

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ СЕЧЕНИЯ УПРУГОГО РАССЕЯНИЯ НЕЙТРОНОВ НА ИЗОТОПАХ ТЕЛЛУРА И ОПИСАНИЕ ИХ ОБОБЩЕННОЙ ОПТИЧЕСКОЙ МОДЕЛЮ

Р.М. Мусаелян, В.М. Скоркин

Измерены дифференциальные сечения упругого рассеяния нейтронов на четных изотопах теллура в интервале энергий 0,3–0,96 МэВ. Данные анализируются по обобщенной оптической модели.

Целью настоящей работы было измерение дифференциальных сечений упругого рассеяния нейтронов на четных изотопах теллура и анализ результатов в рамках обобщенной оптической модели.

Дифференциальные сечения измерены при энергиях нейтронов 0,3, 0,5, 0,7, 0,87 и 0,96 МэВ и углах 30, 60, 90, 120 и 150° для изотопов теллура с $A = 122, 124, 126, 128$ и 130. Измерения выполнены с помощью спектрометра по времени пролета на ЭГ-2,5 ИЯИ АН СССР /1/. Пролетная база имела длину 1,2 м. Образец располагался на расстоянии 10 см от мишени. Источником нейтронов служила реакция $T(p,n)^3He$. Энергетический разброс нейтронов на пороге реакции был ~ 90 кэВ.

В измерениях использовались порошкообразные образцы, заключенные в тонкостенные контейнеры цилиндрической формы. Образцы имели вес от 18 до 60 г и обогащение по основному изотопу от 90 до 99,6%.

Рассеянные нейтроны детектировались сцинтилляционным счетчиком с кристаллом стибьена диаметром 70 и толщиной 20 мм, смонтированном на ФЭУ-110.

Статистическая ошибка измерений составляла 1-3%. Абсолютные значения сечений определялись из нормировки на прямой пучок. Вводились поправки на поглощение и многократное рассеяние нейтронов в образце, угловое разражение и т.д. Полная погрешность результатов составляла 5-7%.

Экспериментальные значения дифференциальных сечений упругого рассеяния нейтронов изотопами теллура приведены на рис. 1. Угловые зависимости дифференциальных сечений были разложены по полиномам Лежандра $\sigma(\theta) = (1/4\pi) \sum P_l(\cos\theta)$. Коэффициенты V_l , сечения полного взаимодействия /2/ и интегральные сечения упругого рассеяния нейтронов изотопами теллура представлены на рис. 2.

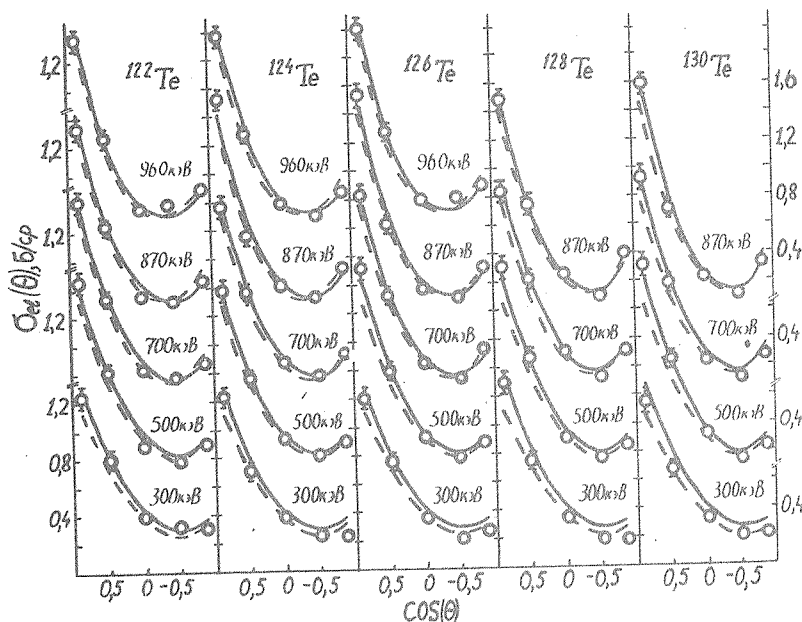


Рис. 1. Дифференциальные сечения упругого рассеяния нейтронов на изотопах теллура. Точки — экспериментальные данные. Расчетные кривые: — $V_0 = 52$ МэВ, $W = 2$ МэВ, - - - $V_0 = 53,5$ МэВ, $W = 2$ МэВ.

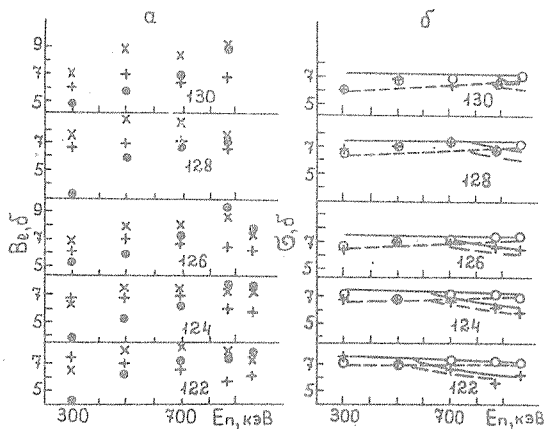


Рис. 2. а) Энергетическая зависимость коэффициентов разложения по полиномам Лежандра B_l : + — B_0 , X — B_1 , ● — B_2 ; б) Энергетическая зависимость полных сечений взаимодействия (o) и интегральных сечений упругого рассеяния (+) нейтронов. Кривые рассчитаны с параметрами, указанными выше.

В работе /2/ была предпринята попытка совместного анализа полученных полных сечений взаимодействия, а также силовых функций и радиусов потенциального рассеяния в рамках обобщенной оптической модели. Измеренные в настоящей работе дифференциальные сечения упругого рассеяния дополняют экспериментальные данные о взаимодействии нейтронов с изотопами теллура.

В феноменологическом анализе экспериментальных результатов, как и в /2/, использовалась обобщенная оптическая модель с вибрационной схемой связи $0^+ - 2^+ - 4^+$ и постоянными параметрами потенциала для всех изотопов. Действительная часть оптического потенциала имела радиальную зависимость Вудса — Саксона, а мнимая часть — в виде производной от форм-фактора Вудса — Саксона; спин-орбитальное взаимодействие учитывалось в форме Томаса. Параметр действительной части потенциала имел изотопическую зависимость вида $V = V_0 - V_1(N - Z) / A$.

Все параметры оптического потенциала, кроме V_0 , были фиксированы и имели значения: $a_V = a_W = 0,65 \text{ Фм}$, $r_0 = 1,22 \text{ Фм}$, $V_1 = 22 \text{ МэВ}$, $V_{SO} = 8 \text{ МэВ}$ и $W = 2 \text{ МэВ}$. Параметр мнимой части потенциала W в данной работе не варьировался, так как его изменения слабо влияли на качество описания. Параметры квадрупольной деформации взяты из работы /3/. Подгонка расчетов к экспериментальным данным осуществлялась варьированием V_0 .

Как и в работе /2/, в настоящей работе выполнены расчеты с параметрами $V_0 = 52$ и $53,5 \text{ МэВ}$. Результаты расчетов представлены на рис. 1 и 2 (б). В /2/ было показано, что используемая модель с $V_0 = 52 \text{ МэВ}$ и радиусов потенциального рассеяния. Несколько хуже получается описание полных сечений в области малых энергий (200–500 кэВ).

Из рис. 1 видно, что расчеты дифференциального сечения упругого рассеяния нейтронов для изотопов теллура мало чувствительны к параметру глубины действительной части потенциала. Как и в /2/, можно отметить, что в основном результаты расчетов сечений с параметром $V_0 = 52 \text{ МэВ}$ хорошо описывают экспериментальные данные при энергиях выше 500 кэВ и несколько хуже — при энергиях 300–500 кэВ. При этом в области малых энергий наблюдается изотопическая зависимость в V_0 , проявляющаяся в смещении V_0 от 52 МэВ для легких изотопов к 53,5 МэВ для тяжелых. Особенно хорошо это видно на рис. 2б. Такой эффект уже наблюдался в /2/ при описании радиусов потенциального рассеяния R' .

На рис. 2а представлены коэффициенты разложения дифференциальных сечений упругого рассеяния по полиномам Лежандра. Из приведенных данных видно, что сечения упругого рассеяния (B_0) практически не зависят от энергии в исследованной области энергий. Обращают внимание большие значения коэффициентов B_1 , отражающих интерференцию s- и p-волновых нейтронов, причем интерференция возрастает по мере увеличения массового числа изотопа.

Таким образом, можно сделать вывод, что в рамках используемой здесь модели можно удовлетворительно описать полные сечения взаимодействия, дифференциальные и интегральные сечения упругого

рассеяния, а также радиусы потенциального рассеяния нейтронов для четных изотопов теллура с $V_0 = 52$ МэВ.

Результаты работ /2, 4/ и настоящей свидетельствуют о том, что во взаимодействии нейтронов с изотопами теллура существенную роль играют двухфононные состояния.

Авторы выражают благодарность за помощь в эксперименте Ю.М. Бурмистрову и Т.Е. Григорьевой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурмистров Ю. М. и др. Краткие сообщения по физике ФИАН, № 7, 41 (1982).
2. Мусаелин Р. М., Скоркин В. М. Краткие сообщения по физике ФИАН, № 5, 36 (1987).
3. Stelson P. H., Grodzins L. Nucl. Data A, 1, № 1, 21 (1965).
4. Мусаелин Р. М., Овдиенко В. Д. и др. Краткие сообщения по физике ФИАН, № 4, 19 (1986).

Институт ядерных исследований АН СССР

Поступила в редакцию 16 февраля 1987 г.