**Рубидий - "Злой джинн"**

С.И. Венецкий

Сколько лет нашей планете? К сожалению, "метрическое свидетельство" о рождении Земли не сохранилось, а сама же она (как и всякая не очень молодая особа) тщательно скрывает свой возраст. Но коли есть загадка, то всегда находятся и желающие ее разгадать. Спор о том, когда в просторах Вселенной образовалась наша "обитель", длится уже много веков. Если верить Библии, это произошло совсем недавно - около шести тысячелетий назад. Согласно же современным научным представлениям, Земля "живет на свете" уже приблизительно 4,5 миллиарда лет (весьма почтенный возраст, не правда ли?).

В роли свидетелей, готовых подтвердить правильность этой точки зрения, выступают древнейшие горные породы планеты. До последнего времени самыми "престарелыми" считались породы, найденные в Африке, в районе Трансвааля: им примерно 3,4-3,5 миллиарда лет. Но в 1966 году молодой новозеландский ученый Вик Макгрегор на западном побережье Гренландии, у входа в Амералик-фьорд, обнаружил породы, которые оказались старше, чем трансваальские, почти на добрых полмиллиарда лет. А установить это удалось с помощью так называемых рубидий-стронциевых "часов". Что же они собой представляют?

Еще в начале нашего века великий английский физик Эрнест Резерфорд предложил для определения возраста минералов и горных пород воспользоваться открытым за несколько лет до этого явлением радиоактивности. Дело в том, что атомы радиоактивных химических элементов, входящих в состав земной материи, постоянно излучают те или иные ядерные частицы, превращаясь в атомы другого элемента. Самое любопытное, что скорость такого превращения не зависит ни от температуры, ни от давления, ни от каких-либо других факторов. Но зато каждый химический "индивидуум" характеризуется своим периодом полураспада - временем, в течение которого распадается ровно половина имеющегося количества радиоактивного элемента. У одних веществ этот период длится лишь миллионные доли секунды, у других достигает сотен триллионов лет.

Период полураспада одного из "долгожителей"-рубидия-87 (на его долю приходится около 28% природных запасов рубидия) - 48 миллиардов лет. Самопроизвольно испуская электроны, этот изотоп медленно, но верно превращается в стабильный (не подвергающийся дальнейшему распаду) изотоп стронция с тем же массовым числом (87). Поскольку известно обычное соотношение между этим изотопом и его ближайшими "родственниками" (изотопами с массовыми числами 88, 86, 84), нетрудно вычислить, сколько в горной породе "сверхнормативного" стронция-87, т. е. того, который образовался в результате радиоактивного распада рубидия-87.

Ну, а определив к тому же количество исходного "сырья", можно подсчитать, как долго длился процесс превращения, т. е. узнать возраст горной породы.

Если гренландским горным породам с помощью изотопов рубидия и стронция удалось доказать свою глубокую древность, то самые высокие горы нашей планеты - Гималаи - благодаря этой же паре химических элементов смогли убедить научный мир в том, что они значительно моложе, чем предполагалось до последнего времени. Так, долгое время считалось, что горные массивы Центральной Азии образовались сотни миллионов лет назад. Сравнительно недавно японские ученые, воспользовавшись рубидий-стронциевыми "часами", тщательно исследовали образцы гималайских пород и установили ошибочность существовавшей точки зрения.

Ученые пришли к выводу, что этот район земного шара дважды подвергался сильнейшим геологическим сжатиям. Первое сжатие, в результате которого сформировалась базовая структура (или, иначе говоря, своего рода фундамент) Гималаев, произошло 450-500 миллионов лет назад, а второе, благодаря которому на этом фундаменте были воздвигнуты высочайшие горы Земли, - всего каких-нибудь 15 миллионов лет назад.

Существуют и другие подобные методы - радиоуглеродный, уран-гелиевый, уран-свинцовый, калий-аргоновый и т. д., но для весьма солидных промежутков времени, пожалуй, самыми подходящими являются рубидий-стронциевые "часы". Итак, рубидий помогает установить примерный возраст Земли. А как давно он сам известен человеку? На этот вопрос можно дать предельно точный ответ.

Рождение рубидия состоялось в 1861 году. Это событие не ускользнуло от пытливого взгляда двух замечательных немецких ученых - химика Роберта Бунзена и физика Густава Кирхгофа, разработавших в 1859 году спектральный метод анализа веществ, с помощью которого спустя год им удалось открыть цезий.

Продолжая исследовать различные минералы, они обнаружили в спектре саксонского лепидолита две неизвестные ранее темно-красные линии. Так сигнализировал о своем появлении на свет новый элемент, который и был назван рубидием, что в переводе с латинского означает "красный".

Это дает рубидию основание считать себя почти однофамильцем рубина - известного драгоценного камня. Но если рубин и впрямь красный, то о рубидии этого не скажешь: как и большинство металлов, он серебристо-белого цвета. Рубидий очень легкий (легче магния) и очень мягкий (как воск) металл. Ему явно противопоказано пребывание в жарких местах нашей планеты: температура плавления рубидия всего 38,9 °С, поэтому под палящими лучами южного солнца он может буквально растаять на глазах. Чтобы закончить словесный портрет рубидия, укажем еще одну особую примету: пары его соединений придают пламени горелки характерный пурпурный оттенок.

Впервые металлический рубидий сумел получить в 1863 году Р. Бунзен. Для этого ему пришлось "свернуть горы", а вернее, выпарить целое "озеро" - более 40 кубометров шварцвальдской минеральной воды, в которой также был обнаружен новорожденный элемент. Но это было только начало. Из упаренного раствора ученый осадил смесь хлороплатинатов калия, цезия и рубидия. Теперь предстояло разделить неразлучную троицу. Воспользовавшись более высокой растворимостью калийных соединений, Бунзен путем многократной фрикционной кристаллизации сначала удалил "с поля" калий. Разделить цезий и рубидий было еще сложнее, но и эту задачу удалось решить. Завершила дело сажа, которая восстановила рубидий из его кислого тартрата (соли винной кислоты).

Спустя четверть века известный русский химик Н.Н. Бекетов предложил другой способ получения металлического рубидия - восстановлением его из гидроокиси алюминиевым порошком. Ученый проводил этот процесс в железном цилиндре с газоотводной трубкой, которая соединялась со стеклянным резервуаром-холодильником. Цилиндр подогревался на газовой горелке, и в нем начиналась бурная реакция, сопровождавшаяся выделением водорода и возгонкой рубидия в холодильник. Как писал сам Бекетов, "рубидий гонится постепенно, стекая, как ртуть, и сохраняя даже свой металлический блеск вследствие того, что снаряд во время операции наполнен водородом". В наши дни этот металл "добывают" главным образом из хлорида, воздействуя на него металлическим кальцием в вакууме при 700-800 °С.

Как ни сложно выделить чистый рубидий из его соединений, но это только полдела: не меньше хлопот связано с его хранением. "Свежий" металл немедленно запаивают в ампулы из особого стекла, в которых создан вакуум или находится инертный газ. Иногда "камерой предварительного заключения" служат металлические сосуды, заполненные "сухим" (тщательно обезвоженным) керосином или парафиновым маслом. Только при соблюдении этих условий можно быть уверенным, что "продукт подлежит длительному хранению". Чем же вызваны столь суровые меры "наказания"?

Виной всему - буйный характер пленника. Высвободить его из заточения-все равно, что выпустить злого джина из бутылки. По химической активности рубидий в семье металлов уступает только своему "старшему брату" цезию. Оказавшись на воле, т. е. на воздухе, рубидий тут же воспламеняется и сгорает ярким розовато-фиолетовым пламенем, образуя желтый порошок - надпероксид рубидия.

Возникший "пожар" нельзя тушить водой: металл реагирует с ней еще более бурно, со взрывом, причем разлученный с кислородом водород немедленно загорается, "подливая масла в огонь". При этом рубидий совершенно не считается с физическим состоянием воды: даже замерзнув и превратившись в лед, она не перестает быть объектом нападок агрессивного металла. Подобно тому как отбойный молоток шахтера врубается в пласт угля, рубидий решительно "вгрызается" в толщу ледяных кристаллов, и только адский мороз (ниже -108 °С) способен утихомирить буяна.

Получающийся при этом гидроксид рубидия тоже старается показать характер: если ее поместить в стеклянную посуду, то от стекла вскоре останутся одни воспоминания. Да и сам рубидий при высоких температурах (300 °С и выше) быстро разрушает стекло, беззастенчиво "выпроваживая" кремний из его окислов и силикатов. Вот почему "смирительные рубашки" (ампулы) для этого металла необходимо делать из специального стекла, способного постоять за себя.

Высокая химическая активность рубидия обусловлена строением его атома. Как и у других щелочных металлов, на его внешней электронной оболочке "проживает" один-единственный валентный электрон, который находится дальше от ядра, чем у лития, натрия или калия, и поэтому по первому требованию поступает в распоряжение атомов других веществ (с большей охотой отдают свой электрон только атомы цезия).

Столь же легко рубидий расстается с электронами "по просьбе" световых лучей. Это явление, называемое фотоэффектом, присуще многим металлам, но рубидий и цезий в этом отношении вне всякой конкуренции. И хотя сегодня в фотоэлементах и других фотоэлектрических устройствах гораздо чаще применяется цезий, признанный "королем фотоэффекта", у рубидия есть неплохие шансы со временем потеснить короля на троне: ведь его в природе примерно в 50 раз больше, чем цезия, дефицит которого рано или поздно сыграет на руку рубидию. К тому же некоторые его сплавы (например, с теллуром) обладают максимальной светочувствительностью в более далекой ультрафиолетовой области спектра, чем аналогичные цезиевые сплавы; в ряде случаев это обстоятельство имеет первостепенное значение при выборе материала фотокатодов.

Другая важная сфера деятельности рубидия - органическая химия, где на долю его солей выпали "приятные хлопоты": они исполняют обязанности катализаторов. В этом амплуа карбонат рубидия впервые выступил еще более полувека назад при получении синтетической нефти. Сегодня без него не обходится синтез метанола и высших спиртов, а также стирола и бутадиена - исходных веществ для производства синтетического каучука. Сравнительно недавно разработаны рубидиевые катализаторы для гидрогенизации, дегидрогенизации, полимеризации и еще некоторых реакций органического синтеза. Весьма важно, что такие катализаторы позволяют вести процесс при более низких параметрах (температуре и давлении), чем в том случае, когда для этой цели используются соединения натрия или калия.

Кроме того, к их достоинствам следует отнести пренебрежительное отношение к сере - бичу многих других катализаторов.

Американские химики установили, что тартрат рубидия оказывает каталитическое действие на окисление сажи, заметно снижая температуру реакции. "Эка невидаль - сажа", - может подумать кое-кто. Но ученые, ведущие работы по изысканию новых видов авиационного топлива, придерживаются на этот счет совсем иного мнения. И, надо полагать, не без оснований.

Некоторые соединения рубидия обладают полупроводниковыми свойствами, другие - пьезоэлектрическими. Однако пока эти способности элемента № 37 только начинают привлекать внимание ученых и инженеров.

Как вы заметили, речь чаще идет о потенциальных возможностях рубидия, чем о конкретном использовании его в современной технике. Действительно, он не вправе пока претендовать на роль великого труженика, подобно железу, алюминию, меди, титану. Это подтверждается и масштабами его производства: если "поскрести по сусекам" всех стран, производящих рубидий, то за год наберется всего несколько десятков килограммов, а отсюда - очень высокая цена этого металла на мировом рынке.

Помимо упомянутых областей применения, рубидиевые соединения в небольших количествах используются в аналитической химии - как реактивы на марганец, цирконий и благородные металлы, в медицине - в качестве снотворного и болеутоляющего средства, а также при лечении эпилепсии. В виде различных солей рубидий участвует в изготовлении специальных оптических материалов, прозрачных для инфракрасных лучей, в производстве люминесцентных ламп, телевизионных и других электроннолучевых трубок. В некоторых вакуумных приборах рубидий выполняет функции геттера (газопоглотителя), а в магнитометрах и эталонах частоты и времени - функции так называемого активного вещества.

Недавно одна из электротехнических фирм ФРГ сконструировала рубидиевую контрольно-регулирующую приставку для старинных курантов, украшающих древние башни многих европейских городов и радующих слух их жителей мелодичным боем. Но вот беда: почти все куранты страдают хроническим "заболеванием" - уж очень не точны эти громоздкие средневековые механизмы. Новая приставка - атомный эталон частоты - гарантирует курантам безупречную точность хода (до сотых долей секунды в сутки).

Еще большая точность нужна ядерной физике, лазерной технике, космической навигации: здесь погрешность измерения времени порой "не вправе" превышать миллионные доли секунды в сутки! Таким требованиям отвечают созданные в нашей стране атомные часы, "сердцем" которых служит изотоп рубидия. Принцип их действия основан на том, что атомы химических элементов способны поглощать или излучать энергию только определенной длины волны (частоты).

Для каждого элемента эта длина волны строго постоянна, поскольку она зависит лишь от строения атома. Поэтому атомные (или, как их еще называют, квантовые) часы на несколько порядков точнее, чем любые другие, в том числе и кварцевые, в которых роль маятника играют упругие колебания кварцевой пластины. Точность рубидиевых часов такова, что если бы их "завели" на рубеже новой эры, то к нашим дням они отстали бы или убежали вперед не более чем на... одну секунду.

Можно смело утверждать, что в ближайшие годы послужной список рубидия станет намного длиннее, а значит, возрастут и масштабы его производства. Природа не страдает от недостатка этого металла: в подземных кладовых его припрятано больше, чем, например, хрома, цинка, никеля, меди, свинца.

Правда, определенные трудности возникают из-за крайней рассеянности рубидия, который, хотя и обнаружен во многих горных породах, не имеет собственных минералов, не говоря уже о крупных месторождениях. Обычно рубидий примыкает к более распространенным щелочным металлам, причем с калием он просто неразлучен. Кроме уже упоминавшегося лепидолита, рубидий в очень незначительных количествах (от сотых до десятых долей процента) присутствует в карналлите, откуда его и извлекают попутно с другими элементами. Поскольку общие запасы карналлита практически неисчерпаемы, этот минерал считается наиболее перспективным рубидиевым сырьем.

Еще в XV веке на берегу реки Камы среди уральских лесов возник городок Соль Камская. Современный Соликамск - крупный центр химической промышленности. Здесь находятся богатейшие месторождения карналлитов, сильвинитов и других калийных солей. Похожий на мрамор сильвинит окрашен в различные цвета: он то белый, как снег, то переливается всеми цветами радуги - от светло-розового до красного, от небесно-голубого до темно-синего. При этом минерал (представляющий собой хлорид калия) пронизан бесцветными прозрачными кристаллами хлорида натрия (т. е. поваренной соли), среди которых иногда попадаются совершенно черные крупные кубики. Отчего же почернела поваренная соль? Полагают, что это "автограф" рубидия-87-уже знакомого нам радиоактивного изотопа, облучившего когда-то хлорид натрия.

Соли рубидия растворены в воде океанов, морей, озер. Довольно богаты этим элементом знаменитые одесские лиманы, но еще больше его в каспийских водах. Не обошел рубидий своим вниманием и многих представителей растительного мира: следы его встречаются в морских водорослях и табаке, в листьях чая и зернах кофе, в сахарном тростнике и свекле, в винограде и некоторых видах цитрусовых. В заключение приведем шутливый аргумент в пользу прозвучавшего несколько лет назад призыва "Берегите мужчин!": их кровь, как утверждает Большая Советская Энциклопедия, богаче рубидием, чем женская (соответственно 0,00032 и 0,00028%).

Ну как же их в таком случае не беречь?