

Хотя элементы №113, №115 и №118 открыты в начале 2000-х годов, а элемент №117 – в 2010 году, до сих пор у нас нет ни прямых, ни косвенных свидетельств существования элемента №119 и более массивных химических ядер. Почему никто так пока и не заявил о создании новых сверхтяжелых ядер, и когда химики и физики начнут заполнение восьмого ряда Таблицы Менделеева?

С того момента, когда Эдвин МакМиллан (Edwin McMillan) и Филипп Абелсон (Philip Abelson) синтезировали нептуний – первый трансурановый элемент в 1940 году, уверенный поток новых элементов заполнил нижние ряды Периодической системы. Каждая группа исследователей, считающая, что она синтезировала новый элемент, подаёт заявку на открытие нового элемента, а Международный союз теоретической и прикладной химии (IUPAC) совместно с Международным союзом теоретической и прикладной физики (IUPAP) скрупулезно рассматривает заявки, оценивая достоверность приведенных результатов. Как правило, между первым сообщением о синтезе сверхтяжелого элемента и признанием результатов этого синтеза проходят годы, а иногда и десятки лет. Это обстоятельство делает отсутствие какой-либо информации о синтезе или даже наблюдении элемента №119 подозрительным.

И хотя пока еще ни одна исследовательская группа не заявила о синтезе ядра элемента, принадлежащего восьмому ряду Периодической Системы, причина этого отнюдь не лежит в недостатке усилий исследователей. Синтез новых элементов заключается в том, что неподвижная мишень из тяжелых атомных ядер бомбардируется пучком более легких ядер другого элемента. Еще в 2007 году исследователи из Объединенного Института Ядерных Исследований (ОИЯИ, Дубна) и Центра по изучению тяжёлых ионов имени Гельмгольца (GSI, Дармштадт, Германия) пытались синтезировать унбиниллий, элемент №120, бомбардируя плутониевую мишень потоком ядер железа. Обеим группам удалось наблюдать только случайный набор более легких атомных ядер вкуче с отдельными протонами и нейтронами. Как поясняет Джеймс Роберто (James Roberto), заместитель директора Национальной

лаборатории Ок Ридж (ORNL, США), для того чтобы быть точно уверенными в синтезе нового элемента, исследователи должны зафиксировать все его цепочки распада.

Элементы с номерами 114 и 118 удалось получить, направляя пучок кальция-48 на актиноидную мишень, однако для более массивных химических элементов этот подход пока еще не принес результатов. Кажется, что самым простым решением проблемы является увеличение плотности пучка легких ядер, несущихся к мишени.

Ускорители частиц дня сегодняшнего могут посылать на мишень 10^{12} ядер ежесекундно. Тем не менее, как полагает физик из ORNL Криштоф Рыкажевски (Krzysztof Rykaczewski), направление на цель большего количества ядер может просто «сжечь» и мишень, и детектор. Для того чтобы избежать этого, необходимы более эффективные технологии, например, получение большей по размерам мишени и расширение пучка более легких ядер, атакующих мишень, но это, конечно, проще спланировать, чем осуществить – синтез 20 мг берклия, послужившего сырьем для получения элемента №117, занял 2 года.

Проблему доступности мишеней может решить строящаяся в Дубне «Фабрика сверхтяжелых элементов», но, по словам Роберто, вряд ли стоит ждать очередного прорыва в заполнении новых клеток таблицы Менделеева. Тем не менее, исследователи не теряют бодрости духа. Так, Рыкажевски уверен, что нам удастся добраться до элемента № 124 в течение ближайших двух-трех десятилетий. Эрик Скерри (Eric Scerri), специалист по истории химии из Университета Калифорнии (Лос Анжелес), соглашается с коллегой, напоминая, что ещё пятнадцать лет назад было сложно предположить, что мы зайдём так далеко, как зашли. Он добавляет, что охота на новые элементы была и остается движущей силой развития технологии.

Ещё одна идея, которая может позволить выйти за границы изведанного – попытка проведения реакций ядерного обмена. Как объясняет суть этого подхода эксперт из GSI Кристоф Дульманн

(Christoph Düllmann), обстрел урановой мишени ядрами урана не приведет к их слиянию, однако сталкивающиеся ядра могут обмениваться протонами и нейтронами, в результате чего мы можем получить ядро, содержащее, например, 120 протонов. Такой ядерный обмен может стать маршрутом для получения нуклидов, которые нельзя получить ни горячим, ни холодным слиянием. Сверхтяжелые элементы отличаются небольшими временами жизни, что не позволяет применять их на практике, однако их изучение даёт возможность физикам и химикам лучше понять строение атомного ядра и получить еще более точные модели сильных внутриядерных взаимодействий, предсказать устойчивость и неустойчивость различных нуклидов.

Теоретические предсказания того, какую часть таблицы Менделеева ещё предстоит заполнить, довольно сильно разнятся. Физик Ричард Фейнман предсказывал, что последним элементом Периодической Системы станет элемент №137. Это предсказание опирается на эйнштейновскую модель относительности – по мере увеличения заряда ядра электроны начинают двигаться все быстрее и быстрее, и в какой-то момент скорость электронов, при которой они не упадут на ядра, должна перевалить за скорость света, что физически невозможно. Другие расчёты говорят о том, что предел Периодической системы расположен гораздо дальше – в районе ядра, содержащего около 170 протонов.

Хотя четыре новобранца Таблицы Менделеева живут недолго, и самый стабильный из них нуклид – изотоп элемента №113 – распадается за 19-20 секунд, исследователи ожидают обнаружить остров стабильности в районе элементов с номерами 120-126. Эти «магические» числа протонов соответствуют полностью заполненным ядерным оболочкам, которые должны быть стабильны, как и полностью заполненные валентные оболочки инертных газов.

Исследователи надеются, что дважды магические изотопы унбинилия и унбигексия (элемента № 126), содержащие и магическое количество протонов, и магическое количество нейтронов, должны жить гораздо дольше, чем другие изотопы этих

элементов. Правда, оценка времени жизни этих ядер достаточно сильно различается, и может исчисляться как десятками минут, так и миллионами лет. В подтверждение гипотезы «острова стабильности» исследователи уже приводят информацию об устойчивости известных изотопов сверхтяжелых элементов, содержание нейтронов в которых приближается к магическому числу 184. Дульманн заявляет, что Святым Граалем в синтезе сверхтяжелых элементов является получение ядра со 184 нейтронами, однако пока ещё этот Святой Грааль не стремится открыть себя ищущим его.

По материалам RSC Chemistry World