

ЕНТОВ

И. А. Подольный

Б. Ю. Подольный

24
П44

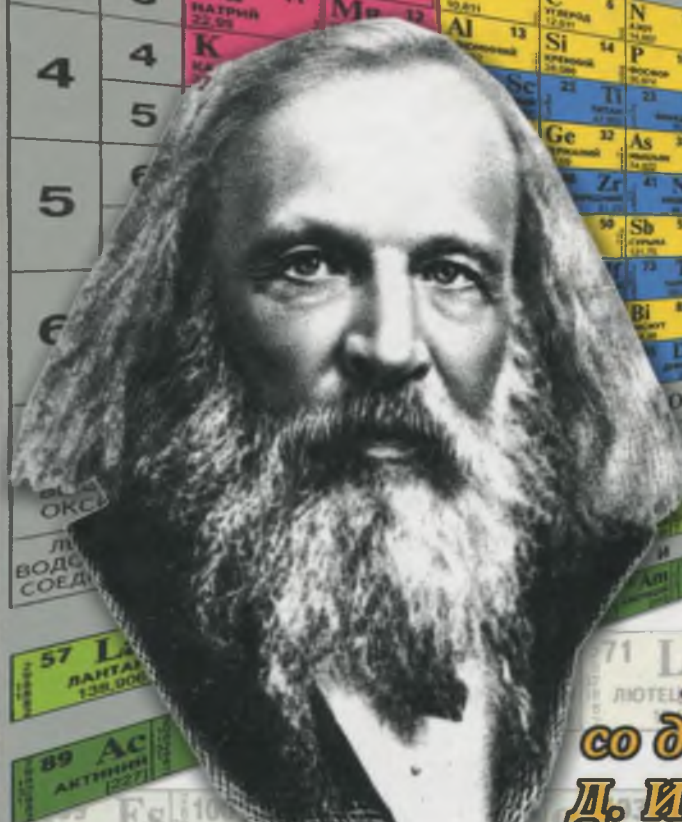
Т1441886

КРАСОТА - СИЯНИЕ ИСТИНЫ

*Периодический закон
в единой научной
картине мира*

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Периоды	Ряды	Группы химических элементов						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
1	1	H Водород 1,008						
2	2	Li Литий 6,941						
3	3	Na Натрий 22,99	Be Бериллий 9,012		B Бор 10,811	C Углерод 12,011	N Азот 14,007	O Кислород 15,999
4	4	K Калий 39,098	Mg Магний 24,305		Al Алюминий 26,982	Si Кремний 28,086	P Фосфор 30,974	S Сера 32,06
5	5				Zn Цинк 65,38	Ge Германий 72,63	As Арсен 74,922	Se Селен 78,96
6	6					Sb Сурьма 121,76	Te Теллур 127,6	I Йод 126,905



К 175-летию со дня рождения Д. И. Менделеева

К 175-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

И. А. ПОДОЛЬНЫЙ
Б. Ю. ПОДОЛЬНЫЙ

КРАСОТА - СИЯНИЕ ИСТИНЫ

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН
В ЕДИНОЙ НАУЧНОЙ КАРТИНЕ МИРА

*Как прекрасно почувствовать единство
целого комплекса явлений, которые
при непосредственном восприятии
казались разрозненными!*

А. Эйнштейн

ВОЛОГДА
2009

Подольный И. А., Подольный Б. Ю. Красота - сияние истины./Вологда, ИНП «ФЕСТ», 2009. - 140 С. , илл.

Эта книга – о тех, кто открывает законы Вселенной, о глубинах человеческой мысли, о высоких помыслах ученых, о силе духа, о красоте познания окружающего нас мира.

Книга адресована преподавателям дисциплин естественнонаучного цикла, студентам и школьникам. Изложенный в ней материал не повторяет информационный ресурс школьных учебников и пособий, но опирается на них. Авторы показывают читателям красоту научной картины мира.

С этой целью в книгу включены материалы из истории развития химии и смежных наук о природе. Книга может служить пособием студентам педагогических вузов в работе над спецкурсом «История химии».

Извечный вопрос о познаваемости мира и относительности наших познаний о нем теряет смысл, если принять тезис о том, что сам процесс познания бесконечен, а познание мира всегда идет в конкретных рамках представлений, которыми располагает человечество на данный исторический момент.

Научный редактор: д. ф.-м. н., проф. А.П. Лешуков
Рецензенты: Д. В. Ходарев - к.х.н., ст. преп. ВГПУ.
М. Н. Щеглова - к.х.н., доцент ВГМХА.
А. В. Сосалина - методист Центра повышения квалификации учителей г. Вологда
В. А. Комарова - заслуженный учитель РФ.

Издание осуществлено при поддержке
Правительства Вологодской области.

Предисловие

Историей науки некоторые ученые занимаются, чтобы изучить логику ее развития в прошлом. Другие стремятся на основе этой логики сделать некоторые обобщения и высказать свое мнение о будущем. И нельзя сказать, кто здесь более прав: как говорят, без первого не может быть и второго.

Но жестко судьба наказывает тех естествоиспытателей, кто пытается найти новое, не опираясь на историю человеческой мысли, на знания, накопленные человечеством. При этом полезно знать не только успехи наук. Не меньше учат нас и преодоленные заблуждения и фактические ошибки прошлого.

То, что в учебных планах педагогических вузов до определенного времени отсутствовал раздел «История науки», существенно обедняло подготовку учителей. Многие издания по истории химии и физики и вовсе не ориентированы ни на учительскую, ни на учебную аудиторию.

Предлагаемая работа И. А. и Б. Ю. Подольных отличается именно тем, что не повторяет ни известную историческую литературу, ни информационный ресурс школьных учебников и пособий по химии, но ориентирована на учителей, студентов и школьников, интересующихся химической наукой. Авторы выделяют из всего материала, связанного с периодическим законом, именно те идеи и факты, которые могут составить в умах читателей философский фундамент единой научной картины мира в рамках объема знаний об окружающем мире, который дает ученикам школа. К решению этих задач удачно привлекаются знания учащихся по смежным с химией дисциплинам. В этом я вижу смысл педагогического синтеза, положенный в основу книги.

Авторы стремятся следовать завету французского мыслителя Жана Жореса: «Взять из прошлого огонь, а не пепел».

Доктор физико-математических наук
А. П. ЛЕШУКОВ.

«ПОСЕВ НАУЧНЫЙ ВЗОЙДЕТ ДЛЯ ЖАТВЫ НАРОДНОЙ»

*Ни капиталу, ни грубой силе, ни своему достатку
я ни на йоту не служил, а только старался...
дать плодотворное промышленно-реальное дело
своей стране в уверенности, что политика, устройство,
образование и даже оборона страны ныне
без развития промышленности немыслимы...*

Д. И. Менделеев

В 1834 году в семье директора Тобольской гимназии И. П. Менделеева родился семнадцатый ребенок. Говорят, что поздние дети рождаются талантливыми. Но еще и судьба оказалась благосклонной к этому юноше: ему всю жизнь везло на хороших учителей. Достаточно сказать, что литературу в гимназии преподавал автор «Конька-Горбунка» П. П. Ершов, а физику - известнейший в России педагог И. К. Руммеле.

Повезло и в семье. С одной стороны, предки его, одними из первых в Сибири занимавшиеся книгоиздательством, передали по наследству любовь к знаниям и уважение к книгам. С другой стороны, дом Менделеевых был близок к кругу сосланных в Сибирь декабристов, людей, « во глубине сибирских руд» сохранявших честь и высокую любовь к Отечеству.

Дмитрий Менделеев в пятнадцать лет окончил гимназию и поступил в Петербургский Главный педагогический институт. Большое влияние на взгляды Д. И. Менделеева оказало обсуждение насущных проблем России в среде студентов самых разных специальностей, учившихся вместе с ним в Главном педагогическом институте: «Товарищи других спе-

циальностей влияют на все развитие слушателей едва ли меньше, чем профессора. ...Я жил рядом с товарищами, не только теми математиками, с которыми вместе слушал все общие науки на первых двух курсах, но и с филологами, историками и экономистами другого факультета, и я никогда не забуду тех столкновений во мнениях, которые у нас часто бывали и немало послужили к общей полировке всех нас».

К острке «сибирского самородка» приложили руки самые видные ученые того времени. Он оказался учеником лучших педагогов: «дедушки русской химии» А. А. Воскресенского, выдающегося математика М. В. Остроградского, блестящего геолога С. С. Куторги.

Уже через год после окончания института в российском «Горном журнале» была опубликована первая научная работа Д. И. Менделеева, посвященная изучению связи состава кристаллов с их формой. А в двадцать два года молодой учитель защитил подряд две диссертации, открывшие ему дорогу к должности профессора кафедры химии Петербургского практического технологического института, а затем доцента и профессора Петербургского университета.

Более тридцати пяти лет Д. И. Менделеев преподавал в высших учебных заведениях неорганическую, органическую, физическую и технологическую химию. Им были написаны прекрасные учебники.

Менделеевский учебник органической химии был настолько оригинален и удачен, что был удостоен высокой награды - полной Демидовской премии. По менделеевским «Основам химии» училось не одно поколение студентов. Сам автор писал: «Основы» - любимое мое дитя, в них образ мой, опыт педагога, мои задушевные научные мысли».

Увлечшись агрохимией, Менделеев выступил против так

называемого «закона убывающего плодородия почв», ратовал за применение удобрений, известкования кислых почв, призывал к созданию по всей России опытных станций, пропагандирующих передовые технологии в сельском хозяйстве.

К середине XIX века в химии накопился огромный объем информации о более чем шестидесяти химических элементах и о множестве их соединений. Работа над «Основами химии» потребовала от Д. И. Менделеева систематизировать эти сведения и объяснить их взаимосвязи. При всем колоссальном объеме накопленные сведения о химических элементах были не всегда достоверны, а их перечень оказался и вовсе далеко не полным. То, что Менделеев проделал, в терминах сегодняшней науки называется «упорядочение нечеткого множества в условиях недостаточной информации». Сегодня это типичная задача науки информатики. В каком-то смысле он оказался предтечей кибернетики XX века, нашим современником из XIX века.

Многие ученые пытались дать свои систематики на основе объединения сходных по свойствам элементов в группы. Менделеев же фактически пошел обратным путем, пытаясь найти связь между противоположностями. Энгельс считал, что Менделеев «..., применив бессознательно гегелевский закон о переходе количества в качество, совершил научный подвиг». С формулой «научный подвиг» согласен весь научный мир, а вот относительно «бессознательного применения гегелевского закона» трудно согласиться.

Вот что Менделеев писал по поводу закономерной связи между количественными и качественными сторонами явлений природы: «Связь этих двух сторон, по моему мнению, составит нить, долженствующую вывести химиков из лабиринта современного, уже значительного, но отчасти одно-стороннего запаса данных. Такую связь я сам старался

разыскать: она лежит в основе той периодической системы элементов, которой подчинено все мое изложение».

И до Менделеева создавалось множество табличных сводок свойств элементов, в том числе внешне по форме близких к менделеевской системе, но ни один автор не поднялся выше, не увидел в таблице отражения всеобщего закона природы, закона материального единства мира. Начав работу над упорядочением множества химических элементов и их соединений как над чисто методической проблемой для учебника «Основы химии», Менделеев пришел к открытию, которое выдающийся английский физик Уильям Крукс назвал «неорганическим дарвинизмом».

Именно Менделеев на основе созданной им же системы открыл фундаментальный закон природы, называемый периодическим законом, учением о периодичности. Это открытие было не случайным. Оно логически вписывалось в развитие естествознания XIX века.

Но менделеевское открытие не только обобщило всю массу известных химической науке данных. С одной стороны, оно позволило обнаружить и исправить целый ряд ошибочных сведений, накопленных наукой того времени, а с другой - предсказать существование неизвестных элементов, описав подробно их свойства.

Предсказание в науке называют гипотезой, но когда это предсказание оправдывается, гипотеза становится научным фактом. В этом проявляются сила и красота научного предвидения.

Далеко не всегда ученые доживают до времени доказательства своих предсказаний. Менделееву в этом смысле повезло: предсказанные им химические элементы были найдены при его жизни, что принесло ему и его открытию всемирную научную славу и признание.

Менделеевское открытие продолжает развиваться и после смерти ученого. Открытие строения атомов позволило глубже проникнуть в причины явления периодичности. Не перечисляя здесь ступени развития периодического закона, упомянем лишь об очень примечательном и, к сожалению, достаточно забытом факте создания московским профессором М. Л. Чепелевецким в 1947 году периодической системы атомных ядер, включающей известные изотопы всех химических элементов. Периодическая система изотопов отражает совсем другие параметры мира микрообъектов, но дает возможности предсказания еще неизвестных атомов и их свойств. Но и в этой системе можно видеть продолжение менделеевских идей.

Во времена Д. И. Менделеева периодическая система заканчивалась на элементе № 83 - висмуте. Сто первый химический элемент, искусственно созданный учеными, назван теперь именем нашего великого соотечественника. А совсем недавно интернациональные коллективы ученых России, Америки и Израиля сообщили о синтезе новых элементов - от № 113 и до № 120.

К этому можно добавить, что менделеевский дар предвидения распространялся и на людей. Так, познакомившись в Варшаве с молодой гимназисткой Марией Склодовской, Дмитрий Иванович предсказал ее будущее - будущее блестящего ученого-химика. И действительно, Мария Склодовская-Кюри стала открывателем двух новых химических элементов - радия и полония, за что была удостоена двух Нобелевских премий.

Научная деятельность Д. И. Менделеева была удивительно многогранной. Всего он опубликовал более 500 научных трудов. Для исследования атмосферных процессов, желая лично «...проникнуть в мастерскую погоды», Менделеев в

одиночестве, без помощи пилота совершил героический полет на одном из первых отечественных воздушных шаров. Он исследует запасы природных ресурсов России, изучает нефтяное дело в Америке, чтобы применить его для развивающихся нефтепромыслов Прикаспия. Это он ратует за глубокую химическую переработку нефти. Известна не менее значимая и сегодня мысль Д. И. Менделеева: «Нефть - столь редкий исключительный дар природы, что сжигать его как простое топливо - просто грех... Топить можно и ассигнациями».

Многие газеты и журналы в России и за рубежом публиковали беседы и интервью с ним по самым злободневным вопросам («Торговля и высшее образование», «Тарифная война», «Д. И. Менделеев о войне»). Отвечая журналистам, ученый пользовался случаем, чтобы обратить внимание широкой публики на свою программу развития промышленности и просвещения в стране: «...чтобы страна была богатой, чтобы страна была могущественною и сильною, чтобы она не боялась врагов, чтобы люди в стране не прозябали, как животные, для всего этого необходимо, чтобы в стране процветали промышленность и торговля», а для индустриализации «нужны хорошие учебные заведения со строго продуманною современною программю».

Д. И. Менделеев вникает в тонкости добычи и переработки каменного угля. Его советы во многом определяют не только техническую, но и экономическую стратегию целых отраслей промышленности. В Совете торговли и мануфактуры Д. И. Менделеев занимается разработкой таможенных тарифов, обеспечивающих России экономическую независимость и ускоренное промышленное развитие.

Д. И. Менделеев в работе «Проблемы экономического развития России» взволнованно восклицает: «Сколько народу

учится у нас химии, а химическая промышленность, а живое дело химической практики - глядите, в чьих руках? Странна в этом отношении судьба нашей страны... Если наша интеллигенция хочет занять подобающее место в судьбе деятельных русских сил - она обязана встать во главе предстоящих многих дел, касающихся промышленной разработки природных богатств России... Господа московские и всякие иные русские капиталисты... Пустите ли вы французов, немцев, шведов, англичан и американцев эксплуатировать и это русское богатство и нажать на нем хорошие барыши, или сами догадаетесь взять его?.. Вам, господа русские капиталисты, предстоит осветить и смазать и Россию, и Европу». И через полтора столетия эти слова кажутся пророческими.

Предвидя роль Сибири и северных районов России, Менделеев интересуется созданием речного и ледокольного флота для Сибири и Северного морского пути. Как не вспомнить эти работы Д. И. Менделеева сегодня, когда российская Дума обсуждает новый закон об освоении Арктики и южных берегов Северного Ледовитого океана, где найдены несметные запасы нефти и газа.

В канун Первой мировой войны Менделеев раскрывает секрет изготовления бездымного пороха. Вместе с тем он писал: «Как принципиально убежденный реалист, я принадлежу... к числу уже немалочисленных ныне противников всяких войн... Но это вовсе не означает, по моему мнению, что разоружение страны можно было бы начать даже такой многоземельной стране, какова Россия. Она лакомый кусок для соседей Запада и Востока потому только, что многоземельна, и оберегать ее целость всеми народными средствами необходимо».

Работая в Главной палате мер и весов, он создает теорию методов взвешивания. По его настоянию в 1899 году

в России была «допущена факультативно» прогрессивная метрическая система мер.

Бытует мнение о том, что Менделеев, якобы «изобрел» русскую водку. На самом же деле он лишь изучил химические свойства водно-спиртовых растворов, идущих на приготовление водки.

В области образования Д. И. Менделеев выступал за его реальный характер и доступность для всех сословий. Предметом особой заботы он считал подготовку учителей высокой квалификации: «Только тот учитель и будет действовать плодотворно на всю массу учеников, кто сам силен в науке, ею обладает и ее любит».

Вместе со своими друзьями-учеными он создал Российское химическое общество, теперь носящее его имя.

«В науке вижу две цели: предвидение и пользу», - писал он о себе. Он считал: «Чем больше одарен природою человек, тем он больше обязан служить обществу!»

За свою научную и общественную деятельность Д. И. Менделеев получил более 130 дипломов и почетных званий от русских и зарубежных академий, университетов и научных обществ.

Только одного голоса не хватило Д. И. Менделееву для получения Нобелевской премии в 1906 году: ее присудили Анри Муассану за то, что он нашел способ выделения фтора.

Девизом Менделеева были слова: «Посев научный взойдет для жатвы народной».

У современника Д. И. Менделеева русского философа И. А. Ильина есть ответ на вопрос: кто есть гений? Эти слова полностью относятся к великому ученому:

«Он - один из многих: кровь от крови народа и пламя от пламени народа; но проблематику своего народа он несет в себе, в предельно интенсивной и сконцентрированной форме.

Эту проблематику как свою собственную и разрешает ее

И. А. Подольный, Б. Ю. Подольный

как сугубо личную; он поднимает его ношу и находит путь прежде всего для себя самого, и в то же время, и как раз поэтому, и для всего народа...

Он как бы получил ту самую силу, которую жаждали и за которую боролись целые поколения; а потому из деяний его рук льется струя облегчения, жизни, свежести, наставления для всех грядущих поколений.

Теперь люди знают, где искать победу, как ее добиться, за кем следовать. Вот почему гениальный человек становится живым источником свободы, радости, любви.

Проблема единства Истины, Добра и Красоты - это проблема всей человеческой культуры, и вклад в нее вносится также и наукой, прежде всего разумом великих ученых».

КАК УСТРОЕН МИР: ПРОСТО ИЛИ СЛОЖНО?

Законы природы - скелет Вселенной. Они служат ей опорой, придают форму, связывают воедино. Вместе они воплощают в себе величественную картину нашего мира. Они делают нашу Вселенную познаваемой, подвластной силе человеческого разума. В эпоху, когда мы перестаем верить в свою способность управлять окружающими вещами, они не дают забыть: даже самые сложные системы повинуются простым законам, понятным обычному человеку.

Дж. Трефил

Школьникам и студентам приходится изучать великое множество разных законов. Это и физические законы, и химические, и биологические. Открытие каждого из них в свое время было подвигом человеческой мысли, результатом порой весьма сложных экспериментов, напряженных

трудов, а иногда и жесточайших сражений в науке. Каждый закон отражает ту или иную внутреннюю связь, существующую в окружающей природе.

Для того чтобы понять мир, в котором мы живем, нужно не просто выучить и знать эти законы. Нужно понять, как они связаны друг с другом, как они все вместе создают единую научную картину мира. Каждое новое открытие вносит в эту картину новые краски.

Процесс познания бесконечен, а каждый выпускник должен вынести из школы и вуза ту картину мира, которая сегодня доступна ему в рамках накопленной научной информации. Но кто может сегодня сказать: все ли законы природы уже открыты и сколько их еще предстоит открыть? Потому учитель формирует в сознании школьников единую научную картину мира в рамках того информационного ресурса, который дает ученикам школа. Эта работа требует особого учительского внимания, так как с ребятами приходится обсуждать сложные и исключительно важные проблемы.

Однако методика такой работы остается менее других разработанной как в содержательном плане, так и в плане педагогических подходов. У разных авторов само понятие «картина мира» имеет разную смысловую нагрузку. Кто-то считает, что это метафора, кто-то даже говорит, что подобное понятие не имеет права на существование...

Для учителя принципиально важно знать, куда мы «ведем» учащегося. Определение, которое мы попытаемся дать, возможно, покажется слишком упрощенным и лишенным тонких философских категорий, но, на наш взгляд, именно оно в условиях неполноты знаний учащихся по каждой конкретной дисциплине, в объемах информации, очерченных школьными программами, наиболее отвечает целям и задачам школьного воспитания.

Итак, под единой научной картиной мира мы понимаем систему взглядов на мир в целом, основанную на доступных для учащихся современных научных воззрениях и отражающую мир в достаточной полноте его проявлений.

Пожалуй, главная смысловая нагрузка в этом определении ложится на понятия «единая», «система» и «полнота проявлений». Действительно, багажа любой отдельно взятой науки ни сегодня, ни в будущем не хватит для исчерпывающего описания мира. Знание отдельных предметов может формировать лишь фрагментарную картину мира. Но и простой алгебраической суммы знаний всех наук для этих целей всегда будет мало. Как говорят физики, спектр знаний и в этом случае будет фрагментарным, разорванным черными фраунгоферовскими линиями, хорошо известными физикам.

Мир - бесконечен. Потому и процесс познания мира - бесконечен. Но, как говорил Альберт Эйнштейн, «...самое удивительное, что мир познаваем...» Мир, действительно, познаваем, но познаваем в рамках тех представлений о нем, которые накопило человечество на данный исторический момент. Как теперь принято говорить, «...в рамках имеющегося информационного ресурса».

Мир есть сложная система, а свойства целостной системы сложнее и многообразнее свойств отдельно взятых элементов. С другой стороны, выпадение любого элемента из системы сказывается на ее целостных свойствах. Описание любой сложной системы представляет собой операции с информацией, накопленной жизненной практикой и научными исследованиями.

Ученик в школе должен научиться работать с этой информацией: понимать основы методологии научного мышления, методы анализа и синтеза информации в описании природ-

ных явлений, уметь пользоваться приобретаемыми знаниями для решения проблемных ситуаций. Ученик должен научиться пользоваться понятийным аппаратом смежных наук, сопоставлять и переносить доступные ему научные идеи и представления из одних областей знания в другие. Формирования единой картины в сознании учащихся можно достичь, лишь раскрывая межпредметные связи в объемах информации школьных программ, реализуя на практике ПРИНЦИПЫ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО СИНТЕЗА.

Именно на основе естественнонаучных и методологических знаний, на основе общей философской культуры в рамках доступной для школьников информации должна «синтезироваться» КРАСОТА ЕДИНОЙ НАУЧНОЙ КАРТИНЫ МИРА. И всегда нужно представлять: чем совершеннее картина мира, тем она прекраснее. Недаром говорили древние: «КРАСОТА - СИЯНИЕ ИСТИНЫ!»

Основным лозунгом физической картины мира, сформировавшейся со времен Ньютона, являлась максима «ВСЕЛЕННАЯ В ОСНОВЕ СВОЕЙ ПРОСТА». Отсюда и шла мысль о том, будто «законы физики управляют миром». Однако после известных опытов по сложению электронных пучков и установления Гейзенбергом принципа неопределенности эта картина перестала претендовать на полноту описания даже мира физических явлений, не говоря уже о свойствах живой материи. Одновременно с этим пришло осознание того, что мир сложен и вряд ли какой-либо одной из классических естественных наук удастся создать его стройную картину. Стало понятно, что предстоит сопоставить знания всех наук, попытаться проанализировать связи, возникающие между объектами и методами изучения разных отраслей знаний, и на этой основе синтезировать единую картину мира.

Не случайно еще М. В. Ломоносов писал: «Для чего толь многие учинены опыты в физике и химии? Для чего толь высоких мужей были труды и жизни опасные испытания? Для того ли только, чтобы, собрав великое множество разных вещей и материй в беспорядочную кучу, глядеть и удивляться их множеству, не размышляя о их расположении и приведении в порядок?»

Известный лозунг «Природа на факультеты не делится» сам по себе уже требует интеграции естественных наук на уровне объектов изучения. Именно с этой точки зрения каждый преподаватель должен быть широко образованным ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЕМ. Подобная исходная позиция, вероятно, оправдывала существовавшее в ряде стран мира положение, когда на уровне школы все естественные науки преподавал один учитель. Но такой учитель должен был отличаться энциклопедичностью знаний, широтой взглядов и умений и, конечно, общей и философской культурой. А нынче объем информации в естественных науках растет с поразительной быстротой. Ученым все труднее становится понимать друг друга даже тогда, когда они описывают одни и те же объекты.

Взаимопроникновение наук на уровне объектов исследования является знаменем времени. Так, один и тот же природный минерал исследуется химиками на предмет определения химического состава: физиками - на предмет его физических свойств, биологами - на его влияние на физиологические явления.

Однако именно на этом уровне все еще сохраняется угроза, о которой говорил Вернер Гейзенберг. Он считал, что известные достоинства специализации исследований достигаются, как правило, дорогой ценой - путем отказа от изучения механизмов взаимосвязей и отношений между раз-

народными явлениями природы и общества. Но именно эти явления, эти отношения играют ключевую роль в экологии, в определении лика Земли и ее будущего.

Для учителей естествознания, вероятно, небезынтересно будет познакомиться с мнением академика М. А. Садовского относительно проблем современной геофизики. Он пишет: «...геофизика испытывает крайнюю нужду в ученых широкого профиля, т.к. большинство из нас - узкие специалисты, которые способны совершать лишь ограниченное число операций у геофизического конвейера и не могут существенно изменить ход этого конвейера, охватить процесс развития геофизики в целом. Причины такого положения заключаются в несоответствии между исторически сложившимися методами геофизики и количеством и качеством (точностью) геофизической информации, поступающей ныне в распоряжение исследователя.

Еще недавно... уровень геофизических знаний, а также точность и количество материала наблюдений позволяли для первых представлений о строении Земли ограничиваться сравнительно простыми и достаточно общими методами анализа. По мере развития наших знаний методы анализа приспособлялись к решению только определенных узких вопросов. Такая специализация, как правило, основанная на упрощении условий задач, привела к чрезвычайной дифференциации геофизики по методическому, аппаратному признаку. Ученые забыли основные проблемы своей науки и занялись частными. Между тем эти основные проблемы, как правило, комплексны и требуют для своего решения использования данных о широком круге процессов, протекающих на Земле.

Геофизическое разноязычие приводит к несопоставимости частных результатов и, следовательно, к невозможности

ти их обобщения... Поэтому все чаще раздаются голоса, указывающие на необходимость такой перестройки методической основы геофизики, которая бы сближала, а не разъединяла отдельные направления науки...

Совместное использование в анализе даже мало точных данных различной природы оказывается более выгодным и эффективным, чем повышение точности какой-либо однородной группы данных... Меняя базис, мы неизбежно должны перестроить и всю систему геофизической науки, начиная с методов получения первичной информации».

Описание структуры и принципов функционирования сложных систем - технических, биологических и социальных - невозможно без использования понятия ЦЕЛИ развития, вовсе отсутствующего в классической физике и физической картине мира.

В отличие от механики, кибернетика исходит из принципа «МИР УСТРОЕН СЛОЖНО», по крайней мере, сложно устроены некоторые его системы, являющиеся предметом кибернетического изучения.

Методологическое противоречие принципов «МИР УСТРОЕН ПРОСТО» и «МИР УСТРОЕН СЛОЖНО» потребовало логического разрешения через возникновение ОБЩЕЙ ТЕОРИИ СИСТЕМ. Фундаментальное отличие воззрений на эволюцию окружающего мира в рамках этой теории заключается в признании наличия ЦЕЛЕЙ эволюции.

В том, что природа со временем подвергается эволюции, сомнений нет. Но во что превратился бы наш мир, если бы эволюция не подчинялась законам природы, не имела бы своих целей?

Хотя общая теория систем родилась относительно недавно, путь к ней начался с первых естественных классификаций множеств природных объектов: минералов, растений,

живых организмов, клеток, химических элементов, элементарных частиц и т.д. Поэтому для учащихся разрешение проблемных ситуаций классификации объектов науки может и должно стать школой работы с научной информацией, школой научного мышления, ступенью к общей теории систем.

Одной из первых возникших в науке естественных систем была периодическая система Д. И. Менделеева, которая привела к открытию фундаментального закона природы - периодического закона.

Но читатели должны понимать и то, что, как бы совершенна и прекрасна ни была существующая сегодня в человеческом сознании картина мира, рано или поздно с новыми открытиями в науке картина эта претерпит самые существенные изменения. Одно несомненно: новая картина будет еще более прекрасной!

ОТ ИСКУССТВА К НАУКЕ

Краткая история развития химии

*Можно безошибочно утверждать,
что химия так же стара,
как мыслящее человечество,
занимающееся производствами.*

Б. Н. Меншуткин

Для того чтобы лучше понять, как менялась в сознании людей картина мира, необходимы определенные знания из истории химии. Сам Дмитрий Иванович Менделеев историей химии интересовался всю жизнь. К русскому изданию книги Э. Майера «История химии от древнейших времен до настоящих дней» он написал предисловие, содержащее интересные мысли:

«... науки об организмах неизбежно приводят к пониманию индивидуальных особенностей, а науки физико-механического содержания стараются устранить совершенно это понятие об индивидуализме, то химия, уже своим учением о самостоятельности химических элементов, очевидно, занимает срединное положение, оправдывающее тот интерес, который она представляет для философской мысли. А так как в своем развитии химия захватила и ряд прикладных областей, совершенно овладев некоторыми из них, то ее изучение стало многообъемлющим в наше время, и история нашей науки, в ее теоретической, опытной и прикладной частях, дает объяснение многому - иначе непонятному...»

Заглянем и мы вглубь веков, чтобы лучше понять, «откуда есть пошла» наша химическая наука.

История химии с известной долей упрощения может быть разделена на ряд этапов: первый - от древнейших времен до становления научной атомистики; второй - становление химии как науки на базе атомно-молекулярного учения; третий - современный период (иногда называемый квантовой химией), основывающийся на научной систематике химических элементов, на знании строения атомов, на понимании тонких механизмов химических реакций вплоть до сложнейших биохимических процессов.

Первый этап развития химии был очень длительным и развивался медленно. Начался он, вероятно, у костра первобытного человека, на котором готовилась пища. В огне костра обжигалась глина, родилось первое стекло. Огонь дал человеку власть над металлами. История не сохранила имен тех, кто впервые научил людей дубить шкуры зверей, обрабатывать волокна растений, окрашивать их в яркие цвета. Но именно они стояли у истоков химии. В процессе

труда люди накапливали колоссальные по тем временам объемы знаний о свойствах веществ и способах их переработки. Так рождались химические ремесла, которые достигли очень высокого развития в Китае и Индии, в Египте и Месопотамии. Именно там рождалась химия как искусство операций над природными веществами.

Самые древние изделия из меди сегодня относят к 9200 - 8750 годам до н.э. Они найдены в неолитических поселениях на реке Тигр. На территории Турции старейшие изделия из меди датируются 6400 - 5700 годами до н.э. Первые изделия из свинца появились в 6500 годах до н.э., но в Египет этот металл впервые попал лишь к 3000 годам до н.э. Технология получения железа неметеоритного происхождения впервые стала известна народам Южного Кавказа за 2100 лет до н.э. Бронзовые орудия войны и труда стали известны в тридцатом веке до н.э., а еще через тысячу лет широко использовались для изготовления оружия и доспехов.

Овладение искусством металлургии и химии во многом определяло экономику и культуру народов. Так, еще Геродот за пять веков до нашей эры писал о золотоносных районах Западного Узбекистана, где кочевники-массагеты, не зная железа и серебра, пользовались оружием из золота и меди.

Только через 25 веков в тех районах люди нашли богатейшие запасы золотосодержащих руд. Но до сих пор остается непонятным, как в те времена люди добывали из этих руд металл: ведь золото в них находится в химически связанном состоянии.

Лишь в середине XX века Советский Союз усилиями всей страны сумел построить Навоийский горно-металлургический комбинат, где драгоценный металл извлекается из рудного концентрата рядом последовательных сложных химических процессов.

Основные сведения о химических искусствах с III века до нашей эры долгие годы накапливались в знаменитой Александрийской библиотеке в Египте, но после гибели библиотеки в 47 году до н.э. центры химических знаний стали перемещаться на Восток и в Европу.

В VII веке на мировой арене появились арабы. С возникновением мусульманства они захватили большие районы Западной Азии и Северной Африки, вторглись в Египет и Персию. История сохраняет легенду о том, что при осаде Константинополя весь арабский флот был сожжен «греческим огнем», химическим составом, который нельзя было потушить водой. По преданию, смесь эту для греков приготовил египетский химик Каллиник, бежавший от арабов из Египта.

В то же время арабские халифы стали поддерживать своих ученых. Арабы дали миру плеяду блестящих философов и химиков, таких как Джабир ибн-Хайян, известный под именем Габер. Это он впервые дал рецепты получения нашатырного спирта, свинцовых белил, впервые перегонкой выделил самую сильную для своего времени уксусную кислоту. Ему удалось впервые получить слабый раствор азотной кислоты.

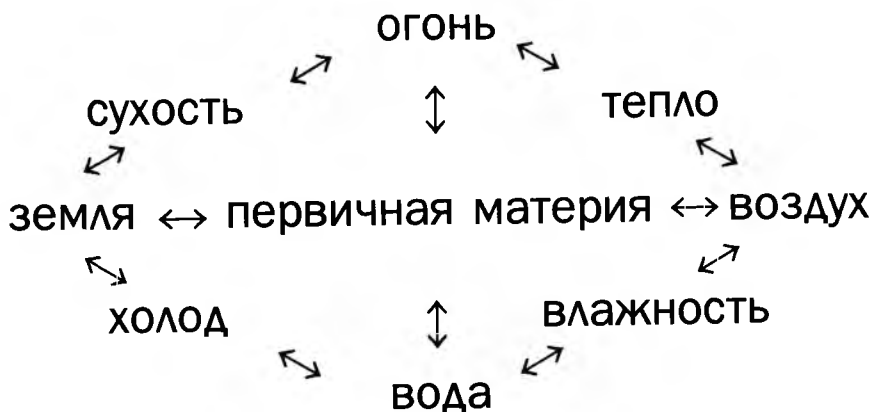
Арабские химики Ар-Рази (IX век) и Ибн-Сина (Авиценна) (X век) глубоко связали химию с медициной. К VIII - IX векам арабские химики добавили к названию науки приставку «ал». От них название «АЛХИМИЯ» проникло в Европу.

Происхождение самого названия «ХИМИЯ» спорно. Иногда его связывают со словом «ХЕМ» - названием Древнего Египта, происходящим от темного цвета его земли, принципиально отличающегося от цвета восточных и африканских песков. Другая версия связывает слово «химия» с древнегреческим словом, обозначавшим искусство выплавки ме-

талов. Современное название «химия» происходит от позднелатинского *Chimia* и является интернациональным: сравните немецкое *Chemie*, французское *Chimie*, английское *Chemistry*.

Начало европейской алхимии относят к четвертому веку нашей эры. Научная база в алхимии отсутствовала полностью. Развитие ее шло по пути разработки многочисленных рецептов для цеховых кустарных производств. Теоретические взгляды алхимиков основывались на учении Аристотеля об элементах.

По Аристотелю, в основе всего материального бытия лежит некая первоматерия, которая не возникает из ничего и не исчезает в ничто. Она вечна и способна лишь к превращениям. Количество ее в мире неизменно. Первоматерия обладает неким независимым от нее началом - формой, способной взаимодействовать с ней самой. Первоматерии присущи четыре качества: тепло, холод, сухость и влажность. Попарное обладание первоматерией названными качествами создает четыре элемента: огонь, землю, воду и воздух.



Аристотель считал: все вещи обладают потенциальной возможностью к движению, которое не существует вне вещей. Движение же возникает только под действием толчка извне от другого движущегося тела. Первый толчок для начала движения был дан высшей силой, то есть богом... Таким образом, в учении Аристотеля слились воедино и материалистические, и идеалистические представления своего времени.

Его последователи в средние века возвели на пьедестал идеализм, отбросив из Аристотеля все, что хотя бы напоминало материализм. Идеалистическая часть аристотелевских представлений составила основу алхимии.

Одним из первых европейских алхимиков был Альберт Больштедский (1193 - 1280), более известный как Альберт Великий. Он полностью следовал взглядам Аристотеля. Его описание свойств мышьяка и по сей день поражает своей точностью.

Английский монах Роджер Бэкон (1214 - 1294) считал залогом успехов науки экспериментальные исследования с применением математических методов. Он пытался написать энциклопедию естественнонаучных знаний, описал состав и способы приготовления пороха.

Некоторые алхимики, боясь преследований, скрывались под псевдонимами, до сих пор не разгаданными. Так, европейский ученый, принявший арабское имя Джабир, еще в XIV веке впервые описал серную кислоту и метод ее получения. Открытие сильных минеральных кислот дало мощный толчок развитию многих новых технологий.

Но в 1317 году папа Иоанн XXII предал алхимию анафеме. Алхимикам пришлось уйти в глубокое подполье.

Химическое искусство было облечено порой в мистические представления и вплоть до средневековья засекречи-

валось обладателями химических тайн. Это до сих пор весьма затрудняет расшифровку тех немногих старинных химических рукописей, которые дошли до наших дней. Особого искусства в символических аллегориях достигли средневековые алхимики Европы

Вот пример алхимического текста, к которому обращались многие исследователи. Это символическая аллегория Джона Пордеджа (XVIII в.) из его труда «Истинное познание сущности вещей»

«1. Жили два брата и сестра.

2. Сестра была очень красивой, и чтобы не пасть жертвой соблазвившихся, удалилась, надев черные одежды, дабы скрыть свою красоту.

3. Один из братьев стал королем.

4. Второго брата он взял к себе на службу скороходом.

5. Однажды, переправляя депешу, скороход встретил девушку в черном. Почувствовав к ней влечение, он решает на ней жениться.

6. Он приводит ее к королю, и тот дает согласие на брак.

7. По совершении свадебного обряда скороход и девушка входят в комнату для молодых.

8. Раздевшись, уже на брачном ложе, они обнаружили свое родство.

9. Огорчившись, они горько плакали.

10. Однако влечение было столь велико, что они слились воедино.

11. Наутро пришло это двуединое тело к королю. Увидев его, король сказал: «Ты мне нравишься. Отринь свои мужские части и будь мне женой».

12. Так они и поступили, образовав теперь уже триединое тело. Мор охватил всю страну.

13. Тогда жители той страны взяли это триединое тело, поме-

стили его в башню из железа и раздули под ней большой огонь.

14. Распалось тело на мужское и женское естества, и в стране наступили согласие и мир».

Мужское и женское, помолвка, венчание, соитие, двуполое тело - ребис - алхимический гермафродит, алхимическое триединство - «троица», кровосмешительство, влечение, счастье через несчастье, испытание огнем, жизнь через смерть, оборотничество.

Все основные алхимические мифологемы в этом тексте есть. Нет лишь главного - ощущения живого. Именно поэтому хочется расшифровать этот текст только на химический манер. Так, собственно, и поступили исследователи этого текста. Этого оказалось вполне достаточно, ибо именно такая расшифровка исчерпывает содержание текста. Аллегория плоска и однозначна, несмотря на внешнюю эпичность и многомысленность.

1. Двое юношей и девушка - металлы. Девушка - медь: Венера, Диана, Юнона.

2. Облачение в черные одежды: $Cu + S = CuS$ (черная серная медь).

3. Один из братьев стал королем. Это олово - Юпитер, «королек», принявший, как и подобает королю, золотоподобный цвет: $Sn + S = SnS$.

4. Скороход - ртуть, «живое серебро» (*argentum vivum*).

5. Скороход и девушка - ртуть и серная медь - влекутся друг к другу. Но медь прячется за серой.

6. Король соглашается на брак [SnS - активатор (?) возможной реакции соединения Hg и CuS].

7. Реакции должны идти в герметических сосудах, дабы сохранились исходные вещества-элементы.

8. «Раздевание»: $CuS + O_2 \rightarrow Cu + SO_2$. То же происходит и с ртутью: $Hg + [O] \rightarrow HgO$ («Меркурия готовят окислением»),

9. Они «плачут». Окись ртути и медь обрабатывают водным раствором HCl.

10. Соитие: $\text{Cu} + \text{HgO} + \text{SO}_2 + \text{S} + \text{HCl} \rightarrow \text{CuHg}(\text{S}_2\text{O}_3) (\text{HgCl}_2) \cdot \text{HCl}$ - «двуединое тело».

11. «Отринь мужское!» - Освобождение от серы и сернистых соединений (сера - мужское начало): $(\text{S}_2\text{O}_3) \rightarrow \text{SO}_3 + \text{S}$.

12. Взаимодействие ртуть-медного соединения (сульфатов и хлоридов меди и ртути) и SnS. В результате образуется комплексное соединение Cu, Hg и Sn с хлором, серой и сульфит-ионом: $\text{CuSO}_3 \cdot \text{SnSO}_3 \cdot \text{HgSO}_3$ и др. (триединое тело).

Соли тяжелых металлов, в том числе сулема HgCl_2 - причина мора.

13. Сильное нагревание в присутствии железа разлагает это соединение.

14. В результате ртуть восстанавливается из сулемы, и мор прекращается.

Расшифровка эта не вполне точна и, конечно же, модернизирована. Но такой подход здесь возможен.

(Из «Всеобщей истории химии». М.: Наука. 1980. с.276-277).

Со времен алхимии прошли столетия, но тенденция к засекречиванию некоторых научных открытий и сегодня жива, и не только по причинам охраны авторских прав или оборонных секретов...

Но вернемся к истории химии.

Знания средневековых алхимиков отличались энциклопедичностью. Врач Георг Бауэр более известен под именем Агрикола. Ему принадлежит книга «О металлургии», обобщившая опыт современных ему рудокопов, рудознатцев и металлургов.

Аристотелевская идея взаимопревращений многие века питала надеждами призрачную идею поиска способов превращения неблагородных металлов в золото и серебро. Отношение общества и церкви к алхимии в разные времена и

И. А. Подольный, Б. Ю. Подольный

в разных странах менялось от полного непризнания и тяжелых гонений до весьма большой поддержки, когда казалось, что поиски философского камня, превращающего «грязь в золото», близки к успешному завершению. В конце алхимического периода появилась идея вырастить «гомункулюса в пробирке» («химического человечка»).

Но ни золота, ни гомункулюса алхимики не получили. Зато в их лабораториях впервые был получен чудесный фарфор, порох, множество новых химических соединений. Алхимики разработали методы получения и очистки веществ, создали химическую посуду. Вклад алхимиков в становление науки бесспорен и нуждается в дальнейшем изучении.

Можно считать, что до XVIII века химия была больше «великим искусством», чем естественной наукой, но и тогда она серьезно влияла на миропонимание.

Второй этап - становление химии как науки, хоть и уходит корнями ко временам атомистики древних, но свершается на рубеже от конца XVII до середины XIX века.

НЕБОЛЬШОЙ ЭКСКУРС В ИСТОРИЮ ХИМИЧЕСКОЙ АТОМИСТИКИ

История науки - это реализация ее бессмертия.

Не того бессмертия неизменных и вечных законов, которые повторяются, подтверждаются и будут подтверждаться всегда.

История науки - реализация бессмертия индивидуальных актов познания, мучительных поисков истины, радостей открытия, личности мыслителей, поворотов и даже ошибок мысли...

Фредерик Жолио-Кюри

Как говорил Вальтер Герц, история науки и логика научных исследований показывают, что развитие наших зна-

ний возможно только на основе наших представлений, которые, проявляясь как лейтмотив, направляют все наше мышление.

XVIII век открытиями Ломоносова и Лавуазье повернул старую как мир химию на путь превращения из искусства в науку на базе атомно-молекулярного учения и точных количественных методов исследования. Собственно, этот процесс начался с трудов Ломоносова, который впервые ввел в химию систематические весовые измерения. В Европе количественные методы пришли в химию с работами Антуана Лорана Лавуазье.

Для того чтобы проследить процесс становления атомно-молекулярного учения, продолжим краткий экскурс по многовековой истории химии.

Сохранились сведения о том, что еще в древнем Китае некоторые идеи атомистики содержались в китайском миропонимании. Эти же идеи присутствовали в трудах мыслителей Древней Греции еще за пять веков до нашей эры. Философы Левкипп и Демокрит, обсуждая вопрос о пределе делимости веществ, чисто умозрительно допустили, что такой предел есть, а мельчайшие частицы материи назвали атомами, то есть неделимыми. Еще через двести лет древнегреческий философ Эпикур ввел понятие о том, что атомы характеризуются не только формой и размером, но и разным весом.

Хотя атомистика древних не была приложена к конкретным наукам, а носила характер умозрительных формальных философских построений, тем не менее до сих пор с большим интересом читается едва ли не единственное чудом дошедшее до нас сочинение Тита Лукреция Кара, жившего на рубеже первого века нашей эры. Называется

оно «О природе вещей», и в нем есть строки, которые поразительно близко совпадают с нашими сегодняшними взглядами.

*«Ныне не стрелами яркими дня и не Солнца лучами
Надо рассеивать ужасы и помрачения духа,
Но изучением и толкованьем законов природы.
Первоначальное правило ставит природа такое:
Из ничего даже по воле богов ничего не творится...»*

*«... я с убеждением высказать должен,
Что существуют тела неделимые вовсе на части
И по природе наименьшие. Если мы их допускаем,
То признать в них должны неминуемо плотность и вечность...»*

*«Тело вещей до тех пор нерушимо, пока не столкнется
С силой, которая их сочетанье способна разрушить.
Так что, мы видим, отнюдь не в ничто превращаются вещи.
Но разлагаются все на тела составные обратно...»*

В борьбе философских учений умозрительный атомизм древних греков, опиравшихся не на эксперименты, а только на логические мысленные построения, на долгие столетия потерпел поражение: представления об атомной структуре были забыты.

Возникшая позднее в трудах Аристотеля теория элементов под этим названием понимала нечто совсем отличное от современного значения понятия «элемент». Отвергая учение Левкиппа и Демокрита, Аристотель признавал элементами не вещества, а их свойства. Со временем элементами стали считать землю, воду, воздух и огонь, возникающие от попарного обладания качествами: сухость и тепло дают огонь, холод и сухость рождают землю, холод и влажность образуют воду, а влажность и тепло - воздух.

Можно предполагать, что от древних греков эти идеи попали к арабам и от них пришли в Египет и на Восточное Средиземноморье. Арабская алхимия во многом переработала и развила античные представления об окружающем мире.

Алхимия со всеми своими заблуждениями внесла значительный прогресс в понимание химических явлений. Пытаясь в бесплодных попытках найти философский камень, превращающий все металлы в золото или позволяющий из неживой материи вырастить гомункулюса, алхимики в разные века сделали массу серьезных открытий. Недаром известный итальянский историк химии Микеле Джуа, говоря об алхимиках, вспомнил известную библейскую историю: Саул, разыскивая ослиц своего отца, нашел царскую корону.

Из арабской алхимии родилась ятрохимия (иатрохимия), искавшая в химии средства от множества болезней и эликсиры долголетия. Среди европейских ятрохимиков большую известность приобрел человек с удивительно длинным именем: Филипп Ауреол Теофраст Бомбаст фон Гогенгейм, называвший себя Парацельсом (последнее означает - превзошедший известного целителя Цельсия). Он учился во многих европейских университетах, был последователем взглядов Аристотеля и считал, что главной задачей химии является не превращение металлов в золото, а лечение людей. Основные болезни, по его мнению, вызываются избытком или недостатком в организмах таких элементов, как сера, ртуть или соль. Парацельс явился одним из основателей европейской ятрохимии, стремившейся соединить химию с медициной. Но если сегодня расшифровать рецепты применявшихся им лекарств, то легко убедиться, что они мало кому могли помочь, а многим пациентам сократили путь к трагическому финалу...

Одним из последних представителей этого направления был немецкий врач-химик Иоганн Рудольф Глаубер (1604 - 1668).

Ему принадлежит разработка методов получения соляной кислоты действием серной кислоты на поваренную соль. Он обнаружил, что сульфат натрия обладает слабительным действием. С тех пор эта соль называется глауберовой.

Об атомах упоминается и в трудах средневековых авторов. Великий мыслитель Леонардо да Винчи выступил против алхимиков, утверждавших, что весь мир состоит из одинаковых атомов, лишь разным образом соединенных между собой: «Ложные истолкователи природы утверждают, что ртуть есть общее семя для всех металлов, но они не учитывают, что природа видоизменяет семена соответственно разнообразию вещей, которые она производит».

Уильям Рамсей в «Очерках по истории химии» пишет, что до XVIII века химия долгое время оставалась служанкой медицины и только начиная с Бойля смогла сбросить с себя оковы ятрохимии.

Вслед за ятрохимией почти параллельно стали развиваться два новых направления в химии. Первое возникло на базе изучения процессов горения. Оно получило название учения о флогистоне («флогистос» - воспламеняющийся). Такое название было дано некоей субстанции, которая якобы участвовала в процессах горения. Это учение фактически создал немецкий врач и химик Георг Эрнст Шталь. Он исходил из того, что в природе существуют «неукротимые жидкости» - электрические флюиды, световой эфир, теплород и др. Эти «жидкости» способны переливаться от одного вещества к другому, вызывая электрические, магнитные, световые и тепловые явления. Химические превращения, по Шталю, вызываются особым элементом флогистоном.

Он утверждал, что при горении тела теряют флогистон, и чем больше флогистона в теле, тем оно более способно к горению. А при восстановлении из руд металлы, наоборот,

принимают флогистон. Но давно было известно, что при окислении вес металлической окалины оказывался большим, чем вес исходного металла. Это явное противоречие сторонники учения о флогистоне объясняли тем, что флогистон будто бы имеет отрицательный вес. Свою теорию Шталь распространил и на объяснение процессов дыхания. Следует отметить: автор теории флогистона считал металлы сложными веществами, а некоторые извести - простыми. При столь ошибочных основных исходных посылах теория флогистона все же способствовала углубленному изучению окислительно-восстановительных процессов.

Второе направление некоторые историки науки называют этапом количественных исследований. Начался он с работ Михаила Васильевича Ломоносова, который в 1741 году подготовил и опубликовал свой труд «Элементы математической химии». На основании экспериментальных данных об изменении массы прокаливаемых металлов в 1760 году он экспериментально подтвердил главный закон химии:

«Все перемены, в натуре встречающиеся, такого суть состояния, что сколько чего у одного тела отнимается, столько присовокупится к другому. Так, ежели где убудет несколько материи, то умножится в другом месте... Сей всеобщий естественный закон простирается и в самые правила движения. Тело, которое своим толчком возбуждает другое к движению, столько же теряет от своего движения, сколько сообщает другому, им двинутому».

Новые доказательства этого закона к 1789 году получил во Франции Антуан Лоран Лавуазье. Если Ломоносов доказал справедливость закона сохранения массы на примере реакции окисления металла (реакции соединения), то Лавуазье подтвердил справедливость его и в реакциях разложения и синтеза.

В современной литературе можно встретить мнение о

том, что Ломоносов, говоря о движении, лишь повторил воззрения Декарта о сохранении «количества движения», высказанные им еще в XVII веке. Несомненно то, что Ломоносов знал философские взгляды Декарта. Упрекать же и Декарта, и Ломоносова в том, что они употребляли термин «количество движения» вместо слова «энергия», вряд ли следует: само понятие об энергии возникло позднее времени Декарта и Ломоносова - лишь к XIX веку - веку замечательных физиков Джоуля и Гельмгольца, доказавших факт взаимного эквивалентного превращения разных видов энергии.

Важно отметить, что химические воззрения Лавуазье заметно отличались от взглядов Ломоносова. Так, Лавуазье считал теплоту и свет весомыми материями, а Ломоносов представлял их как результат движения частиц. Лавуазье, которого считают на Западе создателем атомистики, обе эти субстанции принимал за элементы. Многие сложные вещества Лавуазье считал простыми, хотя и подозревал, что со временем их удастся разложить. Но главное отличие атомистики Лавуазье заключалось в том, что он, признавая мельчайшими телами простых веществ элементы (атомы), не вводил в круг созданной им теории понятия о молекулах. Ломоносов же четко в своих воззрениях различал элементы (атомы) и корпускулы (молекулы).

Именно количественные исследования привели к открытию состава воздуха и падению теории флогистона. Англичанин Джозеф Блэк, а за ним Лавуазье изучили «связывающийся воздух» или «меловую кислоту» - углекислый газ. Джон Пристли открыл и изучил оксиды азота, а в 1774 году открыл кислород, получив его двумя независимыми способами. Так рождалась химия газов - пневмохимия. Еще раньше кислород был получен шведским химиком Карлом Виль-

гельмом Шееле, но он не сделал из своего открытия явно вытекавших выводов. Зато Лавуазье принадлежит честь создания кислородной теории горения, окончательно похоронившей учение о флогистоне.

К этому времени химия все больше приобретала практическое приложение. Так родилась техническая, или прикладная химия. Но, не имея под собой теоретической базы, техническая химия все еще напоминала искусство, в котором многие умельцы в условиях кустарных мастерских достигали весьма интересных результатов.

В середине XVIII века М. В. Ломоносов так выразил свою мысль о необходимости взаимосвязи науки и производства: «Науки ходожествам путь показывают: ходожества происхождения наук ускоряют, обои общей пользою согласно служат». Словом «ходожество» во времена Ломоносова называлось не только искусство в нашем современном понимании, но и искусство производить материалы, продукты и другие изделия, то есть технические ремесла и промышленность. В «Слове о пользе химии» Ломоносов писал: «Между ходожествами первое место, по моему мнению, имеет металлургия, которая учит находить и очищать металмы и другие минералы».

В России слово «технология» появилось в самом начале XIX века. Оно заменило слово «ходожество» и обозначало прикладную инженерную науку о промышленных производствах.

Здесь уместно привести определение слова «технология», данное Д. И. Менделеевым в начале нашего века в «Энциклопедическом словаре» Брокгауза и Эфрона:

«Технология, или учение о выгодных (т. е. поглощающих наименее труда людского и энергии природы) приемах переработки природных продуктов в продукты, потребные (необходимые, или полезные, или удобные) для применения в жизни людей.

Хотя технология по своему предмету глубоко отличается от социально-экономических учений, но у ней с ними много прямых косвенных связей, так как экономия (сбережение) труда и материала (сырья), а чрез них времени и сил, составляет первую задачу всякого производства, и существо учения о фабрично-заводских производствах совершенно теряет почву, если утрачивается из вида выгода (экономичность) производства. Дело, например, химии - изучать получение железа из его руд или из иных веществ природы, где оно содержится, а дело технологии - изучить выгоднейшие для того способы, выбрать из возможностей наиболее применимую - по выгоде - к данным условиям времени и места, чтобы придать продукту наибольшую дешевизну при желаемых свойствах и формах».

Далее Д. И. Менделеев писал: «И хотя многие приемы, применяемые на заводах и фабриках, ведут свое начало от опытом оправданных начал естествознания, тем не менее, в практическом сочетании частных должно ждать своих обобщений, с которыми в будущем может выступать технология как самостоятельная прикладная наука».

Это определение Д. И. Менделеева уже полностью соответствует современному пониманию технологии как науки о промышленном производстве. Но в то же время Менделеев не раз назвал технологию величайшим искусством!

Вместе с быстрым развитием химических производств и накоплением естественнонаучной информации химия к этому времени растет воистину революционными темпами. Недаром было сказано, что потребности практики двигают науку быстрее, чем все университеты вместе взятые. О скорости накопления научных химических данных в разные исторические времена можно судить по таблице, приводимой Д. Н. и В. Д. Трифоновых. (*«Как были открыты химические элементы»*. М. Просвещение. 1980. с. 212-222).

Темпы открытий новых элементов с 1750 по 1925 г.

Годы	Открытие элементов и их число	Общее число известных элементов
до 1750	C, P, S, Fe, Co, Cu, Zn, As, Ag, Sn, Sb, Pt, Au, Hg, Pb, Bi	16
1751-1775	H, N, O, F, Cl, Mn, Ni, Ba	24
1776-1800	Be, Ti, Cr, Y, Zr, Mo, Te, W, U, Sr	34
1801-1825	Li, B, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Se, Nb, Rh, Pd, Cd, I, Ce, Ta, Os, Ir	52
1826-1850	V, Br, Ru, La, Tb, Er, Th	59
1851-1875	Rb, In, Cs, Tl, Ga	64
1876-1900	He, Ne, Ar, Sc, Ge, Kr, Xe, Pr, Nd, Sm, Gd, Dy, Ho, Tu, Yb, Po, Ra, Ac, Rn	83
1901-1925	Eu, Lu, Hf, Re, Pa	88

Если за всю многовековую историю химии до 1750 года были открыты всего 16 химических элементов, то только за вторую половину века XVIII к ним прибавилось еще 18. А в XIX веке было открыто еще 49 новых элементов.

В XVIII веке для многих естественных наук в основном закончились времена накопления информации. Как теперь говорят, возникла база данных, на основе которых пришло время для серьезных обобщений.

С середины XVIII века со страниц научных публикаций и из учебников стала исчезать дотоле признаваемая обязательной латынь. Это сделало химические знания доступными бо-

И. А. Подольный, Б. Ю. Подольный

лее широкому кругу людей. Химия стала оформляться в самостоятельный предмет, разработала свою терминологию, построила свои учебные лаборатории, появились первые учебники. Одна из первых в Европе учебных химических лабораторий была создана М. В. Ломоносовым в Петербурге.

«Храмами нового времени» назвал химические лаборатории великий биолог Луи Пастер. И отличались эти лаборатории не просто растущим искусством химиков-экспериментаторов. Наука все больше осваивала точные количественные аналитические методы исследования и описания состава и свойств веществ. В центр внимания исследователей попали и явления, сопровождающие химические превращения. В конце XVII века химия озарилась светом научных работ ирландского ученого Роберта Бойля, фактически вернувшего в химию понятие «атом». Его физические опыты по сжатию газов не могли быть объяснены без привлечения представлений об атомарной их структуре.

Так атомистика стала краеугольным камнем в фундаменте научных представлений о мире.

ДЕСЯТЬ ВЕЛИКИХ ЗАКОНОВ

*То, что является обобщением человеческого опыта,
незыблемо, и на этом построено наше существование.*

А. Китайгородский

Для завершения этапа тысячелетних исканий и полной победы атомно-молекулярного учения потребовалось открытие целого ряда количественных законов химии и физики. Из множества законов назовем десять революционных открытий, ставших фундаментом теоретической химии. Они

были сделаны на рубеже веков: с конца XVIII и до середины XIX века.

Общим для них было то, что ни один из них не мог быть понят и объяснен без привлечения атомно-молекулярных представлений.

ЗАКОН ЭКВИВАЛЕНТОВ был открыт Иеремией Вениамином Рихтером. Будучи работником фарфоровой фабрики, он тщательно фиксировал количество кислот и щелочей, идущих на нейтрализацию друг друга. Из этих записей он сделал вывод о том, что кислоты и основания соединяются в строго определенных весовых отношениях, независимо от их природы.

Таким образом, оказалось, что *пропорции реагирующих веществ являются физическими постоянными*. Поскольку впервые этот закон был выведен из наблюдения за реакциями кислот с основаниями, его поначалу так и называли - **законом нейтрализации**. Позднее было показано, что он распространяется на все химические реакции. Для науки, изучающей весовые соотношения реагирующих веществ, Рихтер предложил название **СТЕХИОМЕТРИЯ**. Не сразу современники оценили это открытие, но оно было признано, когда стало ясно, что и во всех реакциях соблюдаются строгие эквивалентные отношения химических реагентов.

Рихтеру принадлежат знаменитые слова: «Бог устроил все по мере, числу и весу!»

ЗАКОН ПОСТОЯНСТВА СОСТАВА родился в споре члена Парижской академии наук Луи Жозефа Пруста и профессора Египетского института в Каире Клода Луи Бертолле. Первый утверждал, что вещества соединяются только в строго определенных весовых соотношениях, а второй допускал существование веществ с переменным составом. Победил в споре Пруст, доказавший, что *всякое*

чистое вещество, независимо от места и способа его получения, имеет постоянный качественный и количественный состав.

Справедливости ради следует сказать, что этот закон в современном понимании в наибольшей мере относится лишь к газообразным соединениям. В жидких и твердых веществах практически постоянно наблюдаются отклонения от этого закона, как в количественном, так и в качественном составе веществ. Но для своего времени закон Пруста был весьма важным шагом в понимании химических превращений. А «ошибочные» взгляды Бертолле сегодня лежат в основе важнейшего направления химии веществ переменного состава, позволяющего получать массу продуктов с наперед заданными свойствами.

ЗАКОН КРАТНЫХ ОТНОШЕНИЙ был открыт замечательным английским химиком Джоном Дальтоном. Этот закон Дальтон вывел из данных о составе двойных соединений и атомистической гипотезы, по которой предполагалось целочисленное соотношение атомов в соединениях:

«Если два элемента А и В образуют между собой несколько химических соединений, то на одно и то же весовое количество (массу) одного из них приходится такие количества (массы) другого, которые относятся между собой как небольшие целые числа».

Точными опытами было показано, что в пяти различных оксидах азота на единицу массы азота приходится соответственно либо 0,57, либо 1,14, либо 1,71, либо 2,28, либо 2,85 единиц массы кислорода, что соответствует отношению 1:2:3:4:5.

Объяснить такое соотношение можно было только с признанием существования атомов. Атомистическая гипотеза получила тем самым еще одно убедительное подтвержде-

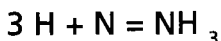
ние. На той же основе Дальтон высказывал суждение об относительных атомных весах элементов.

Фридрих Энгельс о научных достижениях XIX века писал: «В химии, особенно благодаря дальтоновскому открытию атомных весов, мы находим порядок, относительную устойчивость однажды достигнутых результатов и систематический, почти планомерный натиск на еще не завоеванные области, сравнимый с правильной осадой какой-нибудь крепости».

ЗАКОН СОЕДИНЕНИЯ ГАЗОВ МЕЖДУ СОБОЙ открыл Жозеф Луи Гей-Люссак в 1808 году. Собственно, он открыл два закона. Первый описывает расширение газов в зависимости от температуры, а второй утверждает:

«Объемы реагирующих между собой и образующихся в реакциях газов относятся как небольшие целые числа».

Для объяснения такого соотношения в рамках атомистики Дальтона было высказано предположение о том, что в равных объемах различных газов при одинаковых условиях содержится равное число атомов. Но такая гипотеза не давала ответа на вопрос, почему три объема водорода, соединяясь с одним объемом азота, образуют два объема аммиака, а не один:



3 объема 1 объем 2 объема(?)

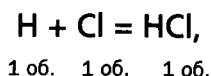
ЗАКОН АВОГАДРО дал объяснение такому несоответствию в 1811 году. Для этого потребовалось объединить дальтоновскую атомистику с молекулярным учением, признающим существование молекул, образованных двумя или более одинаковыми атомами и способных в химических превращениях расщепляться на атомы. Эта заслуга принадлежит итальянскому химику Амедео Авогадро ди Кваренья.

И. А. Подольный, Б. Ю. Подольный

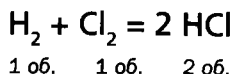
Именно он впервые высказал в 1811 году весьма продуктивную гипотезу, утверждавшую, что молекулы простых газов двухатомны. Таким образом, в предположении Дальтона должно было измениться только одно слово, но именно оно стало ключевым:

«В равных объемах различных газов при одинаковых условиях содержится равное число МОЛЕКУЛ».

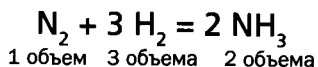
Если бы водород и хлор существовали в виде одноатомных частиц, то при их взаимодействии объем хлороводорода должен был бы уменьшаться по сравнению с исходным вдвое:



Однако в эксперименте объем конечного продукта оставался в прежней мере. Такое наблюдение можно было объяснить, только приняв допущение о двухатомности молекул:



Такое же допущение двухатомности молекул азота объясняло и объемные отношения газов при синтезе аммиака:



А еще через четыре года Авогадро вывел из своего закона следствие:

«Плотность различных газов служит мерой массы их молекул, и отношения объемов при соединении суть не что иное, как отношения между числом молекул, соединяющихся между собой при образовании сложной молекулы».

Мысль о двухатомности молекул простых газов и о делимости таких молекул в реакциях осталась почти на полвека не оцененной современниками.

Во многом причиной такого неприятия был авторитет знаменитого химика Иенса Якоба Берцелиуса, утверждавшего, что все взаимодействия в химии происходят на основе взаимного притяжения противоположно заряженных электроположительных и электроотрицательных частиц. Взаимодействие двух и более одинаковых атомов, объединяющихся в одну молекулу, никак не ложилось в рамки таких представлений.

Один из биографов Авогадро, итальянский химик Гуарески, впоследствии писал: «Великая заслуга Авогадро заключается не только в открытии закона, носящего его имя, но в ясном указании на то, что таким образом прекрасно объясняются физические законы сжатия и расширения газов..., что молекулярные веса пропорциональны плотностям газов, и поэтому знание плотностей дает нам молекулярные веса.

Великая заслуга Авогадро состоит, кроме того, в проведении различия между атомами и молекулами..., в принятии в качестве необходимого представления о делимости молекул, образования их из одного, двух и более атомов..., и, наконец, в том, что он предугадал... эквивалентность элементов.

Таким образом... он создал настоящую общую теорию, самый остов учения, которое, я думаю, по справедливости должно называться «МОЛЕКУЛЯРНАЯ ТЕОРИЯ АВОГАДРО».

Позднее в химию вошли постоянная Авогадро, равная числу молекул в объеме, занимаемом одним молем газа при нормальных условиях (приблизительно 22,4 литра). Эта величина $N=6,024 \cdot 10^{23}$ теперь принята как всемирная постоянная.

Следует сразу сказать, что одним из первых, кто способствовал всеобщему признанию теории Авогадро, был молодой русский химик Дмитрий Иванович Менделеев.

ЗАКОН ИЗОМОРФИЗМА был открыт немецким химиком Эйльгардом Митчерлихом в 1818 - 1819 годах. В результате многих экспериментов с выращиванием кристаллов разных солей он пришел к выводу:

«Одинаковое число атомов, соединенных одним и тем же способом, дает одну и ту же кристаллическую форму, которая не зависит от химической природы атомов, а зависит лишь от их числа и положения».

Следствием такого закона были представления о том, что сходные химические элементы замещают друг друга в солях, не изменяя их кристаллические формы. Таким образом, появлялся еще один экспериментальный метод доказательства химического сходства или различия химических элементов.

ЗАКОН УДЕЛЬНЫХ ТЕПЛОЕМКОСТЕЙ открыли в 1819 году французские физики Пьер Луи Дюлонг и Алексис Терез Пти. Удельную теплоемкость веществ в твердом состоянии физики умели определять с достаточной точностью и раньше. Дюлонг и Пти первыми показали, что произведение удельной теплоемкости на атомный вес представляет собой константу:

«Атомные теплоемкости элементов имеют одну и ту же величину».

Эта величина колеблется от 22 до 29 Дж/моль·К (а в среднем = 26). Поскольку это произведение представляет собой количество теплоты, необходимое для нагревания 1 моля атомов элемента на 1 градус, оно называется атомной теплоемкостью.

Хотя для ряда веществ обнаружались серьезные отклонения от такого правила, для большинства химических элементов закон удельных теплоемкостей дал еще один способ приблизительного определения атомных весов. Для этого достаточно разделить постоянную величину 26 на удельную теплоемкость простого вещества.

ЗАКОНЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА были открыты в первых десятилетиях XIX века. Уже в 1807 году блестящий лондонский химик Гемфри Дэви опубликовал свою электрохимическую теорию. Он первым изучил электролитическое разложение воды. С помощью электролиза он первым выделил щелочные металлы натрия и калий из соответствующих щелочей, ранее принимавшихся за элементы. Затем таким же путем были получены барий, кальций, стронций и магний. Дэви доказал элементарную природу хлора, получил свободный йод.

Важно отметить: Дэви утверждал, что электрический заряд на частях сложных молекул появляется под действием электрического тока. А Берцелиус исходил из того, что электрические заряды присущи самим элементам в свободном состоянии. Поэтому все известные элементы делил на электроотрицательные и электроположительные.

Явления электролиза Берцелиус объяснял тем, что под действием электричества атомы мигрируют к полюсам с противоположным знаком и восстанавливают свою полярность, которая была свойственна им до вступления в реакции.

Если Гемфри Дэви особо преуспел в качественных исследованиях веществ электрохимическими методами, то Майкл Фарадей обратил больше внимания на количественные характеристики электролизных процессов. Именно он нашел соотношения, называемые теперь законами Фарадея.

1 закон Фарадея:

«Массы веществ, выделившихся на электродах при электролизе, прямо пропорциональны количеству прошедшего через раствор электричества и не зависят от других факторов».

Масса веществ, выделившихся при прохождении через раствор 1 кулона, была названа электрохимическим эквивалентом.

2 закон Фарадея:

«Одинаковые количества электричества выделяют на электродах при электролизе эквивалентные массы различных веществ».

В обобщенном виде количество выделившегося на электродах при электролизе вещества может быть определено по законам Фарадея:

$$m = (Э/F) \cdot I \cdot t = [(M/(n F))] \cdot I \cdot t ,$$

где m - масса образующегося при электролизе вещества;

$Э$ - эквивалентная масса вещества (г/моль);

M - молярная масса вещества (г/моль);

n - количество отдаваемых или принимаемых электронов;

I - сила тока;

t - продолжительность процесса;

F - константа Фарадея, описывающая количество электричества, необходимое для выделения 1 эквивалентной массы вещества ($96500 \text{ Кл/моль} = 26,8 \text{ А ч/моль}$).

Историческое значение открытий Дэви и Фарадея заключалось в том, что их опыты дали точные методы определения как эквивалентных, так и атомных масс элементов.

ТЕРМОХИМИЧЕСКИЕ ЗАКОНЫ были сформулированы в 1840 году профессором Петербургского педагогического института Германом Гессом. Закон Гесса утверждает:

«При химических процессах выделяется всегда одно и то же количество тепла вне зависимости от того, протекает ли процесс в одну или в две и более стадий».

Фактически это закон постоянства количества теплоты в химических реакциях. Нужно вспомнить, что за пятьдесят лет до того Лавуазье и Лаплас во Франции высказали мысль о том, что для разложения определенного количества вещества на его составляющие требуется ровно столько же тепла, сколько его выделяется при его образовании из составных частей. Но это наблюдение не было принято во внимание современниками.

Еще два закона вытекали из закона Гесса, но были сформулированы позднее:

«Тепловой эффект прямой реакции равен тепловому эффекту обратной реакции с обратным знаком».

«Если в результате последовательных химических реакций система приходит в состояние, полностью совпадающее с исходным, то сумма тепловых эффектов таких реакций равна нулю».

На основе этих представлений родился новый раздел науки - термохимия.

ОКОНЧАТЕЛЬНАЯ ПОБЕДА АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНОГО УЧЕНИЯ была торжественно отпразднована в 1860 году, когда в немецком городе Карлсруэ собрались на съезд выдающиеся химики многих стран мира. К этому времени все количественные законы химии, открытые на рубеже первой половины XIX века, получили свое толкование в рамках атомно-молекулярных представлений. Однако сами эти представления воспринимались некоторыми учеными неоднозначно.

Одним из первых в 1833 году четко разграничил понятия «атом» и «молекула» французский ученый Марк Антуан Годен. Затем ту же идею поддержал Шарль Жерар, но и они были плохо услышаны современниками.

Итальянский химик Станислао Канниццаро проанализировал все известные количественные законы химии на предмет их соответствия взглядам Авогадро и новым данным, полученным электрохимическими методами. Результаты анализа полностью подтвердили правоту гипотезы Авогадро и ее следствий. Работу свою Канниццаро доложил на съезде в Карлсруэ в 1860 году. Именно там окончательно были определены и сами формулировки понятий «атом» и «молекула», и понятия об атомных и молекулярных весах.

Канниццаро предложил определять молекулярные массы веществ через удвоенную их плотность по водороду. Но двумя годами раньше этот метод определения молекулярной

массы газообразных веществ применил в России Менделеев.

«Я утверждаю, господа, - говорил Канниццаро, - и настаиваю на том, что существование атомов выводится логически как настоящий закон. Но этот закон основывается на гипотезе о существовании молекул и равного числа их в равных объемах в совершенных газах при прочих равных условиях... И вы не можете помешать тому, чтобы этот закон... в то же самое время не вызвал в уме представлений о молекуле и атоме. Но эти представления... не включают в себя понятий о форме, величине, протяженности, непрерывности и дискретности. Единственное свойство, которое внутренне связано с этим представлением, есть весомость, т.е. масса, что входит в самое характеристику вещества».

Запомним эту фразу! Вероятно, именно она произвела наибольшее впечатление на участников съезда в Карлсруэ, полностью поддержавших докладчика. Запомним для того, чтобы лучше понять, почему среди сторонников идей Канниццаро были все ученые, представлявшие на съезде Россию, в том числе и молодые химики Дмитрий Менделеев из Петербурга и Александр Бутлеров из Казани. Наконец, запомним для того, чтобы понять, почему Д. И. Менделеев выбрал атомную массу в качестве основного классификационного признака при составлении периодической системы элементов.

Следует сказать, что понимание многих из перечисленных законов рождалось в умах ученых в виде гипотез много раньше названных выше дат. Но вопрос о приоритете открытий всегда решается в пользу тех исследователей, кто результатами своих экспериментальных работ доказывал справедливость и границы применимости этих научных гипотез. Гипотезы - это плод человеческих размышлений о

природных явлениях. Они во множестве рождаются в человеческом воображении. А законы природы существуют вне зависимости от человеческого сознания и отражают естественные связи явлений природы. Но нет других путей их познания, кроме выдвижения все большего числа новых гипотез. Процесс познания бесконечен!

Заканчивая этот исторический экскурс, напомним слова Д. И. Менделеева: «Гипотеза атомизма скрепляет отрывочное эмпирическое знание химических наук в такой же мере, как уверенность во всеобщности общих законов природы и в неисчезаемости вещества перед глазами наблюдателя».

Вероятно, здесь уместно сказать и о том, что новые научные открытия до их всеобщего признания порой проходят долгий путь, в котором историки науки шутливо выделяют три этапа. На первом этапе про новое открытие говорят: «Этого не может быть, потому что такого не может быть никогда!» Проходит некоторое время, и появляются голоса: «Нет, в этом есть что-то такое...» Наконец, наступает момент, когда все сходятся во мнении: «А что здесь нового? Это и ежу понятно!»

Но эта шутка имеет продолжение: прежде чем новое открытие попадет на страницы школьных учебников, проходит еще некоторое время, и даже немалое. В педагогике этот отрезок времени называют «время пробега». Как показывает опыт, время это порой растягивается на двадцать и более лет.

Вот почему школьные представления об окружающем мире далеко не всегда совпадают с теми картинками, которые существуют в умах передовых естествоиспытателей. И не следует этого бояться. Вспомним, есть хорошая поговорка: «Дети имеют то преимущество, что с годами они становятся взрослыми!»

КАК КЛАССИФИЦИРУЮТСЯ ОБЪЕКТЫ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ

Ученик должен понимать, что любая математическая теорема, физический или химический закон, техническое изобретение, картина той или иной исторической эпохи - все это возникло у людей как результат их жизненных порывов к истине и человеческому счастью, как следствие их стремления найти приют в бесконечных исканиях на просторах человеческой мудрости.

А. Ф. Лосев

Формирование новых знаний во всех науках, как правило, начинается с формулировки проблемной ситуации и поиска методов ее разрешения в рамках имеющегося информационного ресурса. Синтез обобщенных естественнонаучных представлений всегда идет с применением неких общих методов моделирования, мысленного и натурного эксперимента и математического описания результатов. Весьма важно, чтобы и школьники, и учителя совместно хоть в малой мере смогли поучаствовать в этом процессе, почувствовав всю красоту научного творчества.

Давайте же и мы рассмотрим процесс научного творчества на примере истории создания периодической системы и открытия периодического закона. Вряд ли в цикле естественнонаучных дисциплин в школе найдется более подходящий для этих целей материал. И вряд ли есть для того более удобное время, чем уроки обобщающего повторения в выпускных классах.

Межпредметные связи - важный и необходимый шаг в этом направлении, но явно недостаточный. Главным шагом должен стать педагогический синтез. Педагогическая практика нынче весьма продвинута в процессах педагогического анализа (анализ уроков, анализ содержания, анализ знаний, ус-

певаемости, наконец, дисциплины). Однако гораздо реже она ставит перед собой задачи педагогического синтеза.

В XIX веке во многих науках сложилась довольно типичная для своего времени ситуация. Буквально лавинообразно увеличилась скорость накопления естественнонаучной информации. Это еще раз можно подтвердить данными из истории химии. В XIII веке человек использовал только 18 химических элементов, а к середине XIX века число известных химических элементов перевалило за шестьдесят. Число же известных химических соединений росло в это время чуть ли не в геометрической прогрессии. В исследованиях коллоидов, комплексных соединений, полимеров и биохимии открылись принципиально новые химические миры.

Аналогичное положение создалось и в биологических науках, где количество известных видов растительного и животного мира росло невиданными темпами. Создание микроскопа позволило увидеть ранее неизвестные и необъятные миры микроорганизмов.

Стремительный рост объема научной информации создал общую для всего естествознания проблемную ситуацию. Прежде всего необходимо было упорядочить множества объектов, изучаемых каждой наукой, то есть, выражаясь другим языком, создать их классификации. Но задача классификации не может быть главной. Гораздо важнее найти те объективные законы, которые связывают воедино объекты наук и объясняют их генетические взаимоотношения. Именно на этом пути классификация является первым, но абсолютно необходимым шагом.

На примере классификации химических элементов попробуем проанализировать эти процессы в терминах современной науки информатики. Совокупность известных элементов в XIX веке представляла с точки зрения математики

некоторое нечетко описанное множество, так как сам список элементов был неполным, а параметры ряда известных были определены не всегда достаточно достоверно.

Всякое множество может быть описано на трех уровнях: на семантическом, структурном и параметрическом. Семантический уровень - это словесное описание множества. Такие описания в терминах «больше» или «меньше», «сходные» и «различающиеся» часто встречаются в школьных учебниках и научно-популярных текстах. При всей «приблизительности» подобного описания семантическая система дает возможность с достаточной полнотой сформулировать проблемную ситуацию, высказать некоторые предположения об источниках имеющихся противоречий и даже выдвинуть научные гипотезы. Любая гипотеза в дальнейшем требует экспериментальной проверки.

Иногда процессы упорядочения множеств называют комбинаторикой. Выдающийся немецкий мыслитель и писатель Эрнст Юнг, умерший недавно в возрасте 103 лет, очень образно писал: «...Способность к комбинаторному, то есть к соединительному мышлению отличается от способности просто логически мыслить (и не больше) тем, что в центре внимания постоянно остается главное, общее, и человек не теряется в отдельных деталях...

...Оно (комбинаторное мышление)... владеет приемами высшей математики, умеет умножать, извлекать корень и находить потенциал там, где обычное искусство арифметики довольствуется простым сложением величин...»

Простейшим примером такого упорядочения является перебор вариантов возможных перестановок членов множества.

Здесь, вероятно, уместно вспомнить известную со школьной скамьи формулу, описывающую число возможных перестановок элементов любого множества, состоя-

щего из n членов. Это число равно $N = n! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times \dots \times n$

Попробуем задать эту задачу так: группа из шести туристов решила отправиться в путешествие по тропинкам гуськом, ежедневно меняясь местами в цепочке, но так, чтобы ни разу не повторить порядок расстановки участников. Долго ли продлится такой поход? $6! = 1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 = 1024$ дня, т. е. почти три года!!! Что же тогда можно сказать о количестве возможных перестановок шестидесяти химических элементов на одномерной оси?

Более строгим методом описания множества является его структурирование. Примерами структурного описания являются таблицы, графики, сети, отражающие конкретные характеристики объектов изучаемого множества. Они делают генетические связи между элементами множеств более наглядными.

Наконец, параметрические описания основываются на точных данных об объектах множества и выражаются в виде функциональных математических зависимостей, раскрывающих причинно-следственные связи и тем самым разрешающих проблемную ситуацию.

Для упорядочения множеств наука пользуется методом последовательного наложения ограничений на эти множества. В принципе, такими ограничениями могут быть выбраны любые характеристики объектов. Так, для описания множества химических элементов можно выбрать атомный вес (массу), атомные или ионные радиусы, типичные валентности в высших оксидах и водородных соединениях, наконец, совокупность химических свойств. При этом может возникнуть сеть многоальтернативных вероятностных подсистем.

Важнейшим в процессе упорядочения множеств является не только то, какие параметры выбраны в качестве ограничений, но и в какой последовательности они налагаются на множество. В этом случае возникает дерево альтернативных реше-

ний, из которых верным решением проблемной ситуации может быть лишь одно. А классификация объектов становится тем ближе к естественной, чем более фундаментальные свойства объектов классификации выбираются в качестве ограничений и чем более логично накладываются они на систему.

Проверка и выбор наиболее достоверного варианта вероятностных альтернатив идет путем проведения мысленного, модельного или натурального эксперимента.

Только таким путем можно выйти на классификацию любых множеств, называемую естественной. Во всех других случаях классификации остаются искусственными и не отражают суть законов, управляющих миром. Так, например, в биологии до Линнея классификации оставались искусственными, поскольку принимали за основу систематизации лишь внешние признаки объектов.

Следует еще принимать во внимание тот факт, что параметры некоторых членов множества на конкретном этапе могут быть ошибочно определенными, а выбранные модельные представления могут оказаться неадекватными. И тогда вступают в силу экспертные суждения наиболее продвинутых в данном вопросе специалистов. Их суждения, как правило, основываются либо на дополнительном информационном ресурсе, остающемся до тех пор вне поля зрения специалистов, либо на интуитивной основе.

Два примера из недавней истории науки помогут понять суть последнего тезиса.

Когда И. В. Курчатов принимал те или иные решения в проблемных ситуациях наших ядерных исследований, он один располагал дополнительным ресурсом информации, доставлявшейся нашей разведкой. Это позволяло проверять и перепроверять точность принимаемых научных решений. Сам этот факт ничуть не умаляет научных заслуг И. В. Курчатова, поскольку

ему часто приходилось в равной мере подвергать экспертизе не только нашу, но и зарубежную научную информацию.

С другой стороны, когда готовился полет на Луну первых наших луноходов, не было ясных представлений о характере лунной поверхности. Поэтому готовились две альтернативные программы: одна исходила из модели твердой поверхности Луны, вторая группа готовила проект посадки на поверхность, покрытую толстым слоем космической пыли. И никакой дополнительной достоверной информации о характере лунной поверхности нельзя было получить заранее. В этой ситуации академик С. П. Королев на определенном этапе принял чисто интуитивное экспертное решение. «Поверхность Луны твердая! - сказал он. - Все остальные разработки закрываются». Так появился на свет многоколесный луноход академика Г. Н. Бабакина, первым совершивший длительные путешествия по Луне. Можно добавить, что программу исследований задали луноходу всего на одну неделю, а он в условиях лунной невесомости «прогулял бездельником» по Луне много дольше... То-то жалели исследователи об упущенных возможностях! Но кто мог взять на себя ответственность за иное экспертное заключение?

Ну как тут не вспомнить менделеевские слова: «Границ научному познанию и предсказанию предвидеть невозможно».

Но вернемся к проблеме операций с теми множествами, информация о которых неполная. Понятно, что это создает значительные сложности в классификации. Однако неполнота информации - типичная проблема для всех наук и на всех стадиях их развития. Эта неполнота не только не может остановить развитие наук, но, наоборот, стимулирует новые исследования. Любая научная работа всегда направлена на поиск недостающей информации. Основатели кибернетики Норберт Винер и Луи Бриллюэн называли эту науку на-

укой об управлении в условиях недостаточной информации.

Есть еще один аспект в обсуждении общих подходов к классификации любых множеств. Он отражает образ мышления естествоиспытателей, занимающихся этой проблемой. Большинство ученых на ранних стадиях исследований ограничивались поиском и сравнением сходных членов множеств. Так, в химических классификациях выделялись сочетания (подмножества) из трех, четырех, а иногда и большего числа сходных элементов. Так появились в химии четко очерченные группы щелочных, щелочноземельных металлов, галогенов и т.д. Философский принцип единства сходных элементов подтверждался фактами неоспоримыми.

Гораздо более сложным оставался вопрос поиска единства противоположностей внутри исследуемого множества. Успех Д. И. Менделеева в систематизации химических элементов был предопределен именно тем, что он, во-первых, с самого начала был нацелен на поиск единства противоположностей. Во-вторых, с химической стороны этот успех определялся правильностью и полнотой выбора ограничительных критериев, накладывавшихся на множество.

А если оценивать логико-математическую сторону исследования Менделеева, то он выбрал единственно верную последовательность наложения ограничений на множество химических элементов. Все это позволило ему шагнуть дальше чисто классификационных целей, не только создать новую периодическую систему, но и открыть фундаментальный закон природы - периодический закон.

Менделеев пишет о едином методе естественных наук: «Мощь и сила науки - во множестве фактов, цель - в обобщении этого множества и возведении их к началам. Эти начала ведут свое происхождение от простых оснований нашей умственной деятельности, но они настолько же происходят и из

мира опытов и из круга наблюдений. В строгую науку входят только те истины, которые имеют это двойное или тройное основание. Собрание фактов и гипотез еще не наука, но есть только преддверие ее; но преддверие, мимо которого нельзя прямо войти в святилище науки. На этих преддвериях надпись - наблюдение, предположение и опыт. Наблюдение есть первый шаг, без которого нет последующего движения вперед».

Именно так в естественных науках осуществляется синтез новых знаний из накопленной предыдущими поколениями информации. В первом издании «Основ химии» Менделеев написал: «...Научный труд приводит хоть медленно, но верно к постижению божеской правды... Стараясь понять бесконечное, наука сама конца не имеет...»

Так и в педагогическом процессе: единая научная картина мира должна синтезироваться постепенно и развиваться вместе с накапливаемой учебной информацией или, как теперь принято говорить, вместе с ростом доступного учащимся информационного ресурса.

ДОРОГА К МЕНДЕЛЕЕВСКОЙ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ

...Будем надеяться, что при взгляде на прошлое молодые химики будут черпать для себя наставление для того, чтобы работать с большей пользой для будущего.

А. М. Бутлеров

*Изучайте, накапливайте, сопоставляйте факты. Факты - это воздух ученого. Но... не превращайтесь в архивариусов фактов!
Настойчиво ищите законы, ими управляющие.*

И. П. Павлов

Попытки систематизации химических элементов и их соединений предпринимались давно. Так родилось деление

элементов на металлы и неметаллы. В основе его лежало сравнение физических свойств элементов. Достаточно вспомнить определение, данное металлам еще М. В. Ломоносовым: «Металл - светлое тело, кое ковать можно». Такое деление в практических целях сохранилось и до сих пор.

Первая попытка создания системы элементов, точнее - системы простых тел, была предпринята Антуаном Лораном Лавуазье в «Элементарном курсе химии». Эта «Таблица простых тел» представляла перечень 23 простых тел, трех радикалов кислот, пяти «земель» и двух «невесомых» флюидов, сгруппированных в четыре группы по признакам сходства химических свойств. Лавуазье не отличал простые тела от элементов. Он писал: «Все, что можно сказать о числе и природе элементов, по моему мнению, сводится к чисто метафизическим спорам: это неопределенные задачи, допускающие бесчисленное множество решений, из которых, по всей вероятности, ни одно в частности не согласуется с природой...»

Весьма важным моментом в химии стало создание Джоном Дальтоном атомистической теории и введение в 1810 году понятия об атомном весе и химическом эквиваленте. Хотя атомно-молекулярное учение окончательно победило на химическом съезде в Карлсруэ в 1860 году, но фактически вплоть до менделеевских «Основ химии» продолжалось смешение понятий «элемент» и «простое вещество».

Сравнение свойств химических элементов привело к выделению ряда сходных подмножеств типа S-Se-Te, Cl-Br-I, Ca-Sr-Ba. Идея формирования таких триад укрепилась с тех пор, когда один из первых и верных последователей атомистики Дальтона Иоган Вольфганг Деберейнер в 1817 году обнаружил явную закономерность: атомная масса среднего эле-

мента в большинстве триад оказывалась равной полусумме масс крайних.

$$Li = 7$$

$$Cl = 35,5$$

$$Na = (7+39):2 = 23$$

$$Br = (35,5+127):2 = 80$$

$$K = 39$$

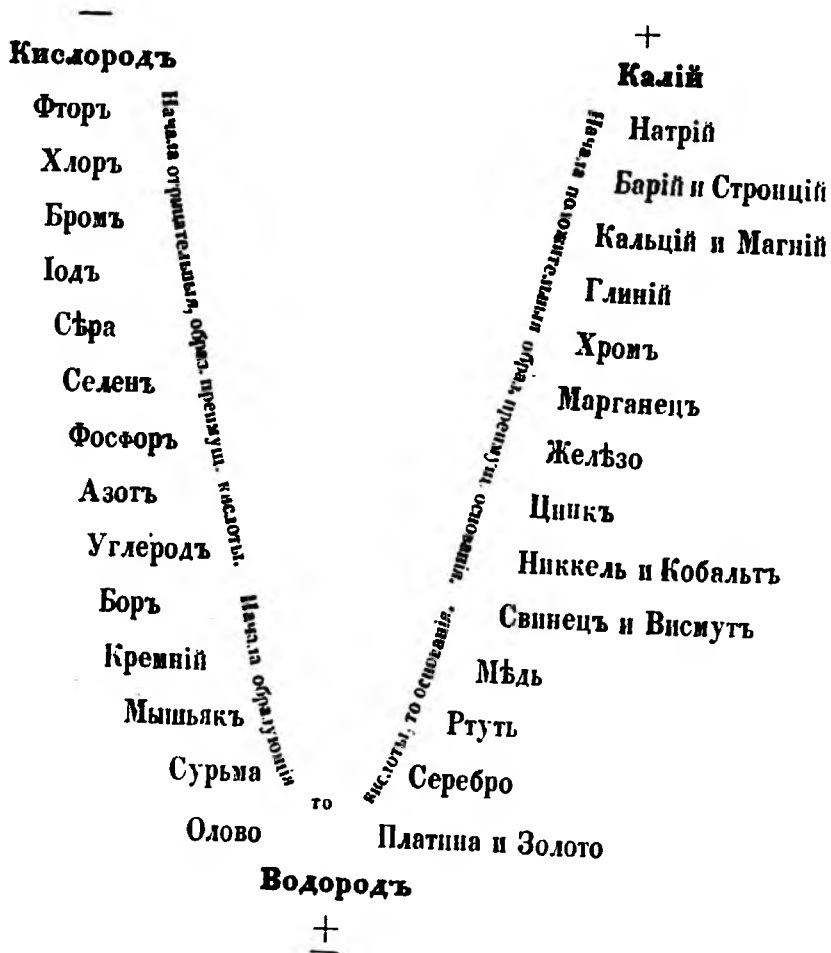
$$I = 127$$

Вероятно, это была первая, но очень важная попытка классификации, в которой в качестве одного из классификационных признаков использовалась атомная масса элементов. К 1857 году число таких триад было доведено до двадцати, сведенных в одну таблицу. Однако многие из триад были составлены весьма искусственно по признаку случайных совпадений.

Одним из первых в России на структурный уровень описания множества химических «начал» вышел в 1851 году младший профессор первого в России сельскохозяйственного высшего учебного заведения Горы-Горецкого земледельческого и межевого института (ныне Белорусская сельскохозяйственная академия) Карл Генрихович Шмидт в своем учебнике «Основания химии, в применении ее к сельскому хозяйству, технической промышленности и домашнему быту». Он расположил 36 химических элементов на оригинальной V-образной оси в соответствии с представлениями об их электроотрицательности (неметаллы) и электроположительности (металлы). В такой структуре он отметил закономерную эволюцию их кислотно-основных свойств (рис. 1). К сожалению, оригинальные суждения этого ученого до сих пор остались вне поля зрения историков химии.

На структурный уровень описания множества химических элементов в 1857 году вышел в Германии Г. Гинрихс, предложивший радиально-круговую таблицу, на одиннадцати радиальных лучах которой располагались сходные по свой-

Таблица химических элементов К. Шмидта



ствам элементы. На четырех окружностях такой таблицы оказывались ряды элементов, отдаленно похожие на будущие периоды (рис. 2).

В 1858 году немецким химиком Максом Петенкофером была предпринята попытка систематизации элементов на параметрическом уровне. Взяв в качестве ограничительного признака не только атомные, но и эквивалентные массы элементов, он попытался для описания

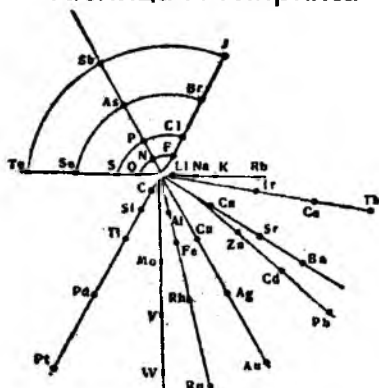
множества предложить некоторые математические формулы, в итоге оказавшиеся мало применимыми для этих целей. Причинами неудачи М. Петенкофера были необоснованный выбор ограничений, налагаемых на множество элементов, и недостаточно точно определенные параметрические характеристики элементов множества.

В 1859 году Адольф Штреккер на основании накопленной информации пришел к выводу: «Трудно предположить, что все зависимости между атомными весами (или эквивалентами) и химическими свойствами сходных элементов - просто случайность. Нахождение намечающихся в этих числах закономерностей мы, однако, должны предоставить будущему». В этой цитате важно отметить, что все ожидаемые закономерности Адольф Штреккер относил только к сходным элементам.

В 1863 году французский химик Александр Эмиль Бегье де Шанкуртуа в работе «Земная спираль» предложил оригинальную идею, получившую название «Теллуrow винт». Он нанес на поверхность цилиндра спиральную ось, на ко-

Рис. 2

Таблица Г. Гинрихса



торой расположил известные элементы в порядке возрастания атомных масс таким образом, что аналогичные элементы во многих случаях попали на одну и ту же образующую вертикаль. В его системе явно просматривались идеи развития материи по спирали и повторяемости свойств элементов через определенные периоды. Теллурическим этот винт назывался потому, что последним элементом «Земной спирали» де Шанкуртуа рассматривал элемент теллур.

Практически тогда же, в 1864 году, значительный шаг в классификации сделал англичанин Джон Александер Рейна Ньюлендс. Кроме химии, он увлекался музыкой. Будучи знатоком гармонии в музыке, он попытался найти красоту гармонии в мире химических элементов. Как в звукоряде, состоящем из октав, через семь звуков повторяется нота «до», так и среди элементов Ньюлендс решил найти свои октавы. Систему, названную «Законом октав», он доложил на заседании Лондонского королевского общества, но не был понят современниками. В зале, где вместе сидели историки, литераторы, экономисты и естествоиспытатели, нашлись насмешники, посоветовавшие ученому расположить элементы «по положению первых букв их названий в алфавите». Эти оскорбительные замечания настолько подействовали на докладчика, что он и вовсе прекратил свои работы по классификации химических элементов.

Повторяемость свойств элементов через равные интервалы прослеживалась Ньюлендсом более или менее четко только в первых рядах его таблицы. Но это был важный шаг к построению структурной модели классификации. И когда Д. И. Менделеев доложил в Лондонском королевском обществе об открытом им периодическом законе, англичане в знак признания выдающихся научных заслуг наградили золотыми медалями и Менделеева, и Ньюлендса.

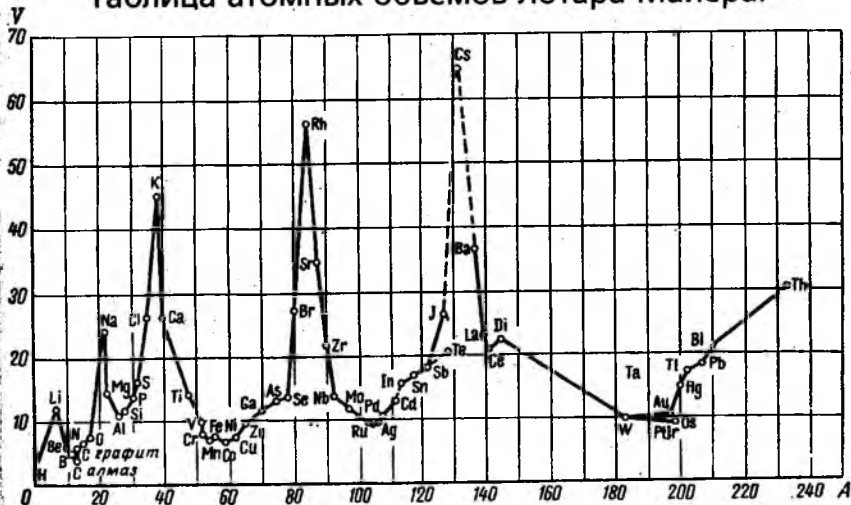
Наконец, в том же 1864 году немецкий химик Лотар Майер

опубликовал таблицу, состоящую из символов химических элементов, расположенных в порядке возрастания атомных масс, сгруппировав их в шесть столбцов по признакам сходства. Он одним из первых сравнивал не только атомные массы, но и интервалы между массами соседствующих в таблице элементов. Он даже обратил внимание на то, что между кремнием и оловом существует ненормально большой интервал в атомных массах. Л. Майер первым отметил повторяемость свойств элементов через неравные интервалы. Он писал уже более определенно: «Нельзя сомневаться, что имеется закономерность в численных величинах атомных весов». Позднее такие повторяющиеся зависимости он нашел и в величинах атомных объемов элементов. Свой последний вариант таблицы Лотар Майер назвал «Природа элементов как функция их атомного веса» (рис. 3).

Лотар Майер, действительно, стоял на пороге открытия, но формальное мышление не позволило ему за табличным вариантом классификации увидеть всеобщий закон природы. Под

Рис. 3

Таблица атомных объемов Лотара Майера.



тверждением того служит факт категорического отрицания Лотаром Майером менделеевских предсказаний неизвестных элементов и возражения против изменения значений атомных масс, определенных на тот момент ошибочно.

Готовя этот краткий исторический обзор попыток классификации элементов, мы тоже столкнулись с задачей упорядочения множества таких попыток и выбрали только те из них, которые отличались принципиальной новизной подходов, новыми классификационными признаками.

Следует еще раз сказать, что первая половина XIX века накопила большой опыт классификации элементов. Но все попытки доменделеевской комбинаторики сводились к поиску единства и взаимосвязям внутри малых групп - подмножеств сходных элементов.

Можно предложить примерную схему последовательности доменделеевских попыток классификации элементов:

Сравнение доменделеевских классификаций элементов

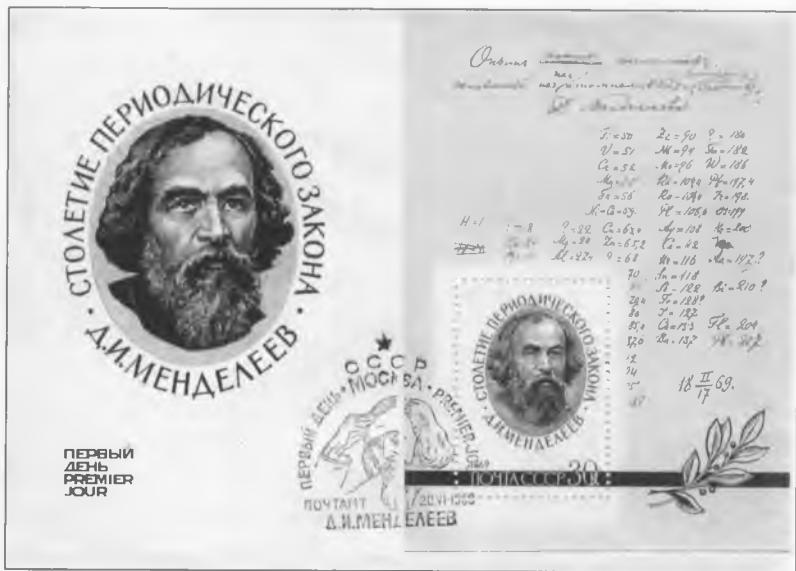
Автор	Отличительный признак
1. Металлы-неметаллы	по физическим свойствам
2. Лавуазье	по химическим свойствам
3. Триады Деберейнера	по атомным массам
4. Телуров винт де Шанкуртуа	развитие по спирали
5. Карл Шмидт	по электроотрицательности
6. Октавы Ньюлендса	периодичность через равные интервалы
7. Лотар Майер	повторяемость через неравные интервалы



Портрет
Д. И. Менделеева,
помещенный
в лондонском
журнале
«Nature»
в 1889 году
(см. стр. 134).



Настольная медаль, посвященная
памяти Д. И. Менделеева (см. стр. 135).



Почтовые конверты и марки, посвященные Д. И. Менделееву.

Зональная химическая олимпиада
школьников памяти Д.И.Менделеева
26-28 марта 1984г. г.Вологда



Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ
1834 - 1907



Кому _____

Индекс предприятия связи
и адрес отправителя

Вологодское химическое общество
им. Менделеева
Вологодское обл. Промышленность



Индекс предприятия связи места назначения

СТОЛЕТИЕ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЗАКОНА
Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА



Кому _____

Адрес отправителя _____



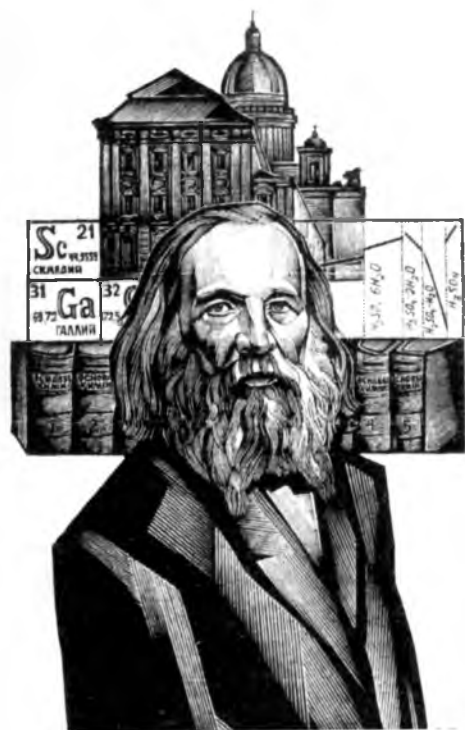
Д. И. Менделѣевъ. — D. Mendéléeff.
1834 — 1907.



«Товарищество Р. Голике и А. Вильборг» сразу после похорон Д. И. Менделеева выпустило открытку с портретом работы М. В. Рундальцева.

На обратной стороне карточки в верхнем углу в квадрате надпись: «На памятник Д. И. Менделеева», а по правому обрезу мелким шрифтом текст: «Пожертвования принимаются в С.-Петербургском университете, заведующим химической лабораторией».

Памятник Д. И. Менделееву был открыт лишь в 1934 году к столетию со дня рождения ученого (см. стр. 132 - 133).

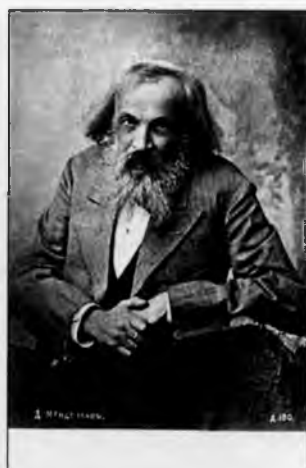


Портрет
Д. И. Менделеева.
Ксилография
Анатолия
Калашникова.

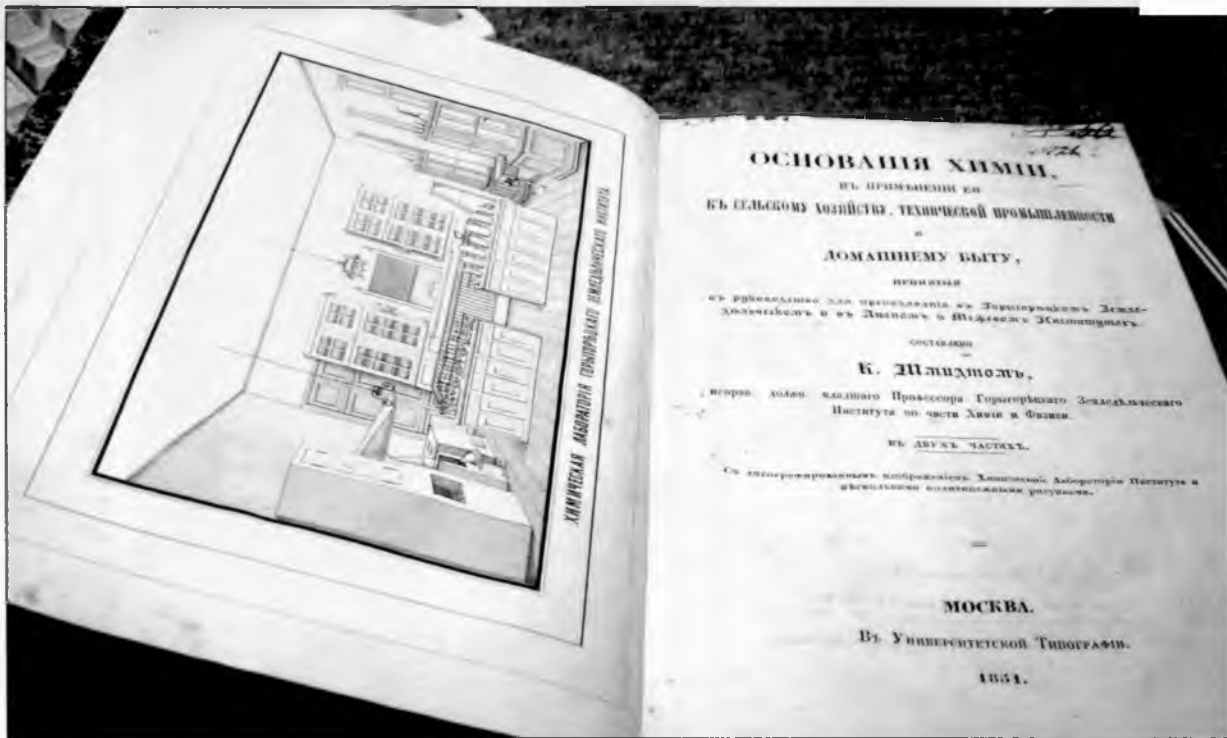


Портрет
Л. А. Чугаева.
Ксилография
Анатолия Калашникова
(см. стр. 136)

Лев Александрович
1873 ЧУГАЕВ 1922



Открытки
с портретами
Д. И. Менделеева.



Титульный лист учебника К. Шмидта «Основание химии в приложении к сельскому хозяйству, технической промышленности и домашнему быту». Москва, 1851 год (см. стр. 59-60).



Титульный лист рукописи книги профессора Бека «Неорганическая химия. Лекции читанные в санктпетербургском технологическом институте». 1872-1873 учебный год. 915 страниц (см. стр. 68).

Из всего сказанного выше важны такие обобщающие выводы:

- Когда в любой науке созревает проблемная ситуация, за ее решение, как правило, принимаются многие ученые. Открытие подавляющего большинства законов природы в науке не случайность, а историческая необходимость.

- Каждый отдельный шаг в научном поиске может содержать рациональные идеи, которые становятся ступенями в дороге к истине.

- Выдающиеся открытия в любых науках не рождаются на пустом месте. Как правило, они не отвергают сделанное ранее, но опираются на всю накопленную положительную информацию.

Таковыми видятся нам на данном этапе элементы педагогического синтеза в формировании единой научной картины мира.

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Периодическая система Менделеева является хорошим примером характеристики науки; и теперь в системе не все понятно, ...но заслуга теории не только в том, что она правильна, но и в том, что она прекрасна. Совершенно заслуженно периодическая система стала частью основного ядра мировой химии.

Ч. Коулсон

Вероятно, нет необходимости пересказывать хорошо известную последовательность построения Д. И. Менделеевым всех вариантов таблицы химических элементов и анализировать их конструкции. Однако для углубления понимания

сути менделеевского открытия важно использовать математические и физические знания учащихся и понимание некоторых положений диалектики. Здесь педагогический синтез выходит на задачу формирования межпредметных знаний и умений применять математические методы для выражения естественнонаучных представлений. В этих целях, вероятно, наиболее желаемым может стать участие учителей математики и физики в подготовке и проведении подобных межпредметных уроков обобщающего повторения в старших классах.

Логика обсуждения периодической системы с применением некоторых математических представлений в объеме школьных программ, на наш взгляд, могла бы быть такой.

Если взять за основу числовую ось атомных масс и расположить на ней все известные элементы, то и на этой оси можно уже видеть повторяемость их свойств через неравные интервалы. Такая ось представляет собой некую одномерную таблицу химических элементов, отражающую функциональную зависимость свойств элементов от их атомной массы. Школьники, изучившие функциональные зависимости, без большого труда могут сами определить, что совокупность химических свойств элементов, условно обозначенная как $\Sigma_{\text{свойств}}$ является функцией фундаментальной характеристики - их атомной массы, выступающей в роли аргумента (А).

$$\Sigma_{\text{свойств}} = f(A)$$

Учащиеся могут сами дать характеристику этой зависимости, определив ее как функцию периодическую и немонотонную. Следует при этом подчеркнуть, что, определив свою таблицу словом «периодическая», Д. И. Менделеев имел в виду именно такой характер зависимости.

Дальнейшее рассмотрение характера исследуемой функ-

ции должно привести школьников к пониманию, что эта функция, распадаясь на определенные периоды разной длины от щелочных металлов до благородных газов, является прерывной. Именно эта характеристика зависимости дает Менделееву право перевести одномерную линейную форму таблицы в двумерную, поместив периоды элементов друг под другом и поделив большие периоды на ряды с учетом свойств элементов и типичных степеней их окисления (валентностей).

Говоря о работах Д. И. Менделеева того времени, можно отметить два этапа. Первый, подготовительный, охватывает 15 лет, с 1854 по 1869 год, когда им были накоплены важные результаты по характеру изменения некоторых свойств элементов и взаимосвязи между ними (изоморфизм, удельные объемы и др.), решены вопросы теоретической химии (учение о формах соединений, учение об определенных и неопределенных соединениях). Этот этап завершился работой над курсами теоретической (1863 - 1864), а затем и неорганической химии (1867 - 1869), а также их подготовкой к печати. Во время этой работы, в феврале 1869 года, и сформировалась окончательно идея о периодическом характере изменения свойств. «Опыт системы элементов...» - концентрированное выражение этой идеи, результат не только уже установленных и проверенных положений, но и интуитивно ощущаемых», - писал Менделеев. Есть основание полагать, что в это время Д. И. Менделееву уже были ясны некоторые черты «короткой формы» периодической системы элементов.

В этом и заключено огромное историческое значение даты 1 марта 1869 года, когда состоялось первое представление менделеевской работы членам Российского химического общества. Сообщение по поручению Д. И. Менделеева зачитал его коллега Н. А. Меншуткин.

Исторической справедливости ради следует сказать, что сообщение не произвело на присутствовавших особого впечатления и не вызвало вопросов и обсуждений. На этом заседании были в основном химики-органики, занимавшиеся в ту пору синтезом множества новых соединений. Идеи философского плана их не увлекали. Даже выдающийся химик А. А. Воскресенский в ту пору призывал Д. И. Менделеева оставить увлечение теоретическими вопросами и вернуться к органическим синтезам. А Н. Н. Зинин, мнение которого особо ценил Менделеев, писал: «...Пора заняться делом, работать в области химии».

Вспомним притчу о трех этапах признания научных открытий. Не избежал такой судьбы и менделеевский закон. На первом этапе многие химики посчитали менделеевскую работу просто еще одной попыткой в большом ряду предлагавшихся ранее классификаций. Но этот этап затянулся ненадолго.

В мире сохранился, вероятно, единственный рукописный экземпляр текстов весьма обстоятельных лекций по химии металлов и неметаллов, прочитанных в Санкт-Петербургском технологическом институте молодым профессором В. В. Бэком в 1872-1873 учебном году. В этом тексте есть строка:

«...Все это заставило появиться новой системе классификации элементов, - системе, принимающей во внимание как атомность, т.е. количественные отношения элементов, так и их свойства, т.е. их качественные отношения. Эта система принадлежит Менделееву. Однако ни одна из более рациональных систем пока не утвердилась в науке, и обыкновенно до сих пор следуют традиционной системе разделения элементов на металлы и металлоиды».

«Время пробега» для менделеевского открытия оказалось совсем небольшим.

Второй этап творчества Менделеева был посвящен окон-

чанию работы по конструированию периодической системы. На этом этапе, детально рассматривая (пользуясь «Опытом системы элементов...» и другими таблицами) взаимосвязи между элементами, Д. И. Менделеев получил возможность проверить положение в таблице отдельных элементов (уран, торий, индий, иттрий, редкоземельные элементы) и описать свойства еще неизвестных, неоткрытых элементов. В последовавшие полтора года Д. И. Менделеевым было опубликовано около десяти известнейших работ. Термин «Закон периодичности» Менделеев впервые употребил в конце 1870 года, а в августе 1871 года дал его классическую формулировку: «Свойства элементов, а потому форма и свойства образуемых ими простых и сложных тел, стоят в периодической зависимости от их атомного веса».

Полное признание работ Менделеева пришло тогда, когда были открыты предсказанные им элементы экасилиций, экабор и экаалюминий, получившие названия скандий, галлий и германий. Даже сам Д. И. Менделеев не ожидал, что открытый им закон так скоро получит экспериментальное подтверждение.

Именно тогда же сложилось представление о периодах как о единствах противоположностей и логичной эволюции свойств элементов от щелочных металлов до галогенов. Тогда же учение о группах и подгруппах выступило как учение о единстве сходных элементов множества.

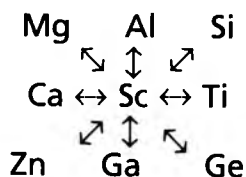
Особо следует сказать об идее диагонального сходства химических элементов, много позднее названной А. Е. Ферсманом «Правилom звездности». Это правило убедительно выражает диалектическая связь единств в периодах и группах.

Диагональное сходство свойств элементов в свое время было причиной того, что элемент бериллий многие считали аналогом алюминия, а потому трехвалентным. Эту ошибку

одной из первых пришлось исправлять Д. И. Менделееву при работе над таблицей. Он опирался в этом случае на исследования русского химика Авдеева и чешского профессора Браунера, вопреки общепринятому мнению считавших бериллий двухвалентным. Но сходство бериллия с алюминием вовсе не случайно: атомный радиус элементов второго периода уменьшается от лития к бериллию, а в третьей группе - растет от бора к алюминию. В итоге атомные радиусы бериллия и алюминия оказываются весьма близкими, а с ними - близкими представляются и некоторые свойства. Оба элемента образуют гидроксиды амфотерного характера.

Подобные сходства могут быть прослежены и у других химических элементов, располагающихся в таблице по диагоналям.

Д. И. Менделеев использовал идею диагонального сходства в описании свойств предсказанных им элементов экабора, экаалюминия и экасилиция.



В этих предсказаниях Менделеев описал свойства не только самих неизвестных элементов, но и их соединений, включая достаточно точные предсказания их физико-химических характеристик.

Во многих учебниках и популярных книгах учителя и школьники могут найти материалы о конструкции коротко- и длиннопериодных таблиц Менделеева, о лестничной, комбинированной и разобщенной формах, являющихся вариантами все той же длиннопериодной системы. Д. И. Менделеев на разных этапах рассматривал и структурные (геометри-

ческие) формы системы. В 1871 году он писал: «В сущности же все распределение элементов представляет непрерывность и отвечает до некоторой степени спиральной функции».

Именно поэтому важно внести уточнения в распространенное мнение о том, что периодическая система якобы есть графическое выражение периодического закона. Менделеевская система представляет собой не график, а табличную форму выражения закона. Само множество элементов имеет дискретную природу. Потому и функциональная зависимость свойств от атомного веса дискретная. На графике оно отражалось бы системой точек. А в табличной форме каждый элемент имеет свою клетку, так как порядковый номер элемента может принимать только целочисленные значения. Именно по этой причине Д. И. Менделеев в итоге отказался от попыток представить свою систему в спиральной или какой-либо другой геометрической форме.

Памятуя о том, что периодический закон един, а количество «систем Менделеева» неограниченно, постараемся выделить некоторые общие идеи этих систем.

На первый план исторически выходил вопрос о количестве элементов в периодах. Он был окончательно решен после открытия закона Мозли, после обнаружения целой группы новых элементов - благородных газов.

Все варианты таблиц исходят из существования семи периодов химических элементов с последовательно увеличивающейся длиной: 2 - 8-8 -18-18 - 32-32, что соответствует удвоенным квадратам натурального ряда чисел $1 \times 1 \times 2 = 2 \times 2 \times 2 = 8$, $3 \times 3 \times 2 = 18$, $4 \times 4 \times 2 = 32$. При этом периоды со второго по седьмой являются «парными» по длине, а первый так и остается «непарным».

Во времена Менделеева весь ряд элементов заканчивал-

ся в шестом периоде висмутом, и не было никаких данных о возможности его продолжения.

Открытие тяжелых и сверхтяжелых элементов (СТЭ) подтвердило эмпирически найденную математическую правильность в длине периодов. А с открытием электронных структур атомов был вскрыт и физический смысл этой последовательности.

Наличие в первом периоде двух элементов с s-электронами, а во втором и третьем - еще по шести с p-электронами объяснило длину первых трех периодов. Но до сих пор особая конструкция первого периода оставляет повод для альтернативных суждений о месте водорода в системе. Следует ли помещать его в первой группе со щелочными металлами, как имеющий единственный электрон на внешнем слое, или поместить его в седьмой группе вместе с галогенами, как атом, которому недостает всего одного электрона до завершеного уровня? Наконец, иногда обсуждается вопрос об аналогии водорода с элементами 4-й группы, поскольку он имеет «половинный набор» электронов, подобно углероду и его аналогам.

Появление в периодах по 14 d-элементов увеличивает VI период до 32. Следуя такой логике, можно было ожидать, что и VII период должен вместить 32 элемента. И это предположение сегодня подтверждено.

Такая логика подсказывает, что если когда-либо станет возможным искусственное создание еще более тяжелых изотопов, то для них придется построить период на $5 \times 5 \times 2 = 50$ элементов.

Что же касается деления периодов на ряды, то оно происходит из наложения Менделеевым на множество элементов второго ограничительного признака - признака валентности элементов в высших водородных и кислородных соеди-

нениях. Поскольку в каждом из периодов, начиная с четвертого, закономерно встречаются повторяющиеся значения этих параметров, возникает возможность делить «длинные» периоды на ряды, а вертикальные группы - на подгруппы. В разных вариантах таблиц подгруппы элементов могут обозначаться либо цветом печатных знаков, либо буквами «а» и «b», либо именоваться «семействами» от IA и до VIIIA, от IB и до VIIIB. Но удобнее всего вертикальные подгруппы обозначать как s-, p-, d- и f-семейства. Это наиболее полно отражает электронные структуры элементов каждой подгруппы. В случаях короткопериодных вариантов таблиц 14 элементов, следующих за лантаном, и столько же элементов, следующих за актинием, выносятся за пределы основной таблицы под названиями «лантаноиды» и «актиноиды». В длиннопериодных вариантах таблиц они составляют f-семейства, что тоже полностью отвечает их электронным конфигурациям.

Долгие споры вызывала проблема размещения в таблицах элементов Fe-Co-Ni и во многом им подобных триад Ru-Ro-Pd и Os-Ir-Pt. Иногда их выделяют как побочную подгруппу VIII группы, а иногда считают триадами VIIIB-семейства. Все эти разночтения не меняют общей картины периодических таблиц и не дают серьезных поводов для принципиально новых идей, если оставаться в рамках информационного ресурса школьных программ по предметам естественного цикла.

Если же приложить к периодическим таблицам знания о количественном содержании химических элементов в окружающем нас мире, то сразу возникают новые вопросы, требующие обсуждения. Для примера зададимся вопросом: почему элементы с четными номерами в таблице Менделеева составляют приблизительно 86% массы земной коры, а нечетные - всего только 14%? Другой вопрос: почему во Вселенной самым распространенным элементом является

элемент №1 - водород, составляющий около 80% ее вещества? Почему на долю элемента №2 - гелия приходится около 17% материи вселенной, а на все остальные из таблицы Менделеева - всего около 3%? Однозначных и убедительных ответов на подобные вопросы наука пока не имеет. Но именно периодическая система ставит эти вопросы перед наукой завтрашнего дня.

По крайней мере, еще два существенных вопроса к периодической системе есть у ученых. Они как бы вытекают из шуточного афоризма, высказанного известным литературным героем Козьмой Прутковым: «Где начало того конца, которым оканчивается начало?»

Первый вопрос: а действительно ли таблица должна начинаться с элемента водорода? Еще сам Д. И. Менделеев писал, что наивным было бы полагать водород родоначальником системы элементов. Но достоверными данными наука тех пор не располагала, а менделеевские рассуждения о гипотетическом «эфире» подтверждения не получили. Проблема «начала» таблицы и сегодня остается нерешенной проблемой. Второй вопрос: а есть ли у периодической системы «конец»? И с «концом» таблицы сегодня не больше ясности.

Многие сегодняшние попытки высказать суждения о верхнем пределе менделеевского ряда, вероятно, хорошо созвучны с мыслью Рабиндраната Тагора:

Недаром истине мила ее граница:

Лишь только там она с прекрасным может слиться!

Без понимания идей, вытекающих из периодической системы Д. И. Менделеева, формирование в сознании учащихся единой научной картины мира невозможно.

Рассмотрение различных конструкций периодической системы Д. И. Менделеева может быть продолжено для школьников творческим заданием: попытаться самим создать дру-

гие формы таблицы химических элементов. Не случайно в научных кругах бытует притча о том, что на дверях Президиума Российской академии наук висит шутовское объявление: «Здесь не принимают к рассмотрению новые проекты вечных двигателей и новые варианты периодической системы, ибо первые создать нельзя, а вторых можно создавать бесконечное множество».

Педагогический опыт показывает, что среди школьников всегда находятся энтузиасты, которые вносят рациональные идеи построения, например, спиральных и радиальных вариантов, и даже трехмерных таблиц, в которых нашли бы свое место все изотопы химических элементов. Были также попытки построить периодические таблицы высших оксидов и гидроксидов элементов. Даже если в классе находятся всего единицы таких энтузиастов, сама ситуация творческого поиска может доставить учащимся большое удовлетворение. В нашей практике один из учеников выпускного класса собрал своеобразную коллекцию из почти двухсот вариантов таблиц. Подобные работы могут стать основой докладов на заседаниях школьных научных обществ.

Мы сознательно на этом этапе обсуждения оторвали проблему создания вариантов конструкций периодических систем от истории открытия периодического закона, желая тем самым подчеркнуть преемственность исследования Менделеева в ряду попыток упорядочения множества элементов. Первоначально Менделеев ставил перед собой задачу методико-педагогического характера. Работая над учебником «Основы химии», он искал способ упорядочения огромного объема химической информации. В итоге, упорядочив множество химических элементов, он смог увидеть за этой системой всеобщий закон природы, описывающий материальное единство мира.

Учителя химии должны видеть то, что некоторые авторы пособий до сих пор грешат, переверачивая историю открытия периодического закона с ног на голову. Они продолжают утверждать, будто периодическая система была создана Менделеевым на основе открытого им закона (см. Р. А. Лидин, В. Б. Маргулис. *Химия. Руководство для подготовки к экзаменам*. М. 2004, с.20).

На самом деле все было как раз наоборот.

Грешат против исторических фактов и те, кто описывает создание системы как случайную удачу или счастливое озарение. Одна из сотрудниц Д. И. Менделеева вспоминает, что на вопрос журналиста: «Как вам пришла в голову периодическая система?» - ученый ответил: «Я над ней, может быть, двадцать лет думал, а вы думаете: «Сидел - и вдруг пятак за строчку, пятак за строчку, готово! Не так-с!»

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ЭТАПЫ ЕГО РАЗВИТИЯ

Каждая гениальная работа характеризуется двумя чертами: в ней говорится о большем, чем известно в данное время; она может плодотворно развиваться в направлениях, которые нельзя было предвидеть. По обоим этим признакам периодическая система является работой гения.

Ч. Коулсон

Как мы уже говорили, периодический закон в его менделеевской формулировке был доложен впервые в 1869 году на заседании Русского химического общества. Основные его положения постулировались следующим образом.

1. Элементы, расположенные в порядке увеличения атомного веса, представляют явную периодичность свойств.

2. Сходные по химическим свойствам элементы имеют или близкие атомные веса, или последовательно и однообразно увеличивающиеся.

3. Сопоставление элементов или их групп по величине атомного веса соответствует их ... валентности.

4. Распространенные в природе элементы имеют малый атомный вес, а все элементы с малым атомным весом характеризуются резко выраженными свойствами, т.е. являются типическими.

5. Величина атомного веса определяет характер элемента.

6. Нужно ожидать открытия еще многих неизвестных элементов, например, сходных с алюминием и кремнием, с атомным весом 65 - 75.

7. Величина атомного веса элемента иногда может быть исправлена, если знать аналоги данного элемента.

8. Некоторые аналоги элементов открываются по величине веса их атомов.

Любое из этих утверждений можно обсудить со школьниками на уроках обобщающего повторения, опираясь на объем информации стандартных программ.

При этом следует иметь в виду, что в физике XIX века понятия «масса» не существовало. Не существовало и твердо установленного понятия «энергия». Для описания химической активности элементов использовалось довольно расплывчатое понятие «химическая энергия атомов».

Один из исследователей научного творчества Д. И. Менделеева Г. А. Забродский по этому поводу писал: «Менделеев не только подчеркивал всюду мысль, что «без самобытного движения немислима ни одна малейшая доля вещества...», но и гениально предугадал раскрытую спустя более чем столетия наукой закономерную связь между массой (весом) вещества и его движением. «Закон сохранения

веса (массы), - писал он, - можно рассматривать как частный случай закона сохранения силы или движения. Естественно, что вес вызывается особым видом движения материи и нет основания отрицать возможность при образовании атомов элементов перехода этого движения в химическую энергию или в иную форму движения».

Д. И. Менделеев связывал эту химическую энергию, то есть свойства химических элементов, с весом их атомов:

$$\text{Химическая энергия атомов} = f(A),$$

где A - атомный вес.

Впоследствии Д. И. Менделеев расширил свой вывод. В статье «Соотношение свойств» он записал: «Величина атомного веса определяет характер элемента, как величина (вес) частиц определяет свойства сложного тела».

Понятие «вес тела» - сила, с которой тело притягивается к Земле, связано с современным понятием «масса тела» как мерой инерции вещества. Поскольку обе величины пропорциональны, менделеевское определение в рамках современных представлений более точно выглядит так:

$$\Sigma_{\text{свойств элементов}} = f(A),$$

где Σ - совокупность свойств химического элемента, A - атомная масса.

В этот период Менделеев исходил из химико-механической модели атомов. Потому он и принимал массу атомов за определяющий их свойства аргумент.

Дальнейшее развитие учение о периодичности получило с открытиями сложного строения атомов. Наверное, в рамках этих очерков нет необходимости повторять ту информацию, которая содержится в школьных учебниках и пособиях.

Но следует обратить внимание на то, что многие сегодняшние учебники ведут изложение периодического закона в некорректных терминах - «старая» и «новая» его формули-

ровка. При этом в качестве новой формулировки приводится открытие Генри Мозли, экспериментально доказавшего в 1913 году, что частота колебаний (λ) соответствующих линий рентгеновского спектра при переходе от одного элемента к следующему возрастает согласно простому закону:

$$\sqrt{1/\lambda} = a (N - b),$$

где N - ряд целочисленных величин, совпадающих с порядковыми номерами элементов, a и b - некоторые постоянные величины, мало меняющиеся с частотой колебаний.

Эта формула дала явное указание на то, что величина N , принятая поначалу как порядковый номер элемента в таблице Менделеева, имеет определенный физический смысл. Вскрыт был этот смысл порядкового номера химических элементов только в 1920 году. Было ясно, что найденная Мозли энергия рентгеновского излучения, характеризуемая длиной волны (λ), может зависеть только от фундаментальной физической характеристики, принадлежащей ядру. Еще один ученик Резерфорда Д. Чедвиг экспериментально доказал, что порядковый номер элемента по своей величине действительно равен положительному заряду атомного ядра.

Вот как оценил открытие Мозли сам Эрнст Резерфорд, выступая в 1934 году в Лондонском Королевском институте на заседании химического общества, посвященном столетию со дня рождения Д. И. Менделеева: «Открытие Мозли представляет собой выдающуюся веху в истории наших сведений об элементах, ибо оно раз и навсегда установило истинный порядок и показало, что между водородом и ураном возможны только 92 элемента... Многие исключения из периодического закона тотчас же получили объяснения... Так, например, элементы кобальт (27) и никель (28) оказались в новой системе в надлежащих местах, так как ранее из-за их атомных весов - 58,97 и 58,15 - положение их было обратным. Стало ясным, что, хотя атомные веса почти всех

элементов изменяются параллельно порядковому номеру, но все же они в некоторых отношениях - свойство вторичное... Закон Мозли не только установил порядковое число еще неизвестных элементов, но и позволил нам предсказать со значительной точностью их рентгеновские спектры... Приложение этих идей вскоре привело к открытию гафния (72), технеция (43) и рения (75)».

Связь порядковых номеров элементов (N) с зарядами атомных ядер (Z) Эрнст Резерфорд и Нильс Бор предвидели ранее. Именно они поручили Мозли экспериментально проверить свою гипотезу. Мозли блестяще доказал правильность идеи своих учителей. Следует сказать, что молодой и талантливый английский физик Генри Мозли погиб в 1915 году на фронте Первой мировой войны.

С точки зрения задач педагогического синтеза важно, чтобы ученики поняли: закон Мозли вовсе не отвергает менделеевские закономерности, но и не является его новой формулировкой. Просто он исходит из новой картины мира, включающей химико-энергетические модели атомов.

Таким образом, Мозли и Чедвиг определили еще одну фундаментальную характеристику атомов - заряд их ядер, выступающую в качестве аргумента, определяющего совокупность свойств элементов.

$$\sum_{\text{свойств элемента}} = f(Z),$$

где Z - заряд атомного ядра.

При этом никто не подвергает сомнению влияние атомных масс на свойства элементов. Это подтверждают сегодня некоторые различия химических свойств изотопов одного и того же элемента. Например, химические свойства воды обычной H_2O и тяжелой воды D_2O далеко не во всем одинаковы.

Таким образом, можно утверждать, что совокупность свойств элементов оказывается функцией двух переменных:

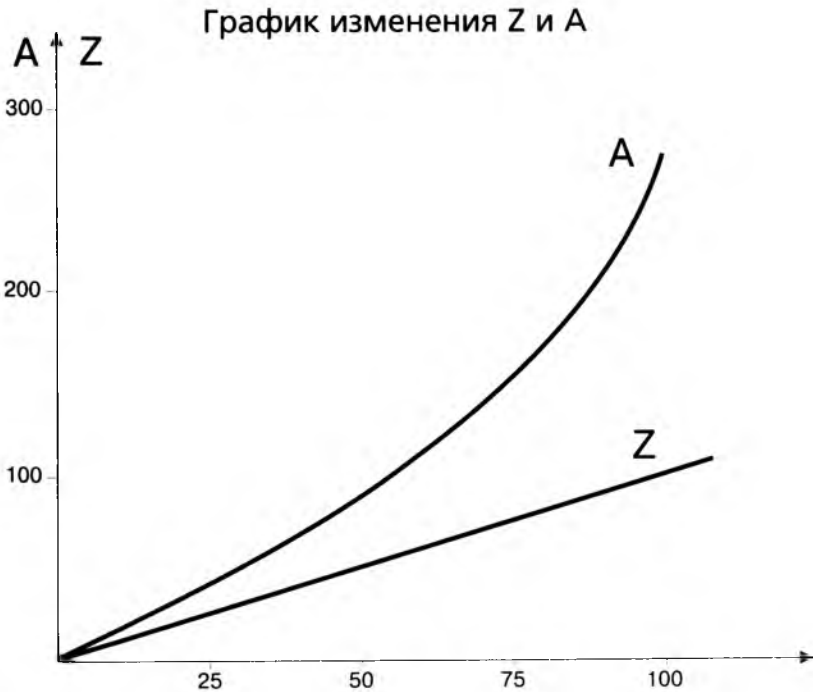
$$\Sigma_{\text{свойств элемента}} = f(A, Z)$$

Еще важнее, чтобы учащиеся поняли, что закон Моли, как и закон Менделеева, не был «истиной в последней инстанции», а представлял лишь определенный этап в развитии науки. Процесс познания бесконечен!

И сам Менделеев говорил, что периодический закон не объясняет причин и характера открытых зависимостей. Он писал о периодическом законе, как «... о новой тайне природы, еще не поддающейся рациональной концепции».

Достаточно вспомнить, что аргумент Z изменяется линейно, монотонно, как натуральный ряд чисел, а аргумент A изменяется по плавной кривой, приблизительно вдвое опережая Z.

Рис. 4



Свойства же элементов, как функция A и Z , во многом повторяются периодически и немонотонно, то есть через неравные интервалы, да еще и в развитии. Физический смысл именно такой периодической зависимости удалось объяснить только с открытием электронной структуры атомов. Для этого потребовались фундаментальные исследования Резерфорда, Бора, Паули, Зоммерфельда и многих других выдающихся физиков мира. Повторяемость свойств, как оказалось, зависит от повторения конструкции внешних электронных уровней и подуровней в атомах. Так в уравнении появился третий аргумент - « e » - электронная структура атомов:

$$\Sigma_{\text{свойств элемента}} = f(A, Z, e)$$

В этом проявилось торжество нового взгляда на атомы, который можно по аналогии с первыми этапами условно назвать химико-электронным.

Дальнейшим этапом в развитии учения об атомах стало приложение квантово-механических представлений к описанию простейшего атома водорода.

Здесь важнейшим шагом был открыт в 1925 году швейцарским физиком В. Паули «принцип однозначности» (запрет Паули). На юбилейном Менделеевском съезде в 1934 году академик С. И. Вавилов сказал: «Периодический закон в новой физической теории явился не только материалом для объяснения, не только одной из многих теорем, вытекающих из общих положений теории квантов, он стал основным источником чрезвычайно важного постулата, так называемого принципа Паули, согласно которому в случае многих электронов в атоме каждое дозволенное теорией состояние может быть занято только одним электроном».

Поскольку атом водорода может быть представлен как система двух тел с противоположными зарядами (протон и элек-

грон), то в этом случае допускается точное или достаточно приближенное аналитическое описание этой системы.

В 1925 - 1926 годах оказалось возможным применить в аналитической форме уравнение, предложенное австрийским ученым Шредингером, и с достаточной точностью получить данные об уровне энергии в атоме водорода, его частоты и представления о форме атомных орбиталей. Квантовомеханические представления позволили внести еще более глубокое понимание в менделеевский закон и придать описанию атомов некоторый параметрический характер.

Это дало основание Резерфорду сказать, что если бы периодический закон не был открыт Менделеевым в середине XIX века, то в первой половине века XX он был бы выведен математически. Справедливости ради следует сказать, что уравнение Шредингера и сегодня трудно приложимо к описанию атомов более сложных, чем водород.

Но в рамках изложенной выше последовательности развития периодического закона Д. И. Менделеева, вероятно, следует современный этап обозначить так:

$$\Sigma_{\text{свойств элемента}} = f(A, Z, e, \hbar),$$

где \hbar - квантовомеханические характеристики атомов.

Английский химик Ч. Коулсон уже в наши дни отметил: «Менделеев опережал свое время на 60 лет, но сам он об этом не мог знать».

Учение Менделеева о периодичности нашло продолжение и в физических областях науки. Так, в 1947 году японский физик Хидеки Юкава впервые предложил систематику элементарных частиц, выявившую периодичность изменения их свойств. Совсем не случайно один из создателей советского атомного оружия академик Я. Б. Зельдович сказал: «Д. И. Менделеев совершил громадный научный под-

виг: изучая закономерности химические, он предсказал пути изучения физической картины строения атома».

Особый интерес представляет история систематики изотопов химических элементов. К середине XX века уже были известны многие сотни изотопов. Сегодня их число вместе с искусственно полученными близко к 2000.

На заседании Лондонского Королевского общества, некогда избравшего Менделеева своим почетным членом и наградившего его высшей наградой - медалью Копли, с большим докладом выступил Эрнст Резерфорд. Он сказал: «...быть может, Менделеев будущего обратится к нашему обществу с докладом «Естественный порядок атомных ядер», и, таким образом, история будет иметь свое продолжение».

Не устаем повторять: настоящие ученые часто бывают провидцами.

Через тринадцать лет, в 1947 году, профессор кафедры аналитической химии научно-исследовательского института по удобрениям и инсектофунгицидам Моисей Львович Чепелевецкий принес в Президиум Академии наук СССР статью «Периодическая система атомных ядер». Следует вспомнить, что это была пора гонки за обладанием атомным оружием, пора абсолютной засекреченности работ по атомной тематике. Президиум Академии наук немедленно засекретил работу, поданную ученым, не имевшим соответствующих допусков.

В 1952 году тот же Чепелевецкий принес в АН СССР еще более совершенную систему. Результат был тем же. И только в 1966 году в «Журнале физической химии» (том 40, № 2) впервые была опубликована статья М. Л. Чепелевецкого со скромной припиской «С приоритетом от 15.06.47 и 24.12.52». Таблицы Чепелевецкого увидели свет только тогда, когда в Америке были изданы подобные работы Нобе-

левского лауреата Гленна Теодора Сиборга, а у нас появились публикации И. П. Селинова. Вот так мы иногда распыряемся своим прошлым. Вот так теряем приоритеты, которыми могли бы гордиться.

Изложенную выше эволюцию можно представить в виде наглядной схемы. При этом следует понимать, что она далека от завершения и отражает лишь прошлые этапы развития учения о периодичности.

Величайшее значение менделеевского открытия заключалось в том, что оно в своем развитии напрочь стерло преграды между химической и физической частью наук об окружающем мире, тем самым существенно раздвинуло гра-



ницы, изменив единую научную картину мира, сделав ее масштабнее и красочнее.

Сопоставляя приведенный в схеме далеко не полный список имен ученых, читатели сами могут убедиться в интернациональном характере науки вообще и во вкладе в нее конкретных выдающихся ученых, которыми каждая страна может гордиться.

Есть еще один аспект в представлениях об эволюции периодического закона, который весьма важен в формировании единой научной картины мира. В химической науке специалисты выделяют две концептуальные системы.

Первая описывает химическую статику - состав, структуру и свойства простых и сложных веществ во всем их многообразии. Для описания свойств веществ в этой системе практически не используется понятие времени.

Вторая описывает динамику химических процессов. Предметом ее изучения являются химические превращения веществ, термодинамические закономерности и кинетика химических реакций. Термодинамика описывает возможность протекания химических реакций в определенном направлении, но ничего не говорит об их скорости. Химическая кинетика изучает протекание реакций во времени и в зависимости от условий.

С позиций такого деления периодический закон Менделеева формально должен быть отнесен к первой концептуальной системе. Хотя мы уже упоминали о том, что закон и система вскрывают генетические связи элементов в природе, но, строго говоря, в табличном, клеточном варианте системы рамки каждой клеточки, отведенной определенному элементу, отделяют его от общего множества. Как писал историк химии Б. М. Кедров, «...двигалась лишь мысль ученого, переходя от элемента к элементу. Само же размещение элементов по отдельным клеткам таблицы не создава-

ло картину движения». До определенного момента система оставляла химикам возможность лишь догадываться о генетических связях этого мира.

Вспомним фрагмент киноплёнки с заснятыми кадрами движения, скажем, автомашины. Каждый отдельно просматриваемый кадр не даёт представления - движется ли машина или стоит на месте. Отдельный кадр описывает объект в статике. Но достаточно прокрутить плёнку через кинопроектор, как границы кадров исчезают и возникает полное представление о динамике.

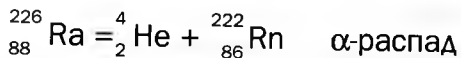
Нечто похожее стало происходить и с периодической системой, когда было обнаружено и изучено явление радиоактивности.

А первые достоверные сведения стали приходить из Франции, когда в 1896 году Анри Беккерель обнаружил, что все соединения, содержащие уран, испускают невидимые лучи, обладающие проникающей способностью. Эстафету от Беккереля приняли Пьер Кюри и Мария Кюри-Склодовская, открывшие новые элементы радий и полоний. Уже в 1902 году во время очередной зарубежной поездки Д. И. Менделеев посетил в Париже вместе с супругами Кюри лабораторию А. Беккереля, где наблюдал явление радиоактивности. Он фактически не пропустил ни одной из первых научных публикаций о новом открытии, понимая, что перед наукой открываются новые тайны природы, которые обогащают единую научную картину мира и рано или поздно могут дать ответ о причинах периодичности свойств элементов.

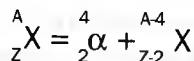
Вернувшись к идее генетической связи между химическими элементами, следует сказать, что уже к 1913 году, изучив ядерные превращения, англичанин Фредерик Содди и австрийский физик Фаянса открыли закон радиоактивного сдвига. В качестве примеров можно привести такие реакции:

И. А. Подольный, В. Ю. Подольный

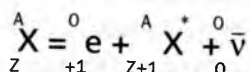
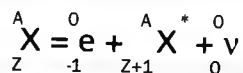
α -распад приводит к рождению атома, стоящего в таблице на две клетки левее исходного ($N^{\circ} = n - 2$).



В общем виде этот тип радиоактивных превращений выглядит так:



Для β^- - и β^+ - распадов в общем виде реакции могут быть записаны так:

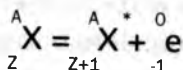


где ν и $\bar{\nu}$ соответственно - нейтрино и антинейтрино.

При β -распаде в неустойчивых ядрах один из нейтронов способен превращаться в протон, при этом ядро испускает β -частицу (электрон) и антинейтрино.



В общем виде:



В итоге заряд ядра увеличивается на единицу. Атом в системе перемещается на одну клетку вправо.

Возможен и третий тип распада: в таком случае возбужденные атомы испускают γ -лучи, отличающиеся весьма ма-

лой длиной волны. Энергия ядер уменьшается, но и заряд, и массовое число при этом остаются неизменными.

В 1934 году Ирен Кюри и Фредерик Жолио-Кюри открыли явление искусственной радиоактивности для тех изотопов, которые в природе не встречаются, но образуются в результате ядерных реакций.

Несмотря на то, что сегодня науке известно большое число типов частиц, слагающих атомные ядра, современная модель ядра в учебных целях представляется состоящей из двух наиболее долгоживущих частиц - протонов и нейтронов, близких по массе и различающихся только наличием положительного заряда на протоне. Заряд этот равен заряду электрона, но отличается от него только знаком. Ядерные частицы называют нуклонами.

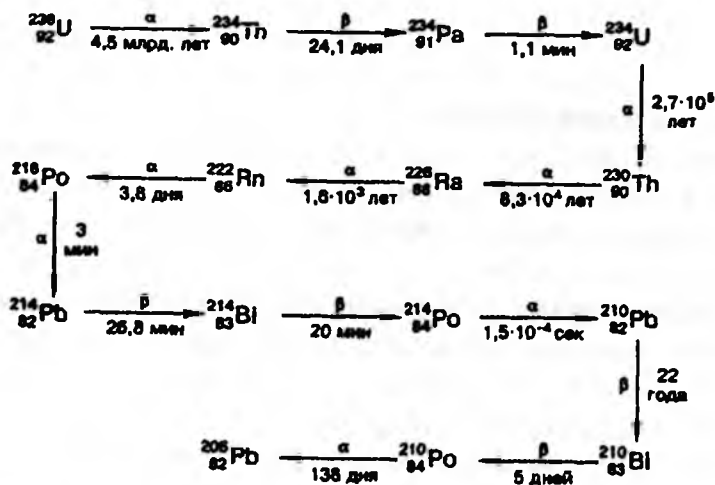
Новым словом в представлениях об атомных ядрах стала теория Поля Дирака, который предсказал двойственную природу элементарных частиц, существование античастиц типа позитронов ${}_{+1}^0\beta$ и др.

Все изотопы разделяют на стабильные - не подвергающиеся самопроизвольному распаду и на радиоактивные. По химическим свойствам они не имеют больших различий. Стабильных изотопов у каждого природного элемента может быть до десяти, как у олова, а у фосфора и алюминия в природе есть только по одному типу атомов. (Не совсем точно говорить об изотопах этих двух элементов, поскольку само слово «изотоп» переводится как «равноместный». Если в клеточке № 50 периодической системы ютятся сразу 10 разновидностей атомов элемента олова с одинаковым зарядом ядра, но отличающихся по массе, то у фосфора и алюминия все атомы одинаковой массы).

Радиоактивные элементы, претерпевая последовательно распады, превращаясь друг в друга, составляют целые ряды.

И. А. Подольный, Б. Ю. Подольный

Вот как выглядит ряд уранового распада с учетом закона Содди и Фаянса:

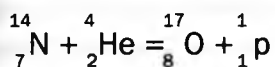


Радиоактивные изотопы претерпевают глубокие превращения, скорость которых измеряется временем полураспада $t_{1/2}$, временем, за которое вдвое уменьшается наличное число исходных ядер. Период полураспада для урана-238 составляет 4,5 млрд. лет, а для некоторых других элементов он может составлять миллионные доли секунды.

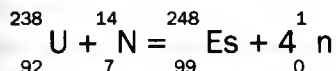
Таких рядов самопроизвольных превращений известно в природе три, и еще один составляют искусственно полученные радиоактивные изотопы. Подобные ядерные превращения происходят в условиях неуправляемого атомного взрыва, в управляемых процессах в атомных реакторах, в условиях хранения отходов ядерных технологий. Некоторые осуществляются в условиях сложных экспериментов. Цепные ядерные реакции, в которых участвуют изотопы урана, составляют сегодня основу ядерной энергетики, так как сопровождаются выделением колоссального количества энергии.

Зная периоды полураспада элементов и содержание их в горных породах, можно оценить возраст таких пород. Так периодический закон позволяет заглянуть не только в будущее, но и в далекое прошлое нашей планеты.

Первая реакция искусственного превращения элементов была осуществлена Э. Резерфордом, бомбардировкой атома азота α -частицами (ядрами атома гелия):



Подобные бомбардировки используются для синтеза неизвестных ранее элементов. Так были получены трансурановые элементы с порядковым номером больше 99. И «снаряды» для бомбардировки теперь используются гораздо большего «калибра». Например, для получения атомов эйнштейния использовались ядра азота:



Для получения изотопов элемента № 115 применялись ядра кальция. При этих реакциях всегда сохраняется сумма атомных масс и сумма зарядов атомных ядер участников превращений.

Недавно американские ученые из Ливерморской лаборатории и российские ученые из Объединенного института ядерных исследований в Дубне сообщили, что им удалось синтезировать элемент № 118. Он, как и его соседи в периодической таблице, живет всего несколько секунд и должен быть отнесен к благородным газам. Его временное название - унукторий, но Российская Академия наук предлагает назвать его ФЛЕРИЙ в память о Георгии Николаевиче Флерове, известном исследователе сверхтяжелых трансурановых элементов.

Присвоение собственных имен вновь открытым химическим элементам считается прерогативой Международного союза теоретической и прикладной химии (ИЮПАК), и происходит такое «коронование» новорожденных элементов на систематически проводимых международных конгрессах этого научного сообщества.

Большой интерес в научном мире вызвало недавнее сообщение интернациональной группы ученых под руководством Амнона Маринова из Иерусалимского университета в Израиле о том, что ими найдены свидетельства существования в природе изотопа элемента с порядковым номером 122 и относительной атомной массой 292. Как полагают авторы, этот изотоп весьма устойчив, а период его полураспада может составлять свыше 100 миллионов лет. Если это сообщение будет подтверждено новыми экспериментами, то подобное открытие составит важный новый прорыв в науке о химических элементах.

Изучение радиоактивных превращений как бы дало новую жизнь давней мечте алхимиков о превращении одних элементов в другие. Такие процессы прекрасно предвидел еще А. М. Бутлеров: «Весьма возможно, что многие из наших элементов окажутся со временем веществами химически сложными; но если они и сложны, то все-таки смело можно утверждать, что сложность эта другого, так сказать, высшего порядка, чем сложность веществ, известных ныне за химически сложные... Это делает предположение о сложности наших нынешних элементов далеко не невероятным, а алхимики, стремясь превращать одни металлы в другие, быть может, преследовали цели не столь химерические, как это часто думают».

Пусть пока человечество еще не нашло способа получения «обычного» золота из неблагородных элементов, но се-

годня стали понятными весьма длинные цепи взаимных превращений элементов. И то, что атомы могут путешествовать по периодам и группам таблицы, подтверждается во всей полноте: периодическая система отражает вторую концептуальную систему химической науки, а вместе с ней - идею химической эволюции Вселенной.

Некоторые авторы упрекали Д. И. Менделеева в том, что он не сразу воспринял новейшие достижения химии и физики, возникшие на грани XIX - XX веков. На самом деле здесь важно подчеркнуть, насколько осторожным был Д. И. Менделеев в тех гипотезах, для подтверждения или отрицания которых в его времена еще не доставало экспериментально подтвержденных фактов. И прежде всего это касалось мнений о сложном строении атомов. Но после посещения лаборатории Беккереля в Париже он признал первые шаги по изучению радиоактивности важными и полезными для развития науки.

ДВЕ ФУНКЦИИ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЗАКОНА

В науке вижу две цели: предвидение и пользу.

Д. И. Менделеев

Работу над периодической системой и законом Д. И. Менделеев продолжал всю свою научную жизнь. Периодический закон позволил привести в систему и обобщить огромный объем научной информации в химии. Эту функцию закона принято называть интегративной. Особо четко она проявляется в структурировании научного и учебного материала химии.

Правда, некоторые современные авторы считают нецелесообразным включать в учебные тексты периодический закон, якобы ставший исторической банальностью. Однако при ближайшем рассмотрении практически нет ни одного учебника всех уровней сложности, где бы авторам удалось сколько-нибудь успешно уйти от менделеевской классификации элементов и логики описания их генетических связей. То же самое относится и к простым, и к сложным химическим веществам.

Академик А. Е. Ферсман говорил, что система объединила всю химию в рамки единой пространственной, хронологической, генетической, энергетической связи.

Интегративная роль периодического закона проявилась и в том, что некоторые данные об элементах, якобы выпадавшие из общих закономерностей, были проверены и уточнены как самим автором, так и его последователями. Так случилось с описанием характеристик бериллия. Мы уже говорили, что до менделеевской работы его считали трехвалентным аналогом алюминия из-за их «диагонального сходства». Таким образом, во втором периоде оказывалось два трехвалентных элемента и ни одного двухвалентного. Именно на этой стадии, сначала на уровне мысленных модельных построений, Менделеев заподозрил ошибку в описании свойств бериллия. Затем он нашел работу русского химика И. В. Авдеева, утверждавшего, что бериллий двухвалентен и имеет атомный вес 9, а не 12. Работа Авдеева оставалась не замеченной ученым миром, так как автор ее рано скончался, по-видимому, получив неизлечимые отравления чрезвычайно ядовитыми бериллиевыми соединениями. Результаты исследования Авдеева утвердились в науке благодаря периодическому закону. Такие изменения и уточнения значений и атомных ве-

сов, и валентностей были сделаны Менделеевым еще для девяти элементов (In, V, Th, U, La, Ce и еще для трех других лантаноидов). У десяти элементов были исправлены только атомные веса. И все эти уточнения были подтверждены затем экспериментально.

Еще раз отметим, что против исправления атомных весов «на столь шаткой основе» возражал Лотар Майер. К тому времени Майер опубликовал свою таблицу систематики химических элементов, где за основу в качестве параметра были приняты атомные объемы. Таблица подтверждала периодический характер изменения свойств элементов с ростом атомного объема, но никаких исправлений в ранее принятые значения этого параметра Майер не рискнул вводить. Это еще раз подтверждает мысль, высказанную французским ученым Моисеем Гайсинским в 1969 году на юбилейном съезде Менделеевского общества в Москве. Недостаточно владея русским языком, он несколько перефразировал русскую поговорку: «Майер за березами дуб не заметил!»

В записной книжке Д. И. Менделеева был список имен тех ученых, кого он считал «укрепителями» периодического закона.

Так, работы Карла Карловича Клауса помогли Менделееву сформировать своеобразную восьмую группу элементов, объяснив горизонтальное и вертикальное сходство в триадах элементов



Среди «укрепителей» почетное место принадлежит Богуславу Браунеру, выдающемуся чешскому химику, который избирался почетным членом Российского химического общества. Это он еще раз экспериментально подтвердил мысль Менделеева о двухвалентности бериллия..

Браунер предложил решение проблемы размещения в периодической таблице редкоземельных элементов. По его мнению, РЗЭ составляют особую группу периодической системы: «Подобно тому, как в Солнечной системе целая группа астероидов занимает полосу на пути, по которому должна бы двигаться одна планета, так точно целая группа элементов редких земель могла бы занять в системе одно место, на котором в другом случае стоит один элемент. Таким образом, все эти элементы, подобные один другому, стали бы на том месте в IV группе восьмого ряда, которое до сих пор занимал церий... Элементы редких земель создали бы особую интерпериодическую группу, аналогичную до некоторой степени восьмой группе, поместившись в середине остальных групп периодической системы...» Шестой период таблицы, таким образом, должен быть длиннее, чем четвертый и пятый, которые, в свою очередь, длиннее, чем второй и третий периоды. В коротком варианте периодической таблицы Браунер предложил поместить все РЗЭ в одну клетку четвертой группы. Основная мысль Браунера впоследствии подтвердилась развитием учения об электронной структуре атомов.

Прогностическая (предсказательная) функция периодического закона получила самое яркое подтверждение в открытии неизвестных элементов с порядковыми номерами 21, 31 и 32. Предсказание их существования сначала было сделано на интуитивном уровне, но с формированием системы Менделеев с высокой степенью точности смог рассчитать

их свойства. История открытия галлия, скандия и германия хорошо известна и явилась триумфом менделеевского открытия. Известен отзыв Ф. Энгельса: «Применив бессознательно гегелевский закон о переходе количества в качество, Менделеев совершил научный подвиг, который смело можно поставить рядом с открытием Лаверрье, вычислившим орбиту неизвестной планеты Нептун».

Однако здесь возникает желание поспорить с классиком. Во-первых, все менделеевские исследования, начиная со студенческих лет, как мы уже говорили, вполне осознанно опирались на гегелевский закон. Во-вторых, Лаверрье рассчитал орбиту Нептуна по давно известным и проверенным ньютоновским законам. А Д. И. Менделеев все предсказания делал на основе им же самим открытого всеобщего закона природы.

В конце жизни Менделеев с удовлетворением отмечал: «Писавши в 1871 году статью о приложении периодического закона к определению свойств еще не открытых элементов, я не думал, что доживу до оправдания этого следствия периодического закона, но действительность ответила иначе. Описаны мной были три элемента: экабор, экаалюминий и экасилиций, и не прошло и 20 лет, как я имел уже величайшую радость видеть все три открытыми... Л. де Буабодрана, Нильсона и Винклера я, со своей стороны, считаю истинными укрепителями периодического закона. Без них он не был бы признан в такой мере, как это случилось ныне». Всего же Менделеевым были предсказаны 12 элементов.

С самого начала Менделеев указал, что закон описывает свойства не только самих химических элементов, но и множества их соединений, в том числе дотоле неизвестных. Достаточно привести такой пример. С 1929 года, когда Петр Леонидович Капица впервые обнаружил неметаллическую проводи-

мость германия, во всех странах мира началось развитие учения о полупроводниках. Сразу стало ясно, что элементы с такими свойствами занимают главную подгруппу 4-й группы. Со временем пришло понимание, что такими свойствами должны в большей или меньшей мере обладать соединения элементов, расположенных в периодах равноудаленно от 4-й группы (например, с общей формулой типа $A_3 B_5$). Это сразу сделало поиск новых практически важных полупроводников целенаправленным и предсказуемым. На таких соединениях основывается практически вся современная электроника.

Важно отметить, что предсказания в рамках периодической системы делались и после ее всеобщего признания. Закон Мозли сразу позволил экспериментально подтвердить число элементов в периодах и вместе с тем предсказать места еще не открытых к тому времени гафния (№ 72) и рения (№ 75). И вот эти предсказания были подтверждены уже не интуитивно, не на табличном уровне, а исключительно на уровне экспериментов.

Те же исследования Мозли позволили снять серьезную «головную боль», которую доставляли Менделееву известные отступления от правильного ряда возрастающих в таблице атомных масс элементов. Их Менделеев сделал под давлением химических аналогий элементов, отчасти на экспертном уровне, а отчасти и просто на основе интуиции.

Мы говорили о том, что для упорядочения множеств на них в определенном порядке последовательно накладываются ограничения. Д. И. Менделеев, во-первых, располагал элементы в порядке возрастания их атомных масс, затем проверялись закономерности изменения высших валентностей элементов в их водородных и кислородных соединениях. Затем сравнивались физические и химические свойства элементов, чтобы

подтвердить или отвергнуть, так сказать, «генетическую» принадлежность элементов к той или иной подсистеме.

Но в ряде случаев, как, например, с кобальтом и никелем или теллуром и йодом, явно наблюдались отступления от правил. Так, кобальт опережал в таблице никель, а йод с меньшей атомной массой следовал за более тяжелым теллуром. В естественных науках давно известно, что один «безобразный» факт, не укладывающийся в рамки самой «прекрасной» теории, может погубить всю теорию. Необъясненные отступления грозили всему менделеевскому закону. Но именно Мозли экспериментально доказал, что порядковые номера кобальта (№ 27) и никеля (№ 28) точно соответствуют их фундаментальным характеристикам. Так оказалось, что эти исключения лишь подтверждали общее правило. Объяснение «исключения» из менделеевского закона, когда аргон с массой 39,94 опережает калий - 39,102, заключается в том, что среди трех природных изотопов калия ^{39}K (93,1%), ^{40}K (0,0118%) и ^{41}K (около 6,8%) тяжелый изотоп с массой 40 оказался радиоактивным, и постепенно доля его с историей Земли снижалась. Потому табличное (усредненное) значение атомной массы калия оказывается ниже, чем у аргона.

Очень важное предсказание было сделано еще в 1883 году Николаем Александровичем Морозовым в каземате Шлиссельбургской крепости. За участие в народовольческом движении студент-химик Н. А. Морозов был приговорен к смертной казни, замененной позднее на пожизненное заключение в одиночной камере. В царских тюрьмах он провел около тридцати лет. По высоким ходатайствам узнику дали возможность получать некоторую научную литературу по химии. На основании анализа интервалов атомных масс между соседними группами элементов в таблице и ряду

других соображений Морозов пришел к интуитивному выводу о возможности существования между группой галогенов и щелочных металлов еще одной группы неизвестных элементов «с нулевыми свойствами». Искать их он предложил в составе воздуха. Больше того, он высказал гипотезу о строении атомов и на ее основе пытался вскрыть причины периодичности в свойствах элементов.

Однако гипотезы Морозова стали доступны для научного обсуждения много позднее, так как он вышел на свободу только после революционных событий 1905 года. Но к тому времени инертные газы были уже открыты и изучены.

Кроме чисто научного открытия труды Морозова были еще и высоким подвигом неукротимого человеческого духа, на долгих три десятилетия заключенного в каменный мешок одиночной камеры!

Долгое время факт существования благородных газов и положение их в таблице Менделеева вызывали серьезные разногласия в химическом мире. Сам Менделеев какое-то время полагал, что под маркой открытого аргона может прятаться неизвестное простое вещество типа N_3 . Первое рациональное предложение о месте инертных газов сделал один из авторов их открытия - Вильям Рамзай. А в 1906 году Менделеев писал: «При установлении периодической системы (1869) не только не был известен аргон, но и не было повода подозревать возможность существования подобных элементов. Нынче... эти элементы по величине их атомных весов заняли точное место между галогенами и щелочными металлами».

Шел длительный спор: выделять ли благородных газы в самостоятельную «нулевую группу» элементов, или их следует считать главной подгруппой 8-й группы. Каждая точка

зрения имела свои «за» и «против». Сегодня в объемах информации школьных программ ученики могут сами обсудить, какой из этих вариантов является более логичным.

Исходя все из того же положения элементов в периодической системе, химики-теоретики во главе с Лайнусом Полингом давно сомневались в полной химической пассивности благородных газов, напрямую указывая на возможную устойчивость их фторидов и оксидов. Но только в 1962 году канадский химик Нейл Бартлет впервые осуществил в обычных комнатных условиях реакцию гексафторида платины с кислородом, получив гексафтороплатинат ксенона - $\text{Xe} [\text{PtF}_6]$, а за ним и другие соединения газов, которые правильнее называть благородными, а не инертными. Так предсказательную свою функцию периодический закон сохраняет и до наших времен.

Нужно отметить, что предсказания неизвестных членов любого множества могут быть двух видов. Если предсказывается свойства элемента, находящегося внутри известного ряда подобных, то такое предсказание носит название интерполяция. Естественно предположить, что свойства «новичка» будут подчинены тем же закономерностям, что и свойства соседних элементов, находящихся до и после в ряду подобных. Так делались предсказания свойств недостающих элементов внутри менделеевской таблицы. Гораздо труднее предвидеть характеристики новых членов множеств, если они находятся за пределами описанной части. Экстраполяция - предсказание значений функций, находящихся за пределами ряда известных закономерностей - всегда носит менее определенный характер. Но и в этой области менделеевский закон оказался абсолютно верен.

Именно эта проблема встала перед учеными, когда начались поиски элементов, стоящих за известными границами системы. На начало XX века таблица Менделеева заканчи-

валась ураном (№ 92). Первые попытки получения трансуранических элементов были предприняты в 1934 году, когда Энрико Ферми и Эмилио Сэгрэ бомбардировали уран нейтронами. Так начиналась дорога к элементам-актиноидам и трансактиноидам.

101-й элемент этого ряда, открытый Гленном Теодором Сиборгом и его сотрудниками, получил название менделевий. Сам Сиборг об этом сказал так: «...особенно существенно отметить, что элемент 101 назван в честь великого русского химика Д. И. Менделеева американскими учеными, которые всегда считали его пионером в химии».

Число вновь открытых, а точнее, искусственно созданных элементов постоянно растет. Мы уже упоминали о синтезе ядер элементов с порядковыми номерами 113 и 115. Такой синтез осуществлен в российском Объединенном институте ядерных исследований в Дубне путем бомбардировки ядер искусственно полученного америция ядрами тяжелого изотопа кальция с массой 48.

Подобные сверхтяжелые элементы в природе не существуют, но они возникают при взрывах сверхновых звезд, а также могли существовать при «Большом взрыве». Их исследование помогает понять, как возникла наша вселенная. Всеобщий закон периодичности в природе продолжает работать. А периодическая система изотопов позволила предвидеть наличие «островов стабильности», то есть относительно долгоживущих изотопов, в большом ряду искусственно создаваемых изотопов сверхтяжелых элементов.

Академик В. И. Гольданский в речи, посвященной памяти Менделеева, отмечал «...фундаментальную роль, которую труды Менделеева играют даже в совершенно новых областях химии, зародившихся через десятилетия после смерти гениального творца периодической системы».

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН В СИСТЕМЕ СОВРЕМЕННЫХ НАУЧНЫХ ВЗГЛЯДОВ

*Наука есть история и хранилище мудрости и опыта веков, их
разумного созерцания и испытанного суждения.*

Д. И. Менделеев

*Редко бывает, чтобы научное открытие
оказалось чем-то совершенно неожиданным,
почти всегда оно предчувствуется;
однако последующим поколениям,
которые пользуются апробированными
ответами на все вопросы, часто нелегко оценить, каких
трудностей это стоило их предшественникам.*

Ч. Дарвин

Естественно полагать, что каждая из наук об окружающем нас мире имеет предметом изучения конкретные формы движения материи. Сложившиеся представления рассматривают эти формы движения в порядке повышения их сложности: механическая - физическая - химическая - биологическая - социальная формы. Каждая из последующих форм не отвергает предыдущие, но включает их в себя.

В 1813 году Гегель в своем труде «Наука логика» сформулировал идею универсального движения и развития. Эта идея дала основу для нового осмысления единой научной картины мира.

В. И. Ленин еще в молодости, изучая гегелевский труд, сделал запись о приложимости гегелевской идеи к различным формам движения. Он отметил, что сначала она была применена Марксом и Энгельсом к наиболее сложной - социальной форме (1847 год, «Манифест коммунистической

партии»). Затем Дарвин применил ее к живой природе (1859 год, «Происхождение видов»).

Когда Лондонское Королевское общество заслушало доклад Д. И. Менделеева о периодическом законе, знаменитый физик, Нобелевский лауреат лорд Крукс сказал: «То, что мы сейчас услышали, это настоящий неорганический дарвинизм». И действительно, менделеевский закон выражает приложимость гегелевской идеи к неживой природе.

Сказанное может быть иллюстрировано в виде схемы.

Приложение гегелевской идеи универсального движения и развития

Форма движения материи	Год	Открытия
	1813 г.	Гегель, «Наука логика».
	↓	Идея универсального движения и развития.
Социальная	← 1847 г.	Маркс - Энгельс, «Манифест коммунистической партии»
↑	↓	
Биологическая	← 1859 г.	Ч. Дарвин, «Происхождение видов» Эволюционное учение
↑	↓	
Химическая	← 1869 г.	Д. Менделеев, «Периодический закон» Неорганический дарвинизм
↑	?	?
Физическая	?	?
↑	?	?
Механическая	?	?

Следует заметить, что гегелевская идея сначала оказалась применимой к объяснению наиболее сложных форм движения. Что же касается физической и механической форм движения материи, судя по этой схеме, науке еще

предстоит разобраться в приложимости к ним гегелевского закона. Вероятно, именно здесь находятся проблемные ситуации, которые ждут своего научного решения, своих Дарвиновых и своих Менделеевых. Суждение это не бесспорно, но имеет в научном мире много сторонников.

Таким образом, для школьников наука раскрывается не просто перечнем открытий, не суммой фактов и формул, а способом мышления в бесконечном процессе познания окружающего мира.

Выдающийся российский ученый и философ В. И. Вернадский, мысли которого, к великому сожалению, редко включаются в школьные программы, писал о времени научных открытий XIX - начала XX веков:

«Мы живем в период напряженного, непрерывного созидания, темп которого непрерывно усиливается. Основным и решающим в этом созидании является открытие новых полей явлений, новых областей наблюдения и опыта, сопровождающееся огромным потоком новых эмпирических фактов, раньше неведомого облика... Этот бурный поток нового, ускорение хода научных достижений, когда в немногие десятилетия достигается то, что обычно создается в столетия или тысячелетия, очевидно, является проявлением какой-то силы, связанной с духовной творческой энергией человека...

Научная мысль сама по себе не существует. Она создается человеческой живой личностью, есть ее проявление... Созданные невесомые ценности - научная мысль и научное открытие - в дальнейшем меняют... ход процессов биосферы, окружающей нас природы».

В этом ряду выдающихся научных открытий XIX века закон Менделеева занимает свое определенное и почетное место.

Повторим: для читателей главным выводом из изложенного должны стать слова Альберта Эйнштейна: «Самое удивительное в мире то, что он познаваем». Бесконечный процесс познания, каждое новое открытие делают единую научную картину еще более объемной, яркой и содержательной.

Совсем не случайно в 1969 году на столетии со дня открытия менделеевского закона американский ученый, лауреат Нобелевской премии Гленн Теодор Сиборг доклад посвятил новейшим достижениям химии. В нем он высоко оценил удивительные прошлые заслуги российского ученого. «При рассмотрении эволюции периодической системы со времен Менделеева наиболее сильное впечатление производит то, что он был в состоянии создать периодическую систему элементов, хотя Менделееву не были известны такие общепринятые теперь понятия, как ядерная структура и изотопы, связь порядковых номеров с валентностью, электронная природа атомов, периодичность химических свойств, объясняемая электронной структурой и, наконец, радиоактивность».

Если выйти за границы информационного ресурса, определяемого школьными программами, то в современной литературе и информационных сетях Интернета можно найти много интересных публикаций, претендующих на формирование расширенной единой научной картины мира, включающей дальнейшее развитие периодического закона и периодической системы элементов.

Но при рассмотрении подобных материалов нельзя упускать из вида важную, на наш взгляд, мысль: Д. И. Менделеев обобщал множество научных фактов и сначала создавал свою периодическую систему, а уже из нее вывел периодический закон. Некоторые нынешние авторы вы-

бирают путь «наоборот»: сначала пытаются «усовершенствовать» закон, а на его основе интерпретировать новую научную информацию. Подобный путь в науке часто оказывается тупиковым.

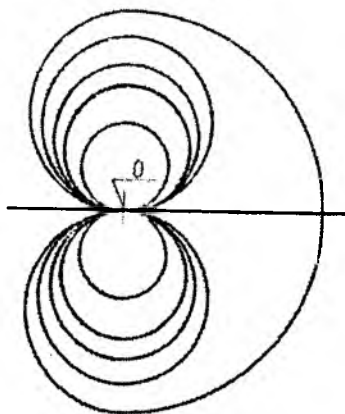
В Интернете и некоторых печатных изданиях последних лет можно встретить попытки включения учения Менделеева в систему эзотерических философских взглядов. Само понятие о периодичности порой возводится такими авторами в ранг всеобщего закона и включается в нетрадиционную систему веры. Такое, мягко сказать, произвольное, «расширительное» толкование периодического закона ни на чем не основано и в лучшем случае свидетельствует о личных фантазиях авторов.

Рождение идеи о возможности существования «антивещества», в котором ядра атомов должны иметь отрицательный заряд, а оболочки состоять из положительно заряженных частиц - позитронов, приводит к рождению новых далеко идущих моделей, стремящихся отразить единство миров и «антимиров».

Так, петербургская поэтесса, инженер Генриетта Ляховицкая предлагает в качестве геометрической модели мироздания фигуру генера, на витках спирали которого по одну сторону оси симметрии должны располагаться химические элементы, последние из которых теряют стабильность. Но при достаточно высоких значениях атомных масс спираль переходит в противоположную часть поля симметрии и на ней должны располагаться «антиатомы».

Простейший из них - антиводород. Может быть, такое геометрическое представление внесет некоторую определенность в ответ на вопрос о верхних границах периодической системы? (Рис. 5).

Рисунок генера



Подводя итог, можно привести слова академика Александра Евгеньевича Ферсмана: «Будут появляться и умирать новые теории, блестящие обобщения. Новые представления будут сменять наши уже устаревшие понятия об атоме и электроны. Величайшие открытия и эксперименты будут сводить на нет прошлое и открывать на сегодня невероятные по новизне и широте горизонты - все это будет приходить и уходить, но периодический закон Менделеева будет всегда жить и руководить исканиями».

Когда-то Д. И. Менделеев, учитывая весьма широкое распространение электрохимических явлений в природе и высоко оценивая возможности электрохимии для прогресса техники, назвал эту науку метким словом «ВСЮДНАЯ». Мне думается, что это изобретенное гениальным человеком слово вполне приложимо к периодическому закону: **ЭТОТ ВСЮДНЫЙ ЗАКОН ПРИНАДЛЕЖИТ ВСЕМУ СОВРЕМЕННОМУ ЕСТЕСТВОЗНАНИЮ** и потому лежит в основе современной единой научной картины мира.

КРИТЕРИЙ КРАСОТЫ

Читая книгу Джеймса Трефила
«Двести законов мироздания»

*Законы природы - скелет вселенной. Они служат ей опорой,
придают форму, связывают воедино.
Все вместе они воплощают в себе умопомрачительную
и величественную картину нашего мира.*

Дж. Трефил

В 2002 году профессор университета Джорджа Мейсона (США), автор более 30 научно-популярных книг Джеймс Трефил опубликовал книгу, которую многие оценили как самую современную научную энциклопедию в мире. Называется эта книга «200 законов мироздания».

Нашлось в ней достойное место и для периодического закона Д. И. Менделеева. Под таблицей - подпись: «Таблица, без которой немыслима химия».

Нам показалось, что эта книга чем-то напоминает известную уже около 250 лет игру «Пазлы», когда из отдельных фрагментов изображения надо составить порой очень сложную картину. 200 законов природы, давно известных и совсем недавно открытых, расположенные в книге по названиям в алфавитном порядке, так и просят сопоставить их в современную единую научную картину мира. Совсем не случаен вывод из интересного предисловия, предпосланного автором этому изданию:

«Центральная идея науки, согласно которой возможно экспериментально найти законы, управляющие явлениями природы, и сформулировать теории, позволяющие предсказывать новые явления, остается в силе. Это хорошо, поскольку благодаря этому говорить о законах природы не

только интересно, но и необходимо, для того чтобы понять, как устроена наша Вселенная».

Нам захотелось, чтобы читатели познакомились с интересными мыслями Джеймса Трефила о красоте научных теорий. С его точки зрения, периодический закон должен быть признан обладателем высочайшей красоты!

«...к научной теории можно подходить не только как к инструменту для объяснения явлений природы, но и как к произведению искусства. Эта мысль вряд ли удивит кого-нибудь из ученых - каждый из них за время своей работы не раз сталкивался с подобными рассуждениями, а иногда и сам принимал в них участие. Зато широкую публику может даже шокировать тот факт, что ученые не безнадёжные практики и рационалисты, какими их принято изображать, а такие же, как и все, ценители красоты и изящества.

Существует множество примеров того, как этот критерий работает в науке. Так, общая теория относительности благодаря своему изяществу была почти сразу принята учеными, хотя потребовались десятилетия, чтобы экспериментально подтвердить ее предсказания. Этот пример показывает, - я хочу это специально подчеркнуть, - что, хотя красота и изящество и могут склонить ученых в пользу той или иной теории, они все же не могут изменить экспериментальные данные на противоположные. Если бы теория относительности не нашла экспериментального подтверждения, ее бы изменили или отвергли, несмотря на всю ее красоту.

Таким образом, критерий красоты может повышать или понижать вес той или иной теории, но не является сам по себе решающим фактором в принятии этой теории.

Однако критерий красоты - вещь довольно расплывчатая и субъективная. Он определен не так четко, как другие понятия, которые мы используем в этой книге. Например, нет

ясного толкования слова «красота» в контексте научных теорий. Тем не менее существуют некоторые общепринятые положения. Например, чем универсальнее теория, тем больше шансов, что она будет признана красивой. Чем менее случайные и наскоро сколоченные данные использовались при построении теории, тем меньше шансов, что ее сочтут просто подогнанной под конкретный набор фактов, и тем более изящной покажется эта теория. И, конечно же, не последнюю роль в признании теории изящной играет ее простота. Надо думать, что хотя бы в отношении этих трех положений среди ученых существует определенное единодушие.

Естественно, возникает вопрос: можно ли сформулировать критерий научной красоты - более объективный, чем тот, который мы применяем, скажем, в живописи или в музыке? Когда я читаю чужие рассуждения о научной красоте, я часто ловлю себя на том, что не согласен с автором в его оценке той или иной научной идеи. Например, некоторые находят идею плоской Вселенной - где пространство-время выглядят координатной сеткой на поверхности стола - красивой. Мне же эта идея не кажется ни красивой, ни безобразной. Другие считают, что Вселенная, в которой ускорение вызывает космологическая постоянная, прекрасна, однако мой друг Роки Колб, известный астрофизик, находит такую Вселенную «невыразимо уродливой». В науке, как и в искусстве, у каждого свое представление о красоте».

К сказанному можно вспомнить еще одно правило, о котором любят напоминать авиаконструкторы. Оно говорит о красоте воплощенных в жизнь идей: «Красивый самолет не всегда хорошо летает, но хорошо летающий самолет всегда красив».

Вне истины, добра и красоты, как и вне науки, не представлял себя и Дмитрий Иванович Менделеев. Он писал: «Духовной стороне блага надобны истина, доброта и красо-

та. Искание их выразилось первее всего в религиях, надо того не забывать, - в пору, далеко предшествующую современной сложности мировых отношений, а затем в науке и искусствах. Последнее, по мне, стремится путем образов и предчувствий, так сказать, полубессознательно, совершенно к тому же, что сознательно вырабатывается в науке».

Приложение 1

НАШ МИР - ОТКРЫТЫЙ ИЛИ ЗАКРЫТЫЙ?

Небольшой экскурс в философию

Мы уже говорили: к великому сожалению, спектр естественнонаучных знаний выпускника школы и студента педуниверситета подчас представляется весьма линейчатым: многочисленные «фраунгоферовские» черные полосы делят знания на плохо связанные между собой информационные блоки, не складывающиеся в единую научную картину мира. Подобная «чересполосица» возникает при традиционном изучении фундаментальных законов природы в курсах физики, химии, астрономии, биологии и, тем более, при изучении менее математизированных учебных дисциплин. Это приводит в крайних случаях даже к «междисциплинарным конфликтам», когда представители конкретных наук пытаются «присвоить» только себе те или иные законы природы.

Однако давно известно, что «природа на факультеты не делится», а законы, открываемые в конкретной предметной области, как правило, имеют отношение к природе и обществу в целом. Немалая причина такого положения дел заключается в недостаточной общей философской подготовке современных учителей естествознания.

На наш взгляд, формирование единой научной картины мира в сознании студентов и наиболее продвинутых школь-

ников на этапах изучения основ наук, философского осознания и обобщающего повторения может быть более успешным и по времени уплотненным, если следовать предложениям одного из конструкторов отечественной космической техники П. Г. Кузнецова (1, 2, 5).

Он предлагает классифицировать законы природы на базе использования философской категориальной пары «ПОСТОЯННОЕ - ПЕРЕМЕННОЕ».

Такой подход позволяет делить все законы на две категории: на ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ и ЗАКОНЫ ИЗМЕНЕНИЯ (развития). Первая группа законов утверждает сохранение некоторых величин с определенным именем без изменений во времени.

Вторая группа законов отрицает принцип СОХРАНЕНИЯ и описывает изменения некоторых величин во времени и пространстве с указанием НАПРАВЛЕНИЯ этих изменений.

Сама такая классификация законов вроде бы мало нового вносит в наши представления и лишь подчеркивает противоречия в категориальной паре «ПОСТОЯННОЕ (не меняющееся) - ПЕРЕМЕННОЕ (изменяющееся)».

Однако еще И. Кант говорил, что любому утверждению противостоит его отрицание, и всегда существуют полностью равноправные доказательства как самого утверждения, так и его отрицания. Это положение прекрасно иллюстрируется созданием Н. И. Лобачевским неэвклидовой геометрии. Введение Лобачевским постулата о том, что параллельные линии при определенных условиях могут пересекаться, приводит к необходимости пересмотра постулатов многих наук, до тех пор пользовавшихся классической геометрией. В том же ключе следует полагать, что при наличии множественности геометрий должна существовать и множественность физик (2, 4).

Но в учебных курсах приходится считаться с тем, что со-

знание учащихся легко принимает положение «ПОСТОЯННОЕ не есть ПЕРЕМЕННОЕ» и гораздо труднее воспринимает отрицание этого положения: «ПОСТОЯННОЕ есть ПЕРЕМЕННОЕ» или «ПЕРЕМЕННОЕ есть ПОСТОЯННОЕ».

Здесь уместно подчеркнуть мысль о том, что абсолютное постоянство должно означать АБСОЛЮТНУЮ НЕЗАВИСИМОСТЬ некоторой постоянной величины от ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО ХОДА ВРЕМЕНИ. Такому условию удовлетворяет только мир идеальных геометрических образов (фигур), изучаемых математикой. Но им нет места в реальном мире. Примером тому может служить вопрос об идеальности эллиптических планетарных орбит. Если бы ответ на этот вопрос был положительным, то мы должны бы были придти к идее вселенной, не имеющей исторического развития.

При этом сам эмпирический факт изменения массы Солнца на 4 млн. тонн в секунду (некоторые авторы считают, что в секунду на Солнце сгорает до 6 млн. т водорода) не может не изменять положения планетных орбит. Практический вывод, который следует показать учащимся, состоит в том, что в природе НЕТ АБСОЛЮТНО ПОСТОЯННЫХ ВЕЛИЧИН, а следовательно, НЕТ АБСОЛЮТНЫХ ЗАКОНОВ СОХРАНЕНИЯ, на которых основывается вся классическая теоретическая физика. Но в природе есть ЗАКОНЫ ПОЧТИ-СОХРАНЕНИЯ, которые можно отождествлять с изучаемыми математиками ПОЧТИ ПЕРИОДИЧЕСКИМИ ФУНКЦИЯМИ.

Подобные же логические построения весьма уместны в химии при обсуждении ЗАКОНА ПОСТОЯНСТВА СОСТАВА ВЕЩЕСТВ. Излагаемый в школьном курсе этот закон практически никогда не реализуется в идеальном виде ни в качественном, ни в количественном отношении. А газовые законы физики в точности приложимы только к идеальным газам, не существующим в реальном мире. Д. И. Менделеев

ев много внимания уделял изучению веществ переменного состава. Например, такими он считал многие растворы, в том числе и водно-спиртовые растворы.

Анализ природных явлений и любых физико-математических построений всегда должен сопровождаться выделением в любой величине ее относительно ПОСТОЯННОЙ и относительно ПЕРЕМЕННОЙ составляющих. И если фиксировать внимание только на первой из них, то мы приходим к признанию КЛАССИЧЕСКИХ ЗАКОНОВ ПОСТОЯНСТВА - ЗАКОНОВ СТАТИКИ. Такие законы описывают то, что сохраняется при видимости изменений. Другая категория законов - КЛАССИЧЕСКИЕ ЗАКОНЫ ДИНАМИКИ, описывающие поведение любых систем во времени даже тогда, когда эти системы внешне могут казаться неизменными. И здесь мы снова приходим к пониманию «категориальной пары».

Переход к трактовке ЗАКОНОВ ИЗМЕНЕНИЯ (РАЗВИТИЯ) можно начать с того, что около полутора столетий назад был открыт закон «необратимости» хода действительного ВРЕМЕНИ. Этот закон гласит: существует некая величина (называемая энтропией), которая изменяется со временем только в сторону увеличения своего численного значения. (Энтропия - одна из величин, характеризующая тепловое состояние тела или системы тел, мера внутренней неупорядоченности систем. В закрытых системах энтропия может при необратимых процессах только возрастать, а в равновесных состояниях оставаться неизменной).

Но при всем этом мы имеем дело с законом, в котором тоже есть намек на СОХРАНЕНИЕ: сохраняется ТЕНДЕНЦИЯ, направление изменения. И здесь снова мы находим взаимосвязь в категориальной паре «ПОСТОЯННОЕ - ПЕРЕМЕННОЕ». Так в череду законов природы вводится понятие ДЕЙСТВИТЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ (3).

Это, в свою очередь, ставит перед естествоиспытателем новые вопросы. Классическая термодинамика, изучаемая будущими учителями физики, химии и биологии, рассматривая закрытые системы, не обменивающиеся с окружающей средой ни веществом, ни энергией, указывает направления их эволюции, совершенно не пользуясь понятием времени. Физическая размерность «ВРЕМЯ» в такой термодинамике практически отсутствует.

Не подвергая ни на минуту сомнению все достоинства классической термодинамики, во многом продвинувшей естественнонаучные знания и технические представления человечества, мы, тем не менее, должны дать учащимся четкое понимание искусственности введения понятия «закрытая система». В реальной природе мы никогда не имеем дело с закрытыми системами. «Мир всегда открыт даже тогда, когда он кажется закрытым!» - говорят философы. Таким образом, мы снова приходим к категориальной паре «ЗАКРЫТОЕ - ОТКРЫТОЕ».

К сожалению, в наших классических учебных курсах по естественнонаучным дисциплинам в школах и вузах не находят достаточного отражения термодинамика открытых систем и известный спор о приложимости второго закона термодинамики к биологическим системам. Но именно это, на наш взгляд, важно обсудить в курсах философии и в лекциях «Концепции современного естествознания», наконец, на внеклассных занятиях со школьниками, углубленно интересующимися философскими проблемами естественных наук.

1. П. Г. Кузнецов. Искусственный интеллект и разум человеческой популяции. В книге Е. А. Александрович. Основы теории эвристических решений. М.: Сов. радио. 1975. С.222-244.

2. Р. О. ди Бартини, П. Г. Кузнецов. Множественность геометрий и множественность физик. Сб. Моделирование динамических систем. АН СССР. Брянск. 1974. С.18-29.

3. П. Г. Кузнецов. К истории вопроса о применении термодинамики в биологии. В книге К. С. Тринчер. Биология и информация. М.: Наука. 1965. С.107-127.

4. В. И. Черныш. Введение в экологическую кибернетику. М. 1990. 568 с.

5. И. А. Подольный. К вопросу об изучении законов природы в курсах естественнонаучных дисциплин. Сб. научных трудов. Выпуск 2. Гуманитарные аспекты профессионального образования: проблемы и перспективы. Иваново - Вологда. С.132-135.

(В порядке обсуждения)

Приложение 2

ЧТО ЕСТЬ ЗАКОН?

Законы, которые управляют нами,
и законы, которые пишем мы...

Dura lex, sed lex! (Суров закон, но это закон!)
Латинский афоризм

Улучшая качество нашей жизни, наука в то же время открывает для нашего интеллекта великолепное окно во Вселенную. Она показывает нам, что весь окружающий нас мир существует по общим правилам и принципам, и эти правила и принципы можно обнаружить с помощью научных методов.

Дж. Трефил

В конце XIX века многие журналисты обращались к людям с вопросом: «Что вы ждете от века двадцатого?» В канун двадцать первого столетия газеты не уставали спрашивать: «Как вы оцениваете итоги прошлого?»

Если надежды столетней давности сравнить с сегодняшними оценками, становится ясно, что почти все лучшие чаяния людей не сбылись, точнее сказать, никто не угадал сценария будущего. Вместо лучших надежд реализовалась самая худшая действительность...

Девятнадцатый век вселял во многих людей большие надежды на культурный и технический прогресс общества. На смену пару приходило электричество. Появились двигатели внутреннего сгорания. В небо поднялись первые самолеты, в морях плыли мощные корабли и подводные лодки. Наконец, середина века ознаменовалась появлением путей к освоению атомной энергетики и к выходу в космос.

Двадцатый век создал человечеству колоссальные усилители физической мощности. Химия дала сельскому хозяйству удобрения. Телефоны и радио сократили расстояния. Прививки, антибиотики и другие успехи медицины принесли надежды на продление человеческой жизни, на избавление от страданий. Хотя кто-то и пытался увидеть в новой науке термодинамике предсказание в отдаленном будущем тепловой смерти Вселенной, но термодинамика дала сегодняшнему дню теоретические основы для многих технических свершений. Гегелевская идея универсального движения и развития воплотилась в дарвинизм и менделеевский периодический закон, ставшие основными законами биологической и химической форм движения материи. Казалось, что власть человека над природой становится безграничной.

Во второй половине XX века стало ясно, что человеческий интеллект уже не может поспеть за колоссальным ростом объема накапливаемой информации. Так появилась информатика с ее новыми инструментами - постоянно совершенствующимися усилителями интеллектуальной мощности - компьютерами.

Многим казалось, что опубликованный Марксом и Энгельсом «Манифест коммунистической партии» открывает новую эпоху социальных преобразований и должен принести людям вместе с личной свободой и материальное благополучие. Но реалии мира родили две мировые войны с ужасами геноцида, Холокоста и худшими формами тираний и международного терроризма.

Здесь-то и стала очевидной одна из главных иллюзий, итогами которой явились страшные социальные потрясения целых континентов в XX веке, взлеты и крушения государств, катастрофы целых народов и личные трагедии сотен миллионов людей.

Классический (по Марксу) капитализм, бывший до середины XIX века действительно прогрессивной формой организации общества, пришел к кризису: он не мог решить сложные социальные проблемы, возникавшие в наиболее развитых странах и им же порожденные. Именно тогда и были высказаны две известные идеи:

- первая - идея Маркса и Энгельса о «призраке коммунизма, бродящем по Европе»;

- вторая принадлежала англичанину Сесилию Родсу: «...Моя заветная идея есть решение социального вопроса, а именно: чтобы спасти сорок миллионов жителей Соединенного Королевства от убийственной гражданской войны, мы, колониальные политики, должны завладеть новыми землями для помещения избытка населения, для приобретения новых областей сбыта товаров, производимых на фабриках и в рудниках. Империя, я всегда говорил это, есть вопрос желудка. ЕСЛИ ВЫ НЕ ХОТИТЕ ГРАЖДАНСКОЙ ВОЙНЫ, ВЫ ДОЛЖНЫ СТАТЬ ИМПЕРИАЛИСТАМИ».

Эта идея Сесилия Родса нашла свое воплощение на 5/6 земного шара, марксизм был испытан на 1/6 части. Сегодня

ня мы видим печальные итоги этих социальных экспериментов. Но прежде чем судить о них, мы должны констатировать некоторые языковые и не только языковые стороны проблемы.

Начинаются они с понятия «ЗАКОН». Этим словом в русском языке обозначают:

- с одной стороны, постоянные и необходимые отношения между предметами и явлениями, существующие в объективном мире независимо от человеческого сознания;
- с другой - установленное государственной властью общеобязательное правило, регулирующее какую-нибудь область общественно-правовых отношений.

При всем богатстве русского языка другого слова для этих понятий не нашлось. Есть у слова «закон» и другие значения, но не о них сегодня речь... Попробуем разобраться с первыми двумя.

Законы природы существуют вне и независимо от человеческого сознания. Люди отдают жизни, чтобы открыть эти законы. Порой их сжигают на кострах, как Джордано Бруно за его «еретические» идеи бесконечности мира. Порой отправляют в психолечебницы, как Юлиуса Роберта Майера, открывшего закон сохранения и превращения энергии. Это он первым высказал мысль о том, что солнечная энергия, поступающая на нашу Землю, есть «заводящая пружина всех механизмов в живом и неживом мире».

Но для естествоиспытателей целью их жизни всегда является поиск истины. И ни в малой степени люди не могут изменить законы природы: мы можем либо следовать им, либо нарушать их предписания. Природа по-разному может отвечать на наши действия, но только в рамках все тех же законов.

Вот что писал Д. И. Менделеев по этому поводу: «Законы природы исключений не терпят и этим явно отличаются от

правил и правильностей, подобных, например, грамматическим и другим людским изобретениям, приемам и отношениям».

Совсем другое дело - законы, регулирующие общественно-правовые отношения. Эти законы возникают как общественные договоры или как предписания, сочиненные одними людьми для подчинения других. Если законы природы отражают истину и не зависят от людей, то законы правовые пишутся людьми и преследуют цели поиска выгоды.

Справедливости ради следует сказать, что за нарушение этих законов люди тоже вынуждены страдать, порой даже сильнее, чем за поиск истины.

Законы природы вечны, а юридические законы каждый правитель волен переписывать для себя (под себя) с точностью «до наоборот». Такое отличие между законами и законами, естественно, не может не отразиться на соотношении естествознания и обществоведения.

Если следовать абсолютно точно этой идее, то вся история может быть представлена как цепь индивидуальных или коллегиальных волевых решений, отражающих чьи-то интересы. Это похоже на правду. Недаром на вопрос: «Можете ли вы написать всеобщую историю человечества?» - английский философ Бертран Рассел ответил: «Конечно, могу, но боюсь, что она окажется похожей на историю человеческой глупости».

Мы бы добавили к тому: если бы пришлось писать историю человеческой глупости, то следовало бы писать историю преступлений человечества против законов природы!

Именно поэтому можно предложить коллегам-учителям обсудить с учениками вопрос: **А МОЖНО ЛИ НА ПРАКТИКЕ, В РЕАЛЬНОЙ ЖИЗНИ СОВМЕСТИТЬ ОБЪЕКТИВНЫЕ ЗАКОНЫ ПРИРОДЫ С ЗАКОНАМИ ОБЩЕСТВЕННОЙ ЖИЗНИ, т.е.**

ЗАКОНЫ, ОТРАЖАЮЩИЕ ОБЪЕКТИВНУЮ РЕАЛЬНОСТЬ, С ЗАКОНАМИ, ИЩУЩИМИ СУБЪЕКТИВНУЮ ВЫГОДУ? Всегда ли они противоречат друг другу?

Задавая такие вопросы, понимаем, что вряд ли на них есть однозначные ответы. Важно задуматься и над тем, как соотносятся природоохранные законы с законами природы.

Но задуматься и обсудить проблему соотношения законов - значит приблизиться к раскрытию противоречия. А это уже немало, особенно для молодого поколения. В конце концов, прав был великий физик Нильс Бор, сказавший: «Проблемы важнее решений. Решения могут устаревать, а проблемы остаются».

«Sapere aude! - имей мужество пользоваться своим умом! Таков девиз Просвещения!» - писал Иммануил Кант.

Приложение 3

ИНТЕРЕСНЫЕ ЛЮДИ ЭТИ УЧЕНЫЕ!

*Гениальный человек успешен в любом деле,
за которое он берется.*

Народная мудрость

Есть разные типы ученых. Одни увлекаются своей наукой настолько, что перестают видеть весь окружающий мир. Существует легенда о профессоре-зоологе, изучавшем дождевых червей. Каждый год он выступал на научных собраниях с очередным докладом о еще одном сегменте тела червя. Когда же его спросили о дальнейших перспективах исследования, он ответил: «Червяк такой длинный, а жизнь такая короткая!»

Такие ученые порой более или менее успешно продвигаются в науке, делают свои открытия, но, с одной стороны,

они, как правило, лишены научного и культурного кругозора и не способны к большим фундаментальным обобщениям. А с другой стороны, они сами себя ограничивают в связях с миром, лишаются многих радостей жизни, «роскоши человеческого общения», как говорил автор «Маленького принца» Антуан де Сент-Экзюпери.

Совсем другой тип ученых - это те, для которых мир, лежащий вне их конкретной науки, не менее интересен, чем мир ими исследуемых объектов и явлений. Таким ученым присущи совсем иные качества. Их отличает широкий кругозор в смежных науках.

Вспомним Ломоносова, который кроме химии увлекался физикой, сделал замечательные для своего времени открытия атмосферы на Венере и новых минералов на Земле. Он прославился собственноручным изготовлением многих приборов. Исаак Ньютон, которого все знают как автора закона всемирного тяготения, законов механики, имел весьма серьезные работы по дифференциальному и интегральному исчислению. Но мало кто знает, что он увлекался алхимией, а еще был знатоком хронологии древних царств.

Великий Коперник был известен современникам как искусный врачеватель и пользовался большим авторитетом у пациентов.

Мария Кюри-Склодовская - первая женщина - Нобелевский лауреат. Одну премию она получила по химии, а другую - по физике.

Классический физик академик Николай Николаевич Семенов получил Нобелевскую премию по химии за создание теории цепных разветвленных химических реакций.

Один из основателей современной физической химии Вильгельм Оствальд, тоже Нобелевский лауреат, главным достижением своей жизни считал исследования в области

колористики - цветоведения. На его вилле в домашнем музее хранятся огромные атласы цветов и оттенков. А еще он прекрасно играл на скрипке и виолончели.

Участник американского атомного проекта выдающийся химик XX века Лайнус Полинг на своей родине был не менее известен как медик и фармаколог. Он был одним из немногих, кто тоже получил две Нобелевские премии: одну - по химии, а вторую - за усилия в пользу мира.

Профессор Московского химико-технологического института им. Д. И. Менделеева Андрей Андреевич Бундель серьезно увлекался зоологией. За двадцать лет он собрал коллекцию чешуекрылых, состоявшую из ста тысяч экземпляров. В том числе нашел и описал 200 видов, до него неизвестных науке.

Английский химик Ньюлендс очень увлекался теорией музыки, и знания в этой области привели его к мысли о том, что в мире химических элементов может существовать такая же гармония, как в мире музыкальных звуков. Так возникли его знаменитые в истории науки таблица химических элементов и «закон октав».

Взаимное проникновение наук, характерное для двух прошлых веков, привело к массовой миграции физиков и химиков в биологию. Именно такие ученые и создали науку биохимию, учение о белках и современную генную инженерию.

Можно поименный список продолжать практически без конца. Общее для этих ученых то, что их интересы лежали в области естественных наук, хотя порой и очень далеких друг от друга. Так осуществляется взаимооплодотворение наук.

Но не меньше примеров можно привести, когда интересы естествоиспытателей обращались, казалось бы, на далекий от них мир искусства и литературы.

И здесь снова надо вспомнить поэтические труды Ломоносова. Он даже научные письма, например, «О пользе стек-

ла», умудрялся писать в стихах. И это было не просто рифмоплетство, а серьезные материалы к реформе русского языка. А еще всему миру известны мозаичные полотна Ломоносова, созданные из цветных стекол, сваренных по его же рецептуре.

Великий астроном Кеплер написал пьесу в двести латинских стихов, назвав ее «Элегией на смерть Тихо Браге», известного датского астронома. Французский химик Сен-Клер Девиль, разработавший метод получения алюминия, тоже играл на скрипке, на виолончели и был приличным пианистом. Нобелевского лауреата, автора десяти томного учебника физики Ричарда Фейнмана называли «самым лучшим джазовым музыкантом среди ученых и самым лучшим ученым среди джазменов Америки».

А как не вспомнить Александра Порфирьевича Бородина? Одна из важных химических реакций в органической химии носит его имя. Но сегодня Бородин-композитор в народе куда более известен, чем Бородин-химик. Его опера «Князь Игорь» с «Половецкими плясками», его скрипичные квартеты - шедевры музыкального искусства XIX века. А еще он увлекался пчеловодством.

Мы привели примеры из прошлого науки. Но и в XX веке, и в наши годы многие ученые любят заниматься «не своим делом». Так, почетный член АН СССР академик Иван Алексеевич Каблуков, заведовавший кафедрой химии Тимирязевской академии с 1904 по 1942 год, был известен как великий специалист в области пчеловодства. Пчелами интересовался и А. М. Бутлеров.

Одному из нас довелось навестить на его даче директора института электрохимии академика Якова Михайловича Колотыркина. Он с большой гордостью показывал сплетенные собственноручно крестьянские лапти, на которых

было почти невозможно найти ни одного кончика берестяной ленты.

Почетный профессор МГУ физхимик Алексей Анфимович Лопаткин был серьезным художником и считал живопись своим вторым призванием. Академик-химик Игорь Васильевич Петрянов-Соколов собирал старинные книги и был их прекрасным знатоком. Все коллеги знали страсть академика Петра Александровича Ребиндера к коллекционированию марок. Можно вспомнить и музыкальные произведения военного инженера Цезаря Кюи, и замечательные картины генерала Ярошенко. Можно говорить о романах инженера-строителя Гарина-Михайловского, о замечательной певческой карьере юриста Леонида Витальевича Собинова. К тому же Собинов еще и стихи писал, и эпиграммы. И, что особо интересно, эпиграммы даже на самого себя. А шутить над самим собой способны только люди с тонким юмором и добрым сердцем.

Ждали от Собинова

Пенья соловьиного.

Послушали Собинова:

Ничего особенного.

Ну, а Константин Сергеевич Станиславский, создатель современной науки о театре, был известен современникам под своей настоящей фамилией - Алексеев как весьма компетентный металлург.

Некоторые ученые довольно успешно совмещают свои научные труды с самой широкой общественной деятельностью и литературным трудом. Так, например, академик Велихов известен своим участием во многих государственных проектах, является одним из авторитетнейших членов Государственной Думы России.

Директор института геофизики СО АН академик С. В. Голь-

дин издал книгу прекрасных лирических стихов, иллюстрированных собственными рисунками.

Марк Лазаревич Галай в Великую Отечественную войну был летчиком-истребителем, получил звание Героя Советского Союза. Потом стал летчиком-испытателем, тренером-наставником отряда первых советских космонавтов, защитил докторскую диссертацию по техническим наукам. А многие знают Марка Галай как замечательного писателя, автора книг «Испытано в небе» и «Третье измерение».

Журналисты любят рассказывать о том, что современники называли Д. И. Менделеева «чемоданных дел мастером» или выдающимся переплетчиком. Это так и было: на досуге Дмитрий Иванович любил заниматься переплетными работами и делал их мастерски. Он даже гордился этим увлечением, поскольку предки его по материнской линии были крупными книгоиздателями в Сибири.

Известно, что некоторые ученые отрицали необходимость связи науки и инженерии. Так, знаменитый математик Гильберт прямо заявлял, что «...ученые и инженеры не имеют друг с другом ничего общего».

Для Менделеева такого противопоставления не существовало. Очень трудно, практически невозможно отделить Менделеева-химика от Менделеева-физика, Менделеева-ученого от Менделеева-инженера, металлурга, нефтепереработчика от кораблестроителя и приборостроителя, от Менделеева-экономиста, разрабатывающего стратегию таможенных тарифов. Известны работы Д. И. Менделеева по созданию ледокольных судов для плавания в северных широтах. По энциклопедичности знаний и научных интересов Менделееву практически трудно найти равных в науке XIX века. И все эти успешные и полные новых идей проекты создавал человек, не имевший инженерного образования.

Получив в Главном педагогическом институте хорошую физико-математическую и общую естественнонаучную подготовку, в дальнейшей своей жизни он не чурался никаких проблем, руководствуясь лишь стремлением делать полезные для России дела. Заинтересовавшись увлечением спиритизмом, он немало сделал для его разоблачения. По просьбе министерства финансов он придумал весьма эффективный способ защиты ассигнаций от подделки. По заданию военных ведомств Менделеев многое сделал для разгадки секретов бездымного пороха и сам предложил новые технологии его производства. Каждое новое увлечение Менделеев умел превращать в «главное дело жизни на данном этапе». Многогранность менделеевского таланта в науках просто поражает!

В полной мере касалось Дмитрия Ивановича Менделеева и увлечение искусством. С годами его дом превратился в клуб встреч выдающихся художников, в том числе художников-передвижников.

Иногда говорят о том, что «посторонние» увлечения ученых отрывают их от главных задач, мешают плодотворным исследованиям. Возникает якобы проблема «физиков и лириков». Об этой проблеме писал в свое время М. В. Волькенштейн.

«Пресловутая проблема «физиков и лириков» все же существует. Проблема двоякая. С одной стороны, у многих людей искусства и людей, любящих искусство, наблюдается своего рода боязнь науки, боязнь ее рационализма, ее технических последствий - как явлений, противостоящих эстетической, эмоциональной стороне жизни, противостоящих духовному значению искусства. С другой стороны, среди людей, занятых наукой и техникой и не успевших или не пожелавших получить эстетическое образование, встречается пренебрежительное отношение к искусству, выражающееся в худшем случае во враждеб-

ном отношении, а в лучшем - в полном к нему невнимании.

Вторая сторона проблемы вызывает большую тревогу, чем первая. Наука влиятельнее и сильнее искусства в современном обществе. И если представить себе будущее культуры как борьбу науки с искусством, то, конечно, искусство окажется побежденным и уничтоженным.

В действительности проблема эта ложная и существует она только «благодаря» невежеству - в первом случае «лириков», во втором - «физиков». Противопоставление науки и искусства антинаучно. Именно достижения современного естествознания, психологии, кибернетики, теории информации утверждают полноправное существование «лирики» как важнейшей функции человеческой природы. Сейчас только начаты поиски глубоких факторов, объединяющих «физику» с «лирикой». Именно потому и следует заниматься «наукой людей».

Люди любят повторять избитую фразу: «Если человек талантлив, то он талантлив во всем, за что берется». Нам же кажется, что все способности человека могут проявиться только в тех случаях, когда он любое дело делает как «главное в своей жизни на данном этапе». Именно так относился к любым своим делам Д. И. Менделеев.

Приложение 4.

ХОТЬ МАЛУЮ СКАЗАТЬ, НО ПРАВДУ...

Художник тот, кто создает прекрасное.

Оскар Уайлд

Известно, что Д. И. Менделеев получил хорошее химическое образование в Главном педагогическом институте в Петербурге, о котором отзывался с большим почтением. Но

известно, что однокашник его Н. А. Добролюбов серьезно упрекал это учебное заведение за то, что оно не давало своим выпускникам эстетического образования.

Вероятно, этот пробел в знаниях чувствовал и молодой Менделеев. Потому в многочисленных поездках по России и за ее границами он взял за правило посещать все музеи и картинные галереи. Он покупал в них открытки с репродукциями картин и фотографиями музейных экспонатов. Богатая менделеевская коллекция не раз служила предметом изучения и обсуждения в кругу его друзей. Художников огорчала весьма слабая, далекая от подлинников цветопередача на большинстве открыток того времени.

Менделеев близко дружил с художниками, а в 1870-х годах вместе с Н. Крамским пытался создать общество для единения ученых с литераторами и художниками. С 1878 годы начались знаменитые «Менделеевские среды» в доме ученого. Профессор Менделеев, ранее числившийся среди друзей затворником, вдруг оказался, выражаясь химическим языком, «центром кристаллизации» художественного мира столицы.

Мало того: в хозяине дома художники единодушно признали ценителя искусства, отличавшегося глубокой культурой и широтой суждений. Со временем он стал действительным членом Академии художеств. Многие художники только ждали случая, чтобы написать портрет такой колоритной личности, какой был Менделеев. В квартире его стали появляться наиболее приглянувшиеся полотна друзей-передвижников. Издатели присылали новые художественные альбомы.

О глубине менделеевских суждений говорит его отзыв о картине Куинджи «Ночь над Днепром»:

«Перед днепровской ночью Куинджи, как я думаю, забудется мечтатель, у художника невольно явится своя новая

мысль об искусстве, поэт заговорит стихами, в мыслителе родятся новые понятия - всякому она даст свое».

Одним из первых Менделеев заметил, что живопись XVI столетия даже в творениях великих мастеров использовала пейзаж лишь как фон или рамку для центральных сюжетов. Он говорил, что венцом творения в те годы были математика, логика, метафизика: «...думаю и пишу не против математики, метафизики или классической живописи, а за пейзаж, которому в старину не было места».

Время сменилось. Люди разуверились... найти верный путь, лишь углубившись в самих себя..., и было понятно, что, направляя изучение на внешнее, попутно станут лучше понимать и себя».

И далее следует гимн новому миропониманию: «Стали изучать природу, родилось естествознание, которого не знали ни древние века, ни эпоха Возрождения... Венцом стали науки индуктивные, опытные».

Единовременно, если не раньше, с этой переменой в строе познания родился пейзаж. И века наши будут характеризовать появлением естествознания в науке и пейзажа в искусстве. Оба черпают из природы вне человека... Как естествознанию принадлежит еще в близком будущем высшее развитие, так и пейзажной живописи между предметами художества. Человек не потерян как объект изучения и художества, но он является теперь не как владыка и микрокосм, а как единица в числе».

Там же, на квартире Менделеевых, проводились интересные научные эксперименты по измерению чувствительности человеческих глаз к тонким нюансам тонов. Потрясающую способность в этом проявил художник Куинджи (видно, совсем не случайно картины Куинджи поражают глубиной и чистотой света). А у многих художников-передвижни-

ков, даже у весьма известных, как писал позднее И. Е. Репин, «способность различать тона красок оказалась смехотворно груба».

Д. И. Менделеев читал художникам лекции по химии красителей, сопровождая их весьма компетентными суждениями о живописи разных времен и народов. В итоге сам Менделеев был принят художниками в Академию художеств полноправным ее членом. Дмитрий Иванович Менделеев по поводу близкой дружбы с художниками писал В. В. Стасову: «Меня же в последнее время очень интересует русская живопись, и случай столкнул со многими ее представителями. Мне кажется знаменательным и важным то взаимное понимание и то сочувствие, какие вижу между художниками и естествоиспытателями. Тем и другим не хочется лгать, а хоть малую сказать, да правду...»

Колоритная фигура ученого-химика всегда привлекала его друзей-художников и фотографов. Потому в художественных собраниях, в учреждениях и в частных коллекциях осталось много живописных и графических портретов ученого.

Один из известнейших портретов Менделеева был выполнен известным гравером Михаилом Викторовичем Рундальцевым в 1907 году в технике офорта. Имя этого художника, к сожалению, в наши дни недостаточно широко известно. Он учился в мастерской академика Василия Васильевича Мате в классе офорта и ксилографии, работал в лучших издательствах. А в 1905 году по представлению своего учителя был избран академиком. Рундальцев выполнил много портретов деятелей русского искусства, культуры и науки. Был он убежденным монархистом. Успешно делал портреты членов царской семьи. После революции в 1920 году он эмигрировал во Францию, затем выехал в США. Умер он в Париже в 1935 году.

Портрет Менделеева в технике офорта был выполнен им в 1907 году, в год смерти ученого. Известно несколько оттисков такого портрета. Существуют два варианта офорта. На одних - перед ученым лежат чистые листы бумаги, а на других - на тех же листах, как ремарка, - портрет М. В. Ломоносова. Вероятно, художник снял эту ремарку после того, как сделал первые пробные оттиски. Среди экспонатов Вологодской картинной галереи есть оба оттиска.

«Товарищество Р. Голике и А. Вильборг» сразу после похорон Д. И. Менделеева выпустило открытку с портретом ученого в первом варианте. На открытке ремарка отсутствует. На обратной стороне карточки в верхнем углу в квадрате надпись «На памятник Д. И. Менделеева», а по правому обрезу мелким шрифтом - текст: «Пожертвования принимаются в С.-Петербургском университете, заведующим химической лабораторией». Такой памятник Д. И. Менделееву был открыт лишь в 1934 году, к столетию со дня рождения ученого.

И сам академик Василий Васильевич Мате, подготовивший целое поколение российских художников-граверов, сделал не менее трех портретов Менделеева. В собрании Вологодской областной картинной галереи есть оттиск одого из таких портретов, датированный 1910 годом. Только вопрос о датировке самого портрета, вероятно, требует уточнения. В. В. Мате серию портретов деятелей русской культуры выполнил в 80-х годах XIX века. В 1879 году он трижды рисовал портреты Менделеева - плечный, поясной и поленный. Судя по облику ученого, на том поясном портрете, что находится в Вологде, он изображен в относительно молодом возрасте,

Известно, что были изданы открытки с фотопортретами Менделеева. Портреты работы И. Репина, Н. Ярошенко,

Н. Крамского, Н. Бруни, М. Врубеля и жены ученого А. И. Менделеевой публикуются довольно часто.

Особенно часто в книгах воспроизводится цветной акварельный портрет Д. И. Менделеева в мантии почетного доктора прав Эдинбургского университета, выполненный И. Е. Репиным в 1885 году и хранящийся в собрании Государственной Третьяковской галереи.

Но есть еще один портрет, тоже весьма удачный, который в России мало известен. Он был опубликован в английском журнале «Nature» в 1889 году без указания авторства.

Вероятно, рисунок был сделан по фотографии. Публикация портрета была приурочена к лекциям ученого в Лондоне. Королевское общество наградило Д. И. Менделеева за его работы в химии медалью Гемфри Дэви, а Лондонское химическое общество вручило медаль Фарадея и избрало российского ученого своим почетным членом.

К несомненным удачам портретов XX века следует отнести гравированный на дереве портрет Менделеева работы Анатолия Калашникова. Хорошо аргументированный фон, отражающий важнейшие научные идеи ученого, жесткий штихель гравера позволили автору создать убедительный образ сильной личности.

В 1951 году вышла в свет серия почтовых марок с портретами ученых нашей Родины. В ней была марка, посвященная Менделееву. Портрет был выполнен художником В. Завьяловым - известным автором почтовых миниатюр.

В 1957 году пятидесятилетие со дня смерти Менделеева было отмечено выпуском марки с его портретом на фоне здания АН СССР в Ленинграде. К столетию открытия периодического закона в 1969 году Министерством связи России были выпущены марка, почтовый блок и конверт с портретом великого химика. Следует отметить, что за основу

сюжета был взят портрет Менделеева, выполненный Н. Ярошенко. К сожалению, этот портрет известен только в репродукциях, а сам оригинал, вероятно, утрачен. Рисунок 6-копеечной марки сделан художником В. Пименовым и переведен в гравюру на стали И. Мокроусовым. По тому же мотиву сделан штамп спецгашения «Первый день».

В 1969 году в Ленинграде состоялся Менделеевский съезд, посвященный столетию открытия периодического закона. На съезде проводилось специальное гашение конвертов с менделеевскими марками, а барельефный портрет ученого на почтовом штемпеле был уже другой. Участники съезда получили памятные бронзовые медали с барельефом Д. И. Менделеева и традиционные значки, выпускавшиеся к каждому съезду общества. Медаль эта была выполнена по эскизу О. П. Барановской.

А к 150-летию со дня рождения Менделеева Ленинградский монетный двор в 1983 году изготовил для участников юбилейного съезда Менделеевского общества ограниченное число новых памятных медалей по эскизу Ю. Ф. Иванова. Но эта медаль по выразительности облика великого химика уступала первой. К той же дате была выпущена открытка с портретом Менделеева и сувенирные рекламные листы.

Наконец, нужно сказать, что к 100-летию Всесоюзного химического общества в 1968 году была выпущена еще одна медаль с профильным портретом Менделеева, но эта медаль - односторонняя, и изготовлялась она из бронзированного легкого металла. По качеству изображения эта медаль значительно уступала первым двум.

Некоторые государства помещают портреты выдающихся деятелей культуры и науки на бумажных денежных знаках. Центробанк СССР увековечил память о Менделееве

выпуском в 1984 году сувенирной монеты рублевого достоинства.

Многие страны на менделеевский юбилей откликнулись выпуском почтовых марок. Увидел свет и номерной блок с российской маркой, посвященной Всемирной выставке в Японии. Его рисунок выполнен на фоне периодической таблицы химических элементов.

Особо следует сказать о серии из пятнадцати открыток, посвященной таблице Менделеева, выпущенной во Франции в 1988 - 1989 годах группой ассоциаций химиков Дижона, Ренне, Мотрэ, Страсбурга и Мюнхена. Каждая из открыток посвящена определенной группе элементов в менделеевской таблице, и на ней приведены репродукции почтовых марок мира, сюжеты которых связаны с определенными химическими элементами.

На карточке № 1 приводится спиральный вариант таблицы. В центре спирали - портрет ученого и русский текст «Дмитрий И. Менделеев». Марка Республики Мали рассказывает о гибели цепелина «Гинденбург» в 1937 году, когда взорвалась смесь водорода с газами, которой дирижабль был наполнен. Тут же шведская марка с портретом Йенса Якоба Берцелиуса и французская - с портретом Лавуазье. Оба ученых считаются открывателями газа водорода.

На карточке № 15, посвященной элементам Md - менделевию, No - нобелию и Lu - лютецию, помещены советский блок с портретом Менделеева, марки, посвященные Альфреду Нобелю и Кнуду Расмусену - норвежскому ученому, изучавшему химию этих элементов.

Через несколько лет после смерти Д. И. Менделеева его кафедру в Санкт-Петербургском университете занял профессор Лев Александрович Чугаев. Он был одним из основоположников учения о координационных соединениях. Судьба

распорядилась так, что Л. А. Чугаев скончался в 1922 году недалеко от Вологды, на станции Дикая. Похоронен он был в Грязовецком районе, на территории Павло-Обнорского монастыря. Могила его была утеряна. Установить место захоронения нам удалось лишь в 50-60-е годы прошлого столетия. По решению Президиума АН СССР была отлита медаль памяти Чугаева, а череповецкие скульпторы Контаревы соорудили на месте захоронения памятник.

Художественный интерес представляет отпечатанный с авторской доски портрет Льва Александровича Чугаева работы А. Калашникова и памятная медаль, посвященная столетию со дня его рождения, созданная М. Альтшулером.

К ЧИТАТЕЛЯМ ЭТОЙ КНИГИ

По традиции, подобные книги раньше заканчивались списком рекомендуемой литературы. Но времена меняются. Теперь практически в любой школе есть доступ в Интернет. Достаточно запросить в поисковой системе «Яндекс» «Менделеев», и вы получите ссылку на 2 миллиона страниц. А на запрос «Периодический закон Менделеева» вам укажут еще на 450 тысяч страниц различных источников. Примерно столько же ссылок можно найти в Google, Jahoo и других поисковых системах.

Именно поэтому мы ограничимся рекомендациями использовать в практической работе наиболее доступные книги по обсуждаемой теме, принадлежащие перу авторитетных исследователей менделеевского наследия: Б. М. Кедрова, О. Н. Писаржевского, Д. Н. Трифонова, Б. Г. Кузнецова, А. А. Макадени и директора музея-квартиры Д. И. Менделеева профессора И. С. Дмитриева. Материалы их исследований тоже есть на страницах Интернета.

И. А. Подольный, Б. Ю. Подольный

В работе над нашей книгой мы пользовались трудами, вошедшими в полное собрание сочинений Менделеева, и многими источниками, из которых наиболее серьезным считаем «Летопись жизни и деятельности Д. И. Менделеева». Отв. редактор А. В. Сторонкин. - АН СССР. - Л.: Наука, 1984. 516 с. В этой «Летописи» даются ссылки на большинство прижизненных публикаций Д. И. Менделеева и материалы его личного архива. На некоторые более редкие издания мы привели ссылки в тексте книги

Тем же, кто пожелает глубже познакомиться с развитием учения о периодичности, мы рекомендуем обратиться к учебному пособию Т. П. Кораблевой и Д. В. Королькова «Теория периодической системы», выпущенной издательством Санкт-Петербургского университета в 2005 году. Как сказано в аннотации, в этом пособии изложена обобщенная теория периодической системы как суперматрицы в бесконечном функциональном пространстве, отражающей упорядоченное множество химических элементов, а также квантовомеханическая теория структуры периодической системы химических элементов.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
«Посев научный взойдет для жатвы народной»	4
Как устроен мир: просто или сложно?	13
От искусства к науке	19
Небольшой экскурс в историю химической атомистики	28
Десять великих законов	38
Как классифицируются объекты в естествознании	50
Дорога к менделеевской периодической системе	57
Периодическая система химических элементов	65
Периодический закон и этапы его развития	76
Две функции периодического закона	93
Периодический закон в системе современных научных взглядов	103
Критерий красоты	109
<i>Приложение 1. Наш мир - открытый или закрытый? .</i>	<i>112</i>
<i>Приложение 2. Что есть закон?</i>	<i>117</i>
<i>Приложение 3. Интересные люди эти ученые!</i>	<i>122</i>
<i>Приложение 4. Хоть малую сказать, но правду.....</i>	<i>129</i>
К читателям этой книги	137

Подольный И. А., Подольный Б. Ю.
Красота - сияние истины
Периодический закон в единой научной картине мира

Издатель ИНП «ФЕСТ».
160001, г. Вологда, ул. Челюскинцев, 3.

Директор Мухин Петр Юрьевич.
Тел. (8172) 76-91-25. E-mail: muhin@krassever.ru
Редактор Прилежаева Татьяна Юрьевна.
Тел. (8172) 72-31-42. E-mail: vn@krassever.ru

Дизайнер Малютина Ольга Вячеславовна.
Корректор Жукова Наталья Владимировна.

Формат 60x90/16. Печать офсетная. 8,75 п.л.
Подписано в печать 09.06.2009. Тираж 999 экз.
Заказ 4118.

Отпечатано: ООО ПФ «Полиграф-Книга».
160001, Вологда, ул. Челюскинцев, 3.