

## Безмодельный подход к обучению записи химических формул

### 1. Переход 10 – 11 классы

**Ретроспектива: 10-й класс.** В десятом классе мы подробно изучаем разнообразные, но все же находящиеся в рамках определенных закономерностей формы кристаллов солей и их симметрию. Мы исследуем движущие силы кислот, всасывающее действие щелочей, «окаменение» оснований. В мире растений с действием щелочей связаны тяжесть и перезревание, с действием кислот — свежесть и рост. Внутренняя среда тела животного имеет основной характер; действие кислот направлено вовне, например, как в случае желудочного сока или маточного молочка у пчел. На занятиях рассматривается влияние солей, щелочей и кислот на минералы, воды земной поверхности и соки живых существ. Различные направления воздействия, которые в самых разных вариациях проявляются через весомые вещества\*, становятся ощутимыми, способными вызвать наглядные переживания — вплоть до кристаллической формы.

**Будущие задачи: 11-й класс.** При случае, немного предвосхищая события, еще в десятом классе можно показать те или иные химические формулы солей, кислот или оснований, настоятельно порекомендовав по возможности их запомнить, т.к. они пригодятся уже в следующем году. Но как можно рассматривать бесчисленное множество веществ, которое есть в мире, исходя из небольшого числа химических элементов, в каких уплотнениях, концентрациях, и, наконец, в виде каких импульсов, послуживших превращению и становлению этого множества, они представлены в природе: такое сужение, смещение в одну сторону и вплоть до крайней степени обособления — элемента, впервые возможно лишь в возрасте 11-го класса; подобные вещи уместно включать в курс обучения лишь тогда, когда потребуется определенное подведение итогов касательно возможностей химии, начало изучения которых было положено еще в 10-м классе, для того, чтобы обратить внимание на концентрирование и смещение равновесия в одну сторону.

### 2. Законы и атомы

**Задача элемента? Всегда быть в соединениях.** Прежде всего, следует особо отметить, что вне зависимости от того, начинается ли эпоха с изучения кальция, азота, натрия или серы, элемент, представляющий собой *сосредоточение импульса вещества*, имеет самый маленький вес среди всех своих дериватов. Все соединения элемента весят больше того его количества, из которого они были получены, потому что кое-что прибавляется. Элемент предстает в окружении своих дериватов (соединений). Но лишь в соединении он может быть задействован в каком-либо природном процессе и занимать в нем центральную позицию, присоединяясь к другому элемен-

---

\* Вещества материального мира.

ту или находясь с ним в соединении. В природе что-либо редко берет свое начало от изолированного элемента, полученного в большинстве случаев исключительно искусственным путем. Т. е. свой импульс, свой стимул к направленному движению элемент воплощает не без посторонней помощи, а вместе с другими элементами и благодаря им. Наш мир может существовать, лишь постоянно стремясь к достижению новых качеств, с постоянно прибывающими силами. Но они формируются не из однотипных элементов, являющихся структурными единицами вещества. Каждое соединение обладает *собственными* качествами. У элементов есть лишь намек на них, но сами они в этом отношении «беднее».

**Никаких материальных структурных элементов окружающего мира!** Пока нет возможности продемонстрировать такое «обеднение», не следует говорить об элементах как о неких мистических основополагающих сущностях, используя общие фразы о материальности и компонентах; как бы высоко они ни ценились в обычной школьной химии в качестве основополагающих структурных единиц окружающего мира или просто как единственная реальность. У нас нет оснований разрабатывать тему элементов до 11-го класса!

**Пропорции.** Действие так называемого Закона постоянства состава (Закон Пруста) ученики уже переживали, наблюдая появление воды при таянии первых сосулук. Ничто не возникает ничего, из малого образуется малое. В большинстве случаев что-то находится в избытке. Но при добавлении большего количества кислоты к щёлочи в результате получается такое же количество соли, как и при добавлении ее меньшего количества, а излишек того или иного вещества остается. Для каждого вещества характерными являются как свойства, так и соотношение субстанций, из которых оно было получено; это изменить нельзя. В ходе занятий не следует постоянно возвращаться к Закону постоянства состава и к Закону сохранения массы.

**Сохранение массы элемента.** Также понятно, что те же самые вещества или элементы при разрушении продукта вновь появляются в прежнем количестве, в связи с тем, что ничего не исчезает. Иначе в ходе длительного образования и последующего разрушения соединения одно исходное вещество постепенно превратилось бы в другое. Но они как раз-таки и отличаются друг от друга! Таким образом, так называемый Закон сохранения массы элемента можно вывести совместно с учениками без усиленной аргументации и приведения доказательств.

**Результаты, а не определения, характеризуют законы.** Для занятий нам нужны не обширные *измерения*, а опыт и оценка того, насколько наглядно *проявляются* законы, что *указывает* на них в ходе опытов. Например, это подразумевает опыт с образованием сульфида железа. Именно на него и на схожие наглядные превращения, а не на законы или учение об атомах мы опираемся при обучении записи химических формул. Именно удовольствие от объяснения посредством «атомов» вытекает из еще более глубокого уровня полусознанных предположений, как принятие того факта, что «элементы являются всеобщими структурными единицами»; оно еще сильнее уводит от того, чтобы, исходя из собственных побуждений, встретиться с миром и от собственного суждения. Следует остерегаться и того, и другого, потому что продиктованная чувствами черта, с уверенностью представлять, что всё в мире имеет материальную природу, есть у каждого.

**Переживание границ частиц.** Занимающие главенствующую позицию лабораторная и промышленная химия основываются на сохранении массы, числовых соотно-

шениях, постоянстве состава и кратных (множественных) отношениях, сохранении массы элемента и, наконец, сохранении частиц; тех частиц, которые были бы вечны и делали бы всё! Существующая планета Земля переживается как некое замкнутое пространство, «клетка», в которой бушуют частицы, порождая земной мир и в тоже время ограничивая его. В таком случае манипуляции с частицами переживаются как то, что предоставляет большие полномочия в этой клетке; формулы становятся их изображением, а все свойства явлений окружающего мира перестают иметь значение. В таком случае мы уже имеем дело с основополагающей вечной реальностью. Здесь не требуется качественное восприятие и чувственное постижение живой природы и образующихся в ней веществ. Также не следует предаваться спонтанным, мыслям о таком восприятии и постижении, а также давать им оценку. Есть уже готовые представления (например, «молекулы», «электроны» и «ионы»), которые соотносятся с теоретическими знаниями в области физики — с ее вечным статическим миром, в котором всё, по сути, изначально ограничивалось фундаментальными вопросами.

**Часто возникающие ощущения.** Вышеупомянутый подход используется не только при философском взгляде на вещи, он скорее представляет собой распространенную точку зрения, которая кроме всего прочего учитывает и особенности мировосприятия школьников. Таким образом, можно было бы резюмировать, что химическое познание, основанное на атомистических представлениях и слабых экспериментальных доказательствах, в сочетании с осуществимостью и «инстинктом власти», сводится к невысказанному кредо: «Приветствуем вас, атомы! Мы благодарим вас за всё: за создание природы, нашего тела, наших мыслительных процессов: мы в вас, а вы в нас!»

**Дидактические пути.** Итак, для начала оставим атомы в покое. Насколько неизменны они сами, настолько же неизменны основополагающие представления и первичные суждения, исходя из которых, мы о них узнаем; здесь мы не можем предложить ученикам ничего духовного. Мы можем упоминать атомы, «восхвалять» их, можем показать, что мы знаем систему, что восхищены ее грандиозными логикой и возможностями, и считаем ее в высшей степени достойной того, чтобы ее изучать, но при этом мы не ищем в том ни мудрости, ни пользы, т. к. мы сможем достигнуть их только благодаря чувственному восприятию, а не представлениям.

**Никаких окончательных суждений.** То, как мы обращаемся к проблеме атомизма, должно быть путеводной звездой только для *обыденного сознания*, чтобы помочь ему открыться по отношению к естественным, жизненным вещам и благодаря чему оно могло бы найти свой путь. Историческая, философская, научно-теоретическая или даже научная оценка этому не давалась. Лишь касательно первоначальной фундаментальной проблемы материалистического и причинно-аналитического естествознания следует указать на несколько небольших сочинений Р. Штайнера 1882 – 1890 гг. («Единственно возможная критика атомистических понятий» и «Атомистика и ее опровержение»)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Статьи в Полном собрании сочинений Р. Штайнера № 63, Михаели, 1978, Управление наследственным имуществом Р. Штайнера, СН 4143 Дорнах

### 3. Способы восприятия

**Постепенный переход к формулам.** Химические формулы нужно вводить постепенно; при этом их объяснение начинается и развивается на основе восприятия, а не в ходе отнимающих много времени специально организованных мероприятий. В завершение можно провести опыт с разложением воды при помощи аппарата Гофмана, как единственный «эксперимент с использованием формул». Образование сульфида железа стало бы ключевым экспериментом. На его основе можно отлично показать, что означает избыток серы или железа. Опыты с прокаливанием стальной стружки на воздухе или восстановлением оксида меди аммиаком, которые можно также продемонстрировать, при определенных условиях подошли бы для разработки тем: «Пропорции», «Превращения» и «Остаток исходных веществ».

**Подбор молярной массы.** После изучения пропорций приходит черед аббревиатур. Определяется присущая каждому элементу единица массы, у водорода – один грамм. Основопологающим описанием всей системы, таким образом, становится:

$$1 \text{ г водорода} = 1\text{Н}$$

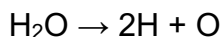
Массу, величина которой специфична для каждого элемента, в данном примере равную 1 г, можно уже также назвать молярной массой. При нормальных условиях один моль водорода весит 2 г, и всё по причине его бимолекулярной природы, из-за чего он записывается  $\text{H}_2$  и имеет в таком случае молярную массу 2. В приведенном выше примере, в отличие от этого, подразумевался один моль атомарного водорода. Подробнее смотри на стр. 4. Один моль водорода также является порцией вещества этого вида массой 1 г (это не противоречит атомистическому определению моля; десятичные знаки после запятой неинтересны для вводного курса, и их не следует учитывать). Мы приходим к величине 1 грамм, потому что водород является «самым легким веществом», т. е. при нормальных условиях имеет наименьшую плотность, и потому что во всех соединениях, образующихся из него, массовая доля водорода будет гораздо меньше, нежели массовая доля другого вещества, участвующего в реакции. С физической и химической точек зрения водород является самым легким элементом.

Молярную массу других элементов, которые также должны быть представлены в виде соответствующих букв, можно было бы принципиально, каждый раз для простоты применения выбирать произвольно, т. е. она была бы «мнимой». Но запись химических формул приносит пользу лишь в том случае, если она опирается на пропорции веществ при образовании соединения, так что нет смысла в записи сложных дробных величин молярной массы и букв, полученных при сокращении названий элементов, участвующих в соединении. Так, для хлора устанавливают массу, равную примерно 35 г, связывающуюся при образовании соляной кислоты с одним граммом водорода. Тогда мы пишем:



**Формула воды на основе молярных объемов.** Интересно, что в 1808 г. Ж. – Л. Гей-Люссак обнаружил, что соединение одинаковых объемов хлора и водорода дает в результате соляную кислоту, так что молярным массам соответствует какая-то единица объема. Получается примерно 24 л при комнатной температуре, что является одинаковым для всех элементов. Таким образом, универсальный молярный объем каждого элемента можно выражать его символом. Количества символов эле-

ментов относятся друг к другу как количества их молярных объемов, вступающих в соответствующую реакцию соединения; по крайней мере, в простых случаях. Например, при разложении воды на один молярный объем (примерно 24 л) кислорода приходится ровно два молярных объема водорода (примерно 48 л). Следовательно, получается формула  $H_2O$ , и при весовом отношении 1 к 8, молярная масса кислорода будет равна 16 г.



**Первая выгода.** Какую же выгоду мы получили от такого рода формул в первую очередь?

- Они в сокращенной форме выражают количество израсходованных и образовавшихся в ходе реакций веществ, так что не нужно записывать результаты взвешиваний, а только буквы, к которым, самое большее, могут добавиться небольшие целые числа. Таким образом, формульная запись в первую очередь является удобной сокращенной записью необходимого количества веществ, пригодной, например, для производителей.
- Сделав смелое предположение, что впоследствии из каждого вещества обходными путями могут быть вновь получены содержащиеся в нем элементы, можно прогнозировать осуществимые реакции и исключать другие. Таким образом, мы получаем некий общий взгляд.

#### 4. Великое открытие

**Универсальная система «падает с неба».** Преимущество, указанное последним, появляется благодаря определенному положению вещей, которое сложно уловить сразу. Во всех соединениях одного элемента с *любыми* другими элементами всегда «задействована» одна и та же молярная масса, и все остальные элементы связываются друг с другом, проявляя те же молярные массы, что и в соединении с первым элементом! Это выходит за рамки *постоянства состава* и *кратных отношений* в каждой отдельно взятой комбинации элементов. Молярная масса, полученная в случае какой-нибудь двойной комбинации и умноженная при необходимости на небольшие целочисленные коэффициенты, внезапно оказывается подходящей для всех прочих комбинаций элементов с точно так же установленными молярными массами. Тогда мы можем говорить о законе *универсальных отношений*. Например:

- для диоксида серы требуется один раз по 32 и два раза по 16 граммов (серы и кислорода соответственно);
- для воды требуется один раз по 16 и два раза по 1 грамму (кислорода и водорода соответственно);
- для сероводорода требуется один раз по 32 и два раза по 1 грамму (серы и водорода соответственно).

Таким образом, одинаковые молярные массы будут проявляться всюду, и при всем хитросплетении бесчисленных комбинаций ни одна пропорция не будет выбиваться из общего ряда. В этом заключается смысл закона Рихтера (Иеремия Бенджамин РИХТЕР, 1791 г.). Итак, если мы представим себе какое-либо соединение, то его со-

став будет определяться *универсальным* отношением массовых пропорций в прочих бесчисленных комбинациях элементов; так, как будто бы во Вселенной возможны только определенные диапазоны масс, соотносимые именно с молярными массами. Мы лишь хотели придумать сокращения для весовых пропорций, но чудесным образом оказалось, что совокупности масс, присущие элементам и выбранные поначалу лишь из соображений простоты и практичности, действительны во всей Вселенной для всех мыслимых соединений, свободных от примесей! Обычно такую закономерность называют «Законом эквивалентных отношений»<sup>2</sup>. Правильнее было бы называть его «Универсальностью пропорций», но это так, к слову; не для вынесения на обсуждение.

**Таинственные свойства молярного объема.** Каким образом столь универсальная мудрость вошла в нашу систему, которую мы начали создавать произвольно? Это произошло потому, что мы сделали вывод о молярных массах на основе теоретических предположений о том, что все элементарные вещества имеют одинаковые *объемы*. В связи с тем, что лишь некоторые из элементарных веществ являются газами, перед взвешиванием остальных элементов следовало бы перевести их в газообразную форму, а затем пересчитать всё согласно законам газовой динамики для нормальных условий<sup>3</sup>. При этом практически все элементарные вещества следовало бы нагреть и привести в состояние пониженного давления. Однако это означает, что они выйдут из нынешнего устойчивого состояния, в котором они находятся на Земле. Нужно представить, что они как будто максимально разрежены и разогреты до самой высокой температуры, т. е. пребывают в некоем более космическом, возможно даже «первобытном», состоянии<sup>4</sup>.

Таким образом, взяв за основу единый молярный объем, мы, вместе с тем, исходим в наших рассуждениях из того, что вещества имеют космическое происхождение. Оттуда в нашу странным образом возникшую систему приходит мудрое универсальное соотношение, которое делает ее эффективной, потому как благодаря ему, она становится универсальной. Запись химических формул, обусловленная законами природы, обретает смысл в сфере тепла и легкости, равно как и в другом мире, в космосе<sup>5</sup>.

---

<sup>2</sup> Холлеман, Вибберг: Учебник неорганической химии, 1985, с. 22

<sup>3</sup> Кроме того, так называемые двухатомные газы, такие как H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> и т.д., при повышении температуры должны были бы вызвать начало того самого уплотнения, с которого на Земле начинается постепенное утяжеление и затвердевание, и которое проявляется, например, в процессе 2H → H<sub>2</sub>. Их следовало бы сделать «1-атомными», чтобы на молярном объеме продемонстрировать молярную массу, лежащую в основе формулы.

<sup>4</sup> На практике можно было избежать труднодостижимых газообразных состояний как раз благодаря закону Рихтера и благодаря другим возможным измерениям коллигативных свойств, углубляясь в уже исследованную систему и доходя до того, что трудно измерить. (Коллигативные свойства = повышение точки кипения, понижение температуры замерзания, осмотическое давление, давление пара и т. п.)

<sup>5</sup> В то время как рассуждение начинается с туманного на данный момент понятия космоса, которое даже не следует рассматривать ни с точки зрения какого-либо вещества, ни с точки зрения методики измерений, восприимчивому читателю дается возможность использовать то, что он мог посчитать недостатком, как отправную точку для дальнейшего исследования. Потому что именно неочевидные понятия «космос» и «космическое прошлое» уводят от простой систематизации осязаемого и очевидного и могут лишь подогреть интерес к такой систематизации и добиться её признания, что может сподвигнуть к осознанию чего-то большего, целого, связанного с происхождением человека и Земли – единственного источника успешного понимания. В противоположность этому, как известно, рациональная конструктивная систематизация окружающего мира приведет лишь к целесообразному использованию уже полученной и доступной информации. Понятие «космос», которое

**Атомы как суррогат мышления.** Когда мы отходим от мысли о происхождении от тепла и разрежения, и хотим обладать чем-то, что зависит не от окружающих факторов, а сфокусировано на себе (на простой материи), то мы представляем себе атомы (ДАЛЬТОН). Тогда мы оставляем предметный мир (как некую область классической физики) и переходим на противоположную сторону, мысленно погружаясь в «вызванное определенными причинами» устройство материи. Согласно современному восприятию, созданная Даниелем БЕРНУЛЛИ в 1738 году молекулярно-кинетическая теория газов становится началом подобного погружения, где используется весьма примечательный метод, выведенный опытным путем через газовый закон Бойля - Мариотта, а первоначальное намерение, таким образом, забывается.

**Поддержание интереса учащихся.** На занятиях не рекомендуется идти путем Д. Бернулли, т.е. на первом этапе обучения записи химических формул следует воспользоваться безмодельным подходом, потому что всё, что должно основываться на чем-либо незримом, но при этом согласно редукционистскому подходу представляемом в виде конкретных предметов, самобытно мыслящие учащиеся будут принимать в штыки. Об этом также свидетельствует и то, что на протяжении десятилетий учителя гимназий беспомощно жалуются (беспомощно, потому что жалобы не могут вывести за рамки редукционизма) на потерю интереса к урокам химии, недавно описанную ХЁРНЕРОМ и ГРАЙВЕ: «Химия – спасибо, не надо?»<sup>6</sup>

**Культ феноменов.** Учащихся может привлечь лишь способ мышления, основанный исключительно на наблюдениях: т. е. если ученики сами смогут участвовать в процессе и делать выводы. Но если мы, подобно многим выдающимся авторам, занимающимся феноменологическими изысканиями, не будем выходить за границы редукционистского способа мышления, то мы еще долго не сможем завоевать интерес учащихся; познание дойдет до феноменов и остановится, как, например, у упомянутых ниже авторов. Минс МИНССЕН описывает «ключевое различие между возможными целями феноменологии природы и естественных наук: Естественные науки пытаются раскрыть тайны мира постепенно, исходя из числовых отношений, структурных единиц и цепочек их развития... Феноменология природы пытается, ничего не домысливая, описать явления природы на основе восприятия, чтобы явление оставалось в памяти значительно более объемным и глубоким, нежели его описание и, как правило, всегда немного опережало последнее, воздействуя на тех, кто описывает, и минуя все описание целиком». О непосредственном восприятии вещества пишет ВЕНДЕР: «Тогда я даю ученикам послушать, как оно может рокотать и

---

нельзя рассмотреть здесь основательно, таким образом, является не «слабым местом», а скорее сокровищем, ради которого стоило написать весь этот трактат. Происхождение описанного выше взаимодействия вещей Рудольф Штайнер также называет «химическим эфиром» (эфир в смысле созидательной силы), неким ограничением физического проявления неограниченных превращений веществ. При этом кажется, что Р. Штайнер рассматривает Закон сохранения массы элементов как основу для универсальных пропорций.

Возникновение химического эфира из живого эфира, который выделяется при постоянных воздействиях на элементы, частично описано Р. Штайнером в Хрониках Акаши (Полное собрание сочинений, т. 11, с. 113, 1904 – 8 / 1973). В Курсе лекций по сельскому хозяйству он также затрагивает тему проникновения живого эфирного и химически-эфирного из далекого, находящегося за пределами нашей солнечной системы космоса, возвращаясь затем к теме «Кремень» (Полное собрание сочинений, 327 II 46, 1924 / 1984). В Курсе лекций для студентов-медиков рассматривается сохранение массы элементов при продолжительном существовании эфирных веществ в химическом эфире, в противоположность переменчивым химическим превращениям (Полное собрание сочинений, 313 II 29, 1921 / 1963).

<sup>6</sup> Chimica didactica 26 (1) с. 25-26, 2000.

греметь, даю им увидеть, какие замечательные возникают цвета и формы, даю им ощутить запах, понять, насколько ужасными или восхитительными могут быть вещества, даю им почувствовать, насколько что-то может быть теплым и гладким, даю им попробовать, насколько кислый или горький у этого вкус. Все свое внимание я уделяю тому, чтобы они смогли все действительно хорошо прочувствовать, и чтобы это стало настоящим переживанием, оставляющим после себя большое впечатление. При этом я замечаю (и знаю это), что их эмоциональная жизнь определяется органами чувств, и они, таким образом, могут разделять красоту жизни, и вместе с тем развивать свое нравственное сознание»<sup>7</sup>.

**Границы чистого восприятия.** Для молодого человека должно быть естественно, что после всесторонних наблюдений приходит *некое осмысление*. Мы сталкиваемся с нехваткой современной дидактики в школьной химии феноменологической направленности. Следует искать мысленный переход от отдельных ярких переживаний к целостности живой природы и человека, что является полной противоположностью модельному мышлению. Иначе откуда сама собой сможет взяться цитируемая «мораль»? Лишь идея человека в состоянии придать мышлению силу, потому что в собственной внутренней жизни мы можем к ней приблизиться и даже с увлечением ею заняться. Понятия, характерные для мыслительной жизни, которая, в конечном счете, исходя из редукционистских выводов, объявила себя эпифеноменом молекулярных процессов нервной системы и, которая соответственно должна рассматриваться лишь как не имеющий значения архив для хранения информации о мире, существующей и без него, архив, в котором уравнивается любое стремление к познанию, напротив, не вызовут никакого продолжительного интереса у молодой души.

**Первые гетеанисты.** Следовало бы еще добавить, что Фритс ЮЛИУС признает и подробно рассматривает также и феноменологическую, т. е. существующую в реальных явлениях основу для установления молярной массы определенного объема газа<sup>8</sup>. Юлиус описывает систему универсальных пропорций или, как мы говорим, универсальность пропорций, так: «Если какие-нибудь вещества вступают в соединения друг с другом, то на основе обнаруженного весового соотношения, в поле нашего зрения попадает, так сказать, фрагмент системы».

## 5. Практические занятия

Таблица округленных молярных масс элементов (которые прежде называли «атомным весом», а сегодня «относительной атомной массой») предоставляет ученикам возможность выполнить следующие упражнения, в которых даются (брутто-) формулы соединений и то, как к ним можно было бы в любом случае прийти, опираясь на определение масс входящих в их состав элементов.

- Какова молярная масса диоксида углерода, состав которого описывает формула  $\text{CO}_2$ ? (44 г)

- Сколько углерода потребуется, чтобы получить 88 г диоксида углерода? (24 г)

---

<sup>7</sup> Обе цитаты по *Chimica didactica* 26 (2/3), с. 91 и соответственно с. 92, 2000.

<sup>8</sup> «Основы феноменологической химии», Свободная духовная жизнь, Штуттгарт, 1965, с. 72



- Сколько углерода потребуется, чтобы получить 88 г монооксида углерода? (37,7 г)

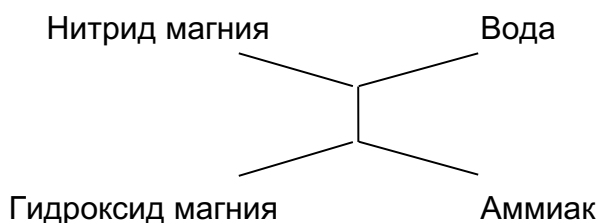
Если такого рода стехиометрический расчет будет слишком сложным и будет занимать слишком много времени, то мы добьемся лишь разделения учащихся на две группы: восприимчиво-заинтересованных (которые сейчас «отстают») и интеллектуально-властных, которые учатся воспринимать не только основы химии, но и прочие ее достижения.

После составления точных формул соединений (CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O) можно немного поупражняться в том, что химия формул предоставляет нам, как еще одно преимущество — в составлении точных уравнений реакций. Если мы получим нитрид магния и обозначим формулу этого соединения как «Mg<sub>3</sub>N<sub>2</sub>», то можно записать:

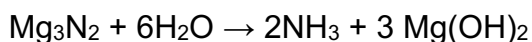


Прежде всего, следует уточнить, что запись нужно читать как «три молярные массы магния», а не как «три магния» или «три Mg». То есть «Mg» не является сокращением для магния как такового. Потому что Mg означает не «вещество вида магний», а «24 г магния». То же самое касается, например, диоксида углерода, для которого у меня существует универсальное сокращение Kd\*, а не CO<sub>2</sub>, а для меди – Ku\*\* и т. д. Кажется, что универсальные сокращения автоматизировали процесс познания: но они препятствуют ему вследствие гнета конкретизации — поэтому лучше использовать еще не обремененные теорией специальные значки, такие как Kd и Ku.

Так что же происходит при гашении нитрида до гидроксида? Сначала мы составляем схему реакции. Наряду с этим мы, исходя из природы веществ, приходим к мысли что газообразный продукт, вероятно, является соединением азота, а твердое минеральное вещество (шлак) — соединением металла. Очевидно, горючесть магния, которая при образовании нитрида при реакции высвободилась лишь отчасти (умеренное каление вместо яркой вспышки, как в случае с кислородом), переходит в газообразный продукт, т. е. в соединение водорода, которое в ходе дальнейших опытов проявляет себя как горючее вещество. Таким образом, мы выделяем следующие вещества:



Когда формулы NH<sub>3</sub> и Mg(OH)<sub>2</sub> уже известны, ученики могут написать:



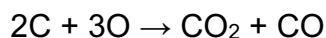
Здесь все делается по принципу: «чтобы от Него ничего не скрылось»\*\*\*; из-за того, что масса элементов должна быть постоянной, все буквы, стоящие слева, должны

\* «Kd» от нем. «Kohlendioxid» — «диоксид углерода»

\*\* «Ku» от нем. «Kupfer» — «медь»

\*\*\* Слова из немецкой детской церковной песни «Weißt du wie viel Sternlein stehen», в которой есть строки о том, как Господь сосчитал звезды на небе (автор текста Вильгельм Гей, 1837)

потом появиться и справа. Таким образом, этот принцип позволяет составлять уравнения неизвестных реакций только на основании знания формул. Например, если 24 г углерода вступит в соединение с 48 г кислорода: какой газ образуется? Исходя из изученного и руководствуясь знаниями о возможностях оксида углерода, мы сможем написать следующее:



Таким образом, фактически возникнет также и (ядовитый) угарный газ, который мы «обнаружили» в данном случае при составлении уравнения реакции – триумф применения химических формул. Химик использует логические заключения такого рода везде и всюду. Учащиеся учатся ценить химические формулы.

Прежде чем мы продолжим исследовать ход реакций, заданных в виде химических формул (так называемые схемы реакций), которые мы можем прогнозировать, отслеживая их протекание, следует еще раз обратиться к отдельно взятой формуле на пользу и во вред познанию (как указано выше на стр. 3). Возьмем  $\text{CO}_2$ . Итак, у нас есть тяжелый газ, 44 г которого мы помещаем в сосуд и обозначаем это формулой  $\text{CO}_2$ . Что мы узнаем благодаря этому?

1. Пропорция задана формулой  $\text{CO}_2$ : для его получения на 12 г углерода требуется 32 г кислорода. Эти количества, пусть даже окольными путями, были задействованы в любом случае, и именно этих веществ, а не каких-либо других!
2. Если диоксид углерода отдаст кислород или углерод, т. е. если он исчезнет, то образуется только углерод и кислород (в большинстве случаев вступив в новые соединения) и ничего другого. Причем со 100-процентной гарантией можно утверждать, что, в принципе, снова получатся те же самые количества.

Таким образом, формула вещества предоставляет точную информацию о прошлом и надежную о будущем. Но что она говорит о настоящем?

3. Кроме того формула вещества вынуждает нас воспринимать вещество как некую совокупность: как будто бы диоксид углерода сажистый и воспламеняемый, вода взрывоопасна, а ржавчина поддается сварке. Указанные элементы как раз являются лишь прошлым или будущим, но не настоящим! Именно тот факт, что теперь там содержится что-то новое, создает возможность для жизни и преобразований на Земле. Формула оспаривает это! Здесь знание блокирует само себя, что является, мягко выражаясь, недостатком химических формул.
4. Но что-то же остается для элемента реальным и в настоящий момент? Это масса. Ее сохранение непосредственно наводит на мысль о сохранении компонентов; но для превращений масса принципиально ничего не значит. Она же остается без изменений.
5. Второе, что определяется каждым элементом, входящим в состав вещества, в настоящем — *склонность к тем или иным свойствам*. Хотя свойства теряются, но, несмотря на это, некоторые из них снова проявляют себя в преобразованном виде, что можно обнаружить, опираясь скорее на качественное мышление, нежели на неизменные результаты измерений. Очевидны лишь

тенденции феноменологического рассмотрения. Но эти тенденции систематизируют природу.

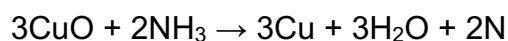
Таким образом, у нас было бы четыре преимущества и лишь один, но притягательный, недостаток (см. выше пункт 3). Если поддаться оболъщению этого недостатка, т. е. гипотезе о продолжении физического существования элементов в соединениях, а на сегодняшний день от нее отойти сложно, то тогда нужно спросить: Почему же противоположные элементы удерживаются вместе? И если элементы просто продолжают свое существование в соединении, почему мы их там не наблюдаем? Попытка ответить на последний вопрос ведет к идее «дисперсии» при делении на атомы, попытка ответить на первый — к теории химической связи, к электронам. Решающим стимулом к поиску модели современного познания химии становится формула; конечно, это лишь один вариант обширной проблемы материализма.

Теперь можно было бы воскликнуть: «Давайте же тогда примем материализм, если он нам приносит такую пользу, в том числе и потому, что он породил всю эту грандиозную современную химию!» Но тогда мы не достучимся до учеников! И что в таком случае делать с природой Земли, окружающей средой и здоровьем детей, которое становится всё хуже? Последние абзацы снова стали лишь оформленным научно-популярным языком подведением итогов ситуации, сложившейся «снизу», а вовсе не научной дискуссией.

Но исходные понимание и преподавание начинаются «снизу». Вы ищете взаимосвязь, имеющую значение, исходя из первоначального обнаружения феноменов, не желая выявить ранее установленную общую взаимосвязь, которая основывалась бы на структуре частиц. Если же *есть желание* расширить наблюдение за внешними проявлениями вещества, то можно, ссылаясь на жизнь и людей, обнаружить взаимосвязи такого рода. Конечно, нельзя сразу же перечеркнуть 200 лет, прошедшие со времен Дальтона. Но будет достаточно рассмотреть первое, второе и пятое преимущества идеи формул и не касаться остального (всей истории этой модели); во всяком случае, в 11-м классе. А теперь обратимся к еще одной старой проблеме — проблеме валентности. Как разрешить ее, не прибегая к понятию электронов?

## 6. Окислительная и восстановительная валентность

**Первое представление о валентности.** В процессе записи реакции (составления уравнения реакции) количество символов уравнивается, как уже было описано выше, например:



Сначала при составлении уравнений сложных реакций на занятиях для надежности следует воспользоваться таблицей наподобие этой:

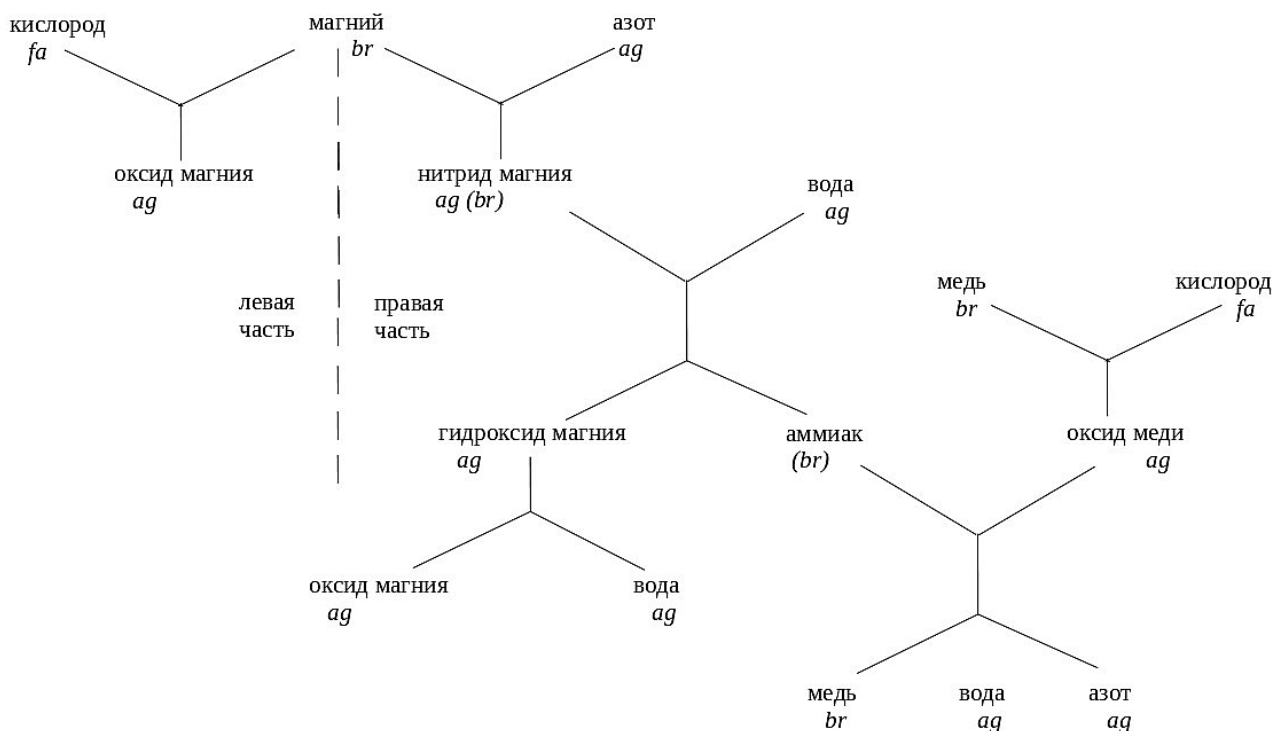
Знак	Количество слева	Количе- ство спра- ва
Cu	3	3
O	3	3
H	6	6
N	2	2

Даже когда ученики уже умеют ею пользоваться, для них остается неприемлемым тот факт, что они вынуждены руководствоваться формулой вещества. Можно сослаться на то, что последнюю всегда получают на основании точных взвешиваний, но ученики замечают, что учитель не только знает результаты предыдущих взвешиваний, но и выводит небольшие целые числа из собственного элемента «запаса чисел», который ему как специалисту кажется подходящим. Этот запас таит в себе «валентности».

Учащиеся также обнаруживают, что количества магния в левой и правой части результирующего уравнения реакции его обмена равны, потому что все прочие вещества вновь появляются справа том же виде, в каком они вступили в реакцию (вода в удвоенном количестве). Какие движущие силы задействованы в реакциях теперь? Сначала следует сообщить, что получение магния — это некий акт применения силы: оксид магния и уголь следует нагреть до  $1800^{\circ}\text{C}$ , магний испарится.

**Различные соотношения, различные свойства.** Валентность описывает степень участия одного элемента в процессе превращения других. Но валентность элемента имеет отношение не только к его численным и количественным характеристикам, а проявляется в нем и на качественном уровне, как, например, в двухвалентном железе; здесь можно обнаружить неповторимый, типичный комплекс тенденций к проявлению определенных свойств (см. выше с. 9, пункт 5). Если изменить валентность, то возникнет новый родственный комплекс, другая сила в природном процессе. Поэтому валентности должны быть получены, исходя из качественных преобразований веществ в мире, а не из представлений о числе электронов, которые базируются на системе физических измерений и материальном воплощении количества.

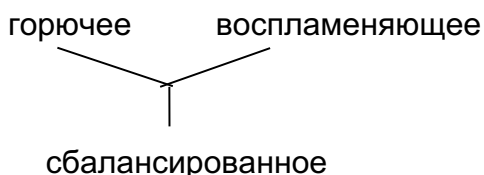
**Полярность сил превращения.** В первую очередь необходимо объяснить на качественном уровне, посредством природных импульсов реакций, что существует два направления превращений — окисление и восстановление. Они являются силами открытой природы, зарождения и исчезновения живых существ и входящих в их состав веществ. Для этого мы рассмотрим схематическое изображение цепочки реакций (которые проводились на протяжении нескольких дней):



горючее = *br* ; воспламеняющее = *fa* ; сбалансированное = *ag*

**Факторы, не поддающиеся учету — движущие силы.** Факторы, не поддающиеся учету, проявленные в угле, т. е. Сила, приводящая всё в движение, и, в конечном счете, берущая свое начало в космосе, оказывают сильное воздействие на оксид магния, причем уголь обдувается воздухом, достигая при накаливании самой высокой способности к окислению. Факторы, не поддающиеся учету, или точнее, предрасположенность вещества порождать воздействие этих факторов, является движущей силой ближнего космоса (Солнце, планетная система), порождающей изменения на Земле. Лишь благодаря ей снова и снова осуществляются жизненные и химические процессы. Идея факторов, не поддающихся учету, сводится, в конце концов, к мыслям о путях Вселенной.

**Горючее против воспламеняющего.** В школе идею факторов, не поддающихся учету нужно представить наглядно. Это можно осуществить, разделив вещества на *горючие, воспламеняющие и сбалансированные*:



Эти качества выделены курсивом в предыдущей схеме. Мы снова обнаруживаем, что азот вынужден выступать в роли воспламеняющего вещества: из-за очень высокой горючести магния. Последний, таким образом, не является истинно сбалансированным, потому что азот не привносит с собой разжигающего качества. Неуравно-

вешенная горючесть в скрытой форме вновь проявляется у аммиака, она сохраняется до тех пор, пока он не вступит в реакцию с медью (самая нижняя реакция), потому что медь снова приобретает умеренную способность окисляться. Мы понимаем, что то, какое свойство будет задействовано (свойство горючести или воспламеняющее), т. е. какое воздействие будет оказано на вещество, в данном случае на азот, всегда зависит от условий и веществ, участвующих в реакции. Всё участвует во взаимном преобразовании, ничто не остается неизменным. (В химии окислительно-восстановительных процессов этот факт находит выражение в ряду окислительно-восстановительных потенциалов).

**Окисление и восстановление.** Не нужно объяснять, как теперь ученики могут на различных примерах научиться понимать общепринятые выражения: «нет окисления без восстановления» (= исчезновение горючести невозможно без исчезновения воспламеняющих свойств), а также «Окислитель восстанавливается, а восстановитель окисляется» и т. д., так что понятие «окислительно-восстановительная реакция» становится привычным и ясным. Примеры веществ такого рода:

**Горючие вещества:**

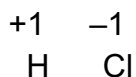
древесина, солома, сено  
смола, воск, масло  
уголь, торф, деготь  
  
нефть, битум, природный газ  
спирты, сахар, ароматические жидкости

**Разжигающие вещества:**

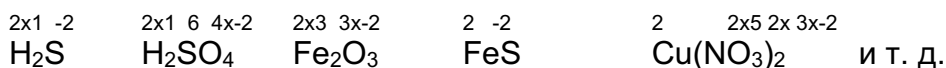
воздух, кислород  
нитрат, хромат, перманганат  
диоксид свинца, пиролюзит (диоксид марганца), свинцовый сурик, пероксид натрия  
хлор, бром, азотная кислота  
при определенных условиях: сульфат, карбонат

Например, представление о горючем начале и переносе факторов не поддающихся учету, основанное на рассмотрении многообразия веществ, целостности природы, и даже с учетом того, что Земля открыта Космосу, замещает представление о переносе электронов, что представляет собой гетеанистическое нововведение, которое может избавить от скрытого давления редуccionистских и, в конечном счёте, наивно-реалистических представлений.

**Два вида валентности.** Если мы уже выработали подобное качественное представление об окислительно-восстановительных силах, то мы можем быстро систематизировать валентности. Восстановительная валентность водорода будет равна +1. В соляной кислоте водород (в данном случае и всегда) обладает восстановительной валентностью, равной 1 (он восстанавливает), хлор – окислительной, равной, разумеется, также 1, но с противоположным знаком. В сокращенном виде:



Теперь возможно всё классифицировать и сформулировать следующим образом, выражая при этом валентность в виде окислительного числа — степени окисления (следует читать: x = раз):



Любое изменение валентности (чистые элементы обладают нулевой) является окислительно-восстановительной реакцией. Но составление уравнений окислительно-восстановительных реакций следует отрабатывать лишь в 12-м классе, чтобы учащиеся сами смогли воспользоваться полученными знаниями. Вначале для запоминания может быть полезным такое изречение: водород и его заместители приобретают валентность +1, другой участник реакции, при условии, что он вступает в соединение с ним в таком же количестве, равном 1 молю — валентность -1; кислород и его заместители приобретают валентность -2. Химики, а отчасти, и ученики должны помнить валентности, которые элементы проявляют чаще всего.

**Что выражает собой валентность?** – Во-первых, вывести валентности на основании физических данных (спектроскопии) из квантовых чисел в рамках урока химии в общеобразовательной школе нельзя, это превосходит наши возможности. И все же, к вопросу происхождения валентностей можно подойти и с точки зрения феноменологии. Водород, как самый легкий элемент, обладающий самой низкой температурой конденсации, как практически перманентный газ, является субстанцией перехода земной атмосферы в космическое пространство, где он также встречается и вдали от Земли. К тому же этот элемент наиболее далек от качеств, присущих земному, таких как затвердевание и вес. В частности это выражается и в его небольшой молярной массе. Характерно также, что он существует только в самом низком валентном состоянии. В последующих элементах материальность уплотняется, молярные массы возрастают. Но тогда за счет расщепляющего влияния земного начала, появляется некое разнообразие: добавляется всё больше степеней валентности, прежде всего, это относится к минералообразующему элементу кислороду, который не улетучивается с Земли, а, напротив, опускается вниз. У самых тяжелых элементов значение валентности может достигать восьми (тетраоксид осмия). С этой точки зрения, ряд элементов одного периода с их увеличивающейся окислительной валентностью, является путем, ведущим к образованию соединений, погружением одного вещества в другие.

**Как быть с периодической системой?** С феноменологической точки зрения Периодическую систему можно было бы ввести лишь как систему диверсификации и систему валентностей. Тогда следует также поразмыслить о том, что сходства в свойствах, столь широко представленные у элементов одной группы (столбца), в жизненных процессах не проявляются, даже у тех элементов, которые являются классическими примерами и расположены по краям периодической системы (Na/K и Cl/Br). Какой же привлекательной была бы систематизация всех элементов по периодам в соответствии с их молярными массами, но в этом случае (при уровне знаний, соответствующем данному возрасту учеников) ее интерпретация на основе физических измерений будет навязанной, не считая того, что занятия перегружаются рассмотрением большого числа элементов. Можно и вовсе опустить тему «Периодическая система», что будет более правильным решением, или пройти ее, не углубляясь в детали.

## 7. Чего удалось достичь?

**Конечный результат.** Учащиеся знают: символ элемента дает информацию о весе (массе), который был установлен для каждого элемента опытным путем. У газообразных элементарных веществ эта молярная масса еще и заполняет одинаковое для всех них пространство (общий молярный объем). Но при установлении значений молярных масс следует принимать во внимание тот факт, что, составляя формулы, ученики должны думать только о весе. На этом основании многочисленные подробности записи химических формул могут поначалу не рассматриваться, и должны ли?

**Гетеанизм как профессиональное преимущество.** Всё вокруг так и взывает к как можно более формальному образованию, научной основе, редукционизму, абстракции: «Интернет в детском саду!» — ради профессиональных преимуществ. Но такой род работы годится не для многих, 80% должны заниматься чем-то другим. Феноменологическая химия подходит для того, чтобы ею руководствоваться при использовании неформальных систем управления, действующих в биологическом сельском хозяйстве, природной медицине и фармации, питании и ведении здорового образа жизни, экологии и естествознании, в технике, приспособленной для производства одежды, чистящих средств, красок, строительных материалов и т. п. Ей принадлежит будущее определенных видов работы по специальности -- там, где перестают действовать формальные науки.