

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕСОХРАНЕНИЯ P -ЧЕТНОСТИ В РЕАКЦИИ ${}^6\text{Li}(n, \alpha){}^3\text{H}$ С ПОЛЯРИЗОВАННЫМИ НЕЙТРОНАМИ

*В.А.Весна, И.С.Окунев, Б.Г.Песков,
Е.В.Шульгина, А.Д.Антонов, Ю.Анджеевски,
Ю.М.Гледенов, М.П.Митриков, Ю.П.Попов*

На пучке холодных поляризованных нейтронов реактора ВВР-М ЛИЯФ АН СССР проведены измерения P -нечетной асимметрии в реакции ${}^6\text{Li}(n, \alpha){}^3\text{H}$. Полученное значение коэффициента P -нечетной асимметрии $\alpha_{PN}^{exp} = -(6,4 \pm 5,5) \cdot 10^{-8}$ существенно меньше теоретической оценки, учитывающей хорошо выделенную кластерную структуру ядер ${}^6\text{Li}$ и ${}^7\text{Li}$.

Проведены измерения P -нечетной асимметрии типа $W \sim 1 + \alpha_{PN}(\sigma_n \mathbf{k}_t)$ в геометрии $\vec{\sigma}_n \uparrow \uparrow \uparrow \mathbf{k}_n \uparrow \uparrow \mathbf{k}_t$, где $\vec{\sigma}_n$ – спин нейтрона, $\mathbf{k}_t, \mathbf{k}_n$ – единичные векторы направлений вылета тритона и падающего нейтрона. Экспериментальное значение коэффициента P -нечетной асимметрии с учетом нулевого эксперимента:

$$\alpha_{PN}^{exp} = -(6,44 \pm 5,50) \cdot 10^{-8}.$$

В последние годы уделяется большое внимание экспериментам и теоретическим расчетам¹⁻⁴ посвященным исследованию эффектов несохранения четности в малонуклонных системах типа $nd \rightarrow rn, pp \rightarrow pp', np \rightarrow d\gamma, {}^{18}\text{F}^* + \gamma$ и т.п. Цель подобных работ – выделение вкладов заряженного и нейтрального слабого тока и оценка констант слабого взаимодействия $f_\pi, h_{\rho, \omega}^{\Delta T}$. Исследования P -нечетной асимметрии в реакциях захвата тепловых поляризованных нейтронов ${}^6\text{Li}(n, \alpha){}^3\text{H}$, ${}^{10}\text{B}(n, \alpha){}^7\text{Li}$, имеющих большое сечение захвата, могут обеспечить большую точность в измерении P -нечетных эффектов. С созданием высокопоточного пучка⁵ холодных поляризованных нейтронов на реакторе ВВР-М ЛИЯФ АН СССР им. Б.П.Константинова стало возможным более чем на порядок улучшить точность предыдущих измерений P -нечетных эффек-

Измерения проводились на пучке поляризованных нейтронов с интегральным потоком $\sim 2 \cdot 10^{10}$ н/с, поляризацией $P = 80\%$, средней длиной волны $\lambda = 4 \text{ \AA}$. Использовалась многосекционная пропорциональная камера с проволочными электродами в ионизационном токовом режиме (рисунок). По направлению распространения пучка нейтронов последовательно располагались 24 двойных камеры. Одна половина двойной камеры регистрировала тритоны, вылетающие по импульсу нейтрона, другая – против импульса. Все половинки двойных камер по импульсу (либо против импульса) нейтрона были соединены электрически для работы на один предусилитель. Мишени представляли собой слой ${}^6\text{LiF}$, напыленный на алюминиевую фольгу толщиной $d = 20 \text{ мкм}$. Для каждой двойной камеры использовались две мишени, сложенные подложками друг к другу, так что на каждую камеру работала своя мишень, поскольку 40 мкм алюминия полностью поглощали вылетающие тритоны. Толщина мишеней для первой половины камер (ближней ко входу пучка в камеру) $d = 400 \text{ мкг/см}^2$, для второй половины $d = 600 \text{ мкг/см}^2$. Для поглощения α -частиц и создания необходимого телесного угла вылета тритонов на каждую мишень наклеивалась алюминиевая фольга толщиной $d = 10 \text{ мкм}$. Средний косинус $\cos(\vec{\sigma}_n \mathbf{k}_t) = 0.8$. Степень поглощения пучка в камере $\sim 90\%$. За счет выбора геометрии фактор подавления лево- правой асимметрии ($\vec{\sigma}_n [\mathbf{k}_t \times \mathbf{k}_n]$) был не хуже 10^{-4} , что позволило исключить ее возможный вклад в эффект до уровня $\sim 10^{-8}$. Изменение поляризации пучка осуществлялось адиабатическим флиппером⁵. Компенсация флуктуаций реактора и методика измерений аналогичны описанным в работах^{6,7}. Получен результат:

$$\alpha_{PN}^{\text{эксп}} = -(4,65 \pm 5,28) \cdot 10^{-8}$$

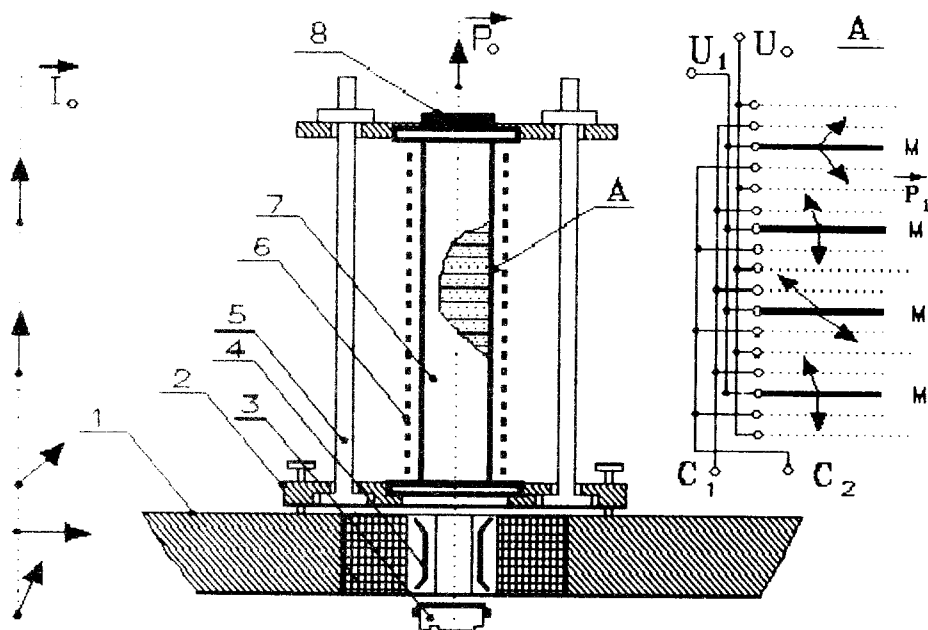


Схема установки: 1 – крышка НРК, 2 – установочный стол камеры, 3 – нейтронотвод, 4 – высокочастотный флиппер, 5 – система фиксации камеры, 6 – катушка ведущего магнитного поля, 7 – камера, 8 – заглушка из ${}^6\text{LiF}$. I_0 – спин нейтрона, P_0 – импульс нейтрона, P_1 – импульс тритона. Разрез А – схема одного модуля камеры. C_1 , C_2 – выходы с сигнальных сеток вперед – назад, $U_{0,1}$ – потенциал, подаваемый на блокирующую сетку и мишень, соответственно

Для проведения нулевого эксперимента мишени дополнительно закрывались алюминиевой фольгой толщиной $d = 20$ мкм для полного поглощения тритиевой компоненты. С учетом отношения интенсивностей фона и основной реакции результат на фоне:

$$\alpha_{\Phi} = (1,80 \pm 1,54) \cdot 10^{-8}.$$

При вычитании результата на фоне из результата основной реакции получается:

$$\alpha_{PN}^{\text{эксп}} = -(6,44 \pm 5,50) \cdot 10^{-8},$$

что существенно улучшает точность предыдущих измерений ⁶ :

$$\alpha_{PN} = (0,7 \pm 8,0) \cdot 10^{-7}.$$

Среди существующих теоретических моделей, описывающих возникновение P -нечетных эффектов на ядрах, в данном случае наиболее перспективна модель, учитывающая хорошо выделенную кластерную структуру ядра ⁶ Li.

В результате такого учета, как показано в ⁸, задачу о взаимодействии ядра с нейтроном можно свести к трехчастичной задаче. Теоретическая оценка P -нечетной асимметрии, полученная в ⁸, $\alpha_{n\alpha}^{\text{теор}} = (0,45f_{\pi} - 0,06h_{\rho}^0) \approx 3 \cdot 10^{-7}$ — для "лучших" значений констант слабого взаимодействия, взятых из работы ⁴:

$$h_{\rho}^0 \text{ b.v.} = -11,4 \cdot 10^{-7}, \quad f_{\pi} \text{ b.v.} = 4,6 \cdot 10^{-7},$$

существенно больше экспериментального значения, измеренного в настоящей работе, что свидетельствует о малой величине нейтрального тока при условии правильности модели ⁸. Подобный результат также был получен при измерении циркулярной поляризации γ -квантов ($E_{\gamma} = 1091$ кэВ) в ¹⁸F ⁹, экспериментальная величина константы слабого нейтрального тока $f_{\pi}^{\gamma} = (0,4 \pm 1,4, -0,4) \cdot 10^{-7}$ существенно меньше теоретической оценки ⁴ ($f_{\pi} \text{ b.v.} = 4,6 \cdot 10^{-7}$).

В заключение авторы выражают благодарность В.М.Лобашеву за постоянный интерес и внимание к работе.

Литература

1. Dubovik V.M., Zenkin V. Ann. Phys., 1986, 172, 100.
2. Adelberger E.G. Ann. Rev. Sci., 1985, 35, 501.
3. Kaiser M., Meisser G. NPA499, 1989, p. 699.
4. Desplanques B. et al. Ann. Phys., 1980, 124, 449.
5. Алтарев И.С. и др. Письма в ЖЭТФ, 1986, 44, 269.
6. Весна В.А. и др. Письма в ЖЭТФ, 1983, 38, 265.
7. Антонов А. и др. ЯФ, 1988, 48, 305.
8. Нестеров М.М., Окунев И.С. Письма в ЖЭТФ, 1988, 48, 573.
9. McDonald A.B. et al. Phys. Rev. C, 1987, 35, 1119.

Объединенный институт ядерных исследований

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

Поступила в редакцию
23 мая 1990 г.