

С 341,38  
К-211

Ат. Энергия, 1967,  
т. 23, в. 6, с. 564-566

12 IX 1967.

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P7 - 3424



ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

С.А. Карамян, Я. Липтак, Ю.Ц. Оганесян,  
Ю.Э. Пенионжкевич, Я. Урбанец

ИЗМЕРЕНИЕ МАССОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
ОСКОЛКОВ ДЕЛЕНИЯ УРАНА ИОНАМИ НЕОНА  
У -СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

1967.

P7 - 3424

С.А. Карамян, Я. Липтак, Ю.Ц. Оганесян,  
Ю.Э. Пенионжквич, Я. Урбанец

ИЗМЕРЕНИЕ МАССОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ  
ОСКОЛКОВ ДЕЛЕНИЯ УРАНА ИОНАМИ НЕОНА  
У - СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Направлено в АЭ

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

5272/1 пр.

Измерение распределений осколков деления тяжелых ядер по массам и зарядам дает важную информацию о механизме процесса деления.

Особый интерес представляет выяснение зависимости вида массового и зарядового распределений от энергии возбуждения, параметра  $Z^2/A$  и квантовых характеристик делящегося ядра.

Для получения этой информации чрезвычайно удобно применять в качестве частиц, вызывающих деление, тяжелые ионы, так как в этом случае легко получить делящиеся составные ядра в очень широком диапазоне  $Z^2/A$  и энергии возбуждения.

Однако в настоящее время имеется мало экспериментально измеренных массовых и зарядовых распределений осколков деления из реакций с тяжелыми ионами.

Полученные в работах <sup>/1,2,3/</sup> массовые распределения с помощью методики регистрации парных энергий осколков измерены до сравнительно небольших значений асимметрии разделения, в то время как основной интерес представляет поведение "хвостов" массового распределения.

Измерение массового распределения осколков в области его резкого спада при большой асимметрии деления возможно производить радиохимическим способом. Однако из-за трудоемкости этого метода в настоящее время измерены только два массовых и зарядовых распределения осколков <sup>/4,5/</sup> в реакциях  $Au^{197}(C^{12}, f)$  и  $U^{238}(Ne^{22}, f)$ .

В работе <sup>/6/</sup> показано, что, используя для  $\gamma$ -спектроскопии осколков  $Ge(Li)$  детектор с высоким разрешением, возможно выделять в  $\gamma$ -спектре всех осколков  $\gamma$ -линии, принадлежащие тому или иному изотопу, не прибегая к химическому разделению продуктов деления.

Это обстоятельство позволяет надеяться на возможность измерения массового и зарядового распределения осколков деления путем измерения общего  $\gamma$ -спектра всех продуктов реакции деления.

Такая возможность, будучи осуществленной, позволила бы существенно упростить процедуру измерения массовых распределений по сравнению с радиохимической методикой без существенного ухудшения точности и чувствительности к изотопам, имеющим малый выход в реакции деления.

Для проверки высказанных соображений была предпринята попытка измерить  $\gamma$ -спектрометрическим способом массовое распределение осколков деления в реакции  $U^{238} (Ne^{22}, f)$  при той же энергии частиц, что и в работе<sup>15/</sup>, чтобы иметь возможность сравнивать полученные данные с измеренными ранее.

Опыт заключался в накоплении осколков деления из реакции  $U^{238} (Ne^{22}, f)$  и обсчете продуктов этой реакции на полупроводниковом  $\gamma$ -спектрометре.

Облучение производилось на внутреннем пучке циклотрона У-300 ОИЯИ. Алюминиевая наклонная мишень, конструкция которой описана в работе<sup>17/</sup>, облучалась пучком ионов  $Ne^{22}$  с энергией 150 мэв, током 40 мка. Ввиду значительной толщины слоя урана ( $\approx 10$  мг/см<sup>2</sup>) большинство осколков деления, возникающих в мишени, тормозилось в делящемся веществе, которое в дальнейшем механическим путем удалялось с подложки и помещалось в специальный алюминиевый контейнер.

Изготовленный таким образом источник обсчитывался на полупроводниковом  $\gamma$ -спектрометре. Дрейфовый  $Ge(Li)$  детектор  $\gamma$ -лучей Пражского института ядерной физики имел энергетическое разрешение  $\approx 4$  кэв при значительном объеме чувствительной области (12,5 см<sup>3</sup>). Это позволило измерить  $\gamma$ -спектры осколков в широком энергетическом интервале от 100 до 3000 кэв в различное время после окончания облучения (минимум через два часа и максимум через 30 дней после облучения).

Полученные спектры обрабатывались с целью идентификации пиков, принадлежащих различным изотопам – продуктам реакции деления урана ионами неона.

Спектры были чрезвычайно сложные с большим количеством пиков, которые в ряде случаев накладывались один на другой. Картина была особенно сложной в районе ниже 500 кэв по энергии.

В таблице 1 представлены изотопы, линии которых были найдены в спектрах и однозначно приписаны этим изотопам.

По интенсивности этих линий, вводя поправки на относительную эффективность детектора, временной фактор и выход  $\gamma$ -квантов на один акт  $\beta$ -распада данного изотопа мы вычисляли значения сечений выхода этих изотопов в реакции  $U^{238} (Ne^{22}, f)$  в относительных единицах.

С использованием универсальной функции зарядового распределения изобаров для этой реакции, полученной в работе <sup>/5/</sup> было построено массовое распределение осколков деления урана ионами  $Ne^{22}$  с энергией от 150 до 120 мэв (широкий диапазон энергии пучка связан с большой толщиной мишени в направлении пучка).

На рис. 1 представлено это распределение в сравнении с данными из работы <sup>/5/</sup>. Ошибки для экспериментальных точек, указанные на рисунках, связаны со статистической точностью определения интенсивности линий и комптоновского фона под пиками.

Как видно из рис. 1, полученные данные хорошо согласуются с результатами работы <sup>/5/</sup>, что говорит о перспективности используемого метода для получения массовых распределений осколков деления в реакциях с тяжелыми ионами.

Однако нам не удалось измерить выход очень легких и очень тяжелых осколков, так как этот выход невелик. Кроме того число идентифицированных нами изотопов ограничено и это не позволило нам проверить функцию зарядового распределения изобаров.

Эти трудности связаны прежде всего с тем, что источник, приготовленный как это описано выше, содержал не только осколки деления, но и легкие радиоактивные изотопы - продукты прямых реакций срыва и подхвата нуклонов ядром бомбардирующей частицы и продукты реакций на ядрах вещества подложки (Al).

В спектрах были обнаружены энергичные интенсивные  $\gamma$ -линии, принадлежащие, например,  $Na^{24}$ ,  $V^{48}$ ,  $Sc^{46}$ . Присутствие этих энергичных линий значительно увеличивало уровень комптоновского фона в спектре при энергии ниже 1000 кэв, а это приводило к тому, что значительное количество слабых  $\gamma$ -линий осколков деления становилось неразличимыми на этом фоне.

Представляется, что при постановке опыта, обеспечивающей изоляцию источника от фоновых активностей, а, возможно, прибегая к грубому простейшему химическому разделению осколков деления, возможно будет измерять этим методом массовые и зарядовые распределения осколков деления в реакциях с тяже-

лыми ионами с высокой точностью и значительно проще, чем это делается радиохимическим методом.

#### Л и т е р а т у р а

1. F.Plasil. Report UCRL 11193 (1963).
2. E.L.Haines, S.C.Tompson. Phys.Rev.131, 2169 (1963).
3. F.Plasil, D.S.Burnett, H.C.Britt, S.G.Tompson. Phys.Rev., 142,696(1966).
4. H.M.Blann. Phys.Rev., 123,4, 1356 (1961).
5. I.Zvara. Proceedings of the Third Conference on Reactions between Complex Nuclei. April 1963. University California Press. 1963.
6. D.C.Camp, G.A.Armantrout. Preprint UCRL-12245 SM-61/33 (1965).
7. В.А. Друин, Н.К. Скобелев, Б.В. Фефилов, Г.Н. Флеров. Препринт ОИЯИ, Р-1580, Дубна 1964.

Рукопись поступила в издательский отдел  
3 июля 1967 г.

Т а б л и ц а 1

Массовое число	Изотоп	Линии (кэВ)	Выход изотопа отн. ед.	Выход массы отн. ед.
91	Sr <sup>91</sup>	1025 930	0,85±0,07	1,50±0,15
95	Zr <sup>95</sup>	757	1,35±0,13	1,95±0,20
97	Zr <sup>97</sup>	750	0,83±0,07	2,0±0,2
105	Ru <sup>105</sup>	725 670	2,6±0,2	3,2±0,2
112 2	Pd <sup>112</sup>	615	2,10±0,15	3,9±0,2
124	Sb <sup>124</sup>	2084 1692 646 603	1,7±0,1	4,5±0,2
127	Sb <sup>127</sup>	771	2,30±0,15	4,1±0,3
130	I <sup>130</sup>	535	1,5±0,1	4,1±0,3
131	I <sup>131</sup>	364	2,8±0,2	3,9±0,3
133	I <sup>133</sup>	526	1,6±0,1	3,8±0,3
140	La <sup>140</sup>	1597	1,00±0,07	3,2±0,2
142	La <sup>142</sup>	640	0,95±0,10	3,4±0,3
143	Cl <sup>143</sup>	722 565	2,3±0,2	2,9±0,2
144	Cl <sup>144</sup>	2181	1,6±0,2	2,5±0,3
160	Tb <sup>160</sup>	1175 965 877	0,40±0,04	1,0±0,1

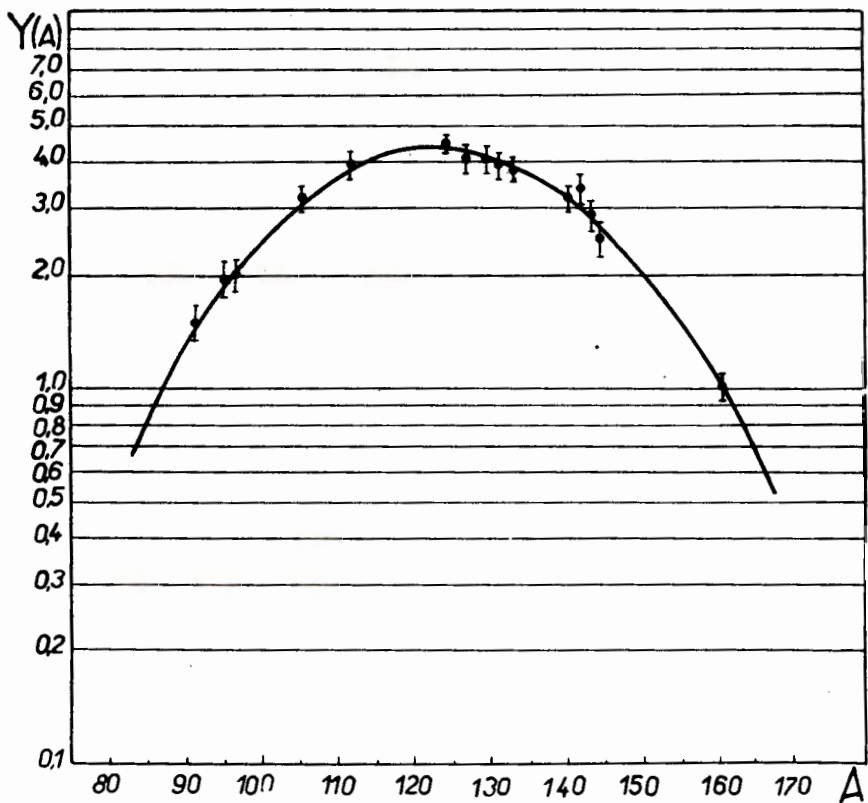


Рис. 1. Массовое распределение осколков деления в реакции при энергии бомбардирующих частиц 150-120 Мэв. Сплошная линия - массовое распределение из работы<sup>/5/</sup>. Точки - значения, полученное в данной работе.