

НАБЛЮДЕНИЕ НЕСОХРАНЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЧЕТНОСТИ И ЛЕВО-ПРАВОЙ АСИММЕТРИИ В РЕАКЦИИ $^{35}\text{Cl}(n, p)$ ^{35}S

*A. Антонов¹⁾, B. A. Весна, Ю. М. Гледенов¹⁾,
B. M. Лобашев²⁾, И. С. Окунев, Ю. П. Попов¹⁾,
X. Риголь¹⁾, Л. М. Смотрицкий*

Впервые измерены P -нечетная и лево-правая асимметрии испускания компаунд-ядром протонов в реакции $^{35}\text{Cl}(n, p)$ ^{35}S с коэффициентами $a_p = -(1,51 \pm 0,34) \cdot 10^{-4}$ и $a_p^{\text{ЛП}} = -(2,40 \pm 0,43) \cdot 10^{-4}$. Получено ограничение на величину зависимости полного сечения от спиральности нейтронов $|\alpha_n| < 2 \cdot 10^{-6}$ (90% -ный уровень достоверности).

Обнаружение несохранения пространственной четности (НПЧ) в реакции $^{35}\text{Cl}(n, \gamma)^{36}\text{Cl}$ в интегральном спектре γ -квантов¹ и указание на наличие эффекта для выделенного γ -перехода² свидетельствовало о сравнительно большой величине смешивания состояний компаунд-ядра разной четности, образующегося при захвате нейтрона. Это обстоятельство позволяло рассчитывать на возможность наблюдения эффекта НПЧ в канале реакции с вылетом протона. Поскольку всестороннее исследование эффектов НПЧ в каждом отдельном случае дает важную информацию о механизмах усиления эффектов НПЧ и о свойствах высоковозбужденных состояний ядер, нами предпринято изучение реакции $^{35}\text{Cl}(n, p)$ ^{35}S , включая как P -четную, так и P -нечетную асимметрию вылета протонов относительно направления поляризации нейтрона.

Работа была выполнена на пучке поляризованных нейтронов с длиной волны $\lambda_{\text{cp}} = 2,7\text{\AA}$ реактора ВВР-М ЛИЯФ им. Б. П. Константина АН СССР. Основные параметры установки и процедура измерений описаны в³. В настоящей работе использовался счетный метод регистрации вторичного излучения. Протоны из реакции $^{35}\text{Cl}(n, p)$ ^{35}S (рис. 1) с энергией $E_p = 0,6 \text{ МэВ}$ регистрировались сдвоенной пропорциональной камерой с сеткой, позволяющей создать нечувствительный газовый промежуток (рис. 2) для коллимации протонов. Размеры каждой из двух односторонних мишений, работающих на свою камеру и полностью перекрывающих выходное отверстие коллиматора нейтронов $60 \times 8 \text{ мм}^2$, составляли $60 \times 1100 \text{ мм}^2$. Мишени напылялись солью BaCl_2 . С помощью адиабатического высокочастотного флиппера направление спина нейтронов каждые 2,8 с менялось на противоположное.

Было проведено три эксперимента. В первом искалась P -нечетная асимметрия вылета протонов вида $W(\theta) \sim 1 + a_p \vec{\sigma}_n \mathbf{k}_p$, во втором $W(\theta) \sim 1 + a_p^{\text{ЛП}} \vec{\sigma}_n [\mathbf{k}_n, \mathbf{k}_p]$ (лево-правая асимметрия), в третьем $W(\theta) \sim 1 + \alpha_p, n \vec{\sigma}_n \mathbf{k}_n$ – зависимость величины сечения от спиральности нейтронов в канале (n, p) -реакции и та же зависимость в полном сечении реакции, аналогично³. Здесь $\vec{\sigma}_n, \mathbf{k}_p, \mathbf{k}_n, \mathbf{k}_\gamma$ – единичные вектора по спину нейтрона, импульсам протона, нейтрона и γ -кванта, соответственно.

Для устранения ложных эффектов каждые 12 часов проводился реверс ведущего магнитного поля на камере, что меняло знак эффекта, но не изменяло знак электромагнитных наводок. Подобная методика позволила обойтись без постановки на пучок деполяризатора и сократила время эксперимента.

Измерялась величина $\delta = (I^+ - I^-)/(I^+ + I^-)$, где I^\pm – интенсивность регистрируемых протонов либо нейтронов при противоположных направлениях спина нейтрона.

Был проведен также ряд контрольных экспериментов, которые показали, что аппаратура позволяет надежно измерять эффекты на уровне $10^{-4} - 10^{-6}$.

¹⁾ ОИЯИ, г. Дубна.

²⁾ ИЯИ АН СССР.

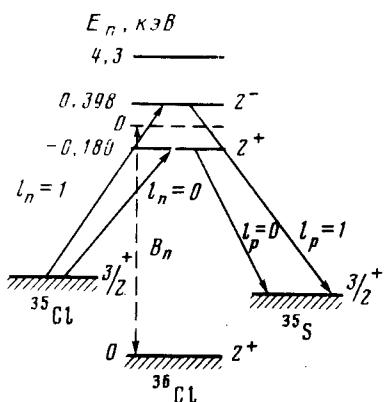


Рис. 1

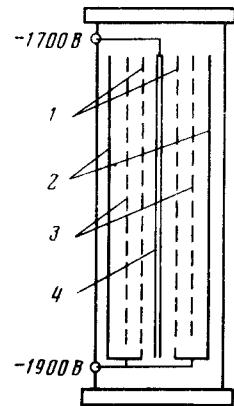
Рис. 1. Схема уровней реакции
 $^{35}\text{Cl}(n, p)^{35}\text{S}$ 

Рис. 2

В результате проведенных измерений была впервые зарегистрирована P -нечетная асимметрия вылета протонов a_p и лево-правая асимметрия $a_p^{\text{пп}}$.

В таблице представлены результаты эксперимента.

Данные таблицы поправлены на поляризацию пучка $P = 0,95$

	$a_p \cdot 10^4$	$a_p^{\text{пп}} \cdot 10^4$	$\alpha_{p, n} \cdot 10^4$
(n, p)-реакция	$-1,51 \pm 0,34$	$-2,40 \pm 0,43$	$-0,31 \pm 0,36$
(n, γ)-реакция и интеграл по спектру	$(0,28 \pm 0,05)$	-	$< 0,02$

и на фон, a_p и $a_p^{\text{пп}}$, кроме того, поправлены на средний косинус угла вылета протонов относительно спина нейтрона $\cos\theta = 0,8$.

Полученные данные о четной и нечетной асимметриях позволяют вычислить матричный элемент слабого взаимодействия. Упрощая выражения в ⁴ для тепловых энергий и предполагая $\Gamma_{p1/2}^n = \Gamma_{p1/2}^p$, $\Gamma_{p1/2}^p = \Gamma_{p1/2}^p$, получим:

$$a_p^{\text{пп}} = S \sqrt{\frac{\Gamma_{p1/2}^n \Gamma_{p1/2}^p}{\Gamma_s^n \Gamma_s^p}} \left(\frac{E_p \Gamma_s - E_s \Gamma_p}{E_p^2} \cos \Delta\varphi + \frac{2E_s}{E_p} \sin \Delta\varphi \right), \quad (1)$$

$$a_p = \frac{2VS}{E_p} \sqrt{\frac{\Gamma_{p1/2}^p}{\Gamma_s^p}} \left(\cos \Delta\varphi + \frac{\Gamma_p}{2E_p} \sin \Delta\varphi \right) \quad (2)$$

здесь V – матричный элемент слабого взаимодействия, $\Delta\varphi$ – разность фаз для s - и p -нейтронных резонансов, S – спиновый фактор порядка единицы остальные обозначения – параметры s - и p -резонансов.

В случае $^{35}\text{Cl}(n, p)$ за счет фаз кулоновского взаимодействия $\Delta\varphi = 72,7^\circ$. При расчете использовались параметры нейтронных резонансов $E_p = 398$ эВ и $E_s = -180$ эВ из ⁶, протонные ширины из ⁷. На возможность использования двухуровневого приближения указывает тот факт, что сечение в тепловой точке с точностью 20% определяется резонансом $E_s = -180$ эВ ⁷. Известны только суммарные протонные и нейтронные ширины p -резонанса по каналам $1/2$ и $3/2$. Поэтому расчет дает только верхнюю оценку для P -нечетной и лево-правой асимметрии из-за завышенных значений $\Gamma_{p1/2}^p$, $\Gamma_{p1/2}^n$, a_p (расчет) = $-0,72 \cdot 10^{-2} V$ (эВ), $a_p^{\text{пп}}$ (расчет) = $11 \cdot 10^{-4}$.

Используя выражение (2) и экспериментальную величину a_p , можно найти нижнюю оценку матричного элемента слабого взаимодействия.

Наши измерения дают $|V| > 3 \cdot 10^{-2}$ эВ (90%-ный уровень достоверности), что из-за неопределенности 2÷3 за счет соотношения ширин и спинового фактора не противоречит оценке $^8 |V| = 11,5 \cdot 10^{-2}$ ($\pm 50\%$) эВ и $|V| \sim (9 \div 12) \cdot 10^{-2}$ эВ из данных ¹, принимая коэффициент подавления P -нечетной интегральной асимметрии согласно ^{4, 5} $\sim 3 \div 4$. Расчет величины эффекта в полном сечении дает $\sim 10^{-7}$, что не противоречит экспериментальной оценке, полученной в данной работе. Общее согласие полученных значений различных корреляций удовлетворительно описывается в рамках модели ^{4, 5}.

Авторы выражают благодарность Т.С.Зваровой за изготовление мишеней, Е.В.Шульгиной за программное обеспечение эксперимента, Н.И.Линькову за подготовку аппаратуры, В.Е.Бунакову, В.П.Гудкову, В.А.Назаренко, Н.А.Титову, В.И.Фурману, В.В.Фламбауму за плодотворные дискуссии.

Литература

1. Весна В.А. и др. Письма в ЖЭТФ, 1982, 36, 169.
2. Benkoula H. et al. In Neutr. Capt. γ -ray Spectrosc. Ed. R. Chrien, W.Kane. Plenum Press N.Y. 1979, 371.
3. Kolomensky E.A. et al. Phys. Lett., 1981, 107B, 272.
4. Bunakov V.E., Gudkov V.P. Nucl. Phys., 1983, A401, 93.
5. Сушкин О.П., Фламбаум В.В. Препринт ИЯФ 83-87, Новосибирск, 1983.
6. Mughabghab S.F. et. al. Neutr. Cross Sect VI, Plenum Press N.Y. 1981.
7. Попов Ю.П., Шапиро Ф.Л. ЖЭТФ, 1961, 40, 1610.
8. Бунаков В.Е и др. Препринт ОИЯИ РЧ-83-379, Дубна, 1983.

Объединенный
институт ядерных исследований

Институт ядерной физики
им. Б.П.Константинова
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
17 июля 1984г.