

## НАРУШЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЧЕТНОСТИ В НЕЙТРОННОМ РЕЗОНАНСЕ 0,75 ЭВ ЛАНТАНА-139

В.П.Алфименков, С.Б.Борзаков, Во Ван Тхуан,  
Ю.Д.Мареев, Л.Б.Пикельнер, А.С.Хрыкин, Э.И.Шарапов

В эксперименте по пропусканию поляризованных резонансных нейтронов обнаружено нарушение пространственной четности в нейтронном резонансе 0,75 эВ лантана-139. Эффект изменения сечения при перемене знака спиральности нейтронов составил  $\mathcal{P}(E_p) = (\sigma^- - \sigma^+) / (\sigma^+ + \sigma^-) = (7,3 \pm 0,5) \cdot 10^{-2}$ .

Недавнее экспериментальное исследование [1] несохранения пространственной четности в нейтронном резонансе 1,33 эВ олова-117 подтвердило теоретические предсказания работ [2, 3] о существенном усилении эффекта вблизи компаунд-состояний ядер. Целесообразно использовать открывшиеся новые экспериментальные возможности для изучения этого явления в различных ядрах с тем, чтобы выяснить специфику резонансного вклада в несохраняющую четность амплитуду реакции под действием нейтронов. Ниже мы сообщаем результаты измерений различия резонансной части сечений ядра лантан-139 для нейтронов, поляризованных по и против направления их импульса.

Измерения выполнены на импульсном реакторе ИБР-30 в условиях, аналогичных описанным в [1]. Измерялось пропускание продольно-поляризованных нейтронов образцом естественного лантана толщиной 4,7 см ( $n = 1,25 \cdot 10^{23}$  ядер/см<sup>2</sup>). Пучок нейтронов с поперечным сечением  $5 \times 6$  см<sup>2</sup> поляризовался методом пропускания через динамически поляризованную протонную мишень. Величина поляризации  $f_n$  составляла 0,55, реверс осуществлялся через 40 сек. Нейтронные спектры по времени пролета регистрировались детектором, находившимся на расстоянии 58 м от активной зоны реактора, и измерительной системой на базе малой ЭВМ. Полезное время набора статистики составило 7 суток.

На рис. 1 показан участок спектра с резонансом 0,75 эВ, полученный за 40 часов для одного из направлений поляризации пучка. Пунктиром указан спектр в отсутствие резонанса, полученный на основании измерения без лантана с учетом известной энергетической зависимости полного сечения резонанса. Удлиненное левое крыло обусловлено примесным резонансом <sup>149</sup>Sm с энергией 0,87 эВ. На рис. 2 показан экспериментальный эффект нарушения четности

$$\epsilon = \frac{N^+ - N^-}{f_n (N^+ + N^-)},$$

где  $N^+$  и  $N^-$  — число отсчетов по участку спектра при положительной и отрицательной спиральности нейтронов. Величина эффекта в максимуме достигает 2% и имеет ярко выраженный резонансный характер. Были измерены параметры  $p$ -волнового резонанса лантана:  $E_p = 0,75 \pm \pm 0,01$  эВ,  $g \Gamma_p^n = (3,6 \pm 0,3) \cdot 10^{-8}$  эВ,  $\Gamma_p = 0,045 \pm 0,005$  эВ, оказавшиеся в хорошем согласии с данными работы [4]. Энергетическая ширина функции разрешения нейтронного спектрометра в нашем случае составляла  $R = 25$  мэВ, а доплеровская ширина уровня  $\Delta = 23$  мэВ. Очевидно, что такие параметры должны привести к некоторому уширению экспериментальной резонансной кривой рис. 2 в сравнении с ее формой без учета влияния  $R$  и  $\Delta$ . Поэтому в данном случае целесообразно использовать эффект относительного изменения площади  $A$  над резонансным провалом при изменении знака поляризации

$$\epsilon_A = \frac{A^+ - A^-}{f_n (A^+ + A^-)} \quad (1)$$

Используя выражение работы [2] для резонансной части  $p$ -волнового сечения  $\sigma_p$

$$\sigma_p^\pm = \sigma_p(E) [1 \pm \mathcal{P}] \quad (2)$$

в случае тонкого образца получим

$$\epsilon_A = \mathcal{P} \quad (3)$$

Пересчет  $\epsilon$  к  $\epsilon_A$  дал значение  $\mathcal{P} = (7,3 \pm 0,5) \cdot 10^{-2}$ . Отсутствие заметного эффекта вне резонанса 0,75 эВ позволяет считать, что наблюдаемый эффект несохранения четности содержится лишь в резонансной части сечения.

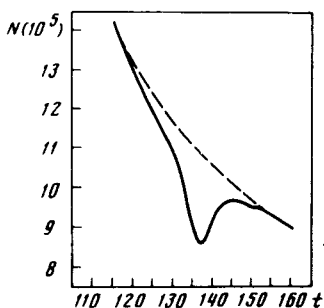


Рис. 1

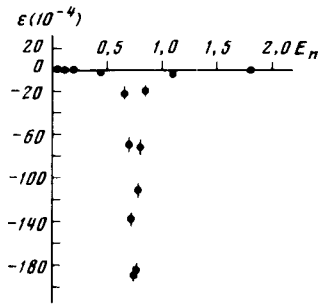


Рис. 2

Рис. 1. Аппаратурный спектр нейтронов после рождения лантановой мишени толщиной 4,7 см, полученный методом времени пролета

Рис. 2. Зависимость эффекта нарушения пространственной четности от энергии нейтронов в эВ в области  $p$ -волнового резонанса лантана 0,75 эВ. Для точек, у которых не указана ошибка, последняя не превосходит размера точки

Результат данной работы интересно сопоставить с эффектом несохранения четности в полном сечении лантана для тепловой области энергий  $\mathcal{P}(E) = (5,6 \pm 0,8) \cdot 10^{-6}$ , полученным в [ 5]. Если эффект в тепловой области связан в основном с радиационным захватом, то для сравнения можно воспользоваться формулой

$$\frac{\mathcal{P}(E)}{\mathcal{P}} \approx \frac{\sigma_p(E_p)}{\sigma_t(E)} \left( \frac{\Gamma_p}{2E_p} \right)^2 \quad (4)$$

(см. например [ 1]), в которой  $\sigma_t(E)$  — полное сечение в тепловой области и  $\sigma_p(E_p)$  — резонансная часть сечения в максимуме  $p$ -резонанса. Экспериментальное значение  $\mathcal{P}(E)/\mathcal{P}$  согласуется с рассчитанным по формуле (4) с точностью до фактора  $1,5 - 2^1$ , что следует считать весьма удовлетворительным, учитывая, что  $\mathcal{P}(E)$  и  $\mathcal{P}$  отличаются на четыре порядка.

Согласно теоретическим представлениям несохраняющее четность слабое нуклон-нуклонное взаимодействие ведет к появлению в  $p$ -уровне примеси компаунд-состояния противоположной четности. Коэффициент смешивания  $a$  был рассчитан по формуле  $\mathcal{P} = 2a(\Gamma_s^n/\Gamma_p^n)^{1/2}$  с нейтронной шириной  $\Gamma_s^n = 0,1$  эВ для ближайшего сильного  $s$ -волнового резонанса при  $E_s = -37$  эВ [ 4]. Матричный элемент нарушающего четность взаимодействия был оценен на основании соотношения  $\langle s | H_W | p \rangle = a | E_s |$  [ 2]. Результаты для изученных нами лантана и олова [ 1] даны в таблице

Компаунд-ядро	$ E_s $ , эВ	$a$	$\langle s   H_W   p \rangle$ , эВ
олово-118	10	$4 \cdot 10^{-5}$	$0,4 \cdot 10^{-3}$
лантан-140	37	$3 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$

Следует отметить, что ввиду неопределенностей параметров отрицательных резонансов и ряда использованных допущений величины  $a$  и  $\langle s | H_W | p \rangle$  являются лишь оценками. В этом смысле результаты свидетельствуют о примерно одинаковой силе слабого нуклон-нуклонного взаимодействия в компаунд-состояниях ядер олово-118 и лантан-140. Очень большая величина экспери-

<sup>1)</sup> Уточненные данные ленинградской группы (Phys. Lett., 1981, 107В, №4, с. 322):  $\mathcal{P}(E) = (9 \pm 1,4) \cdot 10^{-6}$ ;  $\mathcal{P}_\gamma(E) = (16,1 \pm 2,0) \cdot 10^{-6}$ ,  $\sigma_t(E) = 19,6$  бн,  $\sigma_\gamma(E) = 9,4$  бн — улучшают это согласие.

ментального эффекта  $\epsilon$  для лантана объясняется в основном аномально большим значением приведенной нейтронной ширины  $s$ -уровня.

Авторы благодарны И.М.Франку, И.С.Шапиро, и В.И.Лущикову за внимание к работе, М.Б.Бунину, С.И.Неговелову, Б.А.Родионову и Д.Рубину — за помощь в измерениях.

#### Литература

1. Алфименков В.П., Борзаков С.Б., Во Ван Тхуан, Мареев Ю.Д., Пикельнер Л.Б., Рубин Д., Хрыкин А.С., Шаповалов Э.И. Письма в ЖЭТФ, 1981, 34, 5, 308.
2. Сушков О.П., Фламбаум В.В. Письма в ЖЭТФ, 1980, 32, 377; препринт ИЯФ СО АН СССР №81-37, Новосибирск, 1981.
3. Бунаков В.Е., Гудков В.П. ЛИЯФ, №661, Ленинград, 1981.
4. Shwe H., Cote R.E., Prestwich W.V. Phys. Rev., 1967, 159, 1050.
5. Kolomensky E.A., Lobashev V.M., Pirozhkov A.N., Smotrisky L.M., Titov N.A., Vesna V.A. Nucl. Phys. Institute Preprint No.662. Leningrad, 1981

Объединенный

институт ядерных исследований

Поступила в редакцию

26 ноября 1981 г.

---