



практический методы); решение задач с производственным содержанием и исследовательский метод.

Таким образом, в рамках этих методов наиболее эффективно будет достигнута главная цель – формирование информационной компетенции студентов. При этом развиваются их способности (поскольку высок интерес), воспитывается стремление к достижению цели, планирование деятельности, формируются навыки взаимодействия, используются приемы практической деятельности в сочетании с актуализацией знаний по предмету, результаты работы студентов позволяют гибко оценивать их учебные и личностные достижения.

Однако данные методы не должны преобладать в практике обучения неорганической химии (в целом химических дисциплин). Здесь речь идет лишь о достижении информационной компетенции студентов. Другие цели обучения также важны, и они требуют применения своих целесообразных методов, поэтому необходимо использовать все методическое многообразие, накопленное современной химической наукой и практикой.

УДК 75(04)

**Б.В. Румянцев**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский педагогический государственный университет» (МПГУ), г. Москва, Российская Федерация*

## **КАКИЕ ЗАКОНЫ ИЗУЧАТЬ НА УРОКАХ ХИМИИ?**

Трудно представить себе изучение химии без изучения химических законов, в том числе и количественных. Действительно, начиная с первого систематического учебника по химии для средней школы В.Н. Верховского [1] и заканчивая сегодняшними многочисленными учебно-методическими комплексами (УМК), везде мы находим количественные законы. Естественно, набор этих законов за 80 лет несколько менялся, менялись формулировки отдельных законов, в связи с изменениями формулировок физических величин, но при этом не решалась основная методическая проблема, которая заключается в вопросе: какие из них необходимо изучать?

В настоящее время в Российской Федерации изучение химических законов, как и всего остального материала, формально регулируется федеральным государственным образовательным стандартом (в дальнейшем ФГОС) [2, 3], примерными программами по учебным предметам [4, 5] и составленными в соответствии с ними рабочими программами. ФГОС, вообще декларируя изучение основных законов химии, не конкретизирует ни перечень этих законов, ни методы их изучения. Примерные программы для 8-9 классов упоминают следующие законы в разделе «Содержание основного общего образования по учебному предмету» [4, с. 12-13]: закон сохранения массы веществ при химических реакциях, Периодический закон. Примерные программы для 10-11 классов [5] расширяют этот перечень законом сохранения энергии и законом Гесса [5, с. 18]. Совершенно очевидно, что этого абсолютно недостаточно для тех целей обучения химии, которые сформулированы в ФГОС [2, 3]. Поэтому каждый автор УМК самостоятельно решает, какие количественные законы необходимы для изучения, и определяет, какими методами они будут изучаться. При этом логика выбора содержания и методов зачастую остаётся неизвестной.

Решение методической проблемы отбора и метода изучения законов, необходимых в обучении химии, мы рассмотрим на примере стехиометрических законов, газовых законов и правила Вант-Гоффа.



Стехиометрические законы в том или ином виде изучались на протяжении всего времени систематического преподавания химии в советской и российской школе. Поэтому их можно считать де-факто включёнными в образовательный стандарт. Стехиометрические законы относятся к количественным законам, поскольку определяют отношения между физическими величинами, носят исторический характер по времени своего открытия и изучаются одними из первых.

Исторически к стехиометрическим законам относятся:

– *Закон сохранения массы* (М.В. Ломоносов, А.Л. Лавуазье): масса реагирующих веществ равна массе продуктов реакции.

– *Закон постоянства состава* (Ж. Пруст): химическое соединение, имеющее молекулярное строение, независимо от метода получения характеризуется постоянным составом.

– *Закон кратных отношений* (Д. Дальтон): если один и тот же элемент образует несколько соединений с другим элементом, то на одну и ту же массовую часть первого элемента будут приходиться такие массовые части второго, которые относятся друг к другу как небольшие целые числа.

– *Закон эквивалентов* (И. Рихтер): все вещества реагируют и образуются в эквивалентных отношениях.

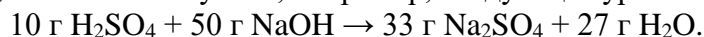
– *Закон простых объемных отношений* (Ж. Гей-Люссак): при равных условиях объемы вступающих в реакцию газов относятся друг к другу и к объемам образующихся газообразных продуктов как небольшие целые числа.

– *Закон Авогадро*: в равных объемах любых газов, взятых при одинаковых условиях, содержится одинаковое число молекул.

Из стехиометрических законов в настоящее время изучаются в основном два: закон постоянства состава и закон сохранения массы. Ранее изучался закон эквивалентов. Закон Авогадро относили к газовым законам, а закон Гей-Люссака не изучался вообще.

Необходимость изучения закона постоянства состава и закона сохранения массы обоснована ещё В.Н. Верховским [1, с. 54, 61], и это обоснование имеется и в современных УМК. На основании закона постоянства состава можно составлять формулы веществ, закон сохранения массы лежит в основе составления химических уравнений. Таким образом, эти законы применяются в определённой деятельности, регулируя её, что соответствует назначению научных законов. Но действительно ли законы соответствуют регулируемой деятельности?

Адекватность закона и регулируемой им деятельности будет определяться тем, насколько логическая структура закона соответствует логической структуре ситуации его применения. Рассмотрим закон сохранения массы. Если мы попытаемся на основании этого закона составить уравнение, то можно получить, например, следующее уравнение:



Очевидно, что данное уравнение составлено неверно, тем не менее, оно полностью соответствует применённому закону: масса вступивших в реакцию веществ ( $m = 10 \text{ г} + 50 \text{ г} = 60 \text{ г}$ ) равна массе получившихся веществ ( $m = 33 \text{ г} + 27 \text{ г} = 60 \text{ г}$ ).

Опрос учителей школ г. Москвы (62 чел.), занимавшихся на курсах повышения квалификации, показал, что 82 % учителей преподают этот закон, но этот же опрос показал, что 100 % учителей объясняют составление уравнения химической реакции на основании «закона сохранения атомов в химической реакции». Более того, проведённое в рамках этих же курсов практическое занятие показало, что из закона сохранения массы принципиально невозможно вывести правила составления химических уравнений.

Основанием для составления химического уравнения мог бы служить закон эквивалентов, поскольку именно в нём определены отношения между массами всех веществ, принимающих участие в химической реакции, но этот закон изъят из программы. Безусловно, закон сохранения массы правилен и действует во всех химических процессах, но применять



его надо для решения других задач. Возможно, в задачах на избыток-недостаток, вычисление выхода продукта и других.

Предполагается, что изучение закона постоянства состава позволит решить задачу составления формул веществ. Однако этот закон применим только к молекулярным веществам, а подавляющее число веществ при стандартных условиях имеют немолекулярное строение, в этом заключена ограниченность этого закона. Но самое главное – он не определяет соотношение числа атомов в структурной единице вещества. Согласно этому закону, независимо от способа получения, вода будет иметь один и тот же состав. Это верно, но каков будет этот состав –  $\text{H}_2\text{O}$  или  $\text{H}_4\text{O}_{15}$ , определить согласно этому закону нельзя. Составление формул, согласно опросу учителей (100 %), производится на основании формальных понятий валентности или степеней окисления.

Таким образом, из трёх стехиометрических законов два изучаются для регулирования той деятельности, которая принципиально этими законами не регулируется, а третий не изучается, но именно он необходим.

Следующими объектами анализа будут газовые законы: Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Шарля, объединённый газовый закон и уравнение Менделеева-Клапейрона, уравнения состояния идеального газа. Эти законы применяются для вычисления объёмов газов при различных условиях. В целом, это адекватное применение. Ошибки происходят из-за того, что эти газовые законы имеют большие ограничения, которые не оговариваются при изучении.

В химии мы имеем дело с реальными газами, а не с идеальным, как это изучается в физике, поэтому уравнения идеального газа или Менделеева-Клапейрона неприменимы вообще, а необходимо применять уравнение Ван дер Ваальса. Кроме того, все перечисленные газовые законы ограничены по диапазонам значений термодинамических параметров: значения температур колеблются от  $-5$  до  $100^\circ\text{C}$ , давление от 2 до 500 кПа,  $c(\text{газа}) < 1$  моль/дм<sup>3</sup> (6, с. 161-170). Дополнительные ограничения накладывают физические свойства реальных газов, которые при переводе из одних условий в другие вообще могут перейти из одной фазы в другую.

Формальный подход, как к составлению, так и к решению задач с применением этого газового закона приводит к абсурдным результатам, хотя формально задачи имеют смысл, а решения абсолютно правильны. Например, в одном из задачников приведены следующие задачи (7, с. 30). Задача 187. *Водяной пар при  $100^\circ\text{C}$  и давлении  $1,013 \cdot 10^5$  Па занимает объём  $200$  см<sup>3</sup>. Приведите его объём к нормальным условиям.* Решение (7, с. 168), предложенное авторами, с применением объединённого газового закона приводит к следующему ответу  $V = 146$  см<sup>3</sup>. Однако при нормальных условиях вода находится в трёхфазном равновесии, поэтому только какая-то часть её будет находиться в газовой фазе, и решение, очевидно, не столь тривиально, как в задачнике. В другой задаче 190 требуется рассчитать плотность газообразного  $\text{XeF}_6$  при нормальных условиях и при  $25^\circ\text{C}$  и  $0,962 \cdot 10^5$  Па. Решения авторов (7, с. 168) приводят к следующим объёмам  $V_1 = 10,94$  г/л,  $V_2 = 9,5$  г/л. Однако эти решения принципиально неверны, потому что при условиях данных в задаче фторид ксенона является твёрдым веществом ( $T_{\text{пл}} = 49,48^\circ\text{C}$ ,  $T_{\text{кип}} = 75,65^\circ\text{C}$ ), и его плотность равна  $\rho = 3,41$  г/см<sup>3</sup> (8, с. 549).

Из 28 учащихся 11 класса средней школы, решивших вышеприведённые задачи, все решили авторским методом и получили идентичные авторам ответы.

Таким образом, можно констатировать, что количественные законы изучаются формально, в деятельности неадекватной применяемым законам, а обучение их применению фактически не осуществляется.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верховский, В.Н. Неорганическая химия: учебник для средней школы [текст] / В.Н. Верховский. – 3-е изд. – М. – Л.: Учпедгиз, 1936 – 360 с.



2. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования // Федеральные Государственные Образовательные Стандарты [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://standart.edu.ru/catalog.aspx?CatalogId=2588>. – Дата доступа: 01.10.2013.

3. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего (полного) общего образования // Федеральные Государственные Образовательные Стандарты [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://standart.edu.ru/catalog.aspx?CatalogId=6408>. – Дата доступа: 01.10.2013.

4. Примерные программы по учебным предметам. Химия. 8-9 классы : проект [текст]. — 2-е изд. дораб. — М. : Просвещение. 2011. – 44 с. – (стандарты второго поколения).

5. Примерные программы по учебным предметам. Химия. 10–11 классы: проект [текст]. – 2-е изд. – М.: Просвещение. 2011. – 88 с. – (стандарты второго поколения).

6. Пригожин, И. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур [текст] / И. Пригожин, Д. Кондепуди; пер. с англ. Ю.А. Данилова и В.В. Белого. – М.: Мир, 2002. – 461 с.

7. Слета, Л.А. 1001 задача по химии с ответами, указаниями и решениями [текст] / Л.А. Слета, А.В. Черный, Ю.В. Холин. – М.: Илексап, 2005. – 368 с.

8. Фториды ксенона [текст] // Химическая энциклопедия: в 5 т. Т. 2 : Даффа – Меди / редкол.: И.Л. Кнуныц (гл. ред.) [и др.] – М.: Советская энциклопедия, 1990. – 671с.

УДК 373:54

**О.Н. Рыжова**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования*

*«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»,  
г. Москва, Российская Федерация*

## **СОВРЕМЕННОЕ РОССИЙСКОЕ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ: ВЫСШАЯ И СРЕДНЯЯ ШКОЛА**

Параллельное существование двух подсистем в российском высшем профессиональном образовании стало уже фактом. Одна из подсистем – массовое высшее образование, которое доступно любому выпускнику средней школы. Другая – это качественное, фундаментальное высшее образование. Фундаментальное образование, в отличие от массового, доступно далеко не каждому выпускнику, и получить его можно не в каждом вузе. К таким вузам можно отнести многие российские классические университеты, потенциал которых – научный и кадровый – пока еще высок и позволяет обеспечивать образование на качественном уровне.

Учебный план химического факультета МГУ, рассчитанный на шесть лет, предполагает изучение разнообразных учебных дисциплин, которые можно сгруппировать в несколько циклов (химический, физический, математический, гуманитарный). Собственно химических обязательных для всех студентов дисциплин (не говоря уже о специальных курсах) – десять, тогда как «физических» дисциплин – четырнадцать и «математических» – двенадцать. Слабый выпускник, совершенно очевидно, не в состоянии справиться с подобным учебным планом, поэтому формирование качественного, хорошо подготовленного студенческого контингента становится в настоящее время одной из решающих составляющих фундаментального высшего образования. Ее реализация осложняется рядом неблагоприятных факторов: во-первых, это мировая тенденция устойчивого падения интереса к получению фундаментального естественнонаучного и инженерно-технического образования; во-вторых, все еще неблагоприятная демографическая ситуация в стране; в-третьих, год от года снижающийся уровень подготовленности выпускников школ.