

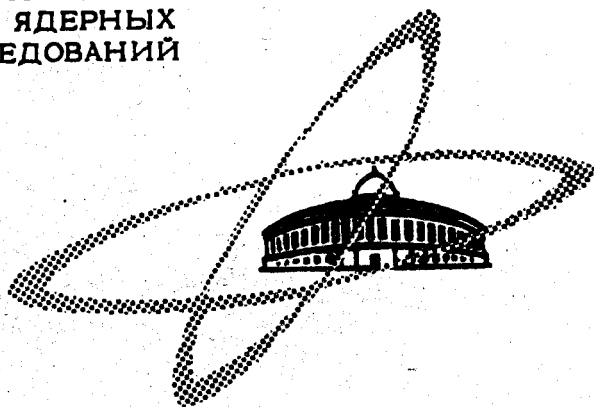
23/x-69

Д-763

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.

P7 - 4681



В.А.Друин, Ю.В.Лобанов, Ю.П.Харитонов

ОБ ОДНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ
ПРОДУКТОВ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ
ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ

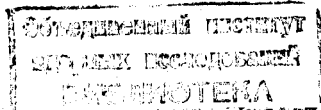
1969

Р7 - 4681

В.А.Друин, Ю.В.Лобанов, Ю.П.Харитонов

ОБ ОДНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ ИДЕНТИФИКАЦИИ
ПРОДУКТОВ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ
ПОД ДЕЙСТВИЕМ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ

Направлено в ЯФ



В результате ядерных реакций, вызываемых тяжелыми ионами, во многих случаях получаются продукты, имеющие совершенно разные Z и A , но сходные по своим радиоактивным свойствам. Это затрудняет, а иногда делает практически невозможной идентификацию продуктов ядерных реакций по свойствам радиоактивного распада.

Известно, что в области сильнодеформирующихся ядер (отношение нейтронной ширины к делительной ширине много меньше единицы) сечение реакций типа (I, xp) становится существенно меньше сечения прямых ядерных реакций. В этих случаях использование обычного метода идентификации короткоживущих продуктов по функциям возбуждения становится очень трудоемким. Однако к настоящему времени известно, что угловые распределения составных ядер и продуктов различных прямых ядерных реакций сильно отличаются.

Угловое распределение ядер отдачи в реакциях полного слияния измерялось экспериментально ^{/1,2/} и имеет резко выраженный максимум под углами $4-8^\circ$ по отношению к направлению пучка, в то время как ядра мишени, испытывавшие передачу нуклонов, имеют один или несколько максимумов под существенно большими углами по отношению к пучку ^{/3,4/}.

В настоящей работе исследовалась возможность использования различия в угловых распределениях продуктов ядерных реакций для определения типа реакции.

Опыты проводились на выведенном пучке 310-сантиметрового циклотрона тяжелых ионов ОИЯИ. Ядра отдачи собирали на специальный фильтр ^{5/}, который затем механически ^{6/} перемещался к ($Si + Au$) поверхностно-барьерному детектору α -частиц. Установка позволяла регистрировать с высокой эффективностью α -активные изотопы, времена жизни которых превышали 0,03 сек. Для идентификации образующихся α -излучателей использовался время-амплитудный анализатор импульсов с полупроводникового детектора.

Обычно для безопасной работы при использовании больших токов мишень зажимается между двумя охлаждаемыми водой решетками. Из условий механической прочности и большей прозрачности для выбиваемых из мишени ядер-продуктов прижимные пластины, как правило, имеют отверстия диаметром 1-3 мм, такого же размера и толщина прижимной пластины. В наших опытах использовался набор таких пластин (со стороны выбиваемых ядер) с диаметром отверстий 2,2 мм и толщиной 1; 3; 5 и 7 мм. Таким образом, для выбиваемых из мишени ядер-продуктов имелись своего рода коллиматоры с отношением глубины коллиматора к его диаметру, равным: 0,45; 1,36; 2,26 и 3,18. Схематически мишень вместе с зажимными пластинами изображена на рис. 1.

Исследование проводилось с хорошо известными α -активными продуктами. С целью изучения влияния коллимации на выход продуктов, идущих через образование составного ядра, была выбрана ядерная реакция $^{197}Au(^{22}Ne, 5-6p)^{214, 213}Ac$. Поведение же атомов отдачи, которые образуются в результате передачи нескольких нуклонов от налетающего иона к ядру мишени, изучалось на ядрах ^{212m}Po . Альфа-активные атомы ^{212m}Po получались в результате облучения мишени из свинца теми же ионами неона-22. Облучения в обоих случаях проводились при энергии ионов ^{22}Ne , равной 110 и 120 Мэв. В экспериментах использовались "толстые" мишени: золото - $1,1 \text{ мг/см}^2$, свинец - $1,2 \text{ мг/см}^2$.

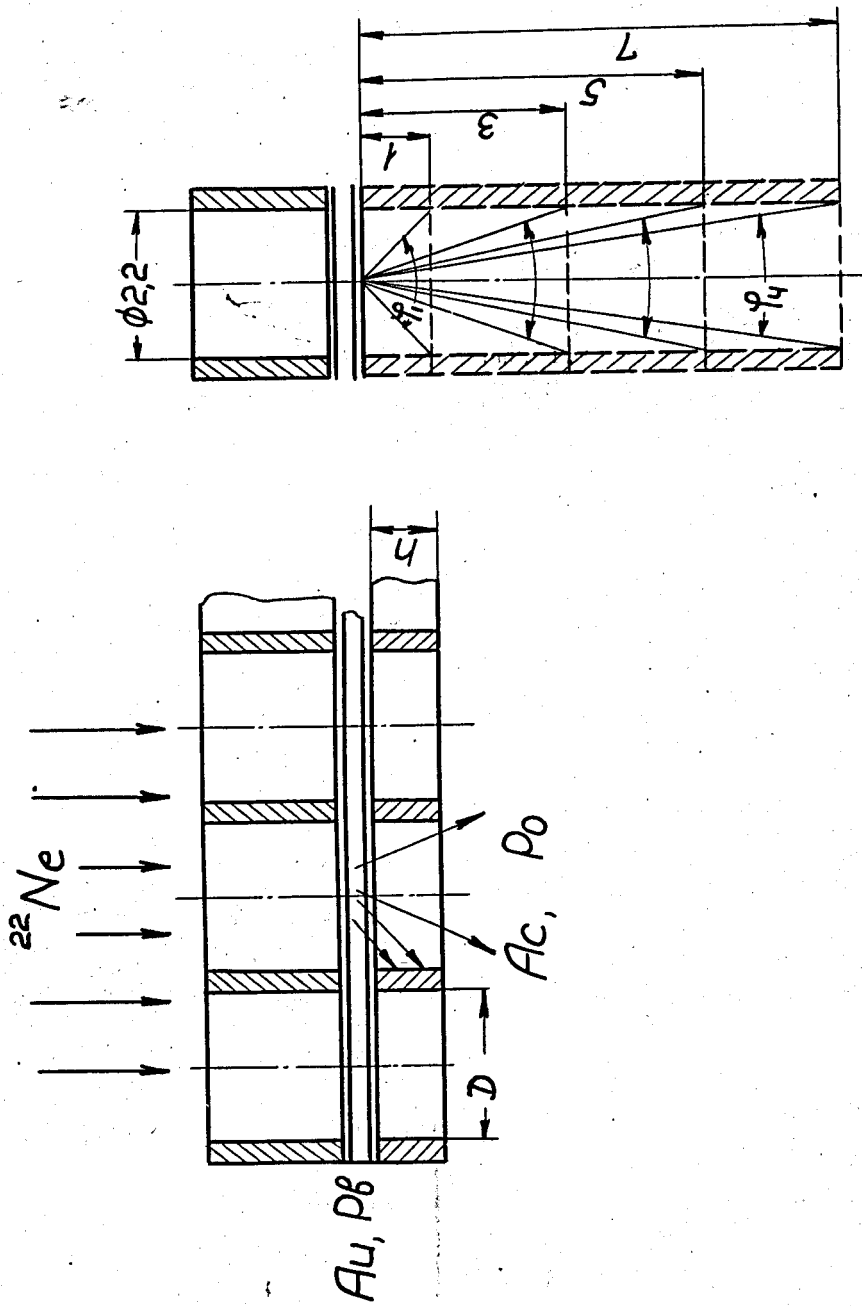


Рис. 1. Схематическое расположение мишени и коллиматоров.

Идентификация продуктов ядерных реакций (актиния и полония) проводилась по энергиям α -частиц и периодам полураспада.

Кроме того, проведено два опыта с коллимацией 0,45 и 2,27 для продуктов ядерной реакции ^{238}U (^{16}O , 6п) ^{248}Fm (в этом случае толщина мишени составляла $1,3 \text{ мг/см}^2$).

Выход α -активных изотопов во всех указанных реакциях был достаточно большим, и статистическая ошибка числа зарегистрированных α -частиц не превышала 3%; систематические ошибки исключаются вследствие хорошей воспроизводимости результатов при многократных повторных измерениях. Экспериментальные результаты представлены на рис. 2. Верхняя кривая показывает выход продуктов полного слияния бомбардирующей частицы с ядром мишени в зависимости от степени коллимации. (По горизонтальной оси отложено отношение глубины коллиматора к диаметру отверстия). Нижняя кривая соответствует поведению атомов отдачи, образующихся в реакции передачи четырех нуклонов. Экспериментальные результаты обобщены в таблице 1.

Таблица 1

| Глубина коллиматора (мм) при $\phi = -2,2 \text{ мм}$ | Степень коллимации (отношение глубины к диаметру) | Выход в относительных единицах | | |
|--|--|--------------------------------|-------------------|---------------------------|
| | | $^{214}, ^{213}\text{Ac}$ | ^{248}Fm | $^{212\text{m}}\text{Po}$ |
| 1 | 0,45 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| 3 | 1,36 | 0,72 | - | 0,23 |
| 5 | 2,27 | 0,55 | 0,51 | 0,09 |
| 7 | 3,18 | 0,40 | - | ∞ 0,05 |

Относительный выход

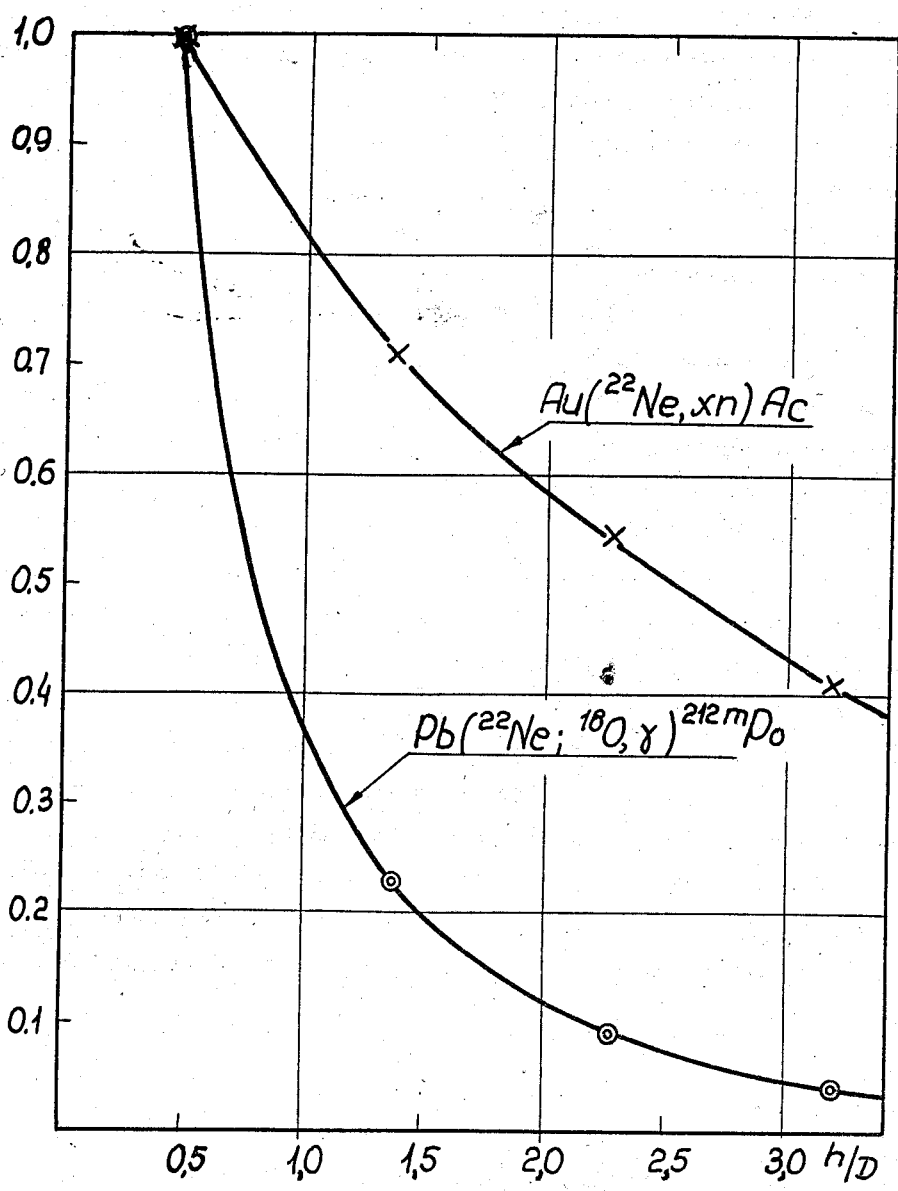


Рис. 2. Зависимость выхода продуктов ядерных реакций от степени коллимации: X - экспериментальные точки для $^{197}\text{Au}(^{22}\text{Ne}, 5-6n)^{214,213}\text{Ac}$.
⊙ - экспериментальные точки для $^{208}\text{Pb}(^{22}\text{Ne}, ^{18}\text{O}, \gamma)^{212m}\text{Po}$.

Точные расчёты влияния коллимации для наших условий с "толстой" мишенью, где кроме функций угловых распределений требуется учесть еще влияние рассеяния атомов отдачи в самой мишени, провести достаточно сложно. Значения, полученные для равномерно распределенного источника с изотропным угловым распределением^{17/} без учёта рассеяния, находятся между экспериментальными кривыми ближе к кривой, соответствующей ^{212}mPo . Это свидетельствует, по-видимому, о сильном влиянии рассеяния атомов отдачи в "толстой" мишени.

Такому предположению не противоречит отдельный эксперимент, когда слой золота со стороны выбиваемых из мишени атомов дополнительно закрывался слоем алюминия толщиной 140 мкг/см^2 . В этом случае при коллимации 1,36 выход изотопов актиния уменьшился примерно на 30% по сравнению с незакрытой мишенью.

Из проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Для идентификации продуктов ядерных реакций вместо изучения функций возбуждения достаточно измерить выход при двух различных коллиматорах, чтобы получить указание о механизме реакции, приводящей к данному изотопу.

2. В тех случаях, когда изучению свойств изотопов, образующихся через составное ядро, мешают продукты реакций передачи, можно существенно подавить последние при небольшой потере эффекта.

В заключение авторы считают своим приятным долгом поблагодарить академика Г.Н.Флерова за обсуждение и ценные советы. Авторы также выражают благодарность Г.Н.Акапьеву, А.Г.Демину, И.В.Колесову за помощь при проведении настоящей работы.

Л и т е р а т у р а

1. G.N.Simonoff, J.M.Alexander, Report UCRL-10099 (1962).

2. В.А.Друин, С.А.Карамян, Ю.Ц.Оганесян. Препринт ОИЯИ 1670, Дубна, 1964.
3. Н.С.Бритт, А.Р.Оuinton. Phys.Rev., 124, 877 (1961).
4. Г. Кумпф, Е.Д.Донец. ЖЭТФ, 44, 798 (1963).
5. В.А.Друин, Н.К.Скобелев, Г.Я.Сун Цзин-ян. Препринт ОИЯИ 13-3975, Дубна 1968.
6. В.А.Друин. Природа, № 11, 71 (1968).
7. L.Ruby, B.Rechen. Nucl. Instr. and Methods, 58, 345 (1968).

Рукопись поступила в издательский отдел
26 августа 1969 года.