

по данным работ [9] и [10]. Видно, что значение, полученное в настоящей работе, в пределах погрешностей совпадает с рекомендованным.

Поступило в Редакцию 27.11.78

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Одинов Ю. М. и др. «Атомная энергия», 1975, т. 38, вып. 4, с. 209.
2. Бекурц К., Виртц К. Нейтронная физика М., Атомиздат, 1968.

3. Neutron Flunce Measurements. Technical Reports Series, N 107, Vienna, IAEA, 1970.
4. Schuman P., Albert P. «Kernenergie», 1965, v. 8, p. 88.
5. Mughabghab S., Garber, D. Neutron Cross Sections, BNL-325, Third Edition, 1973, v. 1.
6. Горбачев В. М., Замятин Ю. С., Лбов А. А. Взаимодействие излучений с ядрами тяжелых элементов и деление ядер. М., Атомиздат, 1976.
7. «Атомная энергия», 1959, т. 6, вып. 2, с. 218.
8. Bauman N. «Nucleonics», 1965, v. 23, p. 98.
9. Schuman R. WASH-1136, 1969, p. 51.
10. Druschel. ORNL-4706, 1971, p. 55.

УДК 539.173.45

Абсолютные измерения сечения деления ^{241}Am нейтронами энергией 2,5 МэВ

АЛЕКСАНДРОВ Б. М., НЕМИЛОВ Ю. А., СЕЛИЦКИЙ Ю. А., СОЛОВЬЕВ С. М., ФУНШТЕЙН В. Б., ХЛЕБНИКОВ С. В., ШИРЯЕВ Б. М.

В реакторостроении необходимо знать сечения деления трансурановых элементов, накапливающихся при работе реактора. Большой интерес представляет область первого плато функции возбуждения, где выход нейтронов деления максимален. Сечения деления измеряют многократно различными методами, что позволяет повысить их точность и достоверность. Чаще всего в литературе описываются относительные измерения сечений, когда в качестве опорных используются $\sigma_{n,f}$ таких, например, ядер, как ^{235}U , ^{238}U , ^{239}Pu . Абсолютные измерения более трудоемки, но их преимущество состоит в том, что расчет сечений содержит меньше источников погрешностей. Ранее при $E_n = 2,5$ МэВ были измерены абсолютные сечения деления ^{238}U [1] и ^{235}U [2] при регистрации потока нейтронов по сопутствующим частицам из реакции $D(d, n)^3\text{He}$. В настоящей работе этот метод с некоторой модификацией был впервые применен для определения сечения деления ^{241}Am нейтронами той же энергии.

Дейтроны ускорялись с помощью низковольтного ускорителя до энергии 70–80 кэВ. Схема измерений была аналогична той, которая использовалась ранее в работах [1, 2]. Отличие заключалось в способе регистрации сопутствующих гелионов: не с помощью газового пропорционального счетчика, как в работах [1, 2], а полупроводниковым поверхностно-барьерным кремниевым детектором. Импульсы от гелионов выделялись дифференциальным дискриминатором. Дейтроны, рассеянные в дейтеротитановой мишени, поглощались алюминиевой фольгой, наклеенной на диафрагму перед полупроводниковым детектором. Оптимальная толщина алюминиевого поглотителя, выбиравшаяся по наилучшему выделению в спектре пика от гелионов, оказалась равной 1 мкм.

Мишени из ^{241}Am изготавливались испарением в вакууме фторида америкия на вращающиеся полированные алюминиевые диски толщиной 0,1 мм. По паспортным данным, в америдии содержалась примесь ^{239}Pu в количестве 0,5 мас.%. Общая масса использовавшихся мишеней из ^{241}Am составляла 2754 ± 25 мкг и определялась по α -активности и опубликованному периоду полураспада $T_{1/2} = 432,7 \pm 0,6$ года [3]. Толщина слоев фторида америкия не превышала 300 мкг/см².

Осколки деления регистрировались слюдяными детекторами, сочетавшими в себе свойство высокой эффективности регистрации осколков (96%) на «фоне» большой α -активности с предельно малой массой вещества, рассеивающего нейтроны. Стопка из мишеней и слюдяных пластинок зажималась между тонкими кадмиевыми дисками. Для контроля и увеличения достоверности результатов в брикет с мишенями из Am были положены мишени из природного урана и ^{235}U диаметром 20 мм.

За время измерения было зарегистрировано 2117 актов деления америкия и 716 205 гелионов. При расчете сечения учитывались спонтанное деление ядер в мишени за время контакта с детектором (эта поправка определялась экспериментально и составляла $1,9 \pm 0,2$ %); поправка на нечувствительность слюдяного детектора к осколкам деления, попадающим в него под малыми углами к поверхности (4 ± 1 %); поправка при выделении гелионов из полного спектра заряженных частиц ($1,5 \pm 0,2$ %); поправка на несферичность поверхности мишени ($1,5 \pm 0,2$ %); деление ядер мишени рассеянными нейтронами (3 ± 1 % полного количества делений); поправка на примесь ^{239}Pu в америдиевой мишени ($0,5 \pm 0,1$ %); геометрия эксперимента и угловое распределение нейтронов (поправка $0,3 \pm 0,1$ %).

В итоге при $E_n = 2,5$ МэВ было получено значение сечения деления $\sigma_{n,f} (^{241}\text{Am}) = 1,98 \pm 0,07$ б. Приведенная погрешность представляет собой среднее квадратическое значение; наибольшими составляющими в ней являются статистическая погрешность числа зарегистрированных осколков (2,2 %) и погрешность определения расстояния от источника нейтронов до делящихся мишеней (1,7 %).

Как отмечалось выше, для контрольного сопоставления в одном брикете с америдиевыми мишенями были облучены мишени из ^{239}U и ^{235}U . Их сечения деления нейтронами с $E_n = 2,5$ МэВ оказались равными $0,52 \pm 0,02$ и $1,27 \pm 0,05$ б соответственно. В пределах погрешности они совпадают как с нашими предыдущими данными [1, 2], так и с усредненными оцененными сечениями Харта [4] и Соурби [5].

Полученное с помощью абсолютных измерений значение $\sigma_{n,f} (^{241}\text{Am}) = 1,98 \pm 0,07$ б в пределах погреш-

ностей совпадает с известными значениями $1,95 \pm 0,2$ б [6]; $1,96 \pm 0,2$ б [7]; $2,05 \pm 0,07$ б [8]; $1,9 \pm 0,1$ б [9], которые были получены относительным способом.

Поступило в Редакцию 08.01.79

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куке И. М. и др. «Атомная энергия», 1971, т. 30, вып. 1, с. 55.
2. Куке И. М. и др. В кн.: Ядерно-физические исследования в СССР. Вып. 17. М., Атомиздат, 1974, с. 33.
3. Шиманская Н. С. Препринт РИ-70. Л., 1978.
4. Hart W. «Authority Health and Safety Branch». UKEAEA, ANSB (S)R 169, 1969.
5. Sowerby M., Patrick B., Mather D. «Ann. Nucl. Sci. Engng», 1974, v. 1, p. 409.
6. Казаринова М. И., Замятнин Ю. С., Горбачев В. М. «Атомная энергия», 1969, т. 8, вып. 1, с. 139.
7. Bowman C. e. a. «Phys. Rev.», 1968, v. 166, p. 1249.
8. Фомушкин Э. Ф., Гутникова Е. К. «Ядерная физика», 1969, т. 10, с. 917.
9. Шпак Д. Л., Остапенко Ю. Б., Смиринкин Г. Н. В кн.: Ядерно-физические исследования в СССР. Вып. 8. М., Атомиздат, 1969, с. 4.

К сведению авторов

Содержание статей, направляемых в журнал «Атомная энергия», должно быть изложено с предельной ясностью и краткостью. Следует избегать повторения данных таблиц и графиков, а также представления численных результатов в виде таблиц и графиков одновременно.

Объем обзоров, как правило, не должен превышать 20—22 стр., оригинальных статей — 10—12 стр., писем в редакцию — 5 стр. машинописного текста (включая рисунки с подписями, таблицы и библиографию).

При подготовке рукописей авторы должны руководствоваться следующими правилами:

1. Тексты (среди них обязательно должен быть первый машинописный экземпляр) и иллюстративные материалы представляются в окончательно отработанном для печати виде. Текст должен быть отпечатан через два интервала по 28—29 строк на одной стороне листа с полями не уже 4 см; рукописные вставки не допускаются.

2. Оформление текста (написание формул, выделение греческих и латинских, строчных и прописных букв, сокращение слов и т. д.) производится в соответствии с общими правилами, принятыми для научно-технических журналов. Трудно различимые в рукописном обозначении буквы и знаки должны быть пояснены на полях.

3. Прилагаемые к тексту таблицы нумеруются по порядку, каждая таблица должна иметь заголовки.

4. Рисунки выполняются черной тушью на бумаге размером 15×20 см; фотографии должны иметь контрастные изображения, размер фотографии 12×18 см.

5. Подписи к рисункам прилагаются на отдельном листе. В тексте должны быть ссылки на рисунки.

6. Цитируемая литература приводится в конце работы общим списком с указанием:

а) для журнальных статей — фамилий и инициалов авторов, названия журнала, года, номера тома, выпуска, страницы;

б) для книг — фамилий и инициалов авторов, полного названия книги, места издания, издательства и года издания; для иностранных книг указываются также данные русского перевода;

в) для статей в сборниках — фамилий и инициалов авторов статьи, название сборника, инициалов и фамилии составителя или редактора сборника, части, выпуска, места издания, издательства, года и страницы.

7. К статьям, обзорам и письмам в редакцию должны быть приложены рефераты, составленные по правилам реферативных журналов, с четко сформулированной целью и результатами работы.

8. Названия всех работ, присылаемых в редакцию (статьи, обзоры и письма в редакцию), должны быть переведены на английский язык, фамилии и инициалы авторов даны в английской транскрипции.

9. Тексты и рисунки должны быть подписаны всеми авторами. Необходимо указывать точный адрес, номер телефона, фамилию, полное имя и отчество авторов.

Редакция посылает автору только одну корректуру, которую необходимо вернуть в предельно короткий срок.

Рукописи, не соответствующие этим требованиям, не рассматриваются. Отклоненные статьи не возвращаются.