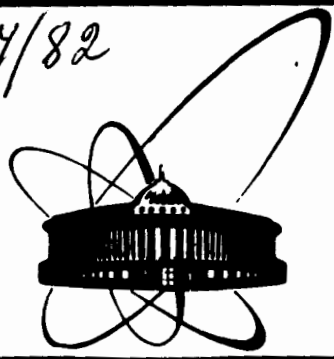


20/IX.82

4464/82



ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P3-82-436

В.Г.Николенко, А.Б.Попов, Г.С.Самосват

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ НЕЙТРОННЫЕ СЕЧЕНИЯ
РАССЕЯНИЯ И СРЕДНИЕ НЕЙТРОННЫЕ
ПАРАМЕТРЫ ИЗОТОПОВ ОЛОВА

Направлено на Международную конференцию
"Ядерные данные для науки и техники",
6-10 сентября 1982 г., Антверпен, Бельгия

1982

Еще в 1964 г. из дифференциального сечения рассеяния нейтронов $\sigma(\theta)$ предлагалось извлекать ^{1/} s- и p-средние нейтронные параметры. Настоящая работа является, по-видимому, первой попыткой получить S^0 , $S_{1/2}^1$, $S_{3/2}^1$, R_0^1 и R_1^1 из измерения $\sigma(\theta)$.

С помощью аппаратуры, кратко описанной в ^{2/}, на пролетной базе 250 м импульсного реактора ИБР-30 измерены интенсивности рассеянных образцами олова нейтронов при углах $45^\circ, 90^\circ$ и 135° . В качестве образцов использовалось металлическое олово с обогащением по основному изотопу 97-98%, вес образцов был от 120 до 250 г. Измерения проводились как в реакторном /разрешение $\sim 0,35$ мкс/м/, так и в бустерном /разрешение ~ 25 нс/м/ режимах. В результате обработки экспериментальных спектров с образцом и без образца, измеренных при трех указанных углах, определены параметры дифференциального сечения рассеяния, которое описывалось формулой

$$\sigma(\theta) = \frac{\sigma_s}{4\pi} [1 + \omega_1 P_1(\cos\theta) + \omega_2 P_2(\cos\theta)].$$

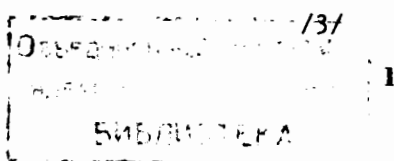
Параметры сечения σ_s , ω_1 и ω_2 были вычислены для i энергетических интервалов в области до 60 кэВ для реакторных данных и для 18 интервалов в области до 200 кэВ в случае бустерных измерений. Для абсолютизации σ_s использовались калибровочные измерения с образцом углерода.

Предполагая, что в исследованной энергетической области рассеяние на изотопах олова происходит только для s- и p-волновых нейтронов и усредняя по резонансам выражение для дифференциального сечения, приведенное в работе ^{3/}, можно получить для четно-четных мишеней следующие выражения для σ_s , ω_1 и ω_2 :

$$\sigma_s = 4\pi B_0, \quad \omega_1 = B_1/B_0, \quad \omega_2 = B_2/B_0, \quad /1/$$

$$B_0 = \frac{1}{k^2} \{ \sin^2 \delta_0 + 3 \sin^2 \delta_1 + \pi \sqrt{E} [\frac{1}{2} S^0 F_0 + \frac{1}{2} (S_{1/2}^1 F_{1/2} + 2 S_{3/2}^1 F_{3/2}) v - \sin^2 \delta_0 \cdot S^0 - \sin^2 \delta_1 (S_{1/2}^1 + 2 S_{3/2}^1) v] \}, \quad /2/$$

$$B_1 = \frac{1}{k^2} \{ 6 \sin \delta_0 \sin \delta_1 \cos(\delta_0 - \delta_1) - \pi \sqrt{E} [3 \sin \delta_1 \sin(2\delta_0 - \delta_1) S^0 + \sin \delta_0 \sin(2\delta_1 - \delta_0) (S_{1/2}^1 + 2 S_{3/2}^1) v] \} \quad /3/$$



$$B_2 = \frac{2}{k} \{ 3 \sin^2 \delta_1 + \pi \sqrt{E} v [\frac{1}{2} S_{3/2}^1 F_{3/2} - \sin^2 \delta_1 (S_{1/2}^1 + 2S_{3/2}^1)] \} / 4 /$$

При этом мы полагали, что

$$\delta_0 = -kR + \arctg(kR R_0^\infty), \quad /5/$$

$$\delta_1 = -kR + \arctg(kR) + \arctg \left[\frac{(kR)^3 R_1^\infty}{1 + (kR)^2 + R_1^\infty} \right]. \quad /6/$$

В формулах /1/ ÷ /6/ использованы общепринятые обозначения, кроме того,

$$v = \frac{(kR)^2}{1 + (kR)^2} \quad /7/$$

/мы принимали $R = 1,4 A^{1/3}$ в ферми/,

$$F_\mu = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^\infty \frac{x\sqrt{x}}{x + a_\mu} e^{-x/2} dx, \quad /8/$$

множитель, учитывающий при усреднении вклада резонансов распределение ширины, здесь

$$a_0 = \frac{S_y^0}{S^0 \sqrt{E}}, \quad a_{1/2} = \frac{S_y^1}{3S_{1/2}^1 v \sqrt{E}}, \quad a_{3/2} = \frac{2S_y^1}{3S_{3/2}^1 v \sqrt{E}}, \quad /9/$$

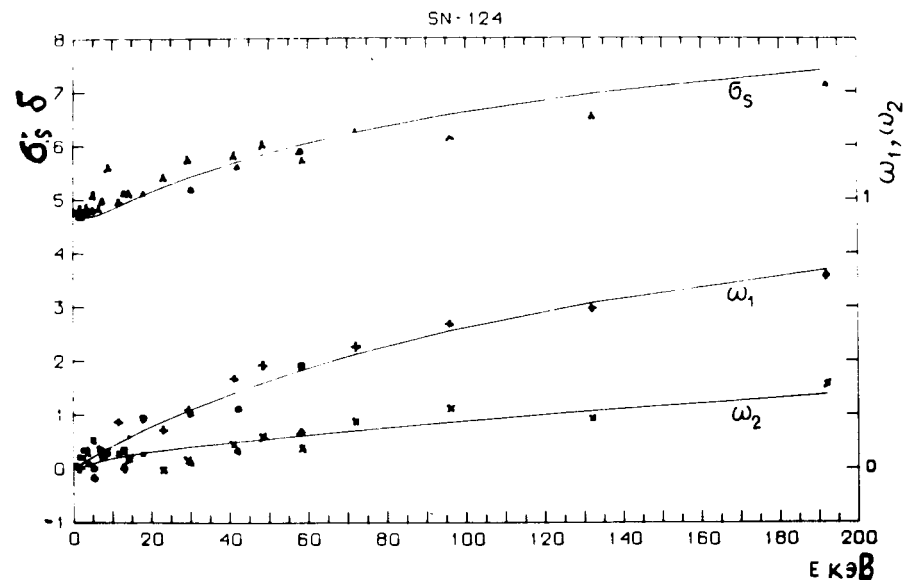
S^0 - s-нейтронная силовая функция, $S_{1/2}^1$ и $S_{3/2}^1$ - p-нейтронные силовые функции для резонансов со спинами 1/2 и 3/2, S_y^0 и S_y^1 - s- и p-радиационные силовые функции.

Формулы /1/ ÷ /9/ позволили провести анализ полученных нами экспериментальных значений $\sigma_s(E)$, $\omega_1(E)$ и $\omega_2(E)$ с целью определения параметров S^0 , $S_{1/2}^1$, $S_{3/2}^1$, R_0^∞ и R_1^∞ . При анализе использовалась программа метода наименьших квадратов FUMILI^{4/}. Значения ω_1 и ω_2 пересчитывались из лабораторной системы в систему центра масс. В таблице приведены полученные результаты. Приводимые там /в ферми/ значения $R_0^\infty = R(1 - R_0^\infty)$, а R_1^∞ определено следующим образом^{5/}: $R_1^\infty = R(1 - \frac{3R_1^\infty}{1 + R_1^\infty})$.

При расчетах значения S_y^0 и S_y^1 фиксировались и варьировались в пределах от $0,5 \cdot 10^{-4}$ до $10 \cdot 10^{-4}$. Такие вариации S_y^0 и S_y^1 не сказывались на значениях и ошибках искомых параметров. На рисунке в качестве примера показаны результаты для ^{124}Sn , точки -

Таблица

ИЗОТОП	$\chi^2/m-n$	S^0	$S_{1/2}^1$	$S_{3/2}^1$	R_0^∞/R_0'	R_1^∞/R_1'
^{116}Sn	1,8	$0,18 \pm 0,04$	$7,0 \pm 1,3$	$2,14 \pm 0,15$	$0,17 \pm 0,03$ $5,67 \pm 0,20$	$-0,16 \pm 0,02$ $10,8 \pm 0,6$
^{118}Sn	2,1	$0,16 \pm 0,05$	$5,7 \pm 1,7$	$1,96 \pm 0,22$	$0,20 \pm 0,04$ $5,50 \pm 0,27$	$-0,18 \pm 0,03$ $11,4 \pm 0,9$
^{120}Sn	1,6	$0,06 \pm 0,04$	$2,4 \pm 1,5$	$2,02 \pm 0,18$	$0,12 \pm 0,04$ $6,07 \pm 0,27$	$-0,14 \pm 0,02$ $10,4 \pm 0,4$
^{122}Sn	2,0	$0,17 \pm 0,05$	$4,9 \pm 1,5$	$2,07 \pm 0,21$	$0,20 \pm 0,04$ $5,55 \pm 0,21$	$-0,19 \pm 0,02$ $12,0 \pm 0,8$
^{124}Sn	1,7	$0,19 \pm 0,03$	$10,5 \pm 1,0$	$1,35 \pm 0,18$	$0,29 \pm 0,03$ $5,0 \pm 0,3$	$-0,23 \pm 0,02$ $13,4 \pm 0,9$



Точки - экспериментальные данные, ошибки в области выше 70 кэВ составляли: для ω_1 - 2-5%, для ω_2 - 6-15%, для σ_s - 5%. Сплошные линии - расчетные ω_1 , ω_2 , σ_s , соответствующие приведенным в таблице параметрам.

экспериментальные данные, сплошные линии - расчетные σ_s , ω_1 и ω_2 , соответствующие приведенным в таблице параметрам. Ошибки указанные в таблице, - статистические, даваемые программой FUMILI, исправленные на фактор $(\frac{\chi^2}{m-n})^{1/2}/n$ - число параметров, m - число точек/. Наши значения S^0 в пределах ошибок согласуются с данными из [6], значения R_0^∞ также не противоречат приведенным в [6] оценкам R_0' , полученным для низкоэнергетической области. Что касается $S_{1/2}^1$, $S_{3/2}^1$ и R_1^∞ , то эти параметры получены впервые.

Заметим, что проводившиеся варианты расчетов с фиксированными значениями R_0^∞ в интервале $0,08 \div 0,16$ обнаружили скоррелированные изменения S^0 и $S_{1/2}^1$, выходящие за пределы ошибок, без существенного ухудшения χ^2 . Значения $S_{3/2}^1$ и R_1^∞ при этом оставались устойчивыми.

Авторы признательны Зо Ин Ок за помощь в оформлении рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов Ю.П., Фенин Ю.И. Материалы рабочего совещания по взаимодействию нейтронов с ядрами. ОИЯИ, 1845, Дубна, 1964, с.89.
2. Николенко В.Г., Самосват Г.С. ЯФ, 1976, 23, с.1159.
3. Blatt J.M., Biedenharn L.C. Rev.Mod.Phys., 1952, 24, p.258.
4. Силин И.Н. В кн.: Статистические методы в экспериментальной физике, М., Атомиздат, 1976, с.319.
5. Александров Ю.А. и др. Материалы 5-й Всесоюзной конференции по нейтронной физике, Киев, 15-19 сентября 1980 г. ЦНИИАтоминформ, М., 1980, ч.2, с.163.
6. Mughabghab S.F., Devadeenam M., Holden N.E. Neutron Cross Section, Academic Press, 1981, vol. 1, part A.

Рукопись поступила в издательский отдел
10 июня 1982 года.

Николенко В.Г., Попов А.Б., Самосват Г.С. P3-82-436
Дифференциальные нейтронные сечения рассеяния
и средние нейтронные параметры изотопов олова

На импульсном реакторе ИБР-30 измерены угловые распределения упруго рассеянных нейтронов на изотопах олова в интервале 1-200 кэВ. Дифференциальное сечение рассеяния описывалось формулой

$$\sigma(\Theta) = \frac{\sigma_s}{4\pi} [1 + \omega_1 P_1(\cos\Theta) + \omega_2 P_2(\cos\Theta)].$$

Полученные параметры сечения $\sigma_s(E)$, $\omega_1(E)$, $\omega_2(E)$ использованы для определения S^0 , $S_{1/2}^1$, $S_{3/2}^1$, R_0^∞ и R_1^∞ - силовых функций и радиусов четно-четных изотопов олова.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Nikolenko V.G., Popov A.B., Samosvat G.S. P3-82-436
Differential Neutron Scattering Cross Sections
and Average Neutron Parameters of Tin Isotopes

The differential cross sections of elastically scattered neutrons were measured for tin isotopes at the IBR-30 pulse reactor within the 1-200 keV energy region. The s- and p-strength functions and radii S^0 , $S_{1/2}^1$, $S_{3/2}^1$, R_0^∞ and R_1^∞ of even-even tin isotopes are obtained.

The investigation has been performed at the Laboratory of Neutron Physics, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.