Азимов Айзек

Земля и космос. От реальности к гипотезе

….

И вот мы подходим к главному герою этой главы, к английскому физику Генри Гвин-Джеффри Мозли, сыну профессора анатомии, скончавшемуся, когда Генри было только четыре года.

Мозли был просто блистательным ученым. Он учился в Итоне и Оксфорде, и в 1910 году, когда ему было двадцать три года, он присоединился к группе молодых людей, работавших под началом уроженца Новой Зеландии Эрнста Резерфорда в университете Виктории в Манчестере. В этой группе он проработал два года.

Резерфорд был одним из величайших экспериментаторов всех времен. В 1908 году он получил Нобелевскую премию (эта премия была по химии, поскольку его открытия в области физики имели исключительно важное значение для химии. Резерфорд был несколько разочарован этим, так как любой хороший физик смотрит на химиков свысока).

Более того, семеро из тех, кто работал у Резерфорда когда-либо, получили Нобелевские премии за свои собственные достижения. Тем не менее есть много доводов в пользу того, что из всех работавших у Резерфорда самым блистательным был именно Мозли.

Так получилось, что Мозли объединил работы Брэггов и Баркла. При изучении поведения различных металлов, испускающих рентгеновские лучи, он отказался от грубого способа определения энергии излучения по поглощению в препятствии; Мозли начал пропускать лучи через кристалл, на манер Брэггов, что позволило измерять длину волны с большой точностью.

Это он сделал в 1912 году (к этому времени он перебрался в Оксфорд и начал независимые исследования) для металлов — для кальция, титана, ванадия, хрома, марганца, железа, кобальта, никеля и меди. Эти элементы составляют, именно в этом порядке, непрерывную последовательность; в общем ряду между кальцием и титаном должен быть скандий, но у Мозли не было скандия для работы.

Мозли нашел особые серии характеристических рентгеновских лучей, связанные с каждым металлом. С продвижением вдоль Периодической системы длины волн уменьшались (а энергия, таким образом, увеличивалась), причем по очень определенному признаку. Положение в Периодической системе соответствовало квадратному корню из длины волны.

Это исключительно важно, поскольку порядок размещения в Периодической системе по атомным массам, который до того был главным критерием для определения последовательности в Периодической системе, регулярности подчинялся не всегда. Атомные массы, изученные Мозли, составляли (с точностью в один знак после запятой): 40,1; 47,9; 50,9; 52,0; 54,9; 55,8; 58,9; 58,7 и 63,5. Атомная масса скандия, которого у Мозли не было, была равна 45,0. Интервалы между атомными весами составляли, таким образом, 4,9; 2,9; 3,0; 1,1; 2,9; 0,9; 3,1; -0,2; 4,8.

Эти интервалы не могут идти ни в какое сравнение с абсолютной регулярностью длин волн рентгеновских лучей. Более того, в Периодической системе есть несколько мест, где элементы идут не в порядке возрастания атомных масс. Только из химических свойств следует, что никель должен идти после кобальта, хотя атомный вес никеля немного меньше, чем атомный вес кобальта. Но подобной путаницы никогда не случается, если руководствоваться рентгеновскими лучами. По этому критерию никель имеет характеристические рентгеновские лучи большей энергии, чем кобальт, и потому обязан идти после кобальта.

Мозли пришел к заключению, что атомные веса элементов не являются фундаментальными характеристиками и сами по себе не определяют место данного элемента. А вот рентгеновские лучи, напротив, представляют нечто такое, что является фундаментальными характеристиками элемента.

Мозли даже смог определить это нечто.

Всего за год до этого прежний руководитель Мозли, Резерфорд, провел серию экспериментов, которые прояснили базовые принципы строения атома. Атом не является чем-то бесформенным, неделимой частицей, как считали на протяжении всего XIX столетия. Напротив, у него оказалось сложное внутреннее строение.

Почти вся атомная масса сосредоточена в центре атома, в атомном ядре, которое занимает только одну квадриллионную всего объема атома. Остальную часть атома заполняют электроны — микроскопические частицы, поскольку электрон имеет массу всего в 1/1837 даже у самого легкого из атомов (у водорода).

Каждый электрон имеет единицу отрицательного заряда, и этот заряд абсолютно одинаков во всех электронах (как это считали тогда и как это считают и сейчас). Заряд электрона обычно представляют как -1.

Однако атом в целом электрически не заряжен. Из этого следует, что центральное атомное ядро должно, таким образом, иметь балансирующий положительный заряд.

Теперь предположим, что каждый элемент состоит из ядра и характерного только для данного элемента числа электронов. Центральное ядро атома должно соответствовать числу электронов, то есть иметь уравновешивающее число положительных зарядов. Если у какого-либо элемента атом содержит только один электрон, его ядро имеет заряд +1. Атом с двумя электронами имеет ядро с зарядом +2. Атом с тремя электронами — +3 и так далее.

Однако некоторое число электронов может отлететь от данного атома или присоединиться к нему, сделав атом соответственно положительным или отрицательным. Это означает, что число электронов не является по-настоящему фундаментальным критерием в природе атома. Только атомным ядром, таящимся глубоко в центре атома, нельзя манипулировать обычными химическими методами. Атом остается постоянным фактором, и, таким образом, именно он определяет характерные свойства элемента.

Конечно, во времена Мозли никто не знал в подробностях структуру атомного ядра, но в этом тогда и не было необходимости. Величины положительного заряда ядра было достаточно.

К примеру, легко доказать, что летящий электрон рентгеновского излучения при ударе по веществу теряет в скорости тем больше, чем больше заряд атомов этого вещества. Энергия получающихся рентгеновских лучей увеличивается в той же мере, как и величина заряда, — и если величина заряда увеличивается линейно, то линейно увеличивается и энергия рентгеновского излучения.

Мозли предложил, чтобы каждый элемент был представлен числом, которое бы выражало две разные вещи: 1) величину положительного заряда ядра его атома и 2) его положение в Периодической системе.

Таким образом, водород, как первый элемент в системе, будет представлен числом 1 и, как ожидалось, будет иметь единичный положительный заряд атомного ядра (надо сказать, так и оказалось). Гелий представлен числом 2, и это означает, что он является вторым элементом в Периодической системе и имеет две единицы положительного заряда. И так далее, вплоть до урана, последнего тогда известного элемента Периодической системы, который должен иметь, из собранных о нем данных (в то время и впоследствии), заряд в девяносто две единицы заряда; он будет представлен числом 92.

Мозли предложил, чтобы эти числа были названы «атомными числами», и его предложение было принято.

Физик опубликовал свои открытия в 1913 году, и они немедленно вызвали большой интерес. В Париже Жорж Урбэн решил проверить выводы Мозли. Много лет он тщательно и трудолюбиво разделял редкоземельные элементы, после чего создал смесь из нескольких оксидов, которые, как он считал, не сможет приготовить никто, кроме опытного специалиста, да и то лишь после долгого и утомительного разделения. Он отвез смесь в Оксфорд, и здесь Мозли подверг ее бомбардировке, после чего измерил длины волн получившегося излучения и довольно быстро объявил, что смесь содержит эрбий, тулий, иттербий и лютеций, — и оказался прав.

Урбэн был просто изумлен — как молодостью Мозли, так и силой его открытия. Он вернулся обратно в Париж, чтобы яростно отстаивать концепцию атомных чисел.

Теперь наконец Периодическая система имела твердые обоснования. Когда длины рентгеновских лучей отличаются на определенную известную минимальную величину, тогда два элемента являются смежными и имеют ядерные заряды, которые различаются всего на единицу. Между ними не может быть никаких новых элементов.

Это означает, что от водорода до урана включительно должно располагаться точно девяносто два элемента — не больше и не меньше. И через столетие после открытия Мозли в диапазоне между водородом и ураном так и не появилось новых элементов — как это и было предсказано теорией Мозли. Новые элементы, конечно, появлялись, но после урана, с атомными номерами 93, 94 и так далее, до открытого позже 104 (и возможно, 105), но это другая история.

Кроме того, если длины волн рентгеновских лучей двух элементов отличаются в два раза, то это значит, что между этими элементами обязательно должен находиться один элемент, причем точно один. А если такой элемент неизвестен, тогда его следует поискать, вот и все.

В то время, когда концепция атомных чисел развивалась, было известно восемьдесят пять элементов в диапазоне от водорода до урана. Поскольку имелось место для девяноста двух элементов, это означало, что все еще оставалось место для семи неоткрытых элементов. Их атомные числа были 43, 61, 72, 75, 85, 87 и 91.

Это решило задачу, поставленную в предыдущей главе относительно общего числа редких земель. Оказалось, что не открыта только одна редкая земля, и она имеет атомное число 61, располагаясь между неодимом (60) и самарием (62). Потребовалось лишь тридцать лет, чтобы открыть отсутствующие семь элементов, и, когда это произошло, самым последним из тех, что осталось открыть, был редкоземельный элемент с атомным номером 61. Его обнаружили в 1948 году и назвали прометием.

Благодаря концепции атомных чисел Мозли под Периодическую систему было подведено основание твердое, как скала. Все произошедшие с тех пор открытия только укрепляли концепцию атомных чисел и Периодическую систему.

Ясно, что Мозли заслужил Нобелевскую премию как в физике, так и в химии (лично я думаю, что две Нобелевские премии), и это совершенно несомненно.

Но в 1914 году Нобелевскую премию получил фон Лауэ, а в 1915 году — команда из отца и сына Брэгг. В обоих случаях работы по рентгеновским лучам были лишь преддверием кульминационной работы Мозли. В 1916 году Мозли просто обязан был получить Нобелевскую премию, ничего не должно было ему помешать.

Но, увы. Помешало.

В 1914 году началась Первая мировая война, и Мозли сразу пошел служить лейтенантом британских саперных частей. Это был его выбор, и его следует уважать за патриотизм. Тем не менее патриотизм человека и готовность пожертвовать жизнью — это еще не основание, чтобы правительство согласилось отправить крупного ученого на фронт.

Мозли мог сто раз выражать желание стать добровольцем — и все равно правительству не следовало отправлять его на фронт. Резерфорд понял это и попытался сделать так, чтобы Мозли направили в научную лабораторию, поскольку было ясно, что он куда полезнее государству в области военных исследований, чем на поле боя. К началу Второй мировой это стали понимать, и Мозли наверняка сохранили бы как ценный и редкий военный ресурс.

Но подобного трудно было ожидать в условиях той грандиозной глупости, которая называлась Первой мировой войной.

Весной 1915 года англичане пришли к мысли высадиться на Галлиполийском полуострове в Западной Турции для того, чтобы получить контроль над узкими проливами, связывающими Средиземное и Черное моря. Захватив этот проход, можно было наладить снабжение разлагающейся русской армии, в которой невероятное мужество солдат сочеталось со столь же невероятными административными промахами. Стратегически замысел был хорош, но тактически его выполняли с беспрецедентной глупостью. Среди многих безумных предприятий Первой мировой Галлиполийская операция выделяется как пример всего того, чего не надо делать.

В январе 1916 года все окончилось. Англичане бросили в бой полмиллиона человек, но не получили ничего. Потери составили половину всех войск.

В ходе этой бесславной кампании погиб и Мозли. 13 июня 1915 года он высадился на Галлиполийском полуострове, а 10 августа 1915 года, когда давал распоряжение но телефону, в него попала турецкая пуля. Она угодила в голову; Мозли погиб мгновенно. Ему не исполнилось и двадцати восьми лет; на мой взгляд, из миллионов погибших в той войне смерть этого человека была самой большой из потерь человечества в целом.

В 1916 году Нобелевская премия по физике не вручалась. Это можно было бы объяснить тем, что идет война, но состоялись же награждения в 1915 году; вручалась она и в 1917-м. В 1917 году ее получил Баркла, еще один человек, чья работа была лишь прелюдией к великому прорыву Мозли.

Может, меня сочтут сентиментальным, но я не вижу причин, почему колоссальная глупость людей должна приводить к подобной несправедливости. Тем не менее не поздно (даже сейчас) ученым восполнить этот пробел и признать, что Нобелевская премия 1916 года по физике принадлежит Мозли и что его имя обязательно должно присутствовать в каждом списке нобелевских лауреатов.

Это следует сделать не ради него. Я не настолько сентиментален. Ему уже все равно. Мы должны сделать это ради того, чтобы сохранить доброе имя науки.