

ПРАВО-ЛЕВАЯ АСИММЕТРИЯ ВЫЛЕТА γ -КВАНТОВ В НЕЙТРОННОМ РЕЗОНАНСЕ ^{117}Sn , НЕ СОХРАНЯЮЩЕМ P -ЧЕТНОСТЬ

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

В нейтронном p -резонансе 1,33 эВ ^{117}Sn впервые наблюдается право-левая асимметрия вылета γ -квантов ($E_\gamma = 9,32$ МэВ) радиационного захвата поляризованных нейтронов. Определено значение $\Gamma_{p1/2}^n / \Gamma_p^n = 0,27 \pm 0,03$ относительной величины парциальной нейтронной ширины по каналу с полным спином нейтрона $j = 1/2$.

Наблюдаемые P -нечетные эффекты во взаимодействии медленных нейтронов со сложными ядрами в настоящее время объясняются ¹ смешиванием уровней разной четности за счет слабого взаимодействия нуклонов. В нейтронных сечениях таким ядерным уровням соответствуют s - и p -резонансы. Величины эффектов связаны с матричными элементами слабого взаимодействия, взятыми между смешивающимися уровнями, и с параметрами соответствующих резонансов, в том числе с амплитудой парциальной нейтронной ширины $\sqrt{\Gamma_{p1/2}^n}$. Эта амплитуда соответствует возбуждению p -резонанса нейтронами с полным моментом $j = l + s_n = 1/2$, при этом полная ширина есть $\Gamma_p^n = \Gamma_{p1/2}^n + \Gamma_{p3/2}^n$. Информацию о парциальных нейтронных ширинах можно получать, изучая угловые распределения реакций под действием нейтронов. Для слабых p -резонансов, однако, такая информация полностью отсутствует.

В данной работе реализован новый метод определения парциальных нейтронных ширин p -резонансов из исследования право-левой асимметрии вылета γ -квантов радиационного захвата нейтронов, поляризованных перпендикулярно плоскости реакции. Такая асимметрия обусловлена интерференцией резонансов разной четности, ведущей к появлению в дифференциальном сечении (n, γ) -реакции ряда дополнительных членов ²:

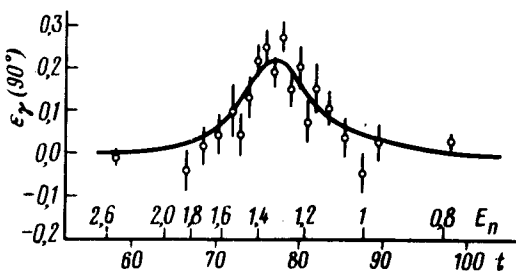
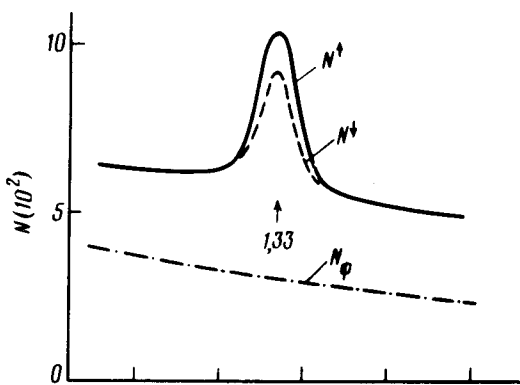
$$\sigma(\theta, \varphi) = a_0 + a_1(k_n k_\gamma) + a_2 s [k_n \times k_\gamma] + a_3 [(k_n k_\gamma) - \frac{1}{3}] \quad (1)$$

Здесь s , k_n и k_γ — единичные векторы в направлениях спина нейтрона, его импульса и импульса γ -кванта соответственно. Коэффициенты $a_0 - a_3$ — известные функции параметров резонансов и энергии нейтронов. Если проводить эксперимент в геометрии $s \perp [k_n, k_\gamma]$ и $k_n \perp k_\gamma$, то второй член в (1) зануляется, тогда как третий меняет знак при реверсе спина. В этом случае, следуя ², для эффекта $\epsilon_\gamma = (\sigma^\uparrow - \sigma^\downarrow) / (\sigma^\uparrow + \sigma^\downarrow)$ можно получить выражение

$$\epsilon_\gamma(90^\circ) = \frac{\frac{1}{2} \Gamma_a \left(\Gamma_p + \frac{E - E_p}{|E_s|} \Gamma_s \right) \left(x + \frac{1}{2\sqrt{2}} y \right)}{(E - E_p)^2 + \frac{1}{4} \left[\Gamma_p^2 + \Gamma_a^2 \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}} xy + \frac{1}{4} y^2 \right) \right]} \quad (2)$$

Здесь E — энергия нейтронов, $\Gamma_a = 2|E_s| \sqrt{(\Gamma_p^n / \Gamma_s^n)(\Gamma_p^{\gamma i} / \Gamma_s^{\gamma i})}$, индексы s и p соответствуют нейтронным резонансам в s - и p -волне. Определению подлежат величины $x = \sqrt{\Gamma_{p\ 1/2}^n / \Gamma_p^n}$ и $y = \sqrt{\Gamma_{p\ 3/2}^n / \Gamma_p^n}$ ($x^2 + y^2 = 1$).

В нашем эксперименте исследовался резонанс в ^{117}Sn с энергией 1,33 эВ, с которым связано несколько наблюдаемых P -нечетных эффектов. Измерения проводились методом времени пролета на импульсном реакторе ИБР-30 ЛНФ ОИЯИ. Поляризация пучка и ее реверс осуществлялись так же, как описано в работе ³. До оловянной мишени весом 240 г (92% ^{117}Sn) пучок доводился с вертикальной поляризацией, перпендикулярной импульсу нейтронов. γ -детектором являлся кристалл NaI (Тl), располагавшийся в горизонтальной плоскости перпендикулярно к направлению пучка нейтронов. Кристалл имел диаметр 200 мм и толщину 200 мм. Телесный угол на детектор составлял $3,5 \cdot 10^{-2}$ от 4π ср. Порог регистрации импульсов устанавливался на уровне 8,5 МэВ для детектирования линии с энергией $E_\gamma = 9,32$ МэВ, соответствующей самой жесткой линии в γ -спектре. Для снижения фона детектор защищался свинцом, парафином и карбидом бора. Измерения фона проводились с эквивалентным рассеивателем, расположенным на месте рабочего образца.



В нейтронном p -резонансе 1,33 эВ ^{117}Sn впервые наблюдается право-левая асимметрия вылета γ -квантов ($E_\gamma = 9,32$ МэВ) радиационного захвата поляризованных нейтронов. Определено значение $\Gamma_{p\ 1/2}^n / \Gamma_p^n = 0,27 \pm 0,03$ относительной величины парциальной нейтронной ширины по каналу с полным спином нейтрона $j = 1/2$

Результаты измерений приведены на рисунке в виде зависимостей от времени пролета величины N^+ , N^- и $\epsilon_\gamma(90^\circ) = (N^+ - N^-) / (N^+ + N^-) f_n$. Здесь f_n — поляризация пучка, N^+ и N^- — отсчеты детектора после вычитания фона при поляризации пучка, направленной вверх и вниз соответственно. Решение уравнения (2) с экспериментальным значением ϵ_γ проводилось на ЭВМ методом наименьших квадратов. Были использованы известные параметры резонансов: $\Gamma_s = 0,1$ эВ, $\Gamma_p = 0,23$ эВ ³, $\Gamma_p^n = 2,5 \cdot 10^{-7}$ эВ ³, $\Gamma_p^{\gamma i} / \Gamma_p^{\gamma i} = 0,5$ ⁴, $|E_s| = 29$ эВ и значение приведенной нейтронной ширины $\Gamma_s^0 = 3,5 \cdot 10^{-3}$ эВ, уточненное на основании измерений сечения захвата тепловых нейтронов изотопом ^{117}Sn ⁴.

Получены следующие четыре набора пар x и y :

№	x	y
I (II)	$+(-) 0,52 \pm 0,03$	$- (+) 0,85 \pm 0,02$
III (IV)	$+(-) 0,090 \pm 0,024$	$- (+) 0,996 \pm 0,015$

Наборы с малыми значениями x , по-видимому, не соответствуют действительности, так как приводят к противоречию в матричных элементах слабого взаимодействия, получающихся с их использованием из различных экспериментально наблюдаемых P -нечетных эффектов. Сделать выбор между наборами I и II на основании имеющихся данных нельзя. Этим выборам отвечает одна и та же относительная величина парциальной нейтронной ширины резонанса $1,33 \text{ эВ } \Gamma_{p 1/2}^n / \Gamma_p^n = 0,27 \pm 0,03$.

Полученная информация о величине $\Gamma_{p 1/2}^n$ вместе с данными о парциальных γ -ширинах⁴ позволяет провести совместный анализ результатов экспериментов⁵⁻⁸ по несохранению четности в ядре ^{117}Sn .

Авторы благодарны за полезные обсуждения Г.С.Самосвату, О.П.Сушкову, В.В.Фламбауму и И.С.Шапиро.

Литература

1. Сушков О.П., Фламбаум В.В. УФН, 1982, 136, 3.
2. Сушков О.П., Фламбаум В.В. ИЯФ СО АН СССР 83-87, Новосибирск, 1983.
3. Алфименков В.П., Борзаков С.Б., Во Ван Тхуан, Мареев Ю.Д., Пикельнер Л.Б., Рубин Д., Хрыкин А.С., Шаронов Э.И. Письма в ЖЭТФ, 1981, 34, 308; Nucl. Phys., A398, 93.
4. Алфименков В.П. и др. ОИЯИ, Р3-83-634, Дубна, 1983.
5. Данилян Г.В., Новицкий В.В., Павлов В.С., Боровлев С.П., Воденников Б.Д., Дроздов В.П. Письма в ЖЭТФ, 1976, 24, 380.
6. Bencoula H. et al. Phys. Lett., 1977, 71 B, 287.
7. Forte M. et al. Phys. Rev. Lett., 1980, 45, 2088.
8. Kolomensky E.A. et al. Phys. Lett., 1981, 107 B, 272.