

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жильцов В. А. и др. «Атомная энергия», 1969, т. 26, вып. 5, с. 403.
2. Боланд Дж. Приборы контроля ядерных реакторов. М., Атомиздат, 1973.
3. Mika C., Raes K., Stegemann D. In: IAEA Specialist Meeting on Analysis of Measurements to Diagnose Potential Failures. Rome, 10—12 Apr. 1972.
4. Termaat K. «J. Phys.», 1970, v. 3, N 43, p. 589.

5. Pallagi D., Horanyi S., Hargitai T. «Ann. Nucl. Energ.», 1975, v. 2, p. 333.
6. Селиванов В. М. и др. «Атомная энергия», 1969, т. 27, вып. 2, с. 101.
7. Ключко Г. А. и др. «Атомная энергия», 1973, т. 34, вып. 1, с. 40.
8. Морозов С. И., Наумов Е. Д. «Инж.-физ. журн.», 1968, т. XV, № 6, с. 1100.
9. Ибрагимов М. Х. и др. «Теплофизика высоких температур», 1974, т. 12, вып. 3, с. 542.

УДК 621. 039. 556

Параметры нейтронных резонансов ^{245}Cm в области энергии нейтронов 1—30 эВ

БЕЛАНОВА Т. С., ЗАМЯТНИН Ю. С., КОЛЕСОВ А. Г., ЛЕБЕДЕВ В. М., ПОРУЧИКОВ В. А.

Полные нейтронные сечения и резонансные параметры ^{245}Cm исследованы недостаточно. Кроме работы [1] до настоящего времени опубликованы еще две работы. В 1972 г. в результате измерений Берреса и др. на селекторе [2] были определены резонансные параметры уровней ^{245}Cm в энергетическом интервале 1—30 эВ. На атомном взрыве [3] аналогичные данные были получены при измерении сечений деления в интервале энергии от 20 до 60 эВ. Общим недостатком измерений на селекторах [1, 2] является многоизотопность образцов кюрия и присутствие в них изотопов плутония и америция. Так, в работе [1] примеси ^{240}Pu и ^{243}Am составляли 1,6 и 2,2% соответственно, а в работе [2], кроме ^{240}Pu (0,6—1,3%) и ^{243}Am (0,2—0,3%), присутствовал ^{243}Cm (1,5%).

В настоящей работе измерения резонансных параметров ^{245}Cm выполнены для более чистого образца кюрия. Суммарное содержание примесей составляло 3,5, из них 2% платины; 0,23% ^{240}Pu и <0,05% ^{243}Am . Образец изготовлен из обезвоженного порошка устойчивой окиси кюрия с известным содержанием кислорода (Cm_2O_3), который прошел специальную обработку [1]. В алюминиевую кассету с толщиной стенок 1 мм засыпано $206,9 \pm 0,2$ мг порошка, занимающего объем $0,8 \times 8,0 \times 9,0$ мм. Ниже приведены изотопный состав образца кюрия (%) и число ядер каждого изотопа для «толстого» варианта образца (10^{20} атом/см²):

^{243}Cm	< 0,09	—
^{244}Cm	86,68;	56,8
^{245}Cm	9,34;	6,1
^{246}Cm	3,79;	2,45
^{247}Cm	0,19;	0,12
^{248}Cm	< 0,09	—

На реакторе СМ-2 методом времени пролета было измерено пропускание для двух значений толщины образца ($2,6 \cdot 10^{20}$ и $6,1 \cdot 10^{20}$ атом/см²) в интервале энергии нейтронов 1—30 эВ. Нейтронная вспышка формировалась селектором с синхронно вращающимися роторами, подвешенными в магнитном поле [4]. Детектором нейтронов служила батарея гелиевых счетчиков. Лучшее энергетическое разрешение спектрометра составляло 70 нс/м. Статистическая погрешность измерений 1—2%, нейтронный фон менялся от 0,5 до 2,0%.

В данные по пропусканию вводилась поправка, учитывающая рассеяние нейтронов на кислороде.

Расчет резонансных параметров проводился методом площадей по одноуровневой формуле Брейта — Вигнера на БЭСМ-4М. В результате расчета определены положения уровней E_0 и значение нейтронной ширины $2g\Gamma_n$, при этом величина радиационной ширины $\Gamma_\gamma = 40$ мэВ (таблица). В таблицу также внесены значения резонансных параметров из работ [2, 3]. В результате сравнения были обнаружены расхождения между нашими данными и данными работы [2]. Для ^{245}Cm впервые найдены резонансы с энергией 1,24; 2,45; 3,21; 9,40; 10,10; 13,60 и 18,60 эВ. Уровень 1,24 эВ идентифицирован неоднозначно, возможно, он принадлежит ^{247}Cm .

Резонансные параметры ^{245}Cm

E_0 , эВ	$2g\Gamma_n$, мэВ	$2g\Gamma_n$, мэВ [2]	$2g\Gamma_n$, мэВ [3]
$1,240 \pm 0,008^*$	—	—	—
$1,980 \pm 0,005$	$0,18 \pm 0,02$	$0,313 \pm 0,035$	—
$2,450 \pm 0,006$	$0,08 \pm 0,02$	—	—
$3,207 \pm 0,009$	$0,010 \pm 0,003$	—	—
$4,69 \pm 0,01$	$2,0 \pm 0,2$	$2,08 \pm 0,03$	—
$9,25 \pm 0,02$	$0,30 \pm 0,04$	$0,67 \pm 0,12$	—
$9,40 \pm 0,02^{**}$	$0,02 \pm 0,01$	—	—
$10,10 \pm 0,03$	$0,29 \pm 0,04$	—	—
$11,40 \pm 0,05$	$0,58 \pm 0,05$	$0,71 \pm 0,10$	—
$13,60 \pm 0,06$	$0,12 \pm 0,01$	—	—
$13,90 \pm 0,06$	$0,26 \pm 0,03$	$0,335 \pm 0,075$	—
$15,70 \pm 0,07$	$0,25 \pm 0,02$	$1,2 \pm 0,4$	—
$18,60 \pm 0,07^{**}$	$0,12 \pm 0,05$	—	—
$21,60 \pm 0,08$	$1,7 \pm 0,2$	$3,24 \pm 0,93$	2,41
$24,9 \pm 0,1$	$2,4 \pm 0,3$	$3,98 \pm 0,99$	2,6
$25,9 \pm 0,1$	0,05	—	0,036
$26,9 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,2$	—	0,76
$27,8 \pm 0,1$	$0,7 \pm 0,1$	$0,89 \pm 0,30$	0,6
$29,6 \pm 0,1$	$3,5 \pm 0,4$	$3,78 \pm 1,15$	3,46

* Возможно уровень ^{247}Cm .
** Сомнительные уровни.

Вопрос о резонансах с энергиями 9,40 и 18,60 эВ решить однозначно пока трудно. Для доказательства их существования необходимо провести измерения с более толстым образцом. Кроме того, получены уровни 25,9 и 26,9 эВ, которых тоже нет в работе [2], но они были впервые обнаружены в измерениях сечений деления [3].

Значения нейтронной ширины уровней в основном согласуются с данными, полученными на атомном взрыве [3], но заметно расходятся с данными работы [2]. Для ряда уровней наши значения $2 \sigma_{\Gamma_n}$ в два раза меньше. Отмеченные расхождения обусловлены, по-видимому, следующими причинами. Спектрометр Берреса и др. [2] имел более низкое энергетическое разрешение (280 и 147 нс/м для 1—7 эВ и выше 7 эВ соответственно), чем спектрометр в настоящих измерениях. По отношению к ^{245}Cm образцы работы [2] имели худшие характеристики. В каждом из трех образцов наибольшее число ядер приходилось на ^{244}Cm (в среднем ~94% или $187,3 \cdot 10^{20}$ атом/см²). Содержание ^{243}Cm , ^{245}Cm , ^{246}Cm в разных образцах не превышало 1,5—4,0%, а ^{243}Am 0,3%. Максимальная толщина ^{245}Cm составляла $7,6 \cdot 10^{20}$ атом/см². Соотношение $^{244}\text{Cm}/^{245}\text{Cm}$ в образцах настоящей работы и работы [2] соответственно равны 9,3 и 23,3. Таким образом, нами был исследован образец с более высоким

(в 2,5 раза) относительным содержанием ^{245}Cm и более низким содержанием примесей ^{243}Am и ^{240}Pu .

По данным таблицы были рассчитаны значения среднего расстояния между уровнями $\bar{D} = 1,45 \pm 0,15$ эВ и нейтронной силовой функции $S_0 = (0,8 \pm 0,3)10^{-4}$. Они согласуются с аналогичными значениями работы [2].

Авторы выражают благодарность С. И. Бабичу, С. Н. Никольскому, В. А. Сафонову, Т. В. Денисовой, В. М. Николаеву, Г. В. Кузнецову, которые оказывали помощь в работе на разных стадиях ее выполнения.

Поступило в Редакцию 8/IV 1976 г.
В окончательной редакции 25/VII 1976 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беланова Т. С. и др. «Атомная энергия», 1975, т. 39, вып. 5, с. 369.
2. Berreth J., Simpson F., Rusche B. «Nucl. Sci. and Engng», 1972, v. 49, p. 145.
3. Moore M. e.a. «Phys. Rev.», 1971, v. 3, N 4.
4. Калевин С. М. и др. В сб.: Труды конф. «Нейтронная физика». Ч. II. Киев, «Наукова думка», 1972, с. 267.

УДК 539.171.02:539.171.4.162.2:539.2.

Влияние давления в парах легкой воды и бензола на полное сечение взаимодействия для холодных нейтронов

ЖИТАРЕВ В. Е., СТЕПАНОВ С. Б.

Вопрос о рассеянии медленных нейтронов газами и о зависимости этого рассеяния от плотности газов обсуждался в работах [1—4]. В работе [4] исследовалось молекулярное движение в перегретых парах легкой воды рассеянием нейтронов длины волны 4 Å при давлении 4 и 60 ат, температуре 3000°С в обоих случаях. Было установлено, что, хотя спектр рассеяния в паре и обнаруживает сильную угловую и температурную зависимость, изменение давления не оказывает влияния на этот спектр.

В работе [3] рассчитывалось рассеяние медленных нейтронов реальными газами в квазиидеальном приближении. Показано, что в этом приближении форма нейтронного спектра остается такой же, как и для идеального газа. Однако абсолютная величина сечения изменится вследствие межмолекулярных взаимодействий в рассеивающем газе. Микроскопическое сечение в реальном газе увеличится по сравнению с сечением в идеальном газе на ρ/ρ_0 — отношение действительной плотности к плотности, вычисленной из уравнения состояния для идеального газа.

Полные сечения взаимодействия нейтронов разной длины волн с перегретыми парами легкой воды при разном давлении, б

Таблица 1

P, бар	Длина волны, Å						
	13	14	15	16	17	18	19
17,8	604±18	608±19	677±21	718±17	736±20	774±20	817±17
13,8	580±21	617±19	659±18	692±18	724±23	773±20	799±18
9,6	558±31	601±23	634±22	693±26	741±19	739±27	799±24
5,4	624±48	584±28	648±28	660±35	665±28	709±36	754±31