**Менделеев и Периодический закон**

Профессор Б. Д. Степин



За четыре года до открытия Периодического закона Д.И. Менделеев, наконец, обрел спокойствие в семейных делах и уверенность в своих действиях. В 1865 году он купил имение Боблово недалеко от Клина и получил возможность заниматься агрохимией, которой тогда увлекался, и отдыхать там с семьей каждое лето.

В 1867 году Менделеев стал заведовать кафедрой общей и неорганической химии физико-математического факультета Петербургского университета, а в конце года ему предоставили долгожданную университетскую квартиру. В мае 1868 года у Менделеевых родилась любимая дочь Ольга...

Вот несколько эпизодов из жизни Дмитрия Ивановича Менделеева.

Он родился в 1834 году в Тобольске и был последним, семнадцатым по счету ребенком в семье директора Тобольской гимназии Ивана Павловича Менделеева и его жены Марии Дмитриевны. Ко времени его рождения в семье Менделеевых из детей осталось в живых два брата и пять сестер. Девять детей умерли еще в младенческом возрасте, а троим из них родители даже не успели дать имена.

Учеба Дмитрия Менделеева в Петербурге в педагогическом институте вначале давалась нелегко. На первом курсе он умудрился по всем предметам, кроме математики, получить неудовлетворительные оценки. Но на старших курсах дело пошло по-другому - среднегодовой балл Менделеева был равен четырем с половиной (из пяти возможных). Он окончил институт в 1855 году с золотой медалью, получив диплом старшего учителя.

Жизнь не всегда была благосклонна к Менделееву: были в ней и разрыв с невестой, и недоброжелательность коллег, неудачный брак и затем развод... Два года (1880 и 1881) были очень тяжелыми в жизни Менделеева. В декабре 1880 года Петербургская академия наук отказала ему в избрании академиком: "за" проголосовало девять, а "против" - десять академиков. Особенно неблаговидную роль при этом сыграл секретарь академии некто Веселовский. Он откровенно заявил: "Мы не хотим университетских. Если они и лучше нас, то нам все-таки их не нужно".

В 1881 году с большим трудом был расторгнут брак Менделеева с первой женой, совершенно не понимавшей мужа и упрекавшей его в отсутствии внимания.

**"Мастер чемоданных дел"**

Любимым занятием на досуге у Менделеева в течение многих лет было изготовление чемоданов и рамок для портретов. Припасы для этих работ он закупал в Гостином дворе. Однажды, выбирая нужный товар, Менделеев услыхал за спиной вопрос одного из покупателей:

- "Кто этот почтенный господин?"

- "Таких людей знать надо, - с уважением в голосе ответил приказчик. - Это мастер чемоданных дел Менделеев".

В 1895 году Менделеев ослеп, но продолжал руководить Палатой мер и весов. Деловые бумаги ему зачитывали вслух, распоряжения он диктовал секретарю, а дома вслепую продолжал клеить чемоданы. Профессор И. В. Костенич за две операции удалил катаракту, и вскоре зрение вернулось…

Но вернемся к 1867 году.

Зимой 1867-68 года Менделеев начал писать учебник "Основы химии" и сразу столкнулся с трудностями систематизации фактического материала. К середине февраля 1869 года, обдумывая структуру учебника, он постепенно пришел к выводу, что свойства простых веществ (а это есть форма существования химических элементов в свободном состоянии) и атомные массы элементов связывает некая закономерность.

Менделеев многого не знал о попытках его предшественников расположить химические элементы по возрастанию их атомных масс и о возникающих при этом казусах. Например, он не имел почти никакой информации о работах Шанкуртуа, Ньюлендса и Мейера.

Решающий этап его раздумий наступил 1 марта 1869 года (14 февраля по старому стилю). Днем раньше Менделеев написал прошение об отпуске на десять дней для обследования артельных сыроварен в Тверской губернии: он получил письмо с рекомендациями по изучению производства сыра от А. И. Ходнева - одного из руководителей Вольного экономического общества.

В Петербурге в этот день было пасмурно и морозно. Под ветром поскрипывали деревья в университетском саду, куда выходили окна квартиры Менделеева. Еще в постели Дмитрий Иванович выпил кружку теплого молока, затем встал, умылся и пошел завтракать. Настроение у него было чудесное.

**Неожиданная мысль**

За завтраком Менделееву пришла неожиданная мысль: сопоставить близкие атомные массы различных химических элементов и их химические свойства.

Недолго думая, на обратной стороне письма Ходнева он записал символы хлора Cl и калия K с довольно близкими атомными массами, равными соответственно 35,5 и 39 (разница всего в 3,5 единицы). На том же письме Менделеев набросал символы других элементов, отыскивая среди них подобные "парадоксальные" пары: фтор F и натрий Na, бром Br и рубидий Rb, иод I и цезий Cs, для которых различие масс возрастает с 4,0 до 5,0, а потом и до 6,0. Менделеев тогда не мог знать, что "неопределенная зона" между явными неметаллами и металлами содержит элементы - благородные газы, открытие которых в дальнейшем существенно видоизменит Периодическую систему.

После завтрака Менделеев закрылся в своем кабинете. Он достал из конторки пачку визитных карточек и стал на их обратной стороне писать символы элементов и их главные химические свойства.

Через некоторое время домочадцы услышали, как из кабинета стало доноситься: "У-у-у! Рогатая. Ух, какая рогатая! Я те одолею. Убью-у!" Эти возгласы означали, что у Дмитрия Ивановича наступило творческое вдохновение.

Менделеев перекладывал карточки из одного горизонтального ряда в другой, руководствуясь значениями атомной массы и свойствами простых веществ, образованных атомами одного и того же элемента. В который раз на помощь ему пришло доскональное знание неорганической химии. Постепенно начал вырисовываться облик будущей Периодической системы химических элементов.

Так, вначале он положил карточку с элементом бериллием Be (атомная масса 14) рядом с карточкой элемента алюминия Al (атомная масса 27,4), по тогдашней традиции приняв бериллий за аналог алюминия. Однако затем, сопоставив химические свойства, он поместил бериллий над магнием Mg. Усомнившись в общепринятом тогда значении атомной массы бериллия, он изменил ее на 9,4, а формулу оксида бериллия переделал из Be2O3 в BeO (как у оксида магния MgO). Кстати, "исправленное" значение атомной массы бериллия подтвердилось только через десять лет. Так же смело действовал он и в других случаях.

Постепенно Дмитрий Иванович пришел к окончательному выводу, что элементы, расположенные по возрастанию их атомных масс, выказывают явную периодичность физических и химических свойств.

В течение всего дня Менделеев работал над системой элементов, отрываясь ненадолго, чтобы поиграть с дочерью Ольгой, пообедать и поужинать.

Вечером 1 марта 1869 года он набело переписал составленную им таблицу и под названием "Опыт системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве" послал ее в типографию, сделав пометки для наборщиков и поставив дату "17 февраля 1869 года" (это по старому стилю).

**Так был открыт Периодический закон...**

...Так был открыт Периодический закон, современная формулировка которого такова:

Свойства простых веществ, а также формы и свойства соединений элементов находятся в периодической зависимости от заряда ядер их атомов.

Менделееву тогда было всего 35 лет.

Отпечатанные листки с таблицей элементов Менделеев разослал многим отечественным и зарубежным химикам и только после этого выехал из Петербурга для обследования сыроварен.

До отъезда он еще успел передать Н. А. Меншуткину, химику-органику и будущему историку химии, рукопись статьи "Соотношение свойств с атомным весом элементов" - для публикации в Журнале Русского химического общества и для сообщения на предстоящем заседании общества.

18 марта 1869 года Меншуткин, который был в то время делопроизводителем общества, сделал от имени Менделеева небольшой доклад о Периодическом законе. Доклад сначала не привлек особого внимания химиков, и Президент русского химического общества, академик Николай Зинин (1812-1880) заявил, что Менделеев делает не то, чем следует заниматься настоящему исследователю. Правда, через два года, прочтя статью Дмитрия Ивановича "Естественная система элементов и применение ее к указанию свойств некоторых элементов", Зинин изменил свое мнение и написал Менделееву: "Очень, очень хорошо, премного отличных сближений, даже весело читать, дай Бог Вам удачи в опытном подтверждении Ваших выводов. Искренне Вам преданный и глубоко Вас уважающий Н. Зинин".

**Так что же такое периодичность?**

Это повторяемость химических свойств простых веществ и их соединений при изменении порядкового номера элемента Z и появление у ряда свойств максимумов и минимумов, в зависимости от значения порядкового (атомного) номера элемента.

Например, что позволяет объединить в одну группу все щелочные элементы?

Прежде всего, повторяемость через некоторые интервалы значений Z электронной конфигурации. Атомы всех щелочных элементов имеют на внешней атомной орбитали всего один электрон, и поэтому в своих соединениях проявляют одну и ту же степень окисления, равную +I. Формулы их соединений однотипны: у хлоридов MCl, у карбонатов - М2СO3, у ацетатов - CH3COOM и так далее (здесь буквой M обозначен щелочной элемент).

Менделееву после открытия Периодического закона предстояло сделать еще многое. Причина периодического изменения свойств элементов оставалась неизвестной, не находила объяснения и сама структура Периодической системы, где свойства повторялись через семь элементов у восьмого. Однако с этих чисел был снят первый покров таинственности: во втором и третьем периодах системы находилось тогда как раз по семь элементов.

Не все элементы Менделеев разместил в порядке возрастания атомных масс; в некоторых случаях он больше руководствовался сходством химических свойств. Так, у кобальта Co атомная масса больше, чем у никеля Ni, у теллура Te она также больше, чем у иода I, но Менделеев разместил их в порядке Co - Ni, Te - I, а не наоборот. Иначе теллур попадал бы в группу галогенов, а иод становился родственником селена Se.

Самое же важное в открытии Периодического закона - предсказание существования еще не открытых химических элементов. Под алюминием Al Менделеев оставил место для его аналога "экаалюминия", под бором B - для "экабора", а под кремнием Si - для "экасилиция". Так назвал Менделеев еще не открытые химические элементы. Он даже дал им символы El, Eb и Es.

По поводу элемента "экасилиция" Менделеев писал: "Мне кажется, наиболее интересным из несомненно недостающих металлов будет тот, который принадлежит к IV группе аналогов углерода, а именно, к III ряду. Это будет металл, следующий тотчас же за кремнием, и потому назовем его экасилицием". Действительно, этот еще не открытый элемент должен был стать своеобразным "замкОм", связывающим два типичных неметалла - углерод C и кремний Si - с двумя типичными металлами - оловом Sn и свинцом Pb.

Не все зарубежные химики сразу оценили значение открытия Менделеева. Уж очень многое оно меняло в мире сложившихся представлений. Так, немецкий физикохимик Вильгельм Оствальд, будущий лауреат Нобелевской премии, утверждал, что открыт не закон, а принцип классификации "чего-то неопределенного". Немецкий химик Роберт Бунзен, открывший в 1861 году два новых щелочных элемента, рубидий Rb и цезий Cs, писал, что Менделеев увлекает химиков "в надуманный мир чистых абстракций".

Профессор Лейпцигского университета Герман Кольбе в 1870 году назвал открытие Менделеева "спекулятивным". Кольбе отличался грубостью и неприятием новых теоретических воззрений в химии. В частности, он был противником теории строения органических соединений и в свое время резко обрушился на статью Якоба Вант-Гоффа "Химия в пространстве". Позднее Вант-Гофф за свои исследования стал первым Нобелевским лауреатом. А ведь Кольбе предлагал таких исследователей, как Вант-Гофф, "исключить из рядов настоящих ученых и зачислить их в лагерь спиритов"!

С каждым годом Периодический закон завоевывал все большее число сторонников, а его открыватель - все большее признание. В лаборатории Менделеева стали появляться высокопоставленные посетители, в том числе даже великий князь Константин Николаевич, управляющий морским ведомством.

**Триумф**

Наконец, пришло время триумфа. В 1875 году французский химик Поль-Эмиль Лекок де Буабодран открыл в минерале вюртците - сульфиде цинка ZnS - предсказанный Менделеевым "экаалюминий" и назвал его в честь своей родины галлием Ga (латинское название Франции - "Галлия"). Он писал: "Я думаю, нет необходимости настаивать на огромном значении подтверждения теоретических выводов господина Менделеева".

Заметим, что в названии элемента есть намек и на имя самого Буабодрана. Латинское слово "галлус" означает петух, а по-французски петух - "ле кок". Это слово есть и в имени первооткрывателя. Что имел в виду Лекок де Буабодран, когда давал название элементу - себя или свою страну - этого, видимо, уже никогда не выяснить.

Менделеев точно предсказал свойства экаалюминия: его атомную массу, плотность металла, формулу оксида El2O3, хлорида ElCl3, сульфата El2(SO4)3. После открытия галлия эти формулы стали записывать как Ga2O3, GaCl3 и Ga2(SO4)3. Менделеев предугадал, что это будет очень легкоплавкий металл, и действительно, температура плавления галлия оказалась равной 29,8 оС. По легкоплавкости галлий уступает только ртути Hg и цезию Cs.

В 1879 году шведский химик Ларс Нильсон открыл скандий, предсказанный Менделеевым как экабор Eb. Нильсон писал: "Не остается никакого сомнения, что в скандии открыт экабор... Так подтверждаются нагляднейшим образом соображения русского химика, которые не только дали возможность предсказать существование скандия и галлия, но и предвидеть заранее их важнейшие свойства". Скандий получил название в честь родины Нильсона Скандинавии, а открыл он его в сложном минерале гадолините, имеющем состав Be2(Y,Sc)2FeO2(SiO4)2.

В 1886 году профессор Горной академии во Фрайбурге немецкий химик Клеменс Винклер при анализе редкого минерала аргиродита состава Ag8GeS6 обнаружил еще один элемент, предсказанный Менделеевым. Винклер назвал открытый им элемент германием Ge в честь своей родины, но это почему-то вызвало резкие возражения со стороны некоторых химиков. Они стали обвинять Винклера в национализме, в присвоении открытия, которое сделал Менделеев, уже давший элементу имя "экасилиций" и символ Es. Обескураженный Винклер обратился за советом к самому Дмитрию Ивановичу. Тот объяснил, что именно первооткрыватель нового элемента должен дать ему название.

Предугадать существование группы благородных газов Менделеев не мог, и им поначалу не нашлось места в Периодической системе.

Открытие аргона Ar английскими учеными У. Рамзаем и Дж. Релеем в 1894 году сразу же вызвало бурные дискуссии и сомнения в Периодическом законе и Периодической системе элементов. Менделеев вначале посчитал аргон аллотропной модификацией азота и только в 1900 году под давлением непреложных фактов согласился с присутствием в Периодической системе "нулевой" группы химических элементов, которую заняли другие благородные газы, открытые вслед за аргоном. Теперь эта группа известна под номером VIIIА.

В 1905 году Менделеев написал: "По-видимому, периодическому закону будущее не грозит разрушением, а только надстройки и развитие обещает, хотя как русского меня хотели затереть, особенно немцы".

Открытие Периодического закона ускорило развитие химии и открытие новых химических элементов.