

ДЕЛЕНИЕ ЯДЕР С МАССОВЫМИ ЧИСЛАМИ 63—118

При бомбардировке различных ядер нейтронами, протонами, дейтеронами и α -частицами с энергиями порядка 100—400 Мэв было отмечено деление ядер элементов тяжелее тантала.

Для более лёгких элементов наблюдались процессы откальвания большого количества каких-то лёгких частиц (n , p , d , α), в результате чего получались ядра, весьма удалённые по зарядам и массам от исходных. Недавно появилось сообщение*) о том, что и в случае ядер с промежуточными значениями массовых чисел наблюдаются процессы деления. Авторы этого сообщения рассмотрели энергетические соотношения, характеризующие процессы откальвания (т. е. испускания лёгких ядер) и деления для нескольких ядер с массовыми числами от 63 до 118, и пришли к выводу, что экспериментальные данные, полученные при бомбардировке этих ядер быстрыми протонами, исключают возможность объяснения процессами откальвания и могут быть объяснены лишь наличием деления.

К числу таких экспериментальных данных относятся образование Cl_{17}^{38} из Cu_{29}^{63} , Sc_{21}^{44} из Br_{35}^{79} , Co_{27}^{61} из Ag_{47}^{107} и Ga_{31}^{72} из Sn_{50}^{118} . Порог для процессов откальвания рассчитывался для наиболее энергетически благоприятного случая подобных процессов, когда из исходного ядра вылетает максимально возможное число α -частиц. При этом из-за значительной энергии связи α -частицы (28,1 Мэв) требуется значительно меньшая энергия, чем при испускании исходным ядром протонов, нейтронов или дейтеронов.

При расчёте порогов откальвания необходимо было учесть разность масс исходных и конечных продуктов и высоту кулоновского барьера, которую необходимо преодолеть испускаемым из ядра α -частицам. Авторы получили такие значения порогов процессов откальвания:

1. Cu^{63} (p , pn 6α) Cl^{38} ; $E = 100$ Мэв.
2. Br^{79} (p , p $7n$ 7α) Sc^{44} ; $E = 180$ Мэв.
3. Ag^{107} (p , p $6n$ 10α) Co^{61} ; $E = 210$ Мэв.
4. Sn^{118} (p , $7n$ 10α) Ga^{72} ; $E = 230$ Мэв.

На опыте было обнаружено, что образование Cl^{38} наблюдается уже при энергии бомбардирующих протонов 60—70 Мэв (сечение выхода при этом порядка 10^{-32} см²) и заметно возрастает (при 100 Мэв $\sigma \sim 10^{-31}$ см²). Sc^{44} образуется при энергиях 125 и 140 Мэв с сечением порядка 10^{-32} см², причём увеличение энергии в указанных пределах на 15 Мэв сопровождается увеличением выхода в несколько раз. При 70 Мэв образования Sc^{44} ещё нельзя было заметить. При бомбардировке серебра протонами с энергией 180 Мэв выход Co^{61} соответствовал сечению порядка 10^{-32} см². Наконец, образование Ga^{72} было отмечено при энергиях протонов 150 Мэв ($\sigma \sim 10^{-32}$ см²) и в несколько раз больше при 180 Мэв. При 100 Мэв уже было почти невозможно идентифицировать Ga^{72} ; при 80 Мэв выход равнялся нулю. В трёх из указанных случаев специальная проверка методом радиоактивации показала, что образование Cl^{38} , Sc^{44} и Ga^{72} не может быть приписано наличию в исходных элементах каких-либо загрязнений. Лишь в случае серебра были отмечены примеси меди, которые могли быть ответственными за существенную часть наблюдавшегося образования Co^{61} .

*) R. E. Battelet a. G. T. Seaborg, Phys. v. 79. 528 (1950).

Поскольку пороги процессов откалывания заметно выше, чем те энергии, при которых наблюдалось образование перечисленных выше изотопов, авторы рассчитали пороги процессов деления, при которых могут образовываться соответствующие ядра. При этом и для деления рассчитывались наиболее энергетически благоприятные случаи. При расчётах порогов деления принималось, что осколки имеют сферическую форму и радиус осколков $R = 1,48 \cdot 10^{-13} A^{1/3}$ см. Тогда пороги процессов деления оказываются равными:

1. $Cu^{63} + p \rightarrow Cl^{38} + Al^{25} + n; E = 50 \text{ Мэв.}$
2. $Br^{79} + p \rightarrow Sc^{44} + p^{34} + 2n; E = 80 \text{ Мэв.}$
3. $Ag^{107} + p \rightarrow Co^{61} + Sc^{45} + 2n; E = 60 \text{ Мэв.}$
4. $Sn^{118} + p \rightarrow Ga^{73} + Ca^{45} + 2n; E = 70 \text{ Мэв.}$

Сопоставление экспериментальных данных с расчётными порогами деления указывает на возможность образования рассмотренных конечных ядер по такому механизму. Правда, ни в одном из четырёх случаев авторы не идентифицировали вторых осколков деления, которые могли бы соответствовать хлору, скандию, кобальту или галлию. Поскольку приведённые значения сечений ($10^{-32} - 10^{-31}$ см²) соответствуют лишь выходу какого-то одного продукта деления, полные величины сечений деления должны быть значительно выше. Авторы указывают, что должен наблюдаться непрерывный спектр по массам продуктов бомбардировки ядер быстрыми частицами, ибо помимо откалывания лёгких частиц и деления на два «тяжёлых» осколка должны наблюдаться также и промежуточные случаи образования лёгких ядер, например Li, Be и т. п.

В заключение авторы отмечают, что число таких случаев, когда можно наблюдать деление ядер с промежуточными массовыми числами, сравнительно невелико, ибо необходима высокая степень очистки исходных элементов от всяких примесей и высокая чувствительность методики определения продуктов реакции.

Г. И.

РЕНТГЕНОВСКИЙ МИКРОСКОП *)

Обычно считается, что фокусировать лучи Рентгена с помощью линз или зеркал невозможно. В этом был убеждён сам Рентген, и в течение нескольких десятков лет после него физики разделяли его мнение с большим разочарованием. Осуществление рентгеновского микроскопа открыло бы поле исследований, недоступное для светового микроскопа из-за его недостаточной разрешающей способности и для электронного микроскопа — из-за малой проникающей способности электронных пучков.

Хотя все тела и преломляют рентгеновы лучи, эффект столь слаб, что его с трудом удаётся обнаружить. Обычная очковая линза имеет для рентгеновых лучей фокальное расстояние порядка 100 км. Ряд веществ имеет больший показатель преломления, но, к несчастью, все такие вещества одновременно весьма сильно поглощают лучи Рентгена. Повидимому, можно считать, что веществ, одновременно прозрачных и сильно преломляющих рентгеновы лучи, не существует.

Возможность отражательных оптических систем, на первый взгляд, также мало благоприятна. Отражение от поверхностей кристаллов достаточно слабо, а хроматические aberrации велики. Кроме того, вряд ли структура поверхностей реальных кристаллов достаточно правильна для образования изображений.

*) I. P. Kirkpatrick, Nature 166, 251 (1950).