

P-НЕЧЕТНАЯ АСИММЕТРИЯ ПРОПУСКАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОДОЛЬНО ПОЛЯРИЗОВАННЫХ НЕЙТРОНОВ УРАНОМ-233

А.Г.Беда²⁾, Л.Н.Бондаренко¹⁾, Б.Д.Воденников²⁾, Г.В.Данилян²⁾, В.П.Дроняев²⁾,
С.В.Жуков¹⁾, В.М.Колобашкин³⁾, Е.И.Коробкина³⁾, В.Л.Кузнецов¹⁾,
В.А.Куценко²⁾, Ю.А.Мостовой¹⁾, В.В.Новицкий²⁾, В.С.Павлов²⁾,
Ю.Ф.Певчев³⁾, А.Г.Садчиков³⁾)

Измерена пространственно-нечетная асимметрия пропускания продольно поляризованного пучка тепловых нейтронов образцом урана-233. Показано, что относительная разность сечений для нейтронов противоположной спиральности меньше или равна $1 \cdot 10^{-6}$.

¹⁾ ИАЭ им. И.В.Курчатова.

²⁾ ИТЭФ.

³⁾ МИФИ.

В последние годы экспериментально обнаружен целый ряд нейтронно-оптических явлений, связанных с проявлением слабого взаимодействия в ядерных процессах: измерено вращение плоскости поляризации поперечно поляризованного пучка тепловых нейтронов образцом олова-117¹, измерена асимметрия в пропускании продольно-поляризованных тепловых и резонансных нейтронов ¹³⁹La, ¹¹⁷Sn, ⁸¹Br, ¹¹¹Cd^{2,3}.

Ранее экспериментально было открыто несохранение пространственной четности в делении на тепловых нейтронах ядер ²³³U, ²³⁵U, и ²³⁹Pu⁴.

Для всех этих явлений характерным является очень большое ($10^2 \div 10^5$) усиление „затраченностного“ эффекта нарушения пространственной четности, свойственного слабому взаимодействию, которое оценивается величиной⁸

$$F \sim H_w / \omega \cong Gm_{\pi}^2 = 2 \cdot 10^{-7} \text{ л.}$$

Современные теоретические представления (хотя далеко не всегда с одних и тех же позиций) дают возможность объяснить столь сильное проявление слабых сил в ядерных процессах⁵⁻⁹. Перед экспериментом в настоящее время стоит задача более детального изучения P -нечетных эффектов в ядерных взаимодействиях с целью отбора теоретической модели.

Используя, например, формулы двухуровневого приближения из работы⁷ или⁸, можно получить связь между величинами P -нечетных коэффициентов в делении и пропускании:

$$P = \alpha_{nf} \sqrt{\frac{\Gamma_s^f}{\Gamma_p^f} \frac{E_s \Gamma_p + E_p \Gamma_s}{E_p \Gamma_s}} \sqrt{\frac{\Gamma_p^n}{\Gamma_s^n} E \sqrt{E_s/E_p}} ,$$

где P – относительная разность сечений для нейтронов противоположной спиральности. α_{nf} – P -нечетный коэффициент асимметрии разлета осколков при делении на поляризованных нейтронах. Γ_s^f , Γ_p^f – делительные, Γ_s , Γ_p – полные и Γ_s^n , Γ_p^n – нейтронные ширины для s - и p -резонансов соответственно, E_s , E_p – энергии соответствующих резонансов. E – энергия нейтронов. Взяв параметры резонансов для изотопа ²³³U из^{10,11} и величину P -нечетного коэффициента α_{nf} из¹¹, получаем значение относительной величины разности сечений для нейтронов противоположной спиральности в тепловой области энергии $P = 5 \cdot 10^{-5}$.

Настоящая работа была посвящена экспериментальному определению величины P для ядер ²³³U. Измерения проводились интегрально-компенсационным методом, аналогичным использованному в работе², на пучке тепловых поляризованных нейтронов реактора ИР-8 в ИАЭ им. И.В.Курчатова. Полная интенсивность пучка, поляризованного методом отражения от намагниченных кобальтовых зеркал, в месте расположения образца была $5 \cdot 10^7$ нейтр/с (поляризатор был описан ранее в¹²). Степень поляризации, измеренная прямым разделением противоположно-поляризованных компонент пучка в сильно неоднородном магнитном поле¹³, составляла $74,3 \pm 0,5\%$. Реверс направления поляризации осуществлялся с частотой 1 Гц. В качестве „спин-флиппера“ использовалась „фольга с током“¹⁴.

Детектирование нейтронов осуществлялось с помощью сборки из нескольких счетчиков СНМ-16, работающих в режиме ионизационной камеры. Расположение счетчиков было выбрано так, чтобы избежать каких-либо изменений регистрируемого тока при возможных малых перемещениях пучка (например, из-за колебания температуры и т.д.). Токи детекторов, регистрирующих прямой и прошедший через образец пучок нейтронов, проходили через одно

¹⁾ H_w – эффективный гамильтониан нарушающего четность слабого взаимодействия нуклонов, $\psi\omega$ – характеристическая энергия нуклонов, FG – фермиевская константа, m_{π} – масса π -мезона; обозначения из⁸.

и то же нагружочное сопротивление в противоположных направлениях. Результирующее напряжение измерялось с помощью высокостабильного вольтметра, включенного в линию с ЭВМ Э-60, которая использовалась как для управления всем экспериментом в автоматическом режиме, так и для дальнейшей обработки экспериментальных данных.

Для исключения возможности приборной асимметрии каждые 12 часов осуществлялось реверсирование направления „ведущего” спин магнитного поля.

Результаты измерений представлены в таблице. Для большей уверенности в работе измерительной аппаратуры была измерена величина P -нечетной асимметрии пропускания для естественной смеси изотопов брома, и, как видно из таблицы, полученный результат хорошо согласуется с ранее опубликованными данными².

Образец	Эксперимент. асимметрия ($\times 10^6$)	$P = (\sigma_+ - \sigma_-)/(\sigma_+ + \sigma_-)$ ($\times 10^6$)
KBr	$-11,2 \pm 1,86$	—
в пересчете на Br	—	$7,9 \pm 1,3$
^{233}U	$-2,00 \pm 1,19$	$1,17 \pm 0,69$

Сравнение полученного для ^{233}U результата с приведенной выше оценкой показывает, что либо несправедливо двухуровневое приближение использованное при вычислении оценки, либо уровень $E = 0,17$ эВ, в районе которого в работе¹¹ было измерено прохождение через нуль P -нечетного коэффициента разлета осколков, не является p -волновым. В этом последнем случае результаты работы¹¹ требуют более сложного, чем изложено в⁸, объяснения.

В заключение авторы благодарят В.Ф.Апалина и А.Н.Мартемьянова за предоставленную электронную аппаратуру, О.П.Сушкова, В.В.Фламбаума, Д.Ф.Зарецкого и В.К.Сироткина за полезные обсуждения, а также коллектив реактора ИР-8 ИАЭ им. И.В.Курчатова во главе с А.А.Червяцовым за помощь в проведении работы.

Литература

1. Forte M. et al. Phys. Rev. Lett., 1980, 45, 2088.
2. Весна В.А., Коломенский Э.А., Лобашев В.М., Пирожков А.Н., Смотрицкий Л.М., Титов Н.А. Письма в ЖЭТФ, 1982, 35, 351; Kolomensky E.A. et al. Preprint LNPI 1981, № 662; Kolomensky E.A. et al. Phys. Lett., 1981, 107B, 272.
3. Алфименков В.П., Борзаков С.Б., Во Ван Тхуан, Мареев Ю.Д., Пикельнер Л.Б., Рубин Д., Хрыкин А.С., Шарапов Э.И. Письма в ЖЭТФ, 1981, 34, 308; препринт ОИЯИ Р3-81-719, 1981, Р3-82-86, 1982, Р3-82-41, 1982.
4. Данилян Г.В. УФН, 1980, 131, 329.
5. Blyn-Stoile. Phys. Rev., 1960, 20, 181.
6. Шапиро И.С. УФН, 1968, 95, 647.
7. Бунаков В.Е., Гудков В.П. Препринт ЛИЯФ 1981 № 661; Bunakov V.E., Gudkov V.P. Preprint LNPI, 1982, № 763.
8. Сушков О.П., Фламбаум В.В. УФН, 1982, 136, 3
9. Зарецкий Д.Ф., Сироткин В.К. ЯФ, 1982, 37, 607.
10. Neutron Gross-Seclions BNL-325, 3-d Edit., 1973, v.2.
11. Вальский Г.В. и др. Препринт ЛИЯФ № 796 и № 797, 1982.

12. Обиняков Б.А., Мостовой Ю.А. ПТЭ, 1970, № 3, 87.
13. Ероолимский Б.Г. и др. ПТЭ, 1965, № 1, 50
14. Мостовой Ю.А. ПТЭ, 1982, № 3, 24.

Институт атомной энергии
им. И.В. Курчатова

Институт теоретической
и экспериментальной физики

Московский
инженерно-физический институт

Поступила в редакцию
23 мая 1983 г.