

Научность и доступность учебного текста школьного курса химии

Д. И. Мычко, кандидат химических наук, доцент кафедры неорганической химии БГУ

Рубрика «Методологические вопросы химии» в журнале «Хімія: проблеми викладання» стала традиционной. Её авторами в прошлом были академик В. В. Свиридов, профессор В. Ф. Тикавий, сегодня в ней печатаются академик А. И. Лесникович, профессора А. А. Чиркин, А. С. Неверов и другие известные в нашей стране учёные-педагоги. Цель этих публикаций — расширить методологический кругозор педагогов, снабдить их современными методологическими знаниями, необходимыми как в процессе трансляции молодому поколению современных научных знаний, так и для самостоятельной ориентации в потоке разнообразной, часто противоречивой информации.

В последнее время в области методологического просвещения, которое ведёт наш журнал, активную позицию занял доцент кафедры химии БГПУ им. Максима Танка А. С. Тихонов. С присущей ему научной аккуратностью и скрупулёзностью в серии статей под общим названием «О трактовке физических величин в школьных учебниках по химии» [1; 2] он обозначил важную методологическую проблему — унификация и стандартизация научной терминологии. Актуальность этой работы отражена в различных международных соглашениях по гармонизации понятий и терминов [3; 4], в которых подчёркнуто, что существенным условием прогресса является сотрудничество между специалистами различных отраслей науки и техники. Чтобы существующий информационный научно-технический обмен был успешным, научные и технические термины должны иметь одно и то же значение для всех, кто ими пользуется. Таким образом, интересы международного и междисциплинарно-

го взаимопонимания требуют унификации терминологии.

Основы этого взаимопонимания закладываются на разных ступенях научного образования. Поэтому публикация в нашем журнале статей А. С. Тихонова выглядит вполне обоснованно. В них он обращает внимание на несоответствия между принятой во всём мире нормой и практикой использования некоторых терминов и их описаний в учебниках. В ряде случаев такое несоответствие приводит к нарушению преемственности между различными ступенями обучения и междисциплинарными связями.

В качестве примера, обратим внимание на формулировки определения понятия *молярная масса*, приведённые выше в статье А. С. Тихонова. Только в тексте учебника по химии белорусских авторов фигурирует термин *химическое количество*. Его больше не встретишь ни в других учебниках и пособиях по химии, ни в параллельном курсе физики для учащихся белорусских школ. О нормативных требованиях к использованию соответствующего этому термину понятия статья А. С. Тихонова была опубликована ранее [1].

Хотелось бы напомнить, что термин *химическое количество* появился в белорусских учебниках по химии в конце 1990-х годов. Его введение в учебные пособия было ответом на появление этого термина в так называемой Зелёной книге (The Green Book — рис. 1.) дополнительно к уже устоявшемуся к тому времени понятию *количество вещества* [5]. Необходимость его принятия аргументировалась желанием исключить неоднозначность, которую вносит обыденное понимание слова «количество». Но сами авторы международных соглашений не учли требова-

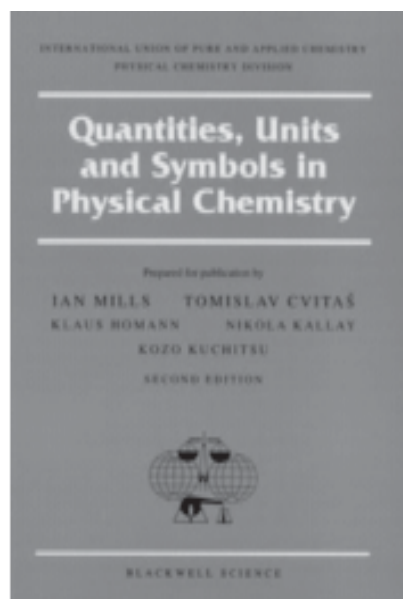


Рис. 1. Обложка так называемой Зелёной книги, в которой ИЮПАК публикует свои рекомендации по использованию физических величин

ния к научным терминам — однозначность, так как не может одно и то же понятие обозначаться разными терминами: *количество вещества* и *химическое количество*. Хотя уже тогда было ясно, что Международное сообщество физиков никогда не станет обозначать количество электронов термином *химическое количество*, белорусским авторам показалось интересным методическое обоснование этого нововведения, и они поспешили ввести его в содержание школьного курса химии.

Прошло совсем немного времени, и в рекомендациях ИЮПАК исчезла двусмысленность определения одного понятия. Я специально привожу страничку с сайта ИЮПАК, на которой представлен текст с перечнем основных физических величин (рис. 2).

Подобных поспешных терминологических нововведений можно избежать, если исходить из нормативных установок, регулирующих деятельность в науке и придающих ей известный специфический характер, выделяя среди других, ненаучных, способов духовного освоения действительности. Эти нормативы, или, точнее сказать, каноны, за-

фиксированы в критериях научности знания. Их рассмотрению посвящён любой учебник по философии и методологии науки, например [6], и поэтому здесь мы упомянем лишь те из них, которые относятся к предмету данной статьи:

- предметность;
- объективность;
- однозначность;
- определённости;
- точность языка;
- системность;
- логическая непротиворечивость;
- доказательность;
- аргументированность;
- воспроизводимость;
- проверяемость;
- теоретическая и (или) эмпирическая обоснованность;
- инструментальная полезность (практическая применимость);
- критичность;
- имперсональность.

Критерии научности выполняют функцию отбора единиц знания на базе имеющихся в познании фильтров предпочтения. Они нормативно и ценностно ориентируют исследования, целенаправляют поисковую деятельность, отсекают непродуктивные установки, утверждая типовые методы генерации знания, указывают направления желательной эволюции отраслей и дисциплин, устанавливают эталоны объяснения и описания знания [7].

При использовании этих критериев следует иметь в виду, что наука по своей природе ориентирована на новизну, на движение вперёд. И вот здесь и возникает соблазн использовать в учебном процессе то, что ещё не устоялось, не прошло проверки научной практикой. Подобные противоречия между интенцией и реальностью снимаются, если принять во внимание закономерности функционирования самой науки. Одна из моделей её многоярусной структуры предполагает выделение трёх основных сегментов: наука переднего края, твёрдое ядро науки, история науки [8].



I U P A C

Abbreviated list of quantities, units and symbols in physical chemistry

1. Base SI units and physical quantities

News & Notices
Organizations & People
Standing Committees
Divisions
Projects
Reports
..By Year
..Divisions
..Other Committees
..Provisional
Publications
Symposia
AMP
Links of Interest
Search the Site
Home Page

A *physical quantity* is the product of a *numerical value* (a pure number) and a unit.

Physical quantities are organized in a dimensional system built upon seven base quantities. The International System of Units (SI) is based on the seven base units having the same dimensions as the associated physical quantities. Their names and symbols are as follows:

<i>Base Physical Quantity</i>	<i>Symbol for Quantity</i>	<i>Name of SI Unit</i>	<i>Symbol for SI Unit</i>
length	<i>l</i>	metre	m
mass	<i>m</i>	kilogram	kg
time	<i>t</i>	second	s
electric current	<i>I</i>	ampere	A
thermodynamic temperature	<i>T</i>	kelvin	K
amount of substance	<i>n</i>	mole	mol
luminous intensity	<i>I_v</i>	candela	cd

The symbol for a physical quantity is a single letter of the Latin or Greek alphabet printed in italic (sloping) type. It may be modified by subscripts and/or superscripts of specified meaning, or further characterized in particular cases through annotations in parentheses put directly behind the symbol. The symbol for a unit is printed in roman (upright) type. Neither symbol should be followed by a full stop (period).

The physical quantity 'amount of substance' or 'chemical amount' is proportional to the number of elementary entities - specified by a chemical formula - of which the substance is composed. The proportionality factor is the reciprocal of the Avogadro constant L ($6.022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$). The amount of substance should no longer be called 'number of moles'.

Examples of relations between "amount of substance" and other physical quantities:

2 moles of N_2 contain $12.044 \cdot 10^{23}$ molecules of N_2 , amount of N_2 = $n(\text{N}_2)$ = number of N_2 molecules/ L ;

1.5 moles of Hg_2Cl_2 have a mass of 708.13 g;

1 mole of photons with frequency 10^{14} Hz has an energy of 39.90 kJ;

1 mole of electrons, e^- , contains $6.022 \cdot 10^{23}$ electrons, has a mass of $5.468 \cdot 10^{-7} \text{ kg}$, and a charge of -96.49 kC.

[Back to Index]

Page last modified 29 May 2000.

Copyright © 2000 International Union of Pure and Applied Chemistry.

Questions or comments about IUPAC, please contact, the Secretariat. Questions regarding the website, please contact web manager.

Рис. 2. Страницка сайта ИЮПАК

Хімія: проблеми викладання. № 11, 2009

Не имея здесь возможности подробно остановиться на характеристики этих сегментов, отметим лишь основные их функции. Задача науки переднего края — генерировать новое, поэтому наряду с истинным включаются неистинные, но полученные научными средствами результаты. История науки представляет сегмент, образованный массивом вытесненного за пределы науки, морально устаревшего знания. Однако его неправильно квалифицировать как издержку. В нём необходимо видеть непреходящую значимость данного фонда: он выступает неуываемым заказником идей, ибо нечто, реализованное в прошлом, может реактивироваться в будущем.

Твёрдое ядро науки — сегмент, который образован лишь абсорбированным из совокупной науки элементом истинного. Это как бы основа, «непроблематизируемый», достоверный пласт знания, кристаллизуемый по ходу прогресса познания. Совместно с историей науки он функционирует как инструмент отсева экстравагантностей. Твёрдое ядро, решая свою задачу, выступать фактором определённости, играет роль предпосылочного, базисного знания, ориентирующего и корректирующего познавательные акты, и позволяет производить отбор содержания образования.

В дидактике контроль в обучении за необходимостью различных «инновационных прививок» осуществляется с учётом принципов научности и доступности.

В качестве примера, когда при определении содержания образовательной области «Химия» не были учтены выше обозначенные критерии отбора научной информации и формы её предъявления, можно привести введение полудлиннопериодной формы периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева (далее просто Таблица). Поскольку подробному рассмотрению этого вопроса специально было посвящено две статьи в нашем журнале [9; 10], подчеркнём лишь следующее.

ИЮПАК, перейдя в 1989 году от использования короткой формы Таблицы к полудлиннопериодной, нормативно не навязывал её национальным образова-

тельным системам. И вообще ИЮПАК даёт только рекомендации, которые не являются строгими нормами. Нормативный характер носят только государственные и международные стандарты. Что касается нормативов на использование моделей, к которым относится Таблица, таких рекомендаций быть не может. Всякая модель в учебном процессе — это не только носитель научной информации, предмет изучения, но и средство обучения. Поэтому в случае выбора формы представления периодической системы вопрос о научности или ненаучности, современности или несовременности вообще не должен подниматься. Ненаучной будет лишь та Таблица, в которой будут приведены названия и символы элементов, значения их атомных масс или порядковые номера, которые не являются общепринятыми.

Примером, когда в содержании учебных текстов используются потерявшие свою научность определения, является данное в некоторых учебных пособиях определение материи как нечто существующее в двух видах. Взятое из пройденного этапа философского осмысления действительности, оно не учитывает современных онтологических представлений, в которых не проводится резкой границы между веществом и полем. И действительно, разве можно представить себе молекулу — вещество — как совокупность взаимосвязанных атомов, в пространстве между которыми не существует полей, за счёт которых и осуществляется единство молекулы, определяется её способность к самостоятельному существованию. Здесь уместнее было бы иметь в виду более широкое толкование вещества, как «...любой протяжённой (и поэтому не чувствительной к форме и размерам) системы частиц и полей, которая служит «строительным материалом» физических объектов» [9]. Есть ли смысл нагружать учеников такими сложными онтологическими понятиями. Сейчас уже говорят и о виртуальных частицах, которые образуют вакуум, о так называемой тёмной материи. Не будет ли более оправданным сохранить то опреде-

ление вещества, которое использовалось всегда и научность которого не утрачена: «Вещество — это то, из чего состоят физические тела»?

Суть понятия для учащегося может быть раскрыта не только в его определении, а, возможно, в результате всего процесса обучения. Определение научного понятия — это вершина научной мысли, оно возникает порой в результате продолжительной научной деятельности, и требовать от учащегося сразу его усвоения порой недопустимо. Забегание вперёд может обернуться обратным эффектом — потерей интереса к предмету, его непосильностью для усвоения.

Например, в самом начале в известных учебниках по химии с научной точки зрения даётся правильная классификация веществ: вещества молекулярного и немолекулярного строения, приводятся количественные характеристики — относительная молекулярная и относительная формульная масса. Но насколько это правильно с дидактической точки зрения? Посильно ли учащемуся, делающему только первые шаги в химии, разобраться и отличить по формулам какое строение имеет каждое вещество. Где тот критерий, который позволил бы ученику это сделать? Не лучше ли этот вопрос рассмотреть при изучении природы химической связи? Имея уже приличный преподавательский стаж, мне не приходилось сталкиваться с понятием *относительная формульная масса*, за исключением отдельной учебной литературы. Если этим термином не пользуются даже профессионалы, зачем оно ученику?

Я хорошо помню свой первый курс университета, когда на лекциях по общей химии нам рассказывали о веществах нестехиометрического состава. Тогда лектор, рассуждая об определении понятия *молекула*, высказал мысль: «А нельзя ли любой кристаллик соли назвать молекулой?» Действительно, он представляет собой изолированную устойчивую группировку атомов, способную существовать самостоятельно, и сохраняет химические свойства массивного вещества.

Что касается сохранения молекулой свойств вещества, то кто и когда установил химические свойства отдельных молекул? Все химические свойства молекулярных веществ устанавливались при изучении их весовых количеств. А это в совокупности даже при их концентрации единиц ppm в объёме $0,001 \text{ см}^3$ воздуха составляет порядка $3 \cdot 10^{10}$ молекул.

Возвращаясь к выше представленной статье А. С. Тихонова и полностью соглашаясь с тем, что *молярная масса* — это другая физическая величина по сравнению с просто массой и что строгое и точное определение этой величины должно быть дано через отношение массы вещества к его количеству, следует задуматься, а способен ли ученик 7-го класса, только усваивающий совершенно новые для него понятия, запомнить хотя и простую, с точки зрения опытного учёного, формулу. Мне в данном случае ближе точка зрения авторов белорусских учебников по физике и многочисленных пособий для поступающих в вузы, где молярная масса трактуется как масса 1 моль вещества. И аргументировать её я могу, опираясь как на личный опыт, так и общие законы дидактики. Запомнить такое определение хотя бы проще потому, что оно содержится в самом термине *молярная масса*, т. е. масса моля. А дальше дело логики — составил пропорцию:

1 моль имеет массу M ,

значит n моль имеют массу m .

Подставил известные данные и решил задачу.

Навязанный нашей школе алгоритмический, формульный метод решения задач *взамен* логического привёл к тому, что учащихся заставляют запоминать, а не думать, рассуждать. Результат здесь очевиден: забыл формулу и всё.

Часто задания ЦТ критикуют за то, что учащиеся не успевают их полностью выполнить и не только из-за сложности, а из-за недостатка времени, отведённого на их выполнение. Действительно, сколько времени надо абитуриенту, чтобы декодировать условие задачи, сложное прежде всего не в хими-

ческом, а лингвистическом смысле. Рассмотрим следующий пример.

Газ, выделившийся при действии цинка массой 2,0 г на раствор хлороводородной кислоты объёмом 18,7 см³ с массовой долей HCl 14,6 % и плотностью 1,07 г/см³, пропустили при нагревании над оксидом меди(II) массой 4,0 г. Чему равна масса полученной твёрдой смеси?

Не проще ли эта задача будет выглядеть, если её представить в стиле, используемом всеми профессиональными химиками.

Газ, выделившийся при действии 2,0 г цинка на 18,7 мл 14,6%-ной соляной кислоты (плотность раствора 1,07 г/мл), пропустили при нагревании над 4,0 г оксида меди(II). Чему равна масса полученной твёрдой смеси?

Разница здесь не только в одной строчке текста, а в так называемом скрытом смысле.

Для пояснения последнего приведём такой пример. Можно сказать: «Лошадь пьёт воду», а можно: «Животное из отряда копытных всасывает жидкость, которая имеет химический состав H₂O». На первый взгляд, информация одна и та же. Но во втором случае за обилием научных слов теряется основной смысл высказывания.

В журнале «Химия в школе» один из авторов как-то обратил внимание на традиционную формулировку химических задач, например: «При взаимодействии 9 г графита и 48 г серы получено...», и тут же заметил, что создаётся впечатление, что взаимодействуют граммы, а не вещества. Условие задачи поправили: «При взаимодействии графита массой 9 г с серой массой 48 г получено...», вместо того, чтобы разобраться в том, что означает запись «9 г графита». 9 г — это физическая величина, которая измеряется в граммах, и обозначает массу вещества, в данном случае графита, являясь его количественной характеристикой. Авторы попытались перефразировать простую запись «9 г графита» в более громоздкое высказывание.

Задача научного языка представить как можно в более сжатой, ёмкой фор-

ме большой массив информации. Это наиболее понятно химикам, которые пользуются величайшей системой научного кодирования информации — химическими символами элементов и уравнениями химических реакций.

Завершая, к сожалению, только фрагментарный, из-за сжатых рамок статьи, методологический анализ соответствия содержания некоторых учебных текстов критериям научности и доступности, следует ещё раз подчеркнуть, что отбор содержания учебного материала — не простая задача и тот, кто берётся за создание таких текстов, должен не только обладать высоким уровнем научной образованности, но и понимать, как сделать текст доступным для ученика, не нарушая его научности. Одним из известных механизмов исключения всякого рода ошибочных «инновационных прививок» — это открытая широкая их апробация, полем для которой мог бы выступить научно-методический журнал. Подобные публикации в нашем журнале, как показал опыт, обычно не оставляют равнодушных.

В этой статье нет попытки кого-либо обидеть или выступить в менторской роли с поучениями: в ней отражён результат проведённого методологического исследования известных проблем. Её цель, как и всех статей подобной тематики, не снабдить читателя какими-то нормативными предписаниями, а побудить его задуматься над существующими проблемами и коллективно выработать адекватное современной образовательной ситуации решение. Поэтому не надо содержание статьи рассматривать как непримиримую критику некоторых подходов. Критикуемость знания — критерий его научности. Знание, которое не может быть подвергнуто сомнению, проверке на истинность, не может быть отнесено к научному. Это в равной степени относится как к естествознанию, так и к педагогике. Процесс обучения как деятельность по трансляции социально-значимого опыта подрастающему поколению способствует социализации личности. Критерии отбора этого опыта такие же, как

и критерии научности знания: обоснованность, общезначимость, intersubjectивность. Субъективизация в таком выборе грозит тем, что сам процесс обучения из социализации превратится в клонирование, тиражирование субъективного, необщепризнанного опыта.

Как главный редактор научно-методического журнала должен заметить, что стиль публикаций в нашем журнале отличается от стиля лабораторных протоколов экспериментальных исследований с их беспристрастностью и эмоциональной

нейтральностью. Познавательный процесс в гуманитарных науках во многом осуществляется на чувственно-иррациональной основе. Поскольку стиль педагогических текстов задают идеалы гуманитарного знания, в них, в силу традиций, нельзя исключить присутствия эмоциональной окраски в выражении отношения авторов к рассматриваемым проблемам. В связи с этим я приношу свои извинения тем, кто не воспринимает этот стиль, и, возможно, кого он задел, как говорят, за живое.

Список использованной литературы

1. Тихонов, А. С. О трактовке физических величин в школьных учебниках по химии. Физическая величина количества вещества // *Хімія: проблеми викладання*. — 2008. — № 3. — С. 11—13.
2. Тихонов, А. С. К вопросу об унификации физических величин, выражающих концентрацию веществ в растворах // *Хімія: проблеми викладання*. — 2009. — № 9. — С. 57—59.
3. ИСО 860-68. Международная организация стандартов. Международная унификация понятий и терминов; пер. с англ. — Горький, 1981.
4. Терминологическая деятельность — гармонизация понятий и терминов; пер. с англ. — М., 1996.
5. Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry (The Green Book). — Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1996.
6. Философия науки : учебное пособие для вузов / под ред. С. А. Лебедева; 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Академический проект, 2006.
7. Ильин, В. В. Критерии научности знания. Монография. — М. : Высшая школа, 1989.
8. Ильин, В. В. Теория познания. Эпистемология. — М. : Издательство МГУ, 1974.
9. Киржниц, Д. А. Экстремальные состояния вещества. Физика элементарных частиц. — Т. 4. — С. 86.
10. Лесникович, А. И. Valentia — сила, способность (валентность) // *Хімія: проблеми викладання*. — 2009. — № 3. — С. 3—7.
11. Мычко, Д. И. Валентность и открытие периодического закона: методологический и методический аспект // *Хімія: проблеми викладання*. — 2009. — № 7. — С. 48—59.