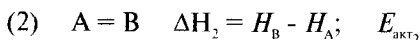
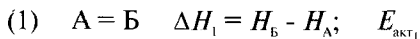
Влияние различных факторов на реакцию. “Перечислите отдельно по каждому из пунктов причины и следствия влияния на протекание реакции следующих факторов.

1. Природа реагирующих веществ.
2. Температура.
3. Концентрация реагирующих веществ.
4. Давление.
5. Присутствие не входящих в уравнение реакции других веществ.
6. Ионная сила раствора (если реакция проходит в водном растворе)”.

В ответах на пункты задания необходимо было воспользоваться сведениями из химической термодинамики (равновесие, константа равновесия, изменения энтальпии, энтропии и изобарного потенциала и т.п.) и химической кинетики (скорость реакции, порядок и молекулярность, энергия активации, энтропия активации, механизм реакции, катализатор).

Строение вещества. “Предложите все возможные объяснения того факта, что N_2O_5 существует, а NH_5 не существует. То же самое для Cl_2O_7 и SiH_7 . Объяснение должно включать сведения по строению молекул, химической связи и термодинамике”. В контрольных группах студенты не пытались приступить к выполнению задания. В экспериментальных группах все студенты написали ответы, но правильных было всего 15-20%

Термодинамика и кинетика. Это одно из самых трудновыполнимых заданий даже для студентов-химиков старших курсов: “Вещество А распадается на вещества Б и В по двум параллельным реакциям:



$$\Delta H_1 > \Delta H_2, \quad E_{\text{акт1}} > E_{\text{акт2}}.$$

Какого вещества, Б или В, будет больше содержаться в смеси продуктов и почему?”.

Задание требует наглядного представления условий задачи в виде энтальпийной диаграммы, которую студент должен нарисовать сам, но иногда диаграмма представлялась студентам в готовом виде для облегчения решения (рис. 9-1). Несмотря на необходимость приложения знаний только двух учений химии (термодинамика и кинетика), трудность задачи состоит в необходимости конкретного использования представлений этих учений.

При достижении состояния равновесия в смеси продуктов содержится больше вещества Б, так как энтальпия его образования больше (уровень энтальпии расположен ниже). Однако в начальный период времени в смеси продуктов будет больше содержаться вещества В, так как энергия активации его образования ниже, чем вещества Б. Оценивание ответов может быть осуществлено по пятибалльной

шкале (не школьные баллы!). Для этого требуется сформулировать объем и глубину знаний, соответствующих условно выбранному баллам. Ниже приведено распределение требований к ответу по баллам (каждый преподаватель может в зависимости от собственных желаний по-иному перераспределить требования).

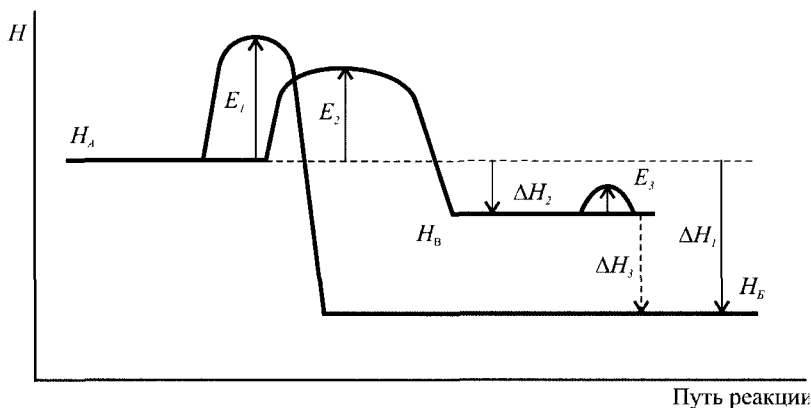


Рис. 9-1. Энтальпии и энергии активации двух параллельных и одной последовательной реакций

Пять баллов. Нарисована диаграмма с тремя энергиями активации и образованием вещества Б (на рисунке изображено пунктиром). Приведено объяснение. Студент может спросить у преподавателя о термодинамической и кинетической возможности превращения вещества Б в вещество В, т.е. может затребовать дополнительную информацию.

Четыре балла. Рисунок с двумя реакциями активации. Образуются вещества Б и В. Используются термодинамические и кинетические представления

Три балла. Рисунок и объяснение с ошибками. В ответе говорится, что в смеси больше вещества Б, так как энтальпия его образования имеет большее отрицательное значение, или что в смеси будет больше вещества В из-за более низкой энергии активации реакции его образования.

Два балла. Объяснение запутанное и неправильное.

Один балл. Не сделано попытки выполнить задание.

Сравнение выполнения заданий экспериментальными и контрольными группами показало превосходство экспериментальных групп.

Вопросы и задания

1. Предложите задание на определение сформированности химического знания. Проверьте оценивающие возможности этого задания и перечислите качества знаний, которые определяются этим заданием.

Рекомендуемая литература

1. Полонский В.М. Оценка знаний школьников. - М.: - 1981. - 96 с.
2. Зайцев О.С. Задачи, упражнения и вопросы по химии. - М.: - 1996. - 432 с.

9-4. Научная речь как качество знания

Наиболее общим показателем знаний и их качества является научная **устная и письменная речь**. Недостаток этого критерия - отсутствие объективности преподавателя при оценке знания. Обычно преподаватель оценивает речь учащегося сравнением с содержанием и структурой своей собственной речи, считая ее эталоном.

Устная и письменная речь в различных формах обучения и при контроле знаний в основном осуществляется в следующих видах познавательной деятельности: описание, объяснение, доказательство и предсказание. По В.П. Беспалько, **описание** объекта осуществляется на уровне знакомства с объектом, **объяснение** - на уровне знакомства и применения знания, **доказательство и предсказание** - на всех уровнях усвоения. При обучении химии и при контроле знаний наиболее часто используются первые два вида познавательной деятельности. Эти виды познавательной деятельности выражаются в виде рассказа учащегося.

Рассказ - метод формирования мышления и одновременно метод контроля знания и диагностики научного или творческого мышления. Строя рассказ в определенной системе, учащийся демонстрирует преподавателю усвоенные научные понятия и связи между ними и одновременно глубже и прочнее их усваивает. Оценка за рассказ выставляется в зависимости от близости изложения системе обсуждаемого объекта. К сожалению, на оценку влияет качество обычной речи учащегося, которая часто бывает очень низка.

Системное **описание** - показатель системности мышления и его творческой направленности. Особое значение в системном описании играет использование представлений учений науки, многосторонность и показ иерархичности компонентов системы, т.е. такое построение описания, при котором сообщаемые сведения располагаются в порядке понижения их значимости или подчинения. Чем сложнее объект, тем важнее требование его многоуровневого описания. Чтобы описание приобрело системные качества, входящие в него понятия должны быть взаимосвязаны или логикой науки или внутридисциплинарными и междисциплинарными связями. Желательно, чтобы не-

которые понятия были в некоторой степени противоречивы. Это требование выглядит необычным для традиционного обучения, но если в описании указаны противоречия или несогласованность, то это говорит, что учащийся приобрел творческое качество мышления.

Среднее число учений химии, привлеченных для описания изучаемых объектов, называется **показателем научности описания** (или индексом использования основных учений науки). Чем больше представлений учений привлечено для описания химического объекта, тем более развиты у учащихся навыки **многостороннего рассмотрения**, тем более высок научный уровень сформированных знаний и творческого мышления и, тем самым, выше **показатель научности описания**. Термодинамическая часть описания должна предшествовать кинетической. Соблюдение этого положения свидетельствует об усвоении логики научного рассмотрения объекта (о перенесении структуры изучаемой науки на структуру описания объекта). В студенческом описании следовало использовать по возможности больше **новых научных понятий** и терминов. Число научных терминов свидетельствует об объеме понятийного аппарата, как одной из важнейших характеристик знания, и о развитости навыков научной речи, отражающей также сформированность научного качества мышления. Для оценки уровня научности описания химического объекта служит **междисциплинарная (межнаучная)** направленность описания.

Обсудим некоторые примеры контрольно-диагностических заданий, позволяющих качественно и количественно оценить сформированность творческого химического мышления. Следующие два задания посвящены системному описанию химической реакции и вещества. Для письменного выполнения отводилось 10-20 минут.

Реакция между галогенами и водородом. “В четырех закрытых сосудах одинакового объема и формы, сделанных из одного и того же материала, находятся смеси газообразных водорода и брома, хлора, йода и фтора, содержащихся в одинаковых концентрациях и при равной температуре и давлении. Каково будет содержание галогеноводорода в каждом из сосудов через определенный промежуток времени от начала реакции?” Иногда задание дополнялось указаниями, облегчающими его выполнение: “Перечислите данные, которые понадобятся для ответа, укажите последовательность использования данных задачи, кратко обоснуйте причины выбранной вами последовательности ответа”.

Это задание проверяет способность к системному описанию объекта и, в то же время, включает несколько проблем: аномальные свойства фтора, смена цепного механизма реакции на механизм, включающий промежуточный комплекс при переходе от фтора к йоду и другие. Основные требования к ответу состояли в следующем.

Учащиеся должны указать необходимые для ответа данные или использовать понятия и представления из основных учений химии: о строении вещества (распределение электронов по энергетическим уровням и подуровням атомов, тип связи в молекулах галогеноводоро-

дов, энергия связи и межъядерные расстояния в молекулах реагирующих веществ и продуктах и т.п.), о направлении процесса (константы равновесия, смещение равновесия, энтальпии, энтропии и изобарные потенциалы веществ, участвующих в реакции, и т.п.), о скорости реакций (порядок и молекулярность реакции, константы скорости, энергии активации, механизмы реакций, цепные реакции, катализаторы и т.п.) и о периодическом изменении свойств элементов (изменение свойств при переходе вниз по подгруппе). Также требовалось провести систематизацию и обсуждать галогены в последовательности: фтор - хлор - бром - йод (в задании эта последовательность нарушена).

Результаты обработки выполненных заданий, предложенных экспериментальным и контрольным группам двух потоков студентов (по 220 человек), приведены ниже (табл. 9-2).

Таблица 9-2

Результаты	Группы 1-ого потока		Группы 2-ого потока	
	Экспериментальные	Контрольные	Экспериментальные	Контрольные
Показатель научности описания (среднее число учений, привлеченных в описании)	2,3	1,6	2,8	1,2
Использование логики химической науки, % работ	30	0	40	10
Среднее число новых научных понятий в одной работе	7,8	4,3	8,6	4,9
Осуществлена систематизация, % работ	60	40	60	40

Результаты подтвердили, что показатель научности описания, т.е. среднее число представлений, привлеченных для описания, у учащихся экспериментальных групп выше. Из них 30-40% в ответе сначала провели термодинамическое, а затем кинетическое изучение возможности протекания реакции. В контрольных группах 0-10% учащихся обнаружили подобный перенос структуры науки (химии) в метод решения задачи. Далее, 60% учащихся экспериментальных групп в от-

вете использовали естественную последовательность элементов от фтора к йоду. В контрольных группах это было сделано 40% учащихся. Понятийный аппарат учащихся экспериментальных групп также оказался значительно более развитым. Среднее число новых, использованных в ответах, научных понятий в экспериментальных группах составило 7,8-8,6, а в контрольных - 4,3-4,9. Таким образом, учащиеся экспериментальных групп по всем перечисленным показателям оказались выше учащихся контрольных групп.

Описание веществ. Предлагалось следующее задание: “Приведите описание одного из следующих веществ: вода, аммиак, метан, хлороводород, кислород, алмаз, графит, железо, углекислый газ, озон”. В письменном ответе учащийся останавливался на строении веществ, характере химических связей, термодинамических характеристиках веществ. Учащиеся предсказывали возможность протекания реакций, смещение равновесия при изменении условий (температура, давление), устойчивость веществ, делали попытки привлечь кинетические представления к обсуждению реакций, рассматривали термодинамические и кинетические условия получения и использования веществ в химической технологии, сравнивали свойства описываемого соединения с соседями по периоду или подгруппе (например, в случае воды с аммиаком, фтороводородом, сероводородом).

Число работ, в которых обнаружены междисциплинарные связи, в экспериментальных группах было намного выше. Объем понятийного аппарата учащихся экспериментальных групп оказался почти в два раза более высоким, по сравнению с учащимися контрольных групп. Это говорит о полноте и сознательном применении приобретенных знаний. Результаты свидетельствуют о значительном различии в знаниях учащихся, обучавшихся по новой и традиционной методике (табл. 9-3).

Таблица 9-3

Результаты задания на описание воды	Экспериментальные группы	Контрольные группы
Показатель научности описания	2,3	1,1
Использован междисциплинарный материал, % работ	30	3
Среднее число новых научных понятий в одной работе	9,4	3,8

Вода. Ниже приведены тексты двух химических сочинений о воде, различающихся по рассмотренным критериям оценок.

Первое сочинение. “Вода является жидкостью, прозрачной, не проводящей электрический ток. Вода - важнейшее вещество для природы и жизни на Земле. Большая часть организма человека состоит из воды. Огромные запасы воды сосредоточены в океанах и льдах полярных областей земного шара. Молекула воды состоит из кислорода и водорода. Встречается в природе и тяжелая вода. От загрязнений воду очищают перегонкой”.

В этом сочинении автор не использует новых научных терминов. Описание примитивно. Междисциплинарные связи выражены крайне бедно (организм, полярные области). Теоретические знания не привлечены (кроме упоминания о составе воды). Представления учений химии не используются.

Второе сочинение. В тексте этого сочинения новые, приобретенные при изучении химии термины (понятия) выделены, а в скобках указаны использованные автором представления учений химии: С - строение вещества, Т - термодинамика, К - кинетика, П - периодичность. Междисциплинарные связи отмечены МДС.

“Вода - важнейшее соединение в природе. В молекуле воды валентные электроны атома кислорода находятся в состоянии sp^3 -гибридизации, что обуславливает примерно тетраэдрический угол между связями с двумя атомами кислорода (С). В жидкой и кристаллической воде, которая существует соответственно до 0°C и 100°C (Т), молекула связана с четырьмя другими (С) водородными связями (С). Из-за этого объем воды при замерзании увеличивается. Это приводит к замерзанию верхних слоев воды, что имеет огромное биологическое значение (МДС) и приводит к разрушению горных пород (МДС) и вытеснению камней из почвы на поверхность (МДС). Вода при обычных условиях термодинамически устойчивое вещество (Т) по отношению к простым веществам (Т). Изобарный потенциал воды при обычной температуре имеет высокое отрицательное значение (Т), но простые вещества взаимодействуют при повышенных температурах или при внесении катализатора (К). Реакция происходит со взрывом из-за цепного характера процесса (К). Сероводород по сравнению с водой обладает существенно иными свойствами (П) из-за отсутствия гибридизации валентных электронов атома серы (С). Поэтому угол между связями равен 90° (С). Из-за слабости водородных связей (С) между молекулами сероводорода он кипит и плавится при более низких температурах (Т). Взаимодействие водорода с парами серы проходит спокойно (К). Изобарный потенциал образования сероводорода меньше, чем у воды (Т)”.

Читателю предлагается самому подсчитать численные показатели второго сочинения. Заметим, что второе сочинение - это почти тот результат, к которому учащемуся следует стремиться.

Преподаватель, читая химическое сочинение или слушая рассказ, конечно, не будет думать каждый раз о тех качествах знания, которые показал учащийся. Преподаватель выставляет оценку, интуитивно суммируя уровни различных качеств знания. Интересно отметить, что обнаруживается четкое соответствие между результатами выполнения заданий по химии с общей успеваемостью по другим дисциплинам – студент, успешно осваивающий химию, обычно столь же хорошо занимается по математике, физике и даже иностранному языку. То же соответствие имеется и с результатами выполнения проблемных заданий.

Хотя методисты и преподаватели говорят, что проверять творческие способности учащихся затруднительно из-за сложности составления заданий, тем не менее, это не так. Объясняется это тем, что раньше цель обучения не состояла в формировании творческого химического мышления, поэтому такие проверочные и диагностирующие задания не разрабатывались и применять их не было смысла.

Вопросы и задания

1. Каждый учащийся группы пишет сочинение о каком-либо химическом объекте – реакции или веществе, например, о реакции образования аммиака, о метане, озоне и т.п. (“Всё, что я знаю об этом объекте”). Сочинения не подписывают, а отмечают шифром или символом, известным автору. Оцените свое сочинение сами по привычной вам пятибалльной шкале или по другим известным вам критериям оценки. Распределите сочинения среди учащихся группы. Каждый учащийся оценивает полученное им сочинение и выставляет оценку. Обменяйтесь сочинениями с другими учащимися и оцените их. Сравните оценки и сделайте выводы.

Рекомендуемая литература

1. Сохор А.М. О некоторых аспектах анализа учебных сообщений // Советская педагогика. – 1979. – № 3. – С. 44-45.
2. Зайцев О.С. Задачи, упражнения и вопросы по химии. – М.: – 1996. – 432 с.

9.5. Диагностика творческих способностей

Большинство заданий, которые обсуждались выше, могут служить для диагностики сформированности некоторых качеств творческого мышления и средством обнаружения творческих способностей человека. Вообще говоря, даже простая расчетная задача может служить для тех же целей, однако качества знаний, которые определяются решением расчетной задачи, чаще всего относятся к низкому уровню знания. Ниже приведены некоторые другие задания, диагностирующие творческие способности.

Прибор для получения газа. Учащимся (в первую очередь тем, кто собирается преподавать химию) можно предложить задание собрать из деталей лабораторного оборудования (проецируются графопроектором на экран) прибор для получения непрерывного тока газа, например, водорода или углекислого газа (рис. 9-2). Вместо воронки Бюхнера можно воспользоваться керамическим фильтром. Положение пробки в созданном приборе может быть иным. Решение находят те учащиеся, у которых более развиты творческие способности.

Размер атома или Земли. Для изучения сформированности творческого мышления было предложено следующее диагностическое задание: “Земной шар (электрон, атом, Солнце, Вселенная) опоясали по экватору веревкой. Вербку разрезали, прикрепили к ней кусок длиной 1 м и расположили в виде окружности вокруг земного шара в плоскости экватора на равном расстоянии от поверхности шара. Пройдет ли в образовавшийся зазор между веревкой и поверхностью шара апельсин (шар, в котором содержится 1 моль жидкой воды или 1 моль газообразного азота при нормальных условиях)?”

Если речь шла о Земле, учащиеся отвечали, что апельсин не пройдет, но если рассматривать электрон или атом, то апельсин в зазор пройдет. Учащиеся обнаруживали удивительное нежелание применить усвоенные из школьного курса математические знания. Никто из учащихся даже не попытался использовать хорошо им известную формулу длины окружности. Ответ: длина веревки до разрезания $l_1 = 2\pi R_1$, после разрезания и удлинения на один метр $l_2 = l_1 + 1 = 2\pi R_2$. Находим длину образовавшегося зазора $R_2 - R_1 = (l_2 + 1)/2\pi - l_1/2\pi = 1/2\pi = 0,18$ м.

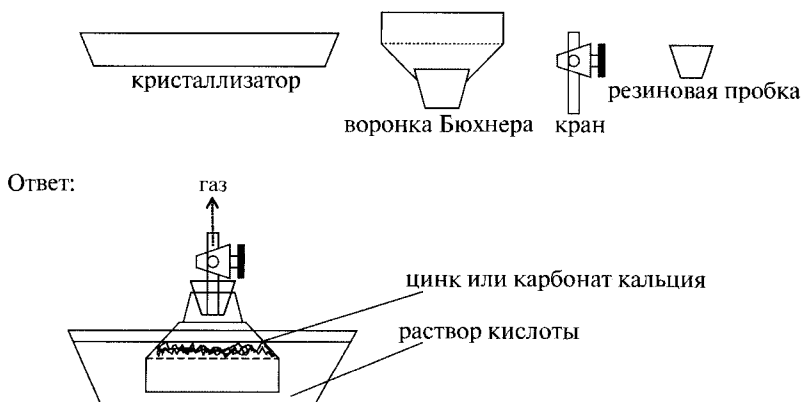


Рис. 9-2. Задание на конструирование прибора для получения тока газа

Таким образом, самый большой апельсин в зазор проходит, даже если шар будет размером во Вселенную. Учащиеся, занимавшиеся по методике системно-деятельностного подхода, чаще обращались к математическому расчету, но никто из них не верил в правильность расчета, не верил, что электрон и Вселенная могут образовать один и тот же зазор.

pH раствора. Учащийся с развитым творческим мышлением легче отказывается от ранее сложившейся у него установки на выполнение повторяющегося одного и того же познавательного действия. Предложим (можно на лекции) последовательно серию задач, ответ на которые легко находится в уме. Выше обсуждалось задание о pH растворов соляной кислоты с концентрацией от $1 \cdot 10^{-2}$ М до $1 \cdot 10^{-11}$ М. Учащиеся с творческим складом мышления, приученные сомневаться и искать проблемы и противоречия, не дают ответа, когда pH по расчетам становится равным pH воды. Учащиеся с сильной установкой на выполнение стандартных операций, не задумываясь, дают абсурдные, но правильные по расчету ответы для концентраций кислоты меньше, чем $1 \cdot 10^{-7}$ М. Учащиеся с выработанной установкой использования формулы $\text{pH} = -\lg C_{\text{H}^+}$ считали, что pH $1 \cdot 10^{-11}$ М раствора HCl равен 11.

В отечественной системе оценок знания **фактор времени** выполнения задания почти не учитывается, хотя всем учащимся дается одинаковое время на выполнение задания. Скорость нахождения правильного решения задачи или проблемы зависит от способностей человека к быстрой деятельности и от развития его творческого мышления. Ниже приводится простейшая расчетная задача, ответ которой легко и быстро находится в уме.

Время решения задачи. Эта задача не химического содержания, что позволяет отойти от привычных учащемуся химических привычек решения задач. Задача очень простая. Определяется время, потребовавшееся для решения. “Как из сосуда, вмещающего 10 литров воды, отлить 3 литра воды, пользуясь сосудами вместимостью 7 и 4 литра?”. Ответ: вначале отлить воду в сосуд на 7 литров, а из него отлить в другой сосуд 4 литра.

Другие варианты (табл. 9-4):

Таблица 9-4

Вариант	Сосуд с водой, л	Сосуды, л	Требуется отлить, л
1	12	6 и 2	4
2	15	8 и 5	3
3	16	9 и 3	6

Обнаруживается соответствие времени решения этой задачи с успешностью решения задач творческого характера. Эти задачи интересны тем, что некоторые учащиеся задерживаются с ответом, так как думают, что в задаче скрыто какое-то глубокое содержание, требующее размышления. С подобной психологической проблемой преподаватели сталкиваются довольно часто. Особенно опасна она на экзамене.

Диагностируется и доказывается формирование творческого мышления не какими-то отдельными составляющими учебно-познавательного процесса (системное содержание, деятельность, проблемное обучение, групповая работа, речь, общение), а всей единой системой обучения. При этом обнаруживается формирование качеств личности, относящихся к воспитанию.

Качества воспитания. Обучение имеет воспитательную функцию, и интересно показать, как применявшаяся система обучения влияет на воспитание учащихся. Каждому учащемуся выдавалось 20 полосок бумаги с написанными на них названиями качеств личности, относящихся к сфере научных знаний и к сфере общения. Учащимся предлагалось, в соответствии с собственными представлениями, систематизировать полоски в порядке понижения роли того или иного качества в жизни. Расположив полоски и скрепив их скрепкой, учащийся сдавал их преподавателю. Заметим, что, если качества перечислять в виде списка, то результаты в значительной мере зависят даже от беспорядочного их расположения. Были предложены следующие качества личности:

1) любознательность;	12) сообразительность;
2) демократичность;	13) помощь;
3) кругозор;	14) уравновешенность;
4) память;	15) скромность;
5) способность рассказывать;	16) настойчивость;
6) отзывчивость;	17) риск;
7) выдержанность;	18) интеллигентность;
8) решительность;	19) культурность;
9) общительность;	20) опрятность;
10) усидчивость;	21) юмор;
11) принципиальность;	22) и другие.

Цель выполнения задания учащимся не сообщалась. Задание предлагалось дважды - в начале и в конце изучения курса. Во втором случае обнаруживалось некоторое смещение мнений учащихся в сторону личности с более развитым стремлением к общению (отзывчивость, помощь, юмор и т.п.). Результаты этого педагогического исследования не означают, что произошло усиление каких-то качеств вследствие ухудшения других, а говорят, что какие-то качества подверглись

более сильному развитию, что и привело к относительному смещению расположения качеств.

Групповая деятельность и уровень общения учащихся могут быть оценены по **числу взаимодействий** участников работы, например, при выполнении лабораторного задания. Для этого преподавателю достаточно наблюдать за группой и подсчитывать число обращений (контактов) студентов друг к другу. Число взаимодействий в группе также влияет на успешность усвоения содержания обучения.

Сформированность творческого мышления может быть определена по результатам решения расчетных задач, но при этом, в основном, оценивается нормативная составляющая мышления, т.е. те мыслительные действия, которые выполняются по заранее сообщенным студентам нормам, правилам, алгоритмам, формулам и т.п. Додумать до комбинации операций и действий, их последовательности также можно, обладая творческим мышлением, и именно поэтому обнаруживается корреляция между успешностью решения расчетных и творческих (проблемных) задач.

Всегда существует опасность, что исследователя могут упрекнуть в том, что лучшие результаты получила экспериментальная группа потому, что она обучалась по новой, более современной методике. При оценке результатов педагогического исследования следует помнить, что полученные данные не могут быть полностью отнесены к влиянию на эффективность обучения какого-либо одного фактора, например, системного подхода, или проблемного метода, или методологических знаний. Результаты педагогического исследования указывают на эффективность всей дидактической системы. Оценка эффективности усвоения курса химии учащимися, по существу, одновременно есть оценка деятельности преподавателя. Это очевидная, но в большинстве случаев не учитываемая объективная оценка личности преподавателя.

Вопросы и задания

1. Предложите собственные критерии оценки качества письменной речи (химические сочинения).
2. Напишите сочинение о каком-либо веществе. Сами оцените его. Попросите другого учащегося оценить сочинение. Сравните оба результата.
3. Разработайте задание на обнаружение способности изобретать (на примере создания какого-либо прибора).
4. Предложите задание на обнаружение у человека привычки (установки) при выполнении повторных однотипных действий.
5. Предложите задание на оценку качества мышления по времени выполнения задания.

6. Воспользовавшись приведенными качествами воспитания, оцените эти качества у учащихся вашей группы. Как вы считаете, следует ли знать “оцениваемому” учащемуся того, кто его “оценивает”?

7. Переберите в памяти изученные вами курсы дисциплин и преподавателей этих курсов. Постарайтесь выразить мнение, почему вы запомнили курсы и преподавателей. Курсы были интересны и высоконаучны или просто плохи? Преподаватели были добры или строги, они хорошо знали содержание курса или нет, обладали ли юмором или каким-либо другим привлекательным качеством личности. Каким преподавателям вы рекомендовали бы уйти с преподавательской работы и почему?

Рекомендуемая литература

1. Блинов В.М. Эффективность обучения. - М.: - 1976. - 192 с.
2. Полонский В.М. Оценка эффективности работы по методике обучения химии // Химия в школе. - 1979. - № 3. - С. 17-19.
3. Полонский В.М. Оценка эффективности педагогических исследований и разработок. - В кн.: Внедрение достижений педагогики в практику школы. - М.: - 1981. - С. 77-95.
4. Проблемы повышения успеваемости и снижения отсева студентов. - Л.: - 1983. - 183 с.
5. Беспалько В.П. Опыт разработки и использования критериев качества усвоения знаний // Советская педагогика. - 1968. - № 4. - С. 52-69.
6. Корнилова Т.В. Введение в психологический эксперимент. - М.: - 1997. - 255 с.
7. Подгорещкая Н.А. Изучение приемов логического мышления у взрослых. - М.: - 1980. - 150 с.
8. Голубев Н.К., Битинас Б.П. Введение в диагностику воспитания. - М.: - 1989. - 160 с.
9. Петрулите А.Р. Соотношение некоторых особенностей самосознания и академической успеваемости у студентов. - В кн.: Проблемы развития личности и коллектива. - Ростов.: - 1986. - С. 18-24.
10. Зайцев О.С., Сорокин В.В., Габрусева Н.И. Аттестация учителей химии: проблемы и перспективы // Химия в школе. - 1994. - № 6. - С. 65-67.
11. Лисичкин Г.В. Актуальные научно-методические проблемы преподавания химии в средней школе // Педагогика. - 2006. - № 7. - С. 49-54.

Глава 10

Заключение.

Обучение химии в ближайшем будущем

10.1. Проблемы и перспективы

Состояние и развитие высшего образования непосредственно связано с настоящим и будущим среднего образования, а состояние любого образования — это вся жизнь человека.

Обсудим некоторые взаимосвязанные проблемы среднего школьного и высшего химического образования. Поступивший в вуз студент первого курса — это всегда старшеклассник. О том, что с каждым годом средняя школа выпускает учащихся с непрерывно понижающейся химической подготовкой, говорят все преподаватели вузов, поэтому часто преподаватель химии на первом курсе вынужден повторять или давать заново школьный курс. Причин этого много, но главные: **снижение требований** к результатам школьного обучения, низкие научные и методико-педагогические качества учебников, отсутствие современного научного учебника химии, малое число учебных часов, отводимых на изучение всеобъемлющей науки химии, недостаточно высокая методическая подготовка учителей химии.

Педагоги считают, что предлагаемый школой для усвоения **объем знаний**, непосилен для учащихся. Они забывают, как учились школьники почти полвека тому назад, сдавали каждый год чуть ли не по десять экзаменов, и катались на коньках, гоняли мяч, ходили почти каждый день в кино. Почему тогда не возникало проблем с **перегрузкой**, хотя питание было несравненно хуже, в одной комнате жила большая семья, было холодно, к вечеру падало напряжение в электросети, не всем школьникам хватало учебников? Почему тогда выпускник школы писал так, что его текст можно было понять? Почему он умел о чем-то рассказать, что-то объяснить? Тогда медалистов принимали в вуз без экзаменов, но с обязательным собеседованием с двумя химиками, что было намного труднее, чем сдать экзамен.

Раньше были учителя, требовавшие от школьников усвоения знаний, а школьники (конечно, не все) хотели получить среднее образование и поступить в вуз. И не было никаких ссылок на перегрузку. Выдумка педагогов, пытающихся как-то оправдать непрерывно понижающуюся подготовку школьников, подкрепляется мнением медиков, которые говорят о **слабом физическом развитии** молодежи, ссылаясь на трудности обучения, но забывают о слабой физической нагрузке городских детей, о недостаточном числе уроков физкультуры, почти всеобщем курении, алкоголе и даже наркотиках. Физически слабый школьник — это такой же будущий студент, плохо успевающий и не

способный усвоить даже то, что раньше изучали в средней школе. Педагоги не видят того, чем заняты дети после школы - компьютерными играми, поисками в Интернете того, что не обсуждается в школе, дискотекой и т.п. Всем - педагогам, учителям, родителям и врачам - удобно говорить о перегрузке, этим они оправдывают свою роль в недостатках развитии молодежи, в ее малограмотности, невоспитанности, отсутствии стремления учиться.

Воспитательное действие средней школы почти прекратилось. Переходные педагоги всегда знали, что образование теснейшим образом связано с **воспитанием**: образованный человек всегда раньше был воспитанным (культурным, интеллигентным). Школьники, едущие на экскурсию, в автобусе или метро сидят, а учительница стоит. Если у студента спросить, говорили ли ему в школе, что нужно уступать места пожилым и инвалидам, то он отвечает, что не говорили. Учит ли школа снимать головной убор при входе в институт, столовую, больницу, поликлинику, церковь? Студенты отвечают - нет, и сидят, не снимая шапки, в столовой. При посадке в автобус или вагон метро студенты, расталкивая преподавателей, бросаются к свободным местам. Во время лабораторных занятий студенты и студентки могут минутами стоять, обнявшись; что уж говорить о том, что можно увидеть в коридорах института. Еще опаснее, что преподаватели не видят этого и не останавливают студентов. Такие студенты часто плохо справляются с учебной нагрузкой. К сожалению, молодые преподаватели вуза не могут показать студентам примеры воспитанности.

Воспитать молодое поколение намного труднее, чем сделать его образованным, к тому же воспитательная функция русской семьи, основного воспитателя, утеряна в течение прошлого века из-за почти полного уничтожения культурного слоя России. Невоспитанность родителей и школьного учителя, возможно, будет проявляться в течение нескольких поколений. Уверенность школьника и студента, что деньги родителей в любых ситуациях всегда им помогут, имеет огромное антивоспитательное значение.

Еще одна современная проблема среди учащихся - **алкоголь и наркотики**. Все более часты случаи, когда на занятия приходят студенты с сильным запахом спиртного. Как относиться к таким студентам - допускать к занятиям или не допускать - это дело преподавателя, но такой студент может пролить серную кислоту, уронить на пол термометр и т.п. Алкоголизм приводит к деградации личности, но от него лечат мужчин, но не женщин (преподавателю следует об этом сказать студентам). Другая страшная проблема - наркотики, употребление которых заканчивается смертельным исходом и от которых с мучениями вылечиваются лишь немногие (и об этом преподаватель должен сказать студентам). Обсуждается вопрос, тестировать ли студентов на наркотики. Скорее всего, ответ должен быть положительным, но в случае обнаружения в крови следов наркотиков студента не отчислять,

а направлять на мероприятия по избавлению от недуга, пока заболевание не привело к необратимому состоянию.

Одна из причин пренебрежительного отношения к методике обучения не только высшей школы, но и средней, состоит в том, что в педагогических вузах **заведуют кафедрами** методики обучения по фундаментальным дисциплинам естественнонаучного цикла доктора (кандидаты) наук, получившие должность после защиты диссертации по теме науки. Такие заведующие кафедрами успешно развивают близкие им направления науки, но не методику обучения. В большинстве случаев они не читают лекций по методике обучения и даже лекций по фундаментальной науке, а только лекции по специальным курсам, не имеющим отношения к методике обучения в средней школе. В настоящее время будущий учитель химии получает высокую научную подготовку по химии, позволяющую ему работать в научно-исследовательских институтах. Будущий школьный учитель может объяснить сложный научный вопрос, но не объяснит самое простое химическое явление. Все это сказывается на общей и методической подготовке учителей и является следствием низкой научной подготовки выпускников средней школы и студентов первого курса вузов.

Для преодоления создавшегося неблагоприятного положения с качеством учебной работы учителя средней школы и преподавателя вуза предлагалось ввести для них **экзамены**. Но едва ли это будет правильным для опытных преподавателей, которые, несмотря на слабую методическую подготовку, на собственном многолетнем опыте подошли к методике обучения, дающей хорошие результаты. Кроме того, никого не должно трогать, знаю ли я, предположим, теорию молекулярных орбиталей, или нет, главное - чтобы ее усвоили мои студенты. Необходима научная и методическая переподготовка преподавателей химии.

Аттестация преподавателей вузов кафедрами, на которых они работают, не пригодна, так как зависит не от качества преподавания, а от отношений с **заведующим кафедрой**. Судить о качестве работы преподавателя по числу отличных и хороших отметок студентов на экзамене также нельзя - экзамены принимают преподаватели кафедры, и часто их отметки зависят от взаимоотношений с преподавателем.

В повышении качества обучения не заинтересованы не только сами преподаватели, но и руководители вузов. Вуз отчитывается по числу **научных публикаций**, открытий, внедрений научных предложений и разработок и по числу студентов, но не по качеству их методической подготовки. Преподаватели вузов в нашей системе высшей школы не готовятся. Студенты и аспиранты не изучают основ педагогики и методики обучения, хотя многие из них будут заниматься преподавательской работой.

Заинтересованность настоящего и будущего преподавателя в повышении качества его работы, в освоении педагогики и методики обучения, в непрерывном пополнении научных и методических знаний воз-

можно при постоянном объективном оценивании результатов его преподавательской деятельности, т.е. по результатам обучения студентов. Достижение студентами желаемых целей обучения должно стать стимулом учебной работы преподавателя, мерой его способности преподавать в вузе и единственным критерием его аттестации, присвоения должности, продолжения работы.

Для улучшения экзаменационной системы и оценки преподавательской деятельности необходимо создать **Единый Государственный Общероссийский Экзаменационный Центр**, осуществляющий проведение всех видов экзаменов - выпускных из средней школы, вступительных в вуз и семестровых в вузе. Основное назначение Центра будет состоять в разработке экзаменационных заданий, при этом ставится обязательное условие: задания должны составляться **крайне узким числом специалистов с безупречной честностью**, совершенно не заинтересованных в нелегальном платном распространении заданий, поэтому Центр должен быть самостоятельным независимым учреждением. Центру можно поручить разработку учебных программ, определяющих объем содержания и качество усвоения изучаемой дисциплины.

В первую очередь Центр будет заниматься проведением экзаменов в средней школе, вступительных экзаменах в вузы и экзаменов по фундаментальным наукам на младших курсах вузов. Для каждой дисциплины и специальности создаются свои варианты экзаменационных заданий. Экзаменационные задания будут отличаться от традиционных экзаменационных билетов творческой направленностью. Целесообразно каждое задание составить из ста пронумерованных вопросов и коротких задач. Желательно, чтобы с повышением номера вопроса происходило увеличение степени его проблемности, широты и глубины охватываемого знания и т.п. Вопросы печатаются на нескольких листах в виде небольшой тетради в количестве экземпляров, достаточных для всех экзаменуемых в вузах и школах страны. Каждый год составляется новый комплект заданий. Требуемое количество заданий заранее рассылается в учебное заведение со всеми необходимыми предосторожностями почтой или другим способом. Использование электронных средств передачи информации в настоящее время недопустимо, в связи с возможным проникновением в них.

По каждой дисциплине Центр назначает дату экзаменов, и в назначенный по данной дисциплине единый для всей страны день посылка с заданиями вскрывается, и абитуриентам (студентам) раздают тетрадки с напечатанными вопросами и задачами и карты для указания ответов на вопросы. Все абитуриенты или студенты одной специальности получают единый вариант вопросов. Каждый вопрос имеет несколько ответов, и следует выбрать тот, который можно считать правильным. В карте рядом с номером задания проставляется ответ в виде какого-либо значка (крестик, галочка, кружок), соответствующий ответу "да"

или “нет”. На некоторые вопросы, особенно творческого характера, составляется ответ в виде предложений.

Карточки имеют определенный размер, номера вопросов и ответов находятся в четко очерченных столбцах и строчках для возможности обработки ответов компьютером. В каждой карточке указывается учебное заведение, фамилии экзаменуемого и его преподавателя. Задание выполняется за ограниченное время, предположим, 4 часа. После выполнения задания работы и карточки собираются, опечатываются и отправляются (почтой) в Экзаменационный Центр, где они проверяются и оцениваются компьютером. Затем Центр направляет результаты оценки в школы. Школьные оценки за экзамены можно сохранять в памяти Центра и использовать при решении вопроса о поступлении школьника в вуз. При условии независимости Центра и небольшого числа сотрудников будет достигнут объективный отбор будущих студентов, прекратятся взятки и исправления ошибок абитуриентов для повышения оценки за выполненную экзаменационную письменную работу, прекратится распределение абитуриентов по “своим” надежным экзаменаторам, исчезнет право декана зачислять некоторое число студентов по его приказу и т.п.

Новая экзаменационная система резко уменьшит число преподавателей, занимающихся со школьниками для подготовки их к поступлению в вуз. В настоящее время большинство членов экзаменационной комиссии вуза составляют экзаменационные задачи и вопросы и, занимаясь с абитуриентами, гарантируют им поступление в вуз. Оплата за такую гарантию многократно превышает зарплату преподавателя. Центр избавит студентов и школьников от дополнительных платных занятий, упрощений родителей поставить хотя бы “три”, позволит без угрызений совести отчислять всех неуспевающих студентов, в том числе обучавшихся на подготовительном отделении. Стоимость экзаменационной системы Центра обещает быть не высокой и меньшей огромных государственных расходов на многочисленные и малоэффективные образовательные нововведения, которые через несколько лет перестают действовать и забываются.

Постоянные упреки в том, что школьную программу освоить ученику не по силам, приводят к упрощению школьных учебников, к снижению нагрузки, как во время урока, так и в домашних заданиях. Написать хороший **учебник химии** может школьный учитель, но издать его ему не удастся. Школьные учебники имеют огромные тиражи, и гонорар автора оказывается очень высоким. Поэтому конкуренция между авторами исключительно сильна и, чтобы не допустить издания нового учебника, используются самые разнообразные нечестные средства, вплоть до обвинения автора в научной неграмотности. Для этого привлекаются известные ученые и методисты, которые могут не разбираться в популярном изложении научных вопросов химии, даже не перелистать рукопись, но громко заявить о неграмотности автора.

Чтобы издать учебник, нужно ввести в соавторы большого ученого, который может и не открыть рукопись. Сейчас используется в химическом образовании чуть ли не десяток очень похожих друг на друга учебников. Обещают, что в ближайшее время их число сократится. Несомненно, это будет правильным решением, но какие учебники будут выбраны, и не окажется, что эти учебники не принесут ощутимой пользы, по сравнению со старыми “запрещенными” учебниками?

Как в будущем будет происходить смена учебников? Заключение Академии Наук и Академии Образования едва ли приведут к положительным результатам - опять же, будет работать принцип знакомства. Трудно представить, что члены Комиссии РАН по научному содержанию образовательных стандартов и экспертиз учебников смогут увидеть методические достижения учебника, а ученые РАО разглядеть его научные достижения. Предлагаемое объединение учителя и ученого в соавторы также малоперспективно из-за трудностей сочетания их научных и методических взглядов.

В газете “Химия. Первое сентября” за последние десять лет почти полностью напечатан учебник автора по химии для средней школы. В 2006 году автору удалось напечатать учебник “Неорганическая химия” для 10 (11) класса общеобразовательных учреждений с “углубленным и на профильном уровне изучением предмета”. Хочется думать, что этот учебник в ближайшее время будет использован средней школой в качестве обычного учебника.

Кроме почти полного отсутствия знаний у выпускников школы, большинство их не обладают способностью **мыслить и говорить**. Школьные методисты повторяют, что сейчас требуется не наполнение учеников знаниями, а умение их применять и мыслить. Однако школьный учитель не подготовлен к научению школьника мыслить - нет пособий по развитию мышления, нет учебников для выполнения творческих заданий. Умение мыслить, несмотря на его исключительную важность, не находит места в учебных программах. В результате происходит непрерывное снижение образовательного уровня учащихся средней школы.

После окончания средней школы многие школьники пытаются поступить в ВУЗ. Снова возникает ряд почти не решаемых проблем. Одна из них - в вузы попадает много случайных студентов, т.е. не интересующихся своей будущей специальностью. Это особенно опасно для медицинского и педагогического образования. Школьники выбирают для поступления вузы чаще всего по двум критериям - те, где меньше (или отсутствует) конкурс и те, после окончания которых на работе его ожидает высокая оплата труда. В педагогические вузы почти нет конкурса. В медицинские, юридические и экономические вузы конкурс высок. Врач и юрист могут рассчитывать на получение неофициальной оплаты. Главный бухгалтер получает весьма высокую зарплату. Химик, физик, биолог и медик рассчитывают уехать за гра-

ницу, тем более что там нуждаются в высококвалифицированных специалистах.

При многих вузах существуют **подготовительные отделения**, на которых школьники после службы в армии готовятся к сдаче экзаменов в течение нескольких месяцев, проживая в общежитии и получая стипендию. Трудно себе представить, что армия отучает молодого человека от учения, но в большинстве случаев, став студентом, он оказывается не способным учиться даже на “удовлетворительно”, при этом ему за почти полное незнание программного материала выставляется “три” по просьбе (требованию) администрации. Нужны ли такие будущие специалисты?

Современная система **экзаменационного отбора** студентов не отбирает в вуз студента, который обладает склонностью (или одаренностью) к данной науке или технологической деятельности. Иногда практикуемый прием в вуз **победителей олимпиад** без экзаменов не всегда приводит к желаемым результатам - случается, что бывший победитель не может заниматься в вузе, потому что, кроме увлечения химией, требуется ежедневная упорная учебная работа по другим дисциплинам, с которыми студент не любит иметь дело. То же изредка касается и медалистов, но их неспособность учиться в вузе психологами убедительно не объясняется.

Часто в вузы поступают дети сотрудников того же вуза. Разумеется, многие родители просят, кого только можно, им помочь, но очень часто случается, что некоторые такие студенты оказываются по всем учебным показателям на самом высоком месте, другие же или плетутся на последних местах по успеваемости, или же отчисляются, даже не успев закончить первый курс.

Многие приезжие студенты, попадая в свободу от школы и родителей, перестают заниматься, другие увлекаются компьютерами, что приводит к низкой успеваемости. Многим студентам из-за малой стипендии приходится работать, и можно удивляться, если такие студенты оказываются в числе хорошо успевающих.

Система поступления школьника в вуз страдает многими, часто непреодолимыми, недостатками. Все их выделить и перечислить невозможно. Один из важных недостатков — неофициальная **платная подготовка** абитуриента к сдаче экзамена. Создалась узкая сеть преподавателей вузов, имеющая доступ к задачам экзаменационных билетов, занимающаяся с абитуриентами с гарантией их поступления в вуз. Один преподаватель занимается с несколькими группами (по 20-25 человек), но взимает очень высокую плату от каждого школьника, как если бы он занимался с ним индивидуально. Такая практика приводит к проникновению в вуз не пригодных к обучению студентов. Имеют случаи предложения на вступительных экзаменах обычным абитуриентам нерешаемых задач, чтобы сразу закрыть им доступ в вуз. Если

преподаватель пытается хоть как-то противиться этому, его исключают из состава экзаменаторов.

Задания и вопросы вступительных экзаменов, олимпиадные задания и т.п. составляются в соответствии с **мышлением составителя**, и по соответствию мышления школьника мышлению составителя заданий (часто одного-единственного человека!) решается вопрос: принять студента в вуз или нет? Задания другого автора могут дать совсем другие результаты. Поэтому студенты и будущие выпускники попадают в число людей, схожих по образу мышления с составителем экзаменационных билетов в вуз. Абитуриенты с иными склонностями и качествами мышления, хотя и ярко выраженными и нужными обществу, не пропускаются в науку. Поступление в вуз обычного школьника зависит от случая, и десятая доля балла может решить судьбу молодого человека. Выход может состоять в том, чтобы на первый курс принимать всех желающих и после первого семестра отчислять неперспективных студентов.

В последнее время студенты, приходящие на первый курс, отбираются на основе **единого государственного экзамена, ЕГЭ**, который имеет преимущества и недостатки как традиционных экзаменов, так и свои собственные. Идеи этого экзамена можно использовать в высшей школе. Это, несомненно, полезное образовательное нововведение, если бы не некоторые обстоятельства. ЕГЭ проверяет знание фактов, память, но не диагностирует творческих способностей поступающих в вуз, что в некоторой степени могут сделать экзаменаторы в беседе с абитуриентом. Это особенно важно для университетов.

ЕГЭ страдает всеми недостатками тестов интеллекта. К ним добавляется то, что часто вопросы составляются людьми, далекими от педагогики, психологии, методики и знаний теоретических основ науки. Вопросы ЕГЭ и правильные ответы могут стать известными вскоре после их создания из-за нечестности составителей. В память компьютеров, хранящих задания, может проникнуть опытный программист. Сейчас публикуются сомнительные рекомендации по сдаче ЕГЭ и ответы на вопросы.

В России студентов больше, чем в любой другой стране. Прежнее бесплатное обучение постепенно становится платным, и в настоящее время уже половина студентов платит за обучение, а ожидается, что число таких студентов достигнет 80%. Введение платного обучения привело к снижению уровня образования, так как студенты уверены, что их не отчислят за академические задолженности, не желая потратить средства для сохранения зарплат преподавателям. Предполагают, что в будущем эта трудность исчезнет.

Другая проблема последних лет состоит в том, что среди студентов появилось большее число желающих **получить диплом**, а не знания, но это трудности первого времени, которые в будущем будут преодолены. Первокурсники с каждым годом все хуже занимаются и все слабее ос-

ваивают учебную программу. Отчасти это вызвано неспособностью средней школы научить школьника усиленно учиться и осваивать предназначенный для усвоения материал.

Содержание обучения дисциплины за семестр или учебный год предполагается разбить на **модули**, как некоторые части содержания дисциплины. Модулями могут быть большие, законченные по обсуждаемой теме, разделы или главы. При системном подходе модулями можно рассматривать блоки содержания (учения науки). За усвоение модуля студент получает зачет.

Предложено изменить перечень **специальностей** вузов, так как он зависит от научных авторитетов вуза и часто не отвечает запросам науки. В программах высшей школы намечено, как и в средней школе, ввести **инвариантную (обязательную) и вариативную составляющие**. Вариативная часть программы станет больше, и в программах бакалавриата составит 40-50%, а инвариантная - в среднем 30%. В магистерских программах вариативное содержание увеличивается до 70-80%. Новый стандарт обяжет вузы ежегодно обновлять содержание учебных программ, чтобы отразить все важное, что появилось в соответствующей области науки.

В настоящее время происходит изменение многих сторон отечественного высшего образования. Зарубежные системы аттестации научных кадров до 1999 года не были унифицированы между собой и с нашей системой, и в высших учебных заведениях разных стран применялись свои системы присуждения ученых степеней, что затрудняло научные контакты между государствами и представление работы. В 1999 году министры образования 29 европейских стран подписали в г. Болонья **Болонскую декларацию (конвенцию)** по высшему образованию "Зона европейского высшего образования" для унифицирования качества образования, установления единой системы высшего образования и взаимного признания вузовских дипломов и ученых степеней. Сегодня декларация объединяет почти 50 стран и свыше 2500 высших учебных заведений. Болонская декларация предполагает двухступенчатую (двухуровневую) систему получения дипломов: **бакалавриат и магистратура**.

До Октябрьской революции в российских университетах была двухуровневая система аттестации: выпускникам присваивались ученые степени бакалавра (например, известный российский государственный деятель П. А. Столыпин был бакалавром) и магистра. Степень доктора наук впервые стала присуждаться Болонским университетом в 1130 году. В России степень доктора наук была введена в университетах в 1819 году и присваивалась лицам, имевшим степень магистра и защитившим докторскую диссертацию. После Октябрьской революции степени бакалавра и магистра были заменены квалификацией специалиста, которая в 1934 году была дополнена степенями кандида-

та и доктора наук. Степень кандидата наук соответствовала степени доктора философии за рубежом.

Из-за несоответствия двухуровневой системы высшего образования России (специалист, кандидат наук) европейской системе трехуровневого образования (бакалавр, магистр, доктор философии) отечественные выпускники и кандидаты наук не всегда признаются за рубежом по своей квалификации, хотя наш специалист и кандидат наук выше бакалавров и магистров.

В сентябре 2003 года Россия присоединилась к Болонской декларации, и к 2010 году отечественная вузовская система должна была быть перестроена под европейскую, и высшие учебные заведения должны готовить бакалавров (и специалистов) и магистров. После этого российские студенты смогут конкурировать на рынке труда с выпускниками Европы и Америки.

На первом уровне, **бакалавриате**, студенты учатся в университетах и других высших учебных заведениях 4 года, после окончания которых получают ученую степень бакалавра наук. Бакалавр примерно эквивалентен отечественному студенту с четырехлетним сроком обучения. В бакалавриате будет обучаться основное число студентов, и получать общее специальное высшее образование. Бакалавры станут исполнителями низшего и среднего руководящего звена предприятий, поэтому желательно у бакалавров сохранить высокий уровень бывшей пятилетней подготовки студента. Это можно сделать, сократив часы дисциплин гуманитарного направления и увеличив обучение в средней школе на 1 год, сделав его 12-летним.

Вторая ученая степень - **магистр** наук. На втором уровне, в магистратуре, бакалавры учатся еще 2 года. Научная квалификация магистра примерно та же, что и выпускника наших вузов с 5-летним сроком обучения. В магистратуру предполагается принимать 10-15% лучших выпускников бакалавриата, которые будут более углубленно изучать дисциплины, и поэтому магистры смогут занимать руководящие должности. Кроме того, в магистратуру пойдут те, кто захочет посвятить себя науке. Поступление в магистратуру или переход из бакалавриата в магистратуру станет конкурсным - выпускникам-бакалаврам придется сдавать вступительные экзамены. Для специалистов магистратура станет вторым высшим образованием, поэтому большинство мест в магистратуре могут быть платными. Выпускникам бакалавриата, решившим продолжить обучение в магистратуре, будет разрешено менять направление подготовки.

Несмотря на важность предлагаемых нововведений, заметим, что наше прежнее образование готовило специалистов со знаниями (фундаментальными и профессиональными), выше знаний зарубежных магистров. Теперь официально уровень знаний отечественных студентов будет понижен, и, из-за будущего сближения уровней подготовки отечественных и зарубежных выпускников, наши выпускники

окажутся равными с зарубежными, что приведет к их меньшей востребованности за рубежом. Некоторые вузы, сознавая создавшееся положение, сохраняют прежнюю подготовку на уровне специалистов.

Прежняя подготовки **специалистов** со сроком обучения 5 лет сохраняется для небольшого числа вузов. В англоязычных странах, чтобы бакалавру получить статус **инженера**, нужно несколько лет работать руководителем подразделения фирмы, после чего аттестоваться на квалификацию инженера. В документах указываются такие результаты его деятельности, как повышение качества и конкурентности продукции, снижение потребления энергии и т.п.. Отбор и экзамены настолько строги, что квалификацию инженера получают не более 15-20% обратившихся. Квалификация инженера позволяет занять высокооплачиваемую должность. Предполагается ввести европейскую систему зачетных единиц, кредитов - ECTS (European Credit Transfer System). Эта система предназначена для оценки достижений студентов и для возможности перехода из одного вуза в другой. Учебная нагрузка и успехи студента измеряются в кредитах. Зачетный кредит включает всё количество работы, которое требуется для усвоения дисциплины. Каждой оценке соответствует свое число кредитов.

При использовании 100-балльной шкалы соотношение между различными шкалами следующее (табл. 10-1):

Таблица 10-1

100-балльная шкала	Обычная	ECTS
100-91	отлично	A
90-81	хорошо	B
80-71	хорошо	C
70-61	удовлетворительно	D
60-51	удовлетворительно	E
50-31	неудовлетворительно	F
30-0	неудовлетворительно	FX

В этой шкале “отлично” выставляется в одном узком интервале уровня знаний, “хорошо” и “удовлетворительно” - в двух интервалах. Эти три оценки охватывают половину интервала. Оставшаяся половина отводится двум неудовлетворительным оценкам: 20 баллов приходится на оценку F, которую студент может пересдать, и 30 баллов

оценке FX с обязательным повторным изучением дисциплины (за свой счет).

Кредит ECTS составляет 36 академических часов. Если дисциплина изучается 1 семестр и на изучение дисциплины отводится 108 часов, то это засчитывается как 3 кредита ECTS. Годовая учебная нагрузка студента-бакалавра составляет не менее 60 кредитов ECTS. За время обучения студент должен набрать для получения степени бакалавра не менее 240 кредитов, для магистра - не менее 360. Предусматриваются следующие виды контроля: текущий, модульный, семестровый, итоговый. В текущий контроль включен еженедельный лекционный контроль.

При переходе на новую шкалу оценок преподавателю будет не просто отказаться от привычной пятибалльной шкалы, поэтому можно воспользоваться следующими рекомендациями. Перевод оценки в стобалльную шкалу не представляет никаких трудностей. Текущий контроль оценивается в размере до 50 баллов. Модульный контроль – коллоквиумы или контрольные работы, оценивается максимум 15 баллов. Если курс разбит на два модуля, то сдается два зачета, что в семестр составит 30 баллов. Итоговый контроль - экзамен, за который выставляется максимум 20 баллов. Изучение дисциплин по выбору позволяет студенту накопить число баллов выше нормативного, и за счет этого студент может не сдавать экзамен. Разрешается одна пересдача неудовлетворительной экзаменационной оценки, но с повышением только на одну ступень по шкале ECTS, например, оценку В можно пересдать только на С.

Рассмотрим следующий пример (табл. 10-2). Дисциплина изучается 1 семестр: 36 лекционных часов (18 лекций) и 72 часа практических работ (18 недель по 1 часу семинарского занятия и 3 часов лабораторной работы). Число часов дисциплины 108 (3 кредита). В текущем контроле было пять работ, каждая оценивалась максимум по 10 баллов. Зачетов по модулям - 2. Итоговый контроль - экзамен.

Таблица 10-2

Текущий контроль	9, 9, 8, 8, 9
Модульный контроль	14, 14
Экзамен	15
Всего баллов	86
Обычная оценка	хорошо
ECTS	В
Рейтинг (86·108/3600)	2,58

Предусмотрена еще одна оценка, называемая рейтинговой, или просто **рейтингом**. Эта оценка учитывает все оценки (семестровые или годовые) за все виды контроля по данной дисциплине и, кроме того, число часов, отводимых учебным планом на изучение дисциплины. Рейтинг R студента в кредитах по дисциплине рассчитывается по формуле:

$$R = БТ/3600,$$

где Б - итоговая оценка по 100-балльной шкале; Т - общее число часов, отведенное на данную дисциплину, 3600 - коэффициент, связывающий 100-балльную шкалу с кредитами ECTS. Если оценки производятся по пятибалльной шкале, то коэффициент равен не 3600, а 180. Рейтинг удобен для решения о дальнейшем обучении в магистратуре, аспирантуре, при приеме на работу, при переводе студента в другой вуз.

Попасть в **аспирантуру** смогут магистры и специалисты, но не бакалавры. После сдачи кандидатских экзаменов и успешной защиты диссертации аспирант или соискатель получают ученую степень **кандидата наук**. Во всем мире принята степень **доктора философии**, или **Ph.D.**, право присуждения которой имеют университеты. Ученая степень **доктора философии** эквивалентна степени кандидата наук России, но она не всегда признается за рубежом из-за будто бы меньшей научной подготовки ученого. Предложено увеличить продолжительность отечественной аспирантуры минимум на год, чтобы диссертация отвечала Ph.D. Принятая в России степень **доктора наук** может продолжать существовать, так как вопросы об уровнях выше Ph.D решаются отдельными государствами по их усмотрению.

Очень не прост вопрос о выполнении **диссертационных исследований** школьными учителями. Часто директор или завуч школы не позволяют учителю химии работать над диссертацией, опасаясь превосходства будущего кандидата наук. Крайне редко руководство школы подталкивает учителя к защите, готовя себе достойную смену. Работа над диссертацией сельского учителя, несмотря на обилие материала, связана с огромными трудностями - командировки в город к руководителю и для чтения литературы не оплачиваются. Интернет часто позволяет узнать названия статей, но не их содержание.

На предложение написать кандидатскую диссертацию перспективный ученый в большинстве случаев отвечает, что у него **нет времени** заниматься диссертацией. Автор рекомендует проверенную методику - каждый день записывать ручкой или набирать на компьютере по одному стандартному листу бумаги все то новое, что человеку кажется важным в методике обучения. Этот прием - заставить себя работать - прекрасно действует при написании разработок, пособий и учебников. Конечно, следует знать, что ранее было сделано в этой области науки. Для кандидатской диссертации вполне достаточно изучить журнал

“Химия в школе” за последние 15-25 лет, а также просмотреть авторефераты диссертаций. Для защиты диссертации достаточно 2-3 публикаций в главном отечественном методическом журнале “Химия в школе”.

Защита докторской диссертации для сельского учителя невероятна и крайне сложна для преподавателя вуза. С подобными же трудностями, но легче преодолеваемыми, сталкиваются учителя и преподаватели в больших городах.

В последние десятилетия бурно развивается **олимпиадное образовательное движение**. Олимпиада строится по принципу иерархии, или пирамиды, что позволяет на уровне средних школ охватить огромное число учащихся и постепенно продвигаться к все более узкому кругу победителей. Это сопряжено с высокой стоимостью олимпиад и немалым доходам их организаторов.

Отношение к олимпиадам, как методическому явлению не может быть однозначным. **Цели** олимпиад довольно расплывчаты, хотя говорится, что они служат отбору лучших учащихся для успешного продолжения обучения в высшей школе. Может показаться странным, но это входит в число серьезных недостатков такого рода образовательного движения.

Эта благородная цель скрыта более земной - возможностью победителя поступить в вуз с некоторыми **преимуществами**, вплоть до зачисления в вуз даже без экзаменов. Зачем успешному школьнику следует создавать преимущества при поступлении? Сильный абитуриент поступит в вуз без какой-либо административной помощи. Заметим, что это может приводить к нарушениям законов, что тщательно скрывается организаторами.

Определение победителей олимпиад проходит по успешности решения задач, которые составляются из года в год одними и теми же преподавателями. **Постоянство составителей** олимпиадных задач приводит к отбору победителей по уровню и качеству мышления, совпадающему с мышлением преподавателя, т.е. консервативным, созданным преподавателем четверть века назад. Такой преподаватель часто разрешает не научные проблемы и парадоксы, а решает задачи с использованием традиционного алгоритмизированного мышления без выхода на творческую деятельность. Нет никаких гарантий, что некоторые победители не ознакомлены предварительно с заданиями.

Другая важная проблема олимпиадного образования состоит в том, что участие в олимпиаде проходит, как **индивидуальная деятельность**, в то время, как современная научная деятельность групповая. При решении олимпиадных заданий исключается какая-либо взаимопомощь, подсказки и т.п. Часто обнаруживается, что у бывшего победителя слабо развиты устная научная речь и учебное общение. К этому добавляется то, что бывший победитель ведет себя в своей академической группе, как выдающаяся личность.

Еще одно замечание против олимпиад. Они проводятся **внутридисциплинарно** (внутринаучно, внутрипредметно), то есть по одному из научных направлений - химия, физика, биология, география и т.п. Однонаучность приводит к тому, что поступивший в вуз студент часто не может успешно заниматься по другим “неолимпиадным” дисциплинам. Современная наука развивается, как система межнаучных связей, что не учитывает олимпиадная образовательная деятельность.

Это позволяет нам предложить новый подход к олимпиадам - они должны быть **общенаучными**, т.е. одновременно оценивать знания и деятельность по их использованию во всех науках, которые изучал учащийся, например, у химиков - химия, физика, математика, биология и т.д. Именно это позволит оценить формирование современного системного мышления учащегося. Задача эта сложна из-за трудности создания заданий и их оценки, и ожидаемого противодействия преподавателей с уже сложившимися привычками. Должны быть предложены другие способы поиска молодежи с творческим мышлением и деятельностью.

Судьба победителей олимпиад не изучается и в большинстве случаев никого не интересует. Часто победители олимпиад не показывают выдающихся достижений в своей будущей научной жизни.

Академия Наук должна руководить образованием и заботиться о своем научном будущем. Только истинные ученые из Академии Наук могут сказать, что нужно средней школе и вузу. Они должны ежегодно удалять старое учебное содержание, вводить новое в учебники и предлагать новые методы обучения. Несколько десятилетий назад Академия Наук провела преобразование школьного математического образования. Удивительно, школьники усвоили новое содержание, но негодование выказали математики из Академии педагогических наук и многие учителя (вне зависимости от их опыта и возраста).

Несмотря на обилие работ по психологии мышления и педагогике, нет доказательств, что полезнее - когда творческая личность учится в обычной “нетворческой” группе (классе) или же в окружении творческой группы, с ее конкуренцией, постоянным стремлением быть первым, со страхом, что отстанешь.

Желательно в ближайшем будущем создать условия для поступления в вуз **без экзаменов**, и в течение первого года обучения жестко отчислять не способных к обучению студентов (но помните, у многих студентов проявление научной деятельности наступает после второго курса!). Тогда не будет столь сильного стремления к поступлению в вуз. Очень важным требованием к образованию следует считать равенство всех университетов и вузов страны по их научному уровню. Содержание всех курсов должно быть современным! Студенты всех вузов должны работать с современным оборудованием!

Не следует развитие образования переносить на многие частные аспекты, играющие положительное влияние на учебный процесс, на-

пример, олимпиады. Следует развивать летние и зимние научные школы, например такие, как на озере Селигер, издавать большими тиражами научно-популярную литературу, создать молодежный журнал для публикации достижений молодежи.

Необходима полная реорганизация средней школы! Академия образования к этому не способна из-за своей традиционной консервативности и неспособности к научному восприятию действительности. За последние десятилетия автор ни разу не услышал, чтобы студенты отзывались хотя бы удовлетворительно об учебниках и курсах химии средней школы. Стремление ничего не изменять хочется назвать преступным. Советов можно дать много, но даже лучшие, бывает, через некоторое время приводят к **непредсказуемым последствиям**.

Мы перечислили лишь несколько проблем современного отечественного образования. Насколько плодотворными окажутся нововведения, покажет время. Будем надеяться на лучшее будущее нашей науки и образования.

Вопросы и задания

1. Выберите в учебнике химии любую тему и составьте планы лекций или семинаров для бакалавров, магистров и специалистов.
2. Как вы поступите, обнаружив среди ваших учащихся наркомана?
3. В лабораторном практикуме вы почувствовали, что один студент перед занятием выпил пива. Что вы будете делать?
4. Предложите нововведения в нашу систему образования, способные значительно изменить ее в лучшую сторону.

Рекомендуемая литература

1. Садовничий В. Образование в России: выбор пути // В мире науки. - 2008. - № 3. - С. 76-81.
2. Березин И.В., Левашов А.В. Роль фундаментальных дисциплин в подготовке специалистов химического профиля (МГУ) // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1981. - Т. XXVI. - № 2. - С. 141-146.
3. Коробейникова Л.А., Лисичкин Г.В. Психолого-педагогические проблемы ориентации школьников на химические профессии // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1983. - Т. 5. - № 5. - С. 75-82.
4. Зайцев О.С., Сорокин В.В., Габрусева Н.И. Аттестация учителей химии: проблемы и перспективы // Химия в школе. - 1994. - № 6. - С. 9-11.
5. Зайцев О.С. О новой концепции химического образования // Химия в школе. - 2000. - № 3. - С. 7-9.
6. Нифантьев Э.Е., Полосин В.С. Тенденции в подготовке преподавателей химии // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1983. - Т. 5. - № 5. - С. 104-107.
7. Подольный И.А. Перспективные пути улучшения подготовки учителей химии // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1983. - Т. 5. - № 5. - С. 108-111.

8. Лисичкин Г.В., Гольдфельд М.Г. Химическое образование в средней школе - некоторые проблемы и перспективы // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1983. - Т. 5. - № 5. - С. 111-115.

9. Потапов В.М., Хомченко Г.П. Некоторые вопросы преподавания химии в нехимических средних учебных заведениях // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. - 1983. - Т. 5. - № 5. - С. 100-103.

10. Щегров Л.Н., Антрапцева Н.М. О подготовке магистров в вузе: методологические и мировоззренческие аспекты. Горизонты образования (Севастополь). - № 1. - 2007. - С. 55-62.

11. Зайцев О.С. Неорганическая химия. - М.: - 2006. - 510 с.

12. Малочкина Ю.М. Нетрадиционный итоговый контроль знаний и умений студентов по теории и методике обучения химии // Химия. Методика преподавания. - 2005. - № 3. - С. 29-31.

13. Голощапов М.В. Метод графов и его применение в исследованиях по методике химии. - Химия в школе. - 1983. - № 5. - С. 40-43.

10.2. Методика обучения химии - наука и учебная дисциплина

Педагогика высшей школы и методика обучения фундаментальным наукам находятся в стадии становления. В них содержится огромное число нерешенных проблем, ждущих решения будущих исследователей. Педагогика высшей школы, к сожалению, перенимает идеи педагогики средней школы, и почти не создает своих. В то же время научные идеи химии переходят в методику средней школы. Академия Образования РФ, к сожалению, ничего не делает, чтобы хоть как-то исправить сложившиеся за многие годы недостатки.

Методика обучения химии - это **частная наука**, образованная слиянием химической и педагогической наук. Компонентами системы этой науки являются цели обучения, содержание, методы обучения, организационные формы, средства обучения, контроль и диагностика химических знаний, а также закономерности деятельности преподавателя и студентов. Химическая сторона этой науки состоит из основных учений химии, педагогическая сторона состоит из трех учений педагогики - образование, воспитание и развитие (**рис. 10-1**). В том, что методика обучения в высшей школе развивается медленно, есть много причин. До последнего времени качество чтения лекций по фундаментальным наукам и методика проведения занятий никого не беспокоили. Учебная работа преподавателя была для него ненужной обузой - ведь его работа оценивалась по результатам научной работы. Преподаванием фундаментальных дисциплин, по крайней мере, на первом курсе института, должен заниматься преподаватель, имеющий глубокую научную и методическую подготовку, а его научную работу следует оценивать объемом и качеством методических исследований.

Учителя средней школы проходят методическую подготовку и переподготовку, а преподаватели высшей школы с методикой обучения не знакомы и не считают важным не только ее изучить, но и даже озна-

комится с ней. Существовавшие раньше курсы и институты повышения квалификации преподавателей высшей школы не работают. Молодые преподаватели не интересуются опытом старших и не читают методическую литературу, оставаясь на уровне той методики, по которой для них проводилось преподавание.

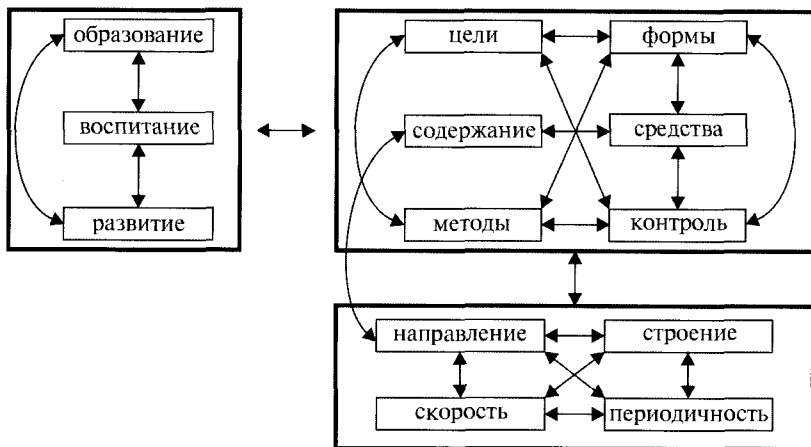


Рис. 10-1. Система курса “Методика обучения химии”

К огромному сожалению, был закрыт журнал “Химия. Методика преподавания”, рассчитанный на публикацию методических работ, выполненных преподавателями институтов. Сейчас преподавателю высшей школы невозможно опубликовать работы по методике, и он не сможет заниматься методикой обучения наукам.

Методика обучения - одна из дисциплин, изучение которой невозможно без работы со студентами. Более того, эта дисциплина, которую преподаватель должен изучать непрерывно в течение своего преподавательского периода жизни и заниматься методическими исследованиями. И это должно стать нормой, обязательным условием работы преподавателя.

Творчески активный преподаватель, постоянно обращаясь к новым педагогическим, психологическим и методическим теориям, вводя их в собственной переработке в учебный процесс и получая все более высокие результаты, будет находить в своей преподавательской и методической работе не менее высокое удовлетворение и радость, чем в обычной научно-исследовательской работе (методическое исследование - это та же научно-исследовательская работа).

Введение новых методик преподавания сопряжено с определенными трудностями. У некоторых преподавателей может ощущаться недостаток педагогических и психологических знаний. Для успешной

методической работы необходимо знание дисциплины преподавания - химии. Если преподаватель химии захочет изменить методику обучения, используя какую-либо новую педагогическую или психологическую теорию, то ему следует усвоить язык (словарь) этих наук, так как многие термины этих научных областей не знакомы и очень часто имеют смысл, отличный от смысла в привычном научном и бытовом языке. Без овладения языком этих наук чтение литературы может создать впечатление о ненужности этих наук и пустословии методистов.

Говорят, что Эразм Роттердамский (1469-1538), гуманист эпохи возрождения, автор “Похвалы глупости” сказал, что ученик не может любить науку, потому что он ее не знает и не понимает, он может любить учителя, а через него любить и науку. Это может показаться странным, но плохой преподаватель, сколько бы он не изучал методику обучения, не станет хорошим преподавателем и не сможет добиться больших успехов при изучении учащимися науки. Учебник по методике обучения принесет пользу преподавателю, имеющему хоть какую-то склонность к преподаванию и самообучению. Способный преподаватель может добиться прекрасных результатов без знания методики обучения, а, зная ее, он добьется еще более высоких результатов. Кроме того, преподаватель должен непрерывно работать - читать методическую и научную литературу по специальности своих студентов.

Настоящий учебник по методике обучения химии рассчитан на ознакомление с этой научной дисциплиной и на дальнейшую самостоятельную работу в этом направлении. Для этого в учебнике дана обширная **библиография**, которую читателю желательно просмотреть и выбрать наиболее интересные для него источники. Учитель химии может воспользоваться этим учебником, для чего ему достаточно слово “преподаватель” заменить на “учитель”, а слово “студент” на слово “ученик”.

Эта книга написана химиком по образованию и обычным преподавателем химии. Для успешной методической работы, прежде всего, необходимо знание науки преподавания - химии. Специалист-химик всегда может стать преподавателем и даже методистом, но психолог или специалист по педагогике сделаться квалифицированным преподавателем химии или методистом не сможет.

Методические способности преподавателей приходят с длительным **многолетним опытом**, и курс “Методика обучения химии”, поможет смягчить трудности при преподавании химии. Никакие методические рекомендации при существующем неблагоприятном состоянии нашего образования ничего не дадут, если в школу не пойдут работать преподаватели, относящиеся к своей работе, как к **призванию**. А этого не происходит, потому что в педагогические высшие учебные заведения поступают в большинстве своем студенты, очень далекие от тех задач, которые перед ними стоят. Даже если абитуриент страстно хочет стать преподавателем, он им не станет из-за несоразмерно **малой опла-**

ты его труднейшей будущей работы. Низкие зарплаты наших преподавателей - проблема, которую государство не решает.

Закончим этот учебник очень грустным замечанием - руководство нашей страны не понимает, что образование - это будущее любой страны, и без образования страну ждет упадок во всех областях жизни человека.

Задания и вопросы

1. Сравните учебники по методике преподавания химии и сформулируйте ваше мнение: который из них наилучшим образом отвечает своему предназначению.

2. Познакомьтесь с учебниками по методике обучения биологии и ботаники. Хотя химия и биологии различные науки, выскажите свое мнение, почему методики обучения этих наук так сильно различаются. Это вызвано различными взглядами авторов или влиянием науки на методику ее преподавания? (Верзилин Н.М. Основы методики преподавания ботаники. М.: - 1955. - 820 с. Пономарева И.Н., Соломин В.П., Сидельникова Г.Д. Общая методика обучения биологии. - М.: - 2003. - 272 с.).

3. Если бы вам предложили написать учебник по методике обучения химии, как бы вы его построили и каким содержанием наполнили?

4. Вы изучили этот учебник по методике химии. Нужно ли преподавателю изучать эту частную науку?

Рекомендуемая литература

1. К 85-летию со дня рождения Леонида Александровича Цветкова // Химия в школе. - 1994. - № 3. - С. 10-12.

2. Гальперин П.Я. Изменение методики обучения — одно из условий повышения эффективности процесса обучения. - Вопросы философии. - 1974. - № 1 - С. 91-94.

3. Извозчиков В.А., Чачин С.Я. Структура методики учебного предмета // Советская педагогика. - 1983. - № 8. - С. 38-41.

4. Чернобельская Г.М., Зайцев О.С. Системно-структурный подход к курсу // Вестник высшей школы. - 1982. - № 6. - С. 22-26.

5. Лисичкин Г.В. Актуальные научно-методические проблемы преподавания химии в средней школе // Педагогика. - 2006. - № 7. - С. 49-54.

Приложение 1

С. Аррениус

Рассмотрим, в качестве примера, как можно использовать исторический материал при изучении растворов и теории электролитической диссоциации. После усвоения основ термодинамики, кинетики и строения вещества переходим к растворам и рассказываем о важнейшем научном обобщении химии XIX века - теории электролитической диссоциации и ее создателе - шведском ученом Сванте Аррениусе (1859-1927).

Интересы Аррениуса простирались от микромира, мира атомов и ионов, до мира космических тел. Его ум находил связь между явлениями и фактами, далеко отстоящими друг от друга. Исследования Аррениуса охватывали все уровни химической организации вещества, отличались ярко выраженным межнаучным направлением и исключительной многосторонностью рассмотрения изучаемых объектов. Именно это следует показать учащимся, рассказывая об Аррениусе.

Аррениус в 1882 году начал изучать электропроводность разбавленных водных растворов кислот, оснований и солей и через пять лет в 1887 году пришел к выводу, что эти вещества при их растворении распадаются на электрически заряженные частицы - ионы. Самым веским доказательством этого утверждения было отклонение поведения электролитов в водном растворе от закона Рауля. Электролиты показывали значительно более высокие моляльные понижения температур замерзания. Аррениус также воспользовался результатами изучения электропроводности водных растворов электролитов (чем больше ионов образовывало вещество в растворе, тем выше была электропроводность).

Теория Аррениуса возникла при объединении (совместном рассмотрении) учения о растворах и идей электрохимии. Сам Аррениус считал наиболее убедительным доказательством правильности своей теории совпадение значений степени диссоциации, вычисленных из данных по электропроводности и из температур замерзания, т.е. по двум свойствам, которые кажутся совершенно независимыми друг от друга.

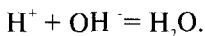
Рассказывая об общих путях развития научных теорий, полезно остановиться на другом факте, подтверждавшем важность многостороннего рассмотрения. Как писал Аррениус, начиная работу над своей теорией, он видел перед собой газообразные бром и йод, отклоняющиеся от закона Авогадро из-за диссоциации молекул на атомы при нагревании. Следовательно, Аррениус перенес по аналогии некоторые представления о газовом состоянии вещества на растворы.

В 1877 году первые исследования осмотического давления водных растворов тростникового сахара произвел В. Пфедфер. По его данным через 10 лет Я.Х. Вант-Гофф установил зависимость осмотического

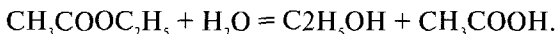
давления от концентрации растворенного вещества, совпадающую по форме с законом Бойля-Мариотта для идеальных газов. Аррениус сразу же привлек работу Вант-Гоффа для доказательства своих идей. Коэффициент Вант-Гоффа i в уравнении $pV = inRT$ (p - осмотическое давление) оказался близким к 2 для бинарных электролитов типа NaCl, 3 для электролитов типа CaCl_2 и т.д.

В 1842 году Г. Гесс установил так называемый закон термонеutrальности. Если смешать два раствора солей с одинаковой температурой и кислотностью, образующих две новые соли, то температура их смеси не изменится или почти не изменится. В том же году Гесс окончательно сформулировал закон термодинамики и термохимии, названный его именем. Закон термонеutrальности растворов солей нашел свое объяснение при помощи теории электролитической диссоциации: при смешении растворов сильных электролитов ионы остаются в полученном растворе в первоначальном состоянии, и поэтому не обнаруживается никакого теплового эффекта.

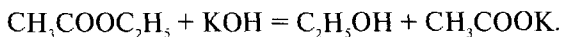
В 1889-1892 годах Аррениус изучал влияние температуры на диссоциацию и вычислил теплоту диссоциации некоторых слабых кислот. Обнаружилось, что их электролитическая диссоциация во многих случаях сопровождается небольшим положительным тепловым эффектом. Выделение теплоты при диссоциации оказалось неожиданным фактом, так как с повышением температуры степень диссоциации возрастает. Это заставило Аррениуса расширить изучение тепловых эффектов диссоциации. Так, он определил теплоту диссоциации двумя разными методами: по зависимости степени диссоциации от температуры и непосредственно как теплоту нейтрализации сильных кислот сильными основаниями. Последним методом было получено значение, равное 23,9 ккал/моль или 58 кДж/моль. Заметим, что близкое значение теплоты нейтрализации студенты находят экспериментально при калориметрическом эксперименте и вычисляют, пользуясь, по крайней мере, двумя значениями ионного произведения воды при двух температурах. То, что тепловой эффект нейтрализации раствора сильной кислоты раствором щелочи не зависит от природы реагентов, еще раз подтверждает диссоциацию этих электролитов на ионы и запись уравнения нейтрализации:



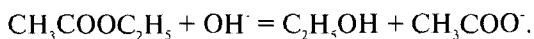
В 1887-1888 годах В. Оствальд показал, что скорость химической реакции в растворах зависит от концентрации ионов и связана с величиной электропроводности растворов. Аррениус привлекает кинетические сведения для дальнейшего развития своей теории. Скорость гидролиза сложных эфиров в воде проходит очень медленно:



Однако реакция сильно ускорялась при добавлении щелочи (реакция омыления, противоположная реакции этерификации):



Уравнение второй реакции не давало никаких объяснений причины повышения скорости. Оказалось, что скорость реакции была одинаковой, независимо от того брались ли растворы KOH или NaOH. Более того, если брали раствор $\text{Ba}(\text{OH})_2$ той же мольной концентрации, то скорость реакции возрастала в два раза. Следовательно, в растворе $\text{Ba}(\text{OH})_2$ концентрация ионов OH^- в два раза выше, чем в растворах KOH или NaOH. При диссоциации гидроксидов натрия или калия образуется по одному гидроксид-иону, а при диссоциации гидроксида бария образуется два гидроксид-иона (лучше говорить о молях гидроксид-ионов). Таким образом, ионы калия, натрия или бария не принимают участия в реакции, и уравнение следует записывать в молекульно-ионной форме:



Электролитическая диссоциация связывает между собой и объясняет огромное число различных явлений. Аррениус считал, что его теория стоит на границах естественных наук.

Медленное признание теории Аррениуса объяснялось недостаточными знаниями химиками физики и математики. Разве об этом не полезно сказать студентам? Надо сказать, что как сторонники Аррениуса, так и его противники, в отличие от самого Аррениуса, проявляли односторонний подход к решению столь многосторонней проблемы. Рассмотрим некоторые возражения противников теории (этот материал можно использовать в проблемном методе изучения темы при дискуссионном обсуждении материала на семинарском занятии).

Сторонники химической теории растворов, считавшие, что раствор - продукт химического взаимодействия вещества с растворителем, спрашивали: "Почему нет химической связи между ионами растворенного вещества и молекулами растворителя? Почему противоположно заряженные ионы не объединяются попарно? Почему ионы не испаряются вместе с растворителем? Почему именно те вещества, которые образуются с наибольшим выделением энергии и имеют наибольшую прочность связи, легче всего распадаются на ионы (соли, сильные кислоты и сильные основания)? Почему всего-навсего один электрон так сильно изменяет свойства вещества (частицы): в растворе хлорида натрия есть хлор, но почему он не зелено-желтого цвета и без запаха, почему ионы натрия, как металлический натрий, не реагируют с водой?". В то время понятия атома и иона в современном их понимании были новыми.

Сторонники Аррениуса относились отрицательно к гидратации, не верили в теории растворов Д.И. Менделеева. Напомним, что в 1865-1887 годах Менделеев разработал теорию, согласно которой при образовании раствора происходит не механическое равновесное распределение частиц, а имеет место настоящее химическое взаимодействие между частицами растворенного вещества и растворителя. Растворы - соединения неопределенного состава или гидраты. Несмотря на отрицательное отношение Менделеева к теории электролитической диссоциации, Аррениус считал его выдающимся химиком. Большое значение для развития теории электролитической диссоциации было личное знакомство (даже дружба) и совместная работа Аррениуса с Г. Вант-Гоффом и В. Оствальдом (выше говорилось, что Аррениус обратился к изучению скоростей реакций в растворах для подтверждения своей теории).

Интересно проследить, как происходил переход Аррениуса от одной теории к другой, от одного метода исследования к другому, как происходило расширение его научной сферы.

В 1890-1891 годах Аррениус изучал электропроводность паров растворов хлорида натрия. Он показал, что в пламени соль диссоциирована на ионы, и электропроводность обусловлена переносом свободных ионов. Стремясь найти объяснение причин увеличения электропроводности при повышении температуры (в растворах и в газовом состоянии) и имея перед собой картину диссоциированных и недиссоциированных молекул, Аррениус пришел к мысли об активных и неактивных молекулах.

Объединив известные термодинамические представления о распределении молекул идеального газа в равновесной системе (распределение молекул по скоростям, полученное английским физиком Д. Максвеллом в 1859 году) с кинетическими идеями об активных молекулах, Аррениус подошел к энергии активации и вывел известное "уравнение Аррениуса":

$$k = Ae^{-\frac{E_{акт}}{RT}}.$$

Первоначально уравнение Аррениуса имело вид

$$\lg k = a + b/T$$

и просто выражало зависимость константы скорости k от температуры T . Отметим одну методическую особенность: если студентам вначале дать второе уравнение, а затем первое, то на коллоквиуме или экзамене они записывают второе уравнение и называют его уравнением Аррениуса. По Аррениусу, при повышении температуры возрастает число активных частиц, которые и принимают участие в реакции.

Далее интересно проследить, казалось бы, невозможную, связь идей теории электролитической диссоциации с работами по астрофизике и космогонии. Как уже упоминалось, Аррениус изучал электропроводность пламени, в котором были пары раствора с солями. Затем он занялся исследованием электропроводности воздуха и влиянием освещения. Это привело его к рассмотрению влияния солнечных лучей на воздух и атмосферу. Связав положение Луны с атмосферным электричеством, Аррениус сделал попытку объяснения природы северных сияний (ионы, ионизированные молекулы!). Далее он заинтересовался влиянием содержания углекислого газа на температуру нижних слоев атмосферы (парниковый эффект, как теперь говорят) и перешел к изучению физиологического влияния света и атмосферного электричества.

В 1873 году Д. Максвелл показал, что лучи света оказывают давление на освещаемые тела. В 1899 году русский физик П.Н. Лебедев экспериментально измерил величину светового давления. На основе этих работ Аррениус вычислил размер частицы, для которой давление лучей Солнца уравнивает силу его притяжения (для частицы с плотностью воды диаметр равен 0,0015 мм). Это позволило объяснить поведение кометных хвостов, выдвинуть гипотезу переноса космической пыли и подтвердить идею о том, что жизнь на Землю была перенесена световым давлением из космоса (споры и зародыши переносятся с обитаемых планет, а низкая температура замедляет скорость прохождения химических процессов). Эта идея позже была объявлена неверной (она не объясняла, как вообще зарождается жизнь, кроме того, считалось, что космические лучи должны уничтожить жизнь клеток), но сейчас, с привлечением современных данных, не отвергается. В 1910–1914 годах Аррениус обсуждал вопрос о том, откуда берется энергия Солнца, и высказал предположение, что происходит превращение атомов водорода в ядра атомов гелия.

Широта научных интересов Аррениуса была поразительна. В последние годы им написаны книги “Образование миров” (1907 г.), “Иммунохимия” (1910 г.) и “Количественные законы биологической химии”.

Этот краткий исторический обзор творчества Аррениуса показывает, как важен для ученого многосторонний подход к рассмотрению изучаемого объекта и насколько плодотворным оказывается привлечение сведений из других наук. В то же время, анализ творчества ученого показывает, что все его научные интересы были обусловлены научным окружением, витавшими вокруг идеями и нерешенными проблемами.

При изучении истории химии преподавателю следует непрерывно подчеркивать, что любое научное открытие рождается на основе ранее известных идей и теорий. Поэтому так трудно назвать имя первооткрывателя. Разумеется, весь изложенный материал о творчестве Арре-

ниуса не следует давать в одной лекции, и распределить его на несколько лекций. Приведенный рассказ о научном творчестве Аррениуса может быть использован преподавателем по частям - при изучении теории электролитов и при изучении скорости реакции. Этот материал может быть доложен студентом в виде доклада на семинаре. Доклад одного студента часто оказывается не рациональным - может случиться, что студент плохо подготовится к докладу, или же он будет скучным для аудитории. Кроме того, длительный рассказ бывает утомительным для студента. Поэтому рекомендуется разбивать тему на несколько частей, и поручить нескольким студентам сделать небольшие доклады. Чтобы к семинару готовилась вся группа, можно заранее не распределять темы среди студентов, а на семинаре слово давать студенту по выбору преподавателя.

Приложение 2

Полоний. Поколение Кюри

Исторические сведения полезно вводить при обсуждении самых разных вопросов химии, увязывая их с современными событиями. Например, изучается одна из таких тем - реакции первого порядка, радиоактивный распад, изотопы, периодичность изменения свойств элементов, главная подгруппа VI группы элементов, атомная энергия, атомная бомба и т.п.

Предположим, что обсуждаются эти вопросы на лекции или на семинарском занятии. Чтобы сразу привлечь внимание студентов, достаточно упомянуть об отравлении полонием (Литвиненко), о котором много писали в газетах в 2007 году. Полоний - радиоактивный элемент VI группы. Известно 25 радиоактивных изотопов полония. Содержание ^{210}Po в земной коре около 2.10-14% по массе. Наиболее устойчивый изотоп ^{210}Po с периодом полураспада 138,3 суток открыт в 1898 г. П. Кюри и М. Склодовской-Кюри в Париже (Сообщение о полонии сделано ими в июле, а о радии в декабре того же года).

Полоний - мягкий серебристо-белый металл с плотностью 9,4 г/см³, температурой плавления 254 °С и температурой кипения 962 °С. Валентности полония 2, 4, 6. Полоний в газовой фазе находится в виде молекул Po_2 , которые на воздухе быстро превращаются в оксиды полония. Металлический полоний реагирует с кислотами с образованием двухзарядных ионов розового цвета, которые быстро окисляются до четырехвалентного полония желтого цвета. В водном растворе существуют ионы PoO_4^{2-} , PO_3^{2-} , Po^{4+} , Po^{2+} , которые сильно гидролизованы. Оксид PoO - твердое вещество черного цвета (получается разложением сульфита или селенита полония. Известны также оксиды PoO_2 и PoO_3 . Синтезированы тетрагалогениды и сульфаты полония. Тетрахлорид полония - ярко-желтые кристаллы, дихлорид - рубиново-красные кристаллы. В граммовых количествах ^{210}Po получают при нейтронной бомбардировке металлического висмута. Также полоний извлекают из отходов переработки урановых руд. ^{210}Po - источник α -частиц и может применяться для получения электрического тока в атомных батареях с длительным сроком работы, для спутников и переносных устройств. 1 см³ полония выделяет 1210 Вт тепловой энергии. (Что такое ватт?) Смесь полония с Ве излучает нейтроны.

Полоний высокотоксичен и радиоактивен, и работу с ним проводят в боксах. Природный изотоп ^{210}Po имеет период полураспада 138,4 дня, испускает α -частицы и излучает γ -лучи. Полоний накапливается в растениях и морских организмах. В растениях полоний поступает через корни и листья. В некоторых морских водорослях коэффициент накопления полония составляет около 1000. Если принять содержание полония в хлебе за 1, то в табаке его больше 600. (Курить вредно!) Нали-

чие полония в пище, как яда, можно определить счетчиком Гейгера-Мюллера особой конструкции. Так как пробег α -частиц на воздухе не превышает 2-3 см, кончик счетчика следует приближать как можно ближе к пище или вводить в нее.

Рассказывая о полонии, лектор может кратко рассказать о Марии Склодовской-Кюри (7.11.1867, Варшава - 4.7.1934, Франция), польке по национальности. Родилась в семье преподавателей. В 1895 году после окончания Парижского университета вышла замуж за Пьера Кюри и начала работать в его лаборатории в Школе индустриальной физики и химии. В 1903 году защитила докторскую диссертацию "Исследование радиоактивных веществ". Работы по изучению радиоактивности начались в 1897 году. В 1898 года супруги Кюри открыли полоний и радий. В 1902 году М. Кюри получила 0,1 г соли радия, что позволило ей определить его мольную массу и изучить некоторые свойства. После смерти П. Кюри (1906 г.) заняла его кафедру в Парижском университете, став первой женщиной-профессором этого университета. В 1910 году она получила металлический радий. С 1914 года руководила физико-химическим отделом Института радия в Париже, основанного тогда же при ее участии. Здесь также работали ее дочь Ирен Жолио-Кюри и Фредерик Жолио-Кюри. Ей принадлежат работы в области радиологии и рентгенологии. В 1914 году М. Кюри наблюдала за строительством Института радия. Во время первой мировой войны М. Кюри спасает от немцев хранящийся в лаборатории радий и отвозит его в тяжелой свинцовой коробке из Парижа в Бордо в переполненном беженцами поезде. Поместив коробку в сейф банка, М. Кюри возвратилась в Париж. Тогда же она организовала рентгенологическое обследование раненых в госпиталях. В 1922 году Мари Кюри стала первой женщиной, избранной членом Парижской медицинской академии. М. Кюри дважды присуждалась Нобелевская премия - в 1903 году по физике (совместно с Пьером Кюри и Анри Беккерелем) и в 1911 году по химии.

Про Пьера Кюри можно рассказать, что он в 1880 году открыл у кварца и исследовал пьезоэлектричество (возникновение электрической поляризации при деформации кристалла, и наоборот). Около 1891 года он начал исследования магнитных свойств веществ при температурах от комнатной и до 1400 °С. В 1895 году он сформулировал закон, носящий его имя: коэффициент намагничивания слабо магнитных тел (парамагнетиков) изменяется обратно пропорционально абсолютной температуре (первоначальная формулировка). Пьер Кюри искал сильно диамагнитные вещества и не нашел их. Он предполагал существование проводников магнетизма и существование магнетизма в свободном состоянии, как это имеет место у электричества. Пьер Кюри ввел термин "радиоактивность". Нобелевская премия получил совместно с М. Кюри и А. Беккерелем.

Урановая руда залегала в Богемии, была дорогой и получить ее для научных исследований было невозможно, но по предположению супругов

Кюри радий и полоний должны были находиться в отходах, которые в то время не утилизировались, и им удалось получить несколько тонн этих отходов. Химическую переработку отходов они проводили в заброшенном сарае из досок с асфальтовым полом и протекающей стеклянной крышей. В сарае были старые деревянные столы и чугунная печь, не дававшая достаточно тепла зимой, но не было вытяжного шкафа, поэтому приходилось работать при открытых окнах или во дворе. Сарай был заставлен тяжелыми сосудами с жидкостями и осадками, и Марии Кюри приходилось переносить сосуды, сливать растворы или часами перемешивать железным прутом в чугунном баке жидкости с осадками.

Несмотря на огромные трудности работы, супруги чувствовали себя счастливыми. Иногда целые дни проводили в сарае. “В нашем бедном сарае царило большое спокойствие; иногда, наблюдая за какой-нибудь операцией, мы прогуливались взад и вперед, разговаривая о настоящей и будущей работе; когда нам становилось холодно, мы подкреплялись чашкой горячего чая возле печи. Мы жили общей работой, как во сне. Нам случалось возвращаться вечером после обеда, чтоб бросить взгляд на наши владения. Наши драгоценные продукты, для которых у нас не было хранилища, были разложены на столах и на досках; со всех сторон видны были их слабо светящиеся точки, казавшиеся висящими в темноте; они всегда вызывали у нас волнение и восхищение” – вспоминала М. Кюри.

Выделенные из урановой руды, соединения полония находились в смеси с соединениями висмута, а соединения радия в смеси с соединениями бария. Оказалось, что легче выделить радий, чем полоний, и, открыв полоний, они стали заниматься радием. При кристаллизации хлорида бария хлорид радия концентрировался в осадках. Количество радия, содержащееся в урановых минералах, не превышает 0,3 г радия на тонну урана, но чистый радий испускает излучение более, чем в миллион раз интенсивнее того, что испускает равное по массе количество урана. Мария Кюри получала соли, а Пьер Кюри исследовал свойства радия.

Супруги Кюри установили, что лучи, испускаемые радием, принадлежат к трем различным видам. Одни имеют положительный заряд, и были названы α -лучи; другие имеют отрицательный заряд и отклоняются магнитом, и названы β -лучами. Третья группа лучей – нечувствительна к магниту, и названа γ -лучами, и, как вскоре стало известно, эти лучи сходны со светом и X-лучами (рентгеновское излучение). Чтобы узнать физиологическое действие радия Пьер Кюри нескольких часов держал радий на коже руки. В результате появилась рана, похожая на ожог, постепенно увеличивавшаяся, которую удалось вылечить через несколько месяцев. Анри Беккерель получил такой же ожог случайно, когда нес в кармане жилета стеклянную ампулу с солью радия. Пьер Кюри начал вместе с врачами исследование над животными, облученными радием и эманацией радия (радон). У человека излу-

чением радия излечивалась волчанка и другие кожные заболевания. Так произошло зарождение радиотерапии.

В 1903 году в Англии Уильям Рамзай и Фредерик Содди обнаружили, что, если соль радия расплавить, то из нее выделяется небольшое количество гелия, который узнается по его спектру. Это заставило ученых предположить о внутриатомном процессе превращения атома, что еще раньше предполагали супруги Кюри.

Рассказ о Мари и Пьере Кюри можно продолжить рассказом об их дочери Ирен Кюри и ее муже Фредерике Жолио (1900-1958). Ирен Кюри родилась в Париже 12 сентября 1897 года. Вторая дочь, Ева Кюри, стала журналисткой и писательницей и написала книгу о Мари Кюри. В 1913 году Мари и Ирен Кюри вместе с А. Эйнштейном и его сыном путешествовали по Франции. Ирен Жолио-Кюри (12.9.1897 - 17.3.1956) после окончания Парижского университета в 1920 году начала работать в лаборатории матери. Фредерик Жолио-Кюри родился в Париже 19 марта 1900 года и был младшим шестым ребенком у 57-и летнего отца и 49-и летней матери. В 1920 году со второй попытки поступил в бесплатную высшую Школу промышленной физики и химии Парижа. Он самостоятельно собрал радиоприемник и в ванной комнате проводил химические опыты. Над столом висели вырезанные из журналов фотографии Мари и Пьера Кюри. Заместителем директора школы был известный физик Поль Ланжевен, сыгравший роль в судьбе Фредерика - по его протекции Фредерик встретился с маленькой седой женщиной, предложившей ему начинать работу на другой день (хотя у него оставалось три недели службы в армии). Это была Мари Кюри. Он служил в армии, и Мари написала полковнику письмо с просьбой освободить Фредерика. Фредерик Жолио в 1923 году окончил Школу физики и прикладной химии и вскоре поступил в лабораторию М. Кюри.

В начале тридцатых годов Ирен и Фредерик занялись извлечением полония из имевшегося в Институте 1,5 г радия. Супруги разделили полоний-210, свинец-210 и висмут-210 и получили мощный полониевый излучатель α -частиц. В 1928 году супруги открыли искусственную радиоактивность. Они облучали α -частицами атомы легких элементов (фтор, натрий и алюминий), получали нейтроны и, облучая нейтронами ядра других элементов, обнаружили искусственную радиоактивность, явление, которое в то время было невозможно представить и объяснить. Также они обнаружили, что ядра некоторых элементов, кроме нейтронов, испускали позитроны, и в 1933 году открыли позитронную радиоактивность, о чем сделали в том же году в Брюсселе доклад на Сольвеевском конгрессе. Большинство физиков посчитали, что эксперименты были неточными. Только Нильс Бор подошел к ним и сказал, что их результаты чрезвычайно важны. После него Паули сказал то же самое. За открытие искусственной радиоактивности им в 1935 году присуждена Нобелевская премия. Вместе с мужем от-

крыли аннигиляцию и рождение пар (1933 г.). Они показали, что масса нейтрона несколько больше массы протона (1934 г.).

Весной 1934 года здоровые Мари Кюри резко ухудшилось. Ирен и Фредерик постоянно находились рядом и обсуждали научные вопросы. В крайне тяжелом состоянии ее отвезли в санаторий, но врачам не удалось ее спасти. Она скончалась 4 июля 1934 года. Врачи считали, что она была поражена радиоактивностью, которую открыла с мужем. После смерти Мари Кюри Ирен заняла ее кафедру в Парижском университете. В 1937 году Фредерик Жолио-Кюри начал и руководил до конца жизни кафедрой ядерной физики и химии в Коллеж де Франс. Здесь построил первый во Франции циклотрон. В 1937 году Фредерик Жолио-Кюри занял кафедру ядерной физики и химии в Коллеж де Франс, которой руководил до конца жизни. Через несколько лет приступил к строительству первого во Франции протонного циклотрона на 7 миллионов электрон-вольт. В 1937 году циклотрон заработал. После смерти профессора Поля Ланжевена в 1946 году Фредерик Жолио-Кюри занял кафедру ядерной физики. Он прочел 14 различных курсов лекций.

Фредерик Жолио-Кюри в годы второй мировой войны спас от немецких захватчиков запас тяжелой воды, предназначенной для будущего ядерного реактора под Парижем. Он был активным участником Движения Сопротивления. После второй мировой войны руководил строительством первого французского атомного реактора (пущен 15 декабря 1948 года). Фредерик Жолио - основатель (1946 г.) и руководитель Комиссариата по атомной энергии Франции. В 1950 году, после образования Всемирного Совета Мира, стал его председателем. В 1956 году был избран членом ЦК Французской компартии. С 1956 года возглавлял лабораторию в Институте радия и Институт ядерной физики в Орсе. Фредерик Жолио-Кюри скончался на 58 году жизни в старом мрачном госпитале. За несколько дней до смерти он написал несколько страниц “Курса радиоактивности” и работал над статьей “Атомный век”. Фредерик писал натюрморты и пейзажи.

Ирен Жолио-Кюри умерла 17 марта 1956 году на пятьдесят девятом году жизни от лейкемии. Ирен, как и ее мать, не была избрана в Парижскую академию наук, в которой существовало традиционное предубеждение против женщин-ученых. Предполагают, что смерть Ирен и Фредерика была вызвана, главным образом, постоянным соприкосновением с полонием, излучавшим α -частицы. Полоний, проникая в организм даже в ничтожных количествах, разрушает клетки, особенно клетки почек и печени. У Фредерика была болезнь печени, хотя он всегда защищался от излучения, и боялся, что опубликование диагноза его болезни отпугнет молодежь от ядерной химии. У них были дочь и сын. Дочь окончила Школу промышленной физики и химии в Париже и вместе с мужем Мишелем Ланжевенем занималась исследованиями в Институте радия, основанным ее бабушкой. Такова история поколения великих физиков.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Глава 1. Педагогические и методические основы обучения химии.....	8
1.1. Педагогика - дидактика - методика.....	8
1.2. Система и цели обучения.....	16
1.3. Принципы обучения химии.....	20
1.4. Деятельность усвоения знания.....	37
Глава 2. Содержание курса химии.....	43
2.1. Содержание и построение курса на основе системы науки.....	43
2.2. Другие способы отбора содержания и построения учебной дисциплины.....	67
2.3. Методологические знания в курсе химии.....	74
2.4. Исторические знания.....	90
2.5. Другие виды знаний, вводимые в курсы химии.....	96
Глава 3. Последовательность изучения.....	100
3.1. Изучение курса по принципу доступности.....	100
3.2. Последовательность изучения на основе логики науки.....	116
Глава 4. Методы обучения химии.....	126
4.1. Понятие метода обучения и систематизация методов.....	126
4.2. Алгоритмизированный метод обучения.....	129
4.3. Программированный метод обучения.....	142
4.4. Проблемный метод обучения.....	148
Глава 5. Учебный план, программа и учебник по курсу химии.....	191
5.1. Учебный план.....	191
5.2. Требования к программе.....	195
5.3. Учебник химии.....	203
5.4. Некоторые недостатки и ошибки в учебниках химии.....	208
5.5. Принцип наглядности в учебниках химии.....	224
Глава 6. Средства обучения химии.....	229
6.1. Общие представления о средствах обучения.....	229
6.2. Графопроектор и работа с ним.....	232
6.3. Компьютер и Интернет в обучении.....	250
Глава 7. Организационные формы обучения химии.....	261
7.1. Система форм обучения.....	261

7.2. Лекция.....	264
7.3. Лекционный эксперимент и лекционные демонстрации.....	285
7.4. Лабораторный химический практикум.....	296
7.5. Семинарское занятие.....	315
7.6. Познавательная игра.....	333
7.7. Внеаудиторная работа.....	338
Глава 8. Оценка знаний по химии.....	354
8.1. Оценка знаний.....	354
8.2. Тематический контроль.....	365
8.3. Программированный и тестовый контроль.....	367
8.4. Послелекционный контроль.....	375
8.5. Быстрые контроль и оценка знаний.....	393
8.6. Блочный и дисциплинарный контроль. Экзамен.....	398
Глава 9. Эффективность системы обучения химии.....	410
9.1. Качества знаний.....	410
9.2. Педагогическое исследование	417
9.3. Сформированность химических знаний.....	421
9.4. Научная речь как качество знания.....	426
9.5. Диагностика творческих способностей.....	431
Глава 10. Заключение. Обучение химии в ближайшем будущем.....	437
10.1. Проблемы и перспективы.....	437
10.2. Методика обучения химии - наука и учебная дисциплина.....	453
Приложение 1. С. Аррениус.....	457
Приложение 2. Полоний. Поколение Кюри.....	463

Учебное издание

Зайцев Олег Серафимович

**Практическая методика обучения химии
в средней и высшей школе**

Учебник

Компьютерная верстка *Е. В. Дубинская*

Подписано в печать 03.03.2012. Формат 60×90/16. Печать офсетная.
Гарнитура Ньютон. Печ. л. 29,4. Тираж 500 экз.

ЗАО "Ассоциация "КАРТЭК",
119991, Москва, Ленинский просп., д. 31, стр. 5.
Почтовый адрес: 117292, Москва, а/я 145.
Тел.: (495) 955-40-12, тел./факс: (495) 952-56-48, e-mail: cartec-com@mail.ru,
наш сайт: www.cartec-com.ru

ISBN 978-5-9901-5825-2



Изготовлено по заказу и под контролем
ООО «Книжный перекресток»
Заказ 000691-1785 Дата: 17.07.2014



Зайцев Олег Серафимович

Кандидат химических наук, доктор педагогических наук, профессор кафедры общей химии МГУ им. М.В. Ломоносова, заведующий лабораторией методики обучения химии Химического факультета МГУ.

Научные интересы О.С. Зайцева лежат в области исследования теоретических и прикладных проблем естественно-научного образования. О.С. Зайцев – один из ведущих специалистов страны в области методики преподавания естественных наук в высшей и средней школе.

Читает курсы общей химии для студентов нескольких факультетов МГУ, курс "Методика преподавания химии" для преподавателей ВУЗов, стажеров, аспирантов, студентов.

Автор более 150 публикаций, в том числе большого количества учебников, учебных пособий, монографий.

ISBN 978-5-9901-5825-2



9 785990 158252