

Литература

1. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1973.
2. Дытнерский Ю. И. Основные процессы и аппараты химической технологии. В 2-х кн. М.: Химия, 1995.
3. Тыжненко-Давтян Е. С., Колаян Т. Г. Эффективность химических производств. Экспрессные методы оценки. М.: Химия, 1984.
4. Методика техноэкономической оценки контактных массообменных устройств. М.: ВНИИнефтемаш, 1976.
5. Перри Дж. Справочник инженера-химика. В 2-х кн. Л.: Химия, 1969.
6. Калишук Д. Г. Техноэкономическая оценка эффективности работы тепломассообменных установок // Труды БТИ. Сер. Ш. Химия и технология неорганических веществ. Мн.: БТИ, 1993. Вып. 1. С. 56—59.
7. Калишук Д. Г., Саевич Н. П., Коротков М. В. Техноэкономическая оценка утилизации низкопотенциального тепла ректификационных установок // Энергоэффективность. 1999. № 9. С. 21.

УДК 54:37

ПРОБЛЕМЫ ХИМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ, СВЯЗАННЫЕ С СОДЕРЖАНИЕМ ШКОЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ХИМИИ

Г. И. Новиков, С. Е. Орехова

Белорусский государственный технологический университет

Предмет сегодняшнего обсуждения определен названием конференции: «Как учить химии». Естественно, что, как на любой методической конференции, обсуждение такого вопроса сводится к изложению опыта преподавания каких-либо разделов химии, организации учебного процесса, методов контроля знаний и т. д.

Наше сообщение имеет своей целью анализ картины преподавания химии в цепи школа — вуз, взаимосвязи школьного и вузовского образования, так как раздел химии, преподаваемый на нашей кафедре (неорганическая химия), первый после школьного курса, являющегося основой для химического образования.

Преподавание — процесс творческий, сильно зависящий от индивидуальных качеств преподавателя, конечной целью его

является знание, и результаты его сильно зависят также от способностей учащегося, его природных данных и общего развития к моменту обучения.

Есть множество приемов, сопровождающих процесс обучения, которые часто основаны на интуиции и зависят от взаимосвязи учитель — ученик, эти приемы воспроизвести достаточно сложно, и в этом нет необходимости, так как у каждого они свои и зависят от ситуации.

Человечеством накоплен большой опыт преподавания различных дисциплин, в том числе и химии. Этот опыт обобщен в учебниках и учебных пособиях, часть из которых следует признать классическими, и он постоянно пополняется. В любой дисциплине со временем появляются новые взгляды, старые пересматриваются с позиций новых, расширяются и углубляются.

Казалось бы, никаких проблем в организации обучения быть не должно. Учите, как учили вас, и все будет в порядке.

Но одно из главных составляющих успеха — подготовленность учащегося к восприятию предлагаемого ему материала. Опуская причины социального порядка, осложняющие нормальную организацию учебного процесса в школе, попробуем проанализировать соотношение материала, включенного в школьную и вузовскую программы, и возможности средней школы как подготовительного этапа для более высокого образовательного уровня.

Руководством к организации преподавания всякой учебной дисциплины является учебная программа, краткое содержание учебной дисциплины. Преподавание в процессе обучения сводится к необходимости реализации программы, но преподаватель имеет возможность выделить главное, сократить второстепенное и определить объем времени, отводимый на изложение того или иного раздела программы.

Химия как раздел естествознания в своей основе имеет фундаментальные законы:

- периодичности развития и (как частный вариант для химии) периодический закон электронных оболочек атомов — периодический закон Д. И. Менделеева;

- сохранения массы-энергии (М. Ломоносова — А. Эйнштейна);

- сохранения заряда.

Эти фундаментальные законы положены в основу химического образования и в средней, и в высшей школе, они определяют последовательность ступеней сложности, ступеней познания этой дисциплины.

Первая ступень познания — стехиохимия, совокупность законов стехиометрии, учение о химических элементах, формулах химических соединений, уравнениях химических реакций.

Наиболее важные частные законы стехиохимии — закон эквивалентов И. Рихт-ра, газовые законы (объемных отношений — Ж. Гей-Люссака, А. Авогадро, Д. Менделеева-Клайперона), закон кратных отношений Дж. Дальтона, закон постоянства состава Ж. Пруста и К. Бертолле, закон удельных теплосмостей Дюлонга и Пти и др.

Вторая ступень познания химии — термохимия, учение о тепловых эффектах химических реакций, базовым законом которого является закон Гесса и следствия из него.

Третья ступень познания химии — эргохимия, учение о работе химических реакций, о химическом равновесии и его количественном описании с позиций энергии Гиббса, уравнения изотермы химических реакций, константы химического равновесия, конкурентной взаимосвязи изменений энтальпии и энтропии процессов. Инструментарий этого раздела позволяет дать количественный анализ обратимых и необратимых химических превращений во всех средах и состояниях, позволяет проводить количественный анализ процессов, протекающих в растворах электролитов и неэлектролитов, т. е. дает в руки учащемуся количественную меру причинно-следственных связей химической формы движения материи.

Четвертая ступень познания химии — хронохимия, учение о протекании химических реакций во времени. Основным содержанием этой ступени является химическая кинетика, катализ, термодинамика необратимых процессов.

Пятая ступень познания химии — учение о строении вещества, проблема валентности, периодический закон электронных оболочек атомов (периодическая система элементов Д. И. Менделеева), учение о строении электронных оболочек атомов (полуквантовая модель Н. Бора и Зоммерфельда, волновая модель де-Бройля-Шредингера), теория химической связи (ВС, МО, теория кристаллического поля Бете).

Попробуем проанализировать с этих позиций содержание школьной программы по химии.

Школьная программа (раздел неорганической химии) состоит из 29 пунктов. Они связаны между собой в такой логической последовательности, как и в программе по химии высшей школы. Программа является в большой мере отражением последней, что, на наш взгляд, большой ее недостаток.

Начинается программа с атомно-молекулярного учения. После того как введены понятия атома, молекулы, элемента,

особое внимание следует уделить названиям элементов и соединений и как следует заучить их. Ведь в своей основе химия имеет языковую природу, ее алфавит — периодическая система элементов, расположение которых определяется фундаментальными законами. Но на первом этапе обучения учащийся должен воспринимать ее именно как алфавит. И чем больше внимания будет уделено алфавиту на первом этапе обучения, тем легче потом перейти к «словам» и «предложениям» — формулам химических соединений, аналогам языковых единиц слова. От слов к предложениям (химическим реакциям), пониманию их перейти тем легче, чем лучше усвоены представления о характере этих слов, свойствах основных классов неорганических соединений. Здесь следует отметить, что вообще общая грамотность тем выше, чем выше уровень знания языка, при этом большое значение имеет то, насколько хорошо учащийся владеет обычным литературным языком. Всякий другой язык изучается легче, если хорошо знаешь свой родной.

Для успешного овладения сложным языком химии необходимо дополнительно освоить некоторые разделы физики, математики, биологии, техники и т.д.

Все это в школе должно происходить параллельно и взаимосогласованно.

Опыт преподавания химии первокурсникам позволяет утверждать, что алфавиту и начальным языковым навыкам в школе не уделяется должного внимания. Студенты 1-го курса вузов довольно часто не умеют ни назвать, ни записать символы значительной части химических элементов.

Не возникает проблем с написанием и названием таких элементов, как алюминий, железо, кислород, но очень часто путают германий с галлием, таллий с торием и туллий и т. д.

В качестве одной из форм контроля знаний по химии нами используется химический диктант. Очень часто студенты, успешно сдавшие вступительные экзамены по химии, испытывают затруднения при написании формул химических соединений, определении степени окисления элементов в соединении или зарядов катионов и анионов, особенно если предлагается написать формулы кислых и основных солей, при определении в них катионов и анионов. По какой-то причине из программы средней школы исключено рассмотрение основных солей. Во-первых, такое исключение делает невозможным рассмотрение связей между различными классами неорганических соединений в полной мере, а во-вторых, нарушается системный подход к рассмотрению свойств кислот и оснований, нарушается целостность картины.

К «вечным» проблемам относятся вопросы, связанные с амфотерностью оксидов и гидроксидов. Происходит это потому, что учащиеся не понимают особенностей кислотно-основного взаимодействия. Осмысление понятий «кислота» и «основание» полностью снимает эту проблему и значительно облегчает процесс восприятия кислотно-основных реакций в описательной части неорганической химии.

Большое внимание, по нашему мнению, в школьной программе должно быть уделено классификации химических реакций. В школьном курсе рассматриваются реакции соединения, разложения, замещения, обмена. Но при этом часто оказывается, что выпускники средних школ не понимают, что принципиально реакции делятся на идущие с изменением степеней окисления и без него.

Усвоение раздела «Окислительно-восстановительные реакции» часто, к сожалению, не прививает учащимся навыков правильного подхода к определению восстановителя и окислителя в реакции, представления о том, что процесс окисления обязательно сопряжен с процессом восстановления.

Особо нужно остановиться на разделе, связанном с растворами. Первый вопрос — концентрация растворов. В школьную программу (обычная школа) в качестве способа выражения концентрации включена только массовая доля растворенного вещества, выраженная в процентах. Вряд ли можно согласиться с тем, что способы выражения концентрации не следует в школе рассматривать шире (молярная и нормальная концентрации), тем более вряд ли можно согласиться с тем, что получается в результате усвоения этого раздела. Выпускники средних школ достаточно легко пользуются формулой для расчета концентрации, но, как правило, не понимают физического смысла плотности раствора и смысла используемой для расчета формулы. Трудным иногда оказывается вопрос, предлагающий объяснить смысл словосочетаний 200 г 10 %-ного раствора или 300 мл 20 %-ного раствора (указана плотность).

Вопросы, касающиеся классификации электролитов и основных положений теории электролитической диссоциации, усваиваются школьниками не на должном уровне. Отсутствует умение правильно записывать ионно-молекулярные уравнения реакций, как раз из-за того, что не хватает навыков отнесения электролитов к сильным и слабым. Не хватает представлений и о растворимости веществ. Следует признать уродливым широко распространенный методический прием обучения школьников составлению формул химических соединений по таблицам рас-

творимости. Поскольку на школьном этапе обучения еще отсутствует количественный аппарат определения силы электролита, следует прибегнуть к запоминанию через запись как можно большего числа уравнений. Хотя бы частичное запоминание может оказаться полезным впоследствии, когда появится количественный аппарат.

Особо хотелось бы остановиться на расчетах, связанных с протеканием химических реакций, навыки которых учащиеся приобретают в школе. Самым значительным недостатком обучения является то, что школьники не умеют анализировать полученный результат: почему получился такой, а не другой, какую величину следует прогнозировать и почему не вызывает удивления полученный абсурдный результат.

Причиной этого, на наш взгляд, является то, что учащемуся для решения той или иной задачи предлагается воспользоваться формулой, которую нужно запомнить. Решение задачи должно быть мотивированным, в таком случае учащийся вынужден прибегнуть к анализу исходных данных и конечного результата. Что имеем и что нужно получить. Следующий этап — как это сделать. При рассмотрении описательной части химии следует больше внимания уделять свойствам соединений, их классификации, как можно чаще возвращаясь к необходимым теоретическим положениям.

В школе такие приемы, по всей вероятности, не используются в полной мере. Результатом этого является то, что школьники часто затрудняются на вступительных экзаменах написать очень простые реакции кислотно-основного взаимодействия, гидролиза солей. Если при этом предлагаются вещества, не рассматриваемые в школьном учебнике.

Достаточно легко записывается реакция $\text{CaO} + \text{SO}_3$, и проблематичной может оказаться аналогичная реакция, если оксид серы заменить на менее известный кислотный оксид. А ведь школьник должен твердо усвоить, что при взаимодействии оксидов, противоположных по природе, образуется соль соответствующей кислоты. Все сказанное выше относится к стехиометрии.

Вторая ступень познания химии — термохимия.

Некоторые упоминания об этом учении также содержатся в школьной программе, но они отрывочны, поверхностны и потому ничего не объясняют и не оставляют в памяти школьника чего-то определенного.

А ведь именно на этой ступени уравнение химической реакции, став термохимическим, воплощает в себе в полном объеме фундаментальный закон сохранения массы-энергии.

Третья и четвертая ступени познания — огромные разделы теоретических основ химии, которые в школьном курсе нашли незначительное место в виде упрощенного представления о скорости химической реакции и простого перечня некоторых атрибутов катализа, упрощенного упоминания о химическом равновесии и факторах, действующих на его смещение, о константе химического равновесия, но это упоминание тоже поверхностно и поэтому не «работает», т. е. не оказывает никакого воздействия на формирование химического интеллекта школьника, хотя и отнимает время.

В рамках пятой ступени познания в средней школе в программу включены многие вопросы, но отрывочно и не всегда логично.

Так, например, полуквантовая модель из программы исключена (как устаревшая ?), а волновая модель школьнику не понятна, он еще не дорос до квантовой механики.

Поэтому наше мнение таково — общеобразовательную школьную программу по химии следует пересмотреть так, чтобы в ней шире были представлены разделы стехиометрии. Не следует забывать, что химия — языковая (знаковая) наука и необходимо на этой стадии научить школьника говорить и писать на химическом языке, а тяжелейшие основные законы химии, теоретические основы химии перенести на высшую школу (или частично на уровень бакалавров, если это привьется), т. е. освободить высшую школу от изучения законов стехиометрии.

Таким образом, на первой, т. е. школьной, ступени обучения, которая должна быть языковой, процесс познания осложняется тем, что школьная программа сильно перегружена материалом, скорость преподавания, продиктованная обширностью программы, приводит к упрощению восприятия и требует от школьника запоминания обилия фактов практически без анализа причинно-следственных связей химической формы движения.

При повторном, углубленном изучении материала в вузе у обучающегося создается ложное впечатление, что он понимает то, о чем только поверхностно услышал. Такая подмена знаний «ощущениями» затрудняет восприятие дальнейшего материала — и студент отключается.

По той же причине (перегруженность программы) в школе не выделяются главные вопросы, связанные с естественными ступенями познания химии, создающие базу плановости высшего химического образования. Кроме того, нет четких методических разработок для подготовки учащегося на стадии изучения алфавита химии. Это касается вопросов классификации неорганических веществ и простейшего языка химии, а также вопро-

сов, связанных с элементарными количественными расчетами в рамках законов стехиометрии.

Таким образом, складывается ситуация, при которой вчерашние школьники, пришедшие в вуз, оказываются неподготовленными к восприятию теоретического материала вузовской программы, т. е. возникает разрыв непрерывности.

Находясь в атмосфере высшей школы, которую создают достаточный уровень профессионализма преподавателей, хорошо разработанные методики преподавания различных разделов, большая часть студентов начинает ориентироваться в многообразии материала, предлагаемого вузовской программой по химии. Но у некоторой части студентов языковая безграмотность остается практически на весь период обучения. Происходит это потому, что на начальной стадии обучения школьник не приобрел прочных знаний.

Понятно, что школьная программа является до некоторой степени повторением программы высшей школы по той причине, что она предназначена для среднего образования, которое не всегда имеет продолжение. Но и в этом случае цель (образование) не может быть достигнута, так как нельзя освоить содержание науки, не понимая ее языка.

Предпочтительнее хорошо освоить язык, а затем основные положения дисциплины: классификацию веществ, основные типы химических превращений, условия их протекания, сопровождающие их эффекты и первые представления о строении вещества. Цель при этом будет достигнута (знание), так как при наличии такого объема тот, кто обучается дальше, делает это легко, а тот, кто завершает на этом химическое образование, получает возможность при необходимости использовать свои знания законов стехиометрии.

Проблема отсутствия элементарной химической грамотности была основной на протяжении длительного времени на методических совещаниях. В последние годы ситуация изменилась в связи с тем, что появились лицеи, специализированные школы, гимназии, некоторые обеспечивают, главным образом, поступление в БГУ, набор в который для получения высшего химического образования составляет порядка 100 человек. Что касается остальных выпускников средних школ, оставшихся за бортом БГУ, то, как правило, химическая неграмотность у них сохраняется на протяжении всего срока их обучения химии.

Должен работать принцип лучше меньше, да лучше. Существование специальных школ таит в себе опасность, так как в современной ситуации попасть туда могут очень немногие и не всегда лучшие, и понятно, какие последствия это может иметь.

Выпускники таких школ могут поразить своих учителей на первом этапе обучения, но «диспропорция» в их образовании может сказаться при дальнейшем обучении, на каком-то этапе «перебор» на начальной стадии обучения может оказаться минусом впоследствии.

В некоторых специализированных школах есть попытки включить в программу среднего образования представления о термодинамических характеристиках, энтальпии, энтропии. На наш взгляд, этого не нужно делать. Расширенная программа должна включать дополнительный материал, связанный со свойствами и разнообразием веществ, способами их получения, решением оригинальных стехиометрических задач. Необходимость существенного пересмотра школьной программы с позиций языковой природы химии особенно важна в современной ситуации. Мощный информационный поток и отсутствие потребности, а иногда и возможности использования хорошей литературы у современной молодежи приводит к значительному ухудшению качества образования вообще и в частности химического.

УДК 54:378

РОЛЬ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРОВ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ «БИОТЕХНОЛОГИЯ» И «БИОЭКОЛОГИЯ»

Н. В. Гриц

Белорусский государственный технологический университет

Глубокие знания химических наук необходимы всем выпускникам высших учебных заведений, получающим квалификацию инженера-химика-технолога, причем вне зависимости от специальностей и специализаций. Сказанное в полной мере относится и к специалистам специальностей «Биотехнология» и «Биоэкология», которых готовит Белорусский государственный технологический университет для предприятий республики различного профиля.

Несколько слов о предназначении специалистов указанных специальностей. Инженеры-химики-технологи по специальности «Биотехнология» успешно трудятся на предприятиях микробиологической и фармакологической промышленности, на предприятиях пищевых производств, включая предприятия по переработке сельскохозяйственного сырья в продукты питания,