

О НЕСОХРАНЕНИИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ЧЕТНОСТИ ПРИ ДЕЛЕНИИ ТЯЖЕЛЫХ ЯДЕР ПОЛЯРИЗОВАННЫМИ НЕЙТРОНАМИ

*А.К.Петухов, Г.А.Петров, С.И.Степанов,
Д.В.Николаев, Т.К.Звездкина, В.И.Петрова,
В.А.Тюкавин*

Исследована P -нечетная асимметрия вылета легких (тяжелых) осколков деления U^{233} нейтронами относительно направления их поляризации. Коэффициент асимметрии для группы легких осколков равен $a = (4,83 \pm 0,38) \cdot 10^{-4}$. В первом приближении величина асимметрии не зависит от масс осколков деления.

В работах [1 – 3] была исследована P -нечетная угловая корреляция вида $W(\theta) = 1 + a \vec{\sigma} \cdot \vec{p}$ при делении тяжелых ядер поляризованными нейтронами, где $\vec{\sigma}$ – единичный вектор поляризации, а \vec{p} – единичный вектор в направлении импульса легкого (тяжелого) осколка.

На возможность существования такого явления впервые указывалось в работах [4, 5], авторы которых предполагали возможность значительного усиления эффекта за счет зависимости барьеров деления от четности [4] и резонансного пропускания двугорбого барьера деления [5].

Учитывая важность экспериментов по обнаружению эффектов несохранения четности и специфику исследований деления ядер, задачи настоящей работы сводились к следующему: 1) проверить результаты работ [1 – 3] на примере деления U^{233} в иных экспериментальных условиях и с применением другой методики эксперимента; 2) исследовать зависимость величины асимметрии от свойств продуктов деления с целью понять, на какой стадии процесса деления происходит усиление эффекта.

Основные методические отличия нашего эксперимента от работ [1–3] состояли в том, что регистрировались одновременно оба осколка деления, использовались тонкие источники делящихся веществ: разделение осколков на "легкие" и "тяжелые" производилось по массовым распределениям, мониторингирование производилось по полному числу регистрируемых актов деления, и кроме интегрального исследовался дифференциальный эффект. Такая постановка эксперимента на наш взгляд оставляет гораздо меньше свободы для предположений о методической природе наблюдаемого в работах [1 – 3] эффекта асимметрии.

Схематический вид эксперимента показан на рис. 1. Поляризованные нейтроны с плотностью потока $2 \cdot 10^7$ нейтрон/см²·сек были получены на горизонтальном канале реактора ВВР-М при помощи поляризующего нейтроновода для средней длины волны 2,2А.

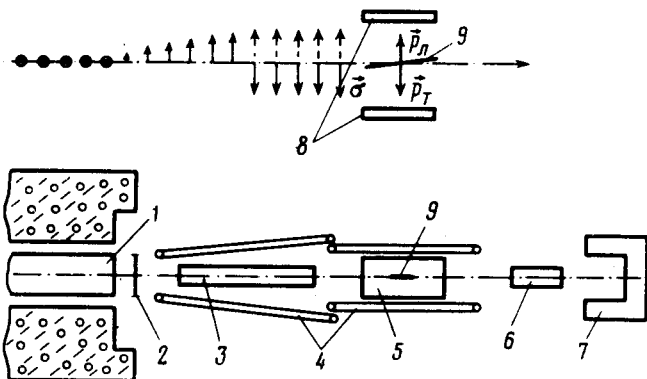


Рис. 1. Схема проведения эксперимента: 1 — поляризующий нейтроновод, 2 — щит, 3 — высокочастотный флиппер, 4 — катушки Гельмгольца, 5 — вакуумная камера, 6 — анализатор поляризации, 7 — ловушка пучка, 8 — детекторы осколков, 9 — мишень

Мишени делящегося вещества в виде фторида урана наносились вакуумным распылением на тонкую самоподдерживающуюся подложку из титана (~ 50 мкг/см²) с радиусом активного пятна ~ 20 мм и толщиной ~ 150 мкг/см². Осколки деления регистрировались двумя круглыми полупроводниковыми детекторами диаметром 44 мм, охлаждаемыми до температур -100 °С для уменьшения шумов и повышения радиационной стойкости.

Электронная часть установки совместно с ЭВМ типа "Электроника-100" осуществляла усиление, дискриминацию, суммирование и деление сигналов и общее управление экспериментом.

В результате каждой серии измерений длительностью примерно по 18 часов получались распределения отношений энергии $E_1/(E_1 + E_2)$, примерно пропорциональные массам осколков, и кинетических энергий $(E_1 + E_2)$ для двух противоположных направлений поляризации нейтронов.

Направление поляризации изменялось периодически каждые 2 сек при помощи высокочастотного флиппера (~ 150 кГц), начальное направление поляризации задавалось системой ведущих полей и могло быть изменено на противоположное вручную или автоматически путем изменения полярности питающего напряжения катушек Гельмгольца. Поляризация нейтронного пучка проверялась несколько раз в течение цикла измерений и составляла в среднем 90%.

Приборная асимметрия измерялась двумя различными способами. Один из них состоял в общепринятых измерениях с деполаризованным железной пластиной пучком нейтронов. В этом случае измерения эффекта чередовались с измерениями с деполаризованным пучком. Другой способ состоял в измерениях эффекта с противоположными начальными направлениями поляризации нейтронов. В предположении о независимости приборной асимметрии от направления начальной поляризации такой способ позволял производить одновременные измерения эффекта и приборной асимметрии, так как при сложении результатов проверялась приборная асимметрия, а при их вычитании получался чистый удвоенный эффект. Этот способ позволял ускорить набор статистики и сводил к минимуму аппаратные искажения дифференциального эффекта из-за влияния высокочастотного флиппера. Результаты измерений приборной асимметрии обоими способами совпадали в пределах статистических ошибок и оказались соответственно:

$$a_1^{(0)} = -(0,54 \pm 0,39) \cdot 10^{-4}, \quad a_2^{(0)} = -(0,30 \pm 0,28) \cdot 10^{-4}.$$

Величина асимметрии для i -го интервала масс вычислялась по формуле

$$a_i = \frac{C_i(\downarrow) - C_i(\uparrow)}{C_i(\downarrow) + C_i(\uparrow)}, \quad \text{где} \quad C_i(\downarrow) = \frac{N_i(\downarrow)}{\sum_1^{32} N_i(\downarrow)}.$$

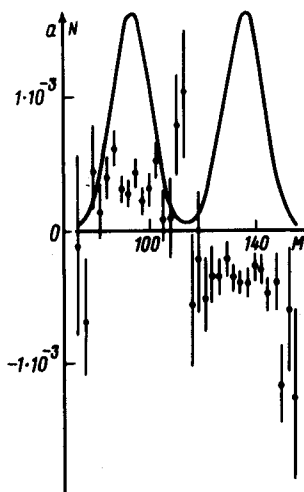


Рис. 2. Зависимость величины асимметрии от масс (экспериментальные точки) и распределение осколков по массам (сплошная кривая), полученные за 10 суток измерений

На рис. 2 показан результат измерений зависимости асимметрии от масс вместе с распределением осколков по массам. Видно, что в пер-

вом приближении не наблюдается зависимости асимметрии от масс. (Массовое разрешение оценивается ~ 8 массовых единиц). Интегральная асимметрия для группы легких осколков оказалась равной в эксперименте.

$$a_{\text{э}} = (3,48 \pm 0,28) \cdot 10^{-4}.$$

После введения поправок на телесный угол регистрации ($\overline{\cos \theta} = 0,8$) поляризацию нейтронов (0,9) величина асимметрии равна

$$U^{233}: \quad a = (4,83 \pm 0,38) \cdot 10^{-4}.$$

Максимальная возможная систематическая ошибка при введении всех поправок оценивается в 20%. Для проверки возможности существования большего P -четного эффекта, например, из-за интерференции s - и p -резонансов нейтронов, нами были проделаны измерения при взаимно перпендикулярных направлениях осей регистрации осколков и поляризации нейтронов. Результат измерений $a_{\perp} = (0,63 \pm 1,1) \cdot 10^{-4}$ позволяет исключить возможность объяснения полученного значения асимметрии вкладом P -четного эффекта.

Таким образом, нам представляется несомненным существование P -нечетного эффекта асимметрии, впервые обнаруженного в работах [1 - 3].

Возможной причиной имеющихся расхождений в величинах асимметрии (в работе [2] получена величина $a = (2,73 \pm 0,33) \cdot 10^{-4}$) является различие в способах разделения осколков на "легкую" и "тяжелую" группы.

Однако на современном уровне теоретического понимания природы эффекта несохранения P -четности в делении тяжелых ядер имеющиеся расхождения в абсолютной величине асимметрии представляется второстепенным фактом.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность всем лицам, способствовавшим выполнению этой работы, особенно В.Ф.Морозову за изготовление детекторов осколков, Н.В.Боровиковой и А.И.Егорову за помощь в изготовлении титановых подложек мишеней, В.В.Марченкову, В.И.Волкову с сотрудниками за изготовление и отладку электронного оборудования, Е.С.Марковой за помощь в отладке программы ЭВМ и Л.А.Попеко за полезные консультации при выполнении работы.

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

Поступила в редакцию
7 августа 1979 г.

Литература

- [1] Г.В. Данилян, Б.Д.Воденников, В.П.Дроняев, В.В.Новицкий, В.С.Павлов, С.П.Боровлев. Письма в ЖЭТФ, **26**, 198, 1977.
- [2] Б.Д.Воденников, Г.В. Данилян, В.П.Дроняев, В.В.Новицкий, В.С.Павлов, С.П.Боровлев. Письма в ЖЭТФ, **27**, 68, 1978.
- [3] Г.В.Данилян, Б.Д.Воденников, В.П.Дроняев, В.В.Новицкий, В.С.Павлов, С.П.Боровлев. ЯФ, **27**, 42, 1978.

[4] В.В.Владимирский, В.Н.Адреев. ЖЭТФ, 41, 663, 1961.

[5] A.P.Budnik, N.S.Rabotnov. Phys. Lett., 46B, 155, 1973.
