



Рис. 2. Зависимость сечения образования трансураниевых элементов от их атомного номера Z. Светлые и чёрные кружки — соответственно реакции холодного и горячего слияния.

гия кулоновского взаимодействия. Это требует увеличения массы ядра мишени, т. е. отхода от магич. ядер Pb или Bi. Однако между ⁸³Bi и ⁹⁰Th все известные ядра обладают малым временем жизни и приготовить из них мишень практически невозможно. Если мишенью являются изотопы Th или U, а в качестве бомбардирующих ионов использовать изотопы Ca или Ar, то образующиеся составные ядра элемента с Z=110 будут иметь $E^x \sim 35$ МэВ. При этом возникают все описанные выше ограничения горячего слияния. Вместе с тем кулоновские силы отталкивания во входном канале реакции будут уменьшены почти на 30%, и это, возможно, снимет нек-рые ограничения реакции холодного слияния.

Слияние ядер — сложный коллективный процесс, в к-ром ядерная система испытывает изменения формы от конфигурации двух соприкасающихся ядер до компактного моноядра. Эти изменения характеризуются сложной динамикой, в к-рой участвуют все нуклоны составного ядра. Отметим, что составная система крайне неустойчива, т. к. при энергии возбуждения ~40—50 МэВ оболочечные эффекты исчезают и барьер деления становится равным 0. Вопрос заключается в продолжительности процесса деления — успеет ли система «охладиться» (испустить нейтроны), чтобы вновь проявились оболочечные эффекты. Вероятность этого процесса весьма мала, и количество данных могут быть получены лишь экспериментально.

В опытах по синтезу элементов с Z=108 и 110 при бомбардировке мишеней из ²³⁸U и ²⁴⁴Pu ионами ³⁴S было показано, что сечение образования конечных продуктов составляет всего 2,5 и 1 пикобарн соответственно (1 пикобарн = 10⁻³⁶ см²). Эта малая, но конечная величина свидетельствует о том, что лишь 10⁻¹¹ часть от полного сечения реакций ведёт к образованию искомого ядра (9).

Пути к острову стабильности. Для синтеза ядер сверхтяжёлых элементов необходимо выполнение ещё одного условия — получить макс. избыток нейтронов в конечном ядре. Для этих целей должны быть использованы предельные возможности реакции слияния с участием ядер, максимально обогащённых нейтронами. Такими могут быть ²⁴⁴Pu или ²⁴⁸Cm, к-рые подвергаются бомбардировке ядрами ⁴⁸Ca. Составные ядра с Z=114 и 116 будут иметь N=178 и 180 и энергию возбуждения ок. 30 МэВ. Это наибольшее приближение к магич. числам 114 и 184, к-рое достижимо в искусств. синтезе сверхтяжёлых ядер.

Попытки синтеза сверхтяжёлых элементов, предпринятые в 1976—86, оказались безуспешными. Чувствитель-

ность этих опытов была недостаточна, чтобы зарегистрировать распад новых ядер, образующихся с очень малым сечением. Готовятся новые эксперименты по синтезу элемента 114 с чувствительностью в тысячи раз выше, чем во всех предыдущих опытах.

Лит.: 1) Mc Millan E. [e. a.], Radioactive element 93, «Phys. Rev.», 1940, v. 57, p. 1185; 2) Hufet E. K. [e. a.], Spontaneous-fission half-life of FM-258 and nuclear instability, «Phys. Rev. Lett.», 1971, v. 26, p. 523; 3) Звара И. [и др.], Химические свойства элемента 104, «Атом. энергия», 1966, т. 21, № 3, с. 83; 4) Петржак К.А., Флеров Г. Н., Сионганное деление урана, «Доклады АН СССР», 1940, т. XXVIII, № 6, с. 1013; 5) Brack M. [e. a.], Funny Hills. The shell-correction approach to nuclear shell effects and applications to the fission process, «Rev. Mod. Phys.», 1972, v. 44, p. 320; 6) Oganessian Y. T., Classical and quantum mechanical aspects in heavy ion collision, «Lect. Notes Phys.», 1975, v. 33, p. 311; 7) Oganessian Y. T. [e. a.], Experimental studies of the formation and radioactive decay of isotopes with Z=104—109, «Radiochimica Acta», 1984, v. 37, p. 113; 8) Armbruster P., On the production of heavy elements by cold fusion the elements 106 to 109, «Ann. Rev. Nucl. Part. Sci.», 1985, v. 39, p. 135; 9) Lazarev Yu. A. [e. a.], New nuclide ²⁶⁷108 produced by the ²³⁸U+²⁴S reaction, «Phys. Rev. Letters», 1995, v. 75, p. 1903. Ю. Ц. Оганесян.

ТРАНСФОКАТОР — оптическая система с переменным фокусным расстоянием, представляющая собой сочетание телескопич. насадки с объективом. Механич. перемещения отд. элементов насадки Т. обеспечивают плавное изменение масштаба изображения объекта в определ. диапазоне. При этом фокусное расстояние Т. меняется, а глубина изображаемого пространства (глубина резкости) и относительное отверстие Т. остаются неизменными. Часто Т. применяется как киностёмочный объектив для создания эффекта приближения и удаления объекта съёмки в тех случаях, когда перемещение аппарата нежелательно.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ВОЛН в плазме — преобразование одного типа колебаний плазмы в другой, обусловленное неоднородностью, нестационарностью либо нелинейностью параметров плазмы (концентрации, темп-ры, веш. магн. поля и т. п.). Т. в. обычно реализуется при выполнении нек-рых условий резонанса.

Различают линейную и нелинейную Т. в. Линейная Т. в. происходит в результате линейного взаимодействия нормальных колебаний, возникающего вследствие неоднородности или нестационарности параметров плазмы. В англ. литературе линейная Т. в. в плазме наз. mode conversion. Нелинейная Т. в. в плазме происходит в результате их взаимодействия с неоднородностями, связанными с флуктуациями колебаниями плазмы или с турбулентностью, т. е. с нелинейностью параметров плазмы. Темп нелинейной Т. в. пропорц. интенсивности флуктуаций (турбулентности) и аномально возрастает в случае неустойчивого состояния плазмы.

Линейная Т. в. в неоднородной стационарной плазме. При линейной Т. в. в неоднородной, но стационарной плазме взаимодействуют нормальные колебания, имеющие одну пост. частоту ω , но различные по величине и направлению волновые векторы $k_j(r, \omega)$. Коэф. связи нормальных колебаний пропорц. градиентам параметров плазмы.

Выделяют два качественно различных случая линейной Т. в. в неоднородной плазме, к-рые соответствуют пределам слабой и сильной неоднородности плазмы. При слабой неоднородности плазмы её параметры на характерной длине волны колебаний λ меняются мало, а распространение волн описывается квазиклассич. приближением, причём динамика волновых векторов определяется *Гамильтоном уравнениями*:

$$dk/dt = -\partial\omega/\partial r, \quad dr/dt = \partial\omega/\partial k.$$

При сильной неоднородности плазмы параметры меняются значительно на длине взаимодействующих колебаний, т. е. размер неоднородности мал по сравнению с λ . В этом случае линейная Т. в. описывается приближением тонкого переходного слоя или с использованием разрыва параметров плазмы.