

УПРУГОЕ РАССЕЯНИЕ НЕЙТРОНОВ НИЗКОЙ ЭНЕРГИИ НА ЧЕТНЫХ ИЗОТОПАХ СЕЛЕНА И ОБОБЩЕННАЯ ОПТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЯДРА

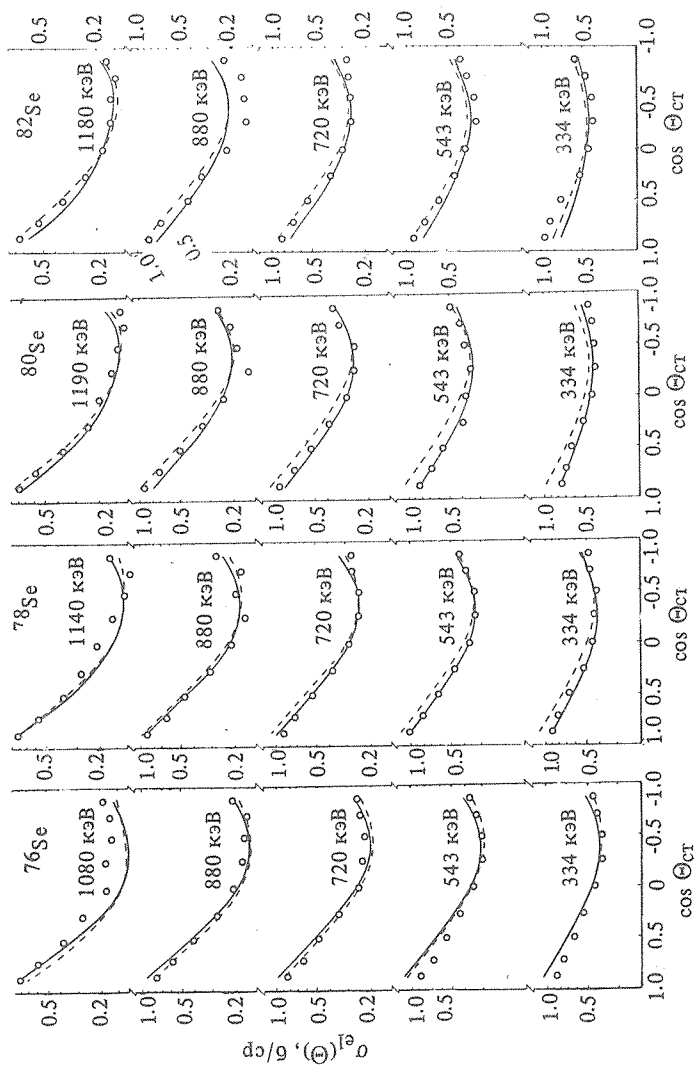
Р.М. Мусаелян, В.И. Попов, В.М. Скоркин

УДК 539.171

Измерены дифференциальные сечения упругого рассеяния нейтронов на изотопах селена с $A = 76, 78, 80, 82$ при энергиях $E_n = 334, 543, 720, 880$ кэВ. Проведено сравнение экспериментальных результатов с расчетами по обобщенной оптической модели ядра.

В исследованиях упругого и неупругого рассеяния нейтронов, проведенных в последние годы, получены многочисленные свидетельства существенной роли связи одночастичных и коллективных степеней свободы в динамике нуклон-ядерного взаимодействия при низких энергиях. В частности, в ряде работ показано, что экспериментальные данные о средних сечениях рассеяния нейтронов с энергией ~ 1 МэВ на ядрах Se могут быть успешно интерпретированы в рамках обобщенной оптической модели (ОМ), учитывающей связь нейтрона с квадрупольными колебаниями ядра /1-5/. Дальнейшие экспериментальные исследования в этой области представляют интерес прежде всего с точки зрения получения более полной информации о параметрах ОМ и уточнения границ ее применимости.

В настоящей работе представлены результаты измерения дифференциальных сечений упругого рассеяния нейтронов на ядрах селена с $A = 76, 78, 80, 82$ при энергиях 334, 543, 720, 880 кэВ. Измерения проводились на нейтронном спектрометре по времени пролета /6/. Пролетная база составляла 1,2 м. В качестве детектора нейтронов использовался сцинтилляционный счетчик с кристаллом стильбена. Источником нейтронов служила реакция $T(p,n)^3He$. Твердая тритиевая мишень имела толщину 90 кэВ при энергии протонов 1,5 МэВ. В измерениях использовались металлические образцы селена весом от 70 до 100 г с обогащением изотопами 92-99% /2/. Относительная ошибка измерений составляла 2-5%. Абсолютные значения сечений определялись из нормировки по сечению пр-рассеяния. Вводились поправки на поглощение и многократное рассеяние нейтронов в образцах, угловое разрешение и т.п. Полная погрешность результатов 5-7%.



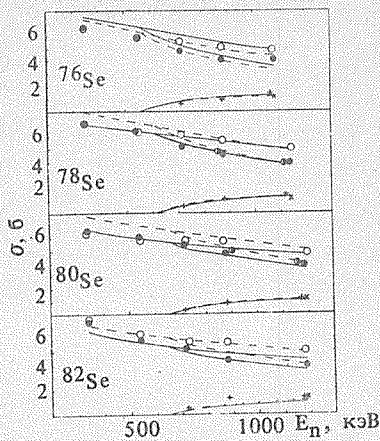
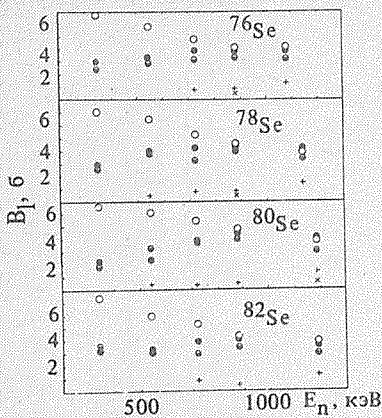
Р и с 1. Дифференциальные сечения упругого рассеяния нейтронов на четно-четных изотопах Se. Кривые — расчет по обобщенной оптической модели при $W = 2$ МэВ, $V_0 = 51,5$ МэВ, $V_1 = 52,5$ МэВ (пунктир). Данные для $E_n \approx 1 - 1,2$ МэВ из работы [4].

Таблица 1
 Коэффициенты разложения экспериментальной и расчетной ($V_0 = 51,5$ МэВ; $W = 2$ МэВ) угловых
 зависимостей дифференциальных сечений упругого рассеяния по полиномам Лежандра для ^{78}Se
 (в барнах)

E_n , кэВ	334	543	720	880	1140
B_0	$7,10 \pm 0,36$	$6,47 \pm 0,33$	$5,27 \pm 0,27$	$4,56 \pm 0,23$	$3,96 \pm 0,28$
B_1	$2,93 \pm 0,20$	$3,94 \pm 0,23$	$4,18 \pm 0,2$	$4,19 \pm 0,24$	$4,02 \pm 0,22$
B_2	$2,66 \pm 0,21$	$3,90 \pm 0,20$	$3,3 \pm 0,20$	$4,10 \pm 0,28$	$3,41 \pm 0,22$
B_3			$0,75 \pm 0,18$	$0,73 \pm 0,23$	$1,37 \pm 0,20$
			5,54	4,70	3,70
			4,41	4,47	4,03
			4,22	4,12	3,83
			0,71	1,05	1,56

Таблица 2
 Экспериментальные [9] и расчетные ($V_0 = 51,5$ МэВ; $W = 2$ МэВ) силовые функции s- и p-нейтронов
 в единицах 10^{-4}

	^{76}Se	^{78}Se	^{80}Se	^{82}Se
S_0	$1,64 \pm 0,60$	$1,39 \pm 0,5$	$1,61 \pm 1,0$	$1,21 \pm 1,0$
S_1	$0,94 \pm 0,60$	$1,73 \pm 1,0$	$0,5 \pm 0,5$	—
		2,04	2,75	2,10
		2,48	1,70	1,44



Р и с. 2. Энергетические зависимости коэффициентов разложения дифференциальных сечений упругого рассеяния по полиномам Лежандра $\circ - B_0$; $\bullet - B_1$; $\ominus - B_2$; $+$ - B_3 ; $\times - B_4$

Р и с. 3. Энергетические зависимости полных (σ_{tot}), упругих (σ_{el}) и неупругих (σ_{in}) сечений для изотопов селена. $\bullet - \sigma_{el}$, результаты настоящей работы; $\ominus - \sigma_{el}$ из работы /3/; $\circ - \sigma_{tot}$ из работы /2/; $+$ - σ_{in} из работы /1/; $\times - \sigma_{in}$ из работы /4/. Обозначение расчетных кривых то же, что и на рис. 1.

Измеренные дифференциальные сечения упругого рассеяния изображены на рис. 1. Здесь же приводятся дифференциальные сечения из работы /4/. Угловые зависимости дифференциальных сечений были разложены по полиномам Лежандра $\sigma(\theta) = (1/4\pi) \sum_l B_l P_l(\cos\theta)$. Коэффициенты B_l приведены на рис. 2 и частично представлены в таблице 1; B_0, B_1 и B_2 близки по величине при $E_n > 800$ кэВ.

С целью феноменологического описания экспериментальных данных проведены расчеты по обобщенной оптической модели с пятью связанными каналами, с использованием различных параметров деформации β_2 /7/ для каждой пары связанных каналов. Действительная часть оптического потенциала V имела радиальную зависимость Вудса-Саксона и включала потенциал симметрии $V = V_0 - 22(N - Z)/A$. Мнимая часть W бралась в форме производной от форм-фактора Вудса-Саксона. В рамках данной модели получено удовлетворительное описание дифференциальных сечений упругого рассеяния (рис. 1) одновременно с экспериментальными данными о полных сечениях /2/ и интегральных сечениях упругого /3/ и неупругого рассеяния /1,4/

(рис. 3) при использовании общих параметров модели для всех изотопов селена. В расчетах сечений неупругого рассеяния нейтронов применен метод, предложенный Хофманом и др. (метод ХРТВ) /8/. Различия расчетных и экспериментальных сечений при значениях параметров $V_0 = 52 \pm 0,5$ МэВ; $W = 2$ МэВ и радиального параметра $r_0 = 1,22$ Фм не превышают 15% кроме низких энергий для ^{76}Se . Наилучшее описание экспериментальных данных, включая величины V_1 и силовые функции S_0 и S_1 (табл. 2), получено для ^{78}Se . Описание данных для других изотопов может быть улучшено изменением значения V_0 в пределах 50,5 – 53,5 МэВ. Соответствие расчетных силовых функций и имеющихся экспериментальных данных, учитывая их значительную неопределенность, можно также считать удовлетворительным (табл. 2).

Таким образом, результаты проведенного анализа показывают, что использованный в работе вариант оптической модели со связью каналов удовлетворительно воспроизводит структуру средней S-матрицы (при интервале усреднения ~ 100 кэВ), характеризующей взаимодействие нейтронов с ядрами Se в области энергий $\sim 0,1 - 1$ МэВ, и дают более определенную информацию о динамических параметрах данной модели.

Поступила в редакцию 15 мая 1985 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е ф р о с и н и н В. П., М у с а е л я н Р. М., П о п о в В. И. Ядерная физика, 29, 631 (1979).
2. М у с а е л я н Р. М., С к о р к и н В. М. Краткие сообщения по физике ФИАН, № 12, 28 (1982).
3. Ф е д о р о в М. Б. и др. УФЖ, 28, № 12, 1786 (1983).
4. К о н о б е е в с к и й Е. С. и др. Известия АН СССР, сер. физ., 48, № 2, 389 (1984).
5. B r o w n V. R. et al. Phys. Rev., C24, 2359 (1981).
6. Б у р м и с т р о в Ю. М. и др. Краткие сообщения по физике ФИАН, № 7, 41 (1982).
7. B a r e t t e J. et al. Nucl. Phys., A235, 154 (1974).
8. H o f m a n n H. M. et al. Ann. Phys., 90, 403 (1975).
9. M u g h a b g h a b S. F., D i v a d e e n a m M., H o i d e n N. E. Neutron cross sections, New York, Acad. Press, 1981, 1, 305.