

P-НЕЧЕТНАЯ АСИММЕТРИЯ ИСПУСКАНИЯ НЕЙТРОНОВ ПРИ ДЕЛЕНИИ ^{240}Pu

*В.Н. Андреев, М.М. Данилов, О.Н. Ермаков,
В.Г. Недопекин, В.И. Рогов*

При делении ^{239}Pu тепловыми поляризованными нейтронами обнаружено, что нейтроны деления испускаются преимущественно против направления спина делящегося ядра с асимметрией $a_n = (-6,7 \pm 0,7) \cdot 10^{-5}$.

В работах [1 – 3] обнаружено P-нечетная асимметрия вылета осколков по спину и против спина ядра при делении ^{233}U , ^{235}U и ^{239}Pu поляризованными тепловыми нейтронами. Оказалось, что легкие осколки деления ^{240}Pu вылетают преимущественно против направления спина делящегося ядра. Так как нейтроны деления испускаются преимущественно вдоль направления движения легких осколков [4], можно рассчитывать на повышенный выход нейтронов деления против направления спина ядра ^{240}Pu .

В данной работе исследовалось испускание нейтронов при делении ^{239}Pu тепловыми поляризованными нейтронами, которые получались отражением от намагниченных кобальтовых зеркал пучка нейтронов из тяжеловодного реактора ИТЭФ. Металлический образец ^{239}Pu поглощал 92% падавших на него нейтронов. Нейтроны деления регистрировались двумя пластмассовыми сцинтилляторами диаметром 7 см и высотой 10 см. Один из них регистрировал нейтроны, испущенные в направлении поляризации пучка нейтронов, другой – испущенные в противоположном направлении. Для уменьшения γ -фона от образца применялись свинцовые фильтры толщиной 4 см. С помощью четырех амплитудных дискриминаторов выделялись четыре диапазона энергий протонов отдачи.

Система регистрации работала совместно с ЭВМ, которая управляла экспериментом. Для уменьшения влияния нестабильности аппаратуры и колебаний интенсивности пучка направление поляризации пучка реверсировалось с частотой 8 гц. Для учета аппаратурной асимметрии измерения проводились 12-минутными сериями поочередно на поляризованном и деполаризованном пучке. Контрольные эксперименты показали, что пространственные колебания пучка, колебания его интенсивности и нестабильность аппаратуры, находятся в пределах, обеспечивающих точность измерения асимметрии лучшую, чем 10^{-5} .

С целью сравнения асимметрии нейтронов с асимметрией осколков из работы [2], был проведен калибровочный эксперимент. Вместо основного образца на пучок помещались тонкие ($0,1 \text{ мг/см}^2$) образцы ^{239}Pu и полупроводниковые детекторы осколков. Измерялся счет совпадений импульсов от сцинтилляторов с импульсами от легких и от тяжелых осколков. Измерения проводились при разных углах между осью деления и направлением на детектор нейтронов. По результатам этих изме-

рений была определена расчетная асимметрия нейтронов для каждого из четырех диапазонов энергии. В расчетах предполагалось, что угловое распределение осколков имеет вид: $N(\theta) = 1 + a_f \cos(\theta)$, где θ — угол между импульсом легкого осколка и направлением спина нейтрона. Согласно [2] $a_f = (-4,8 \pm 0,8) \cdot 10^{-4}$. Расчетные асимметрии приведены в последней колонке таблицы.

Сцинтилляторы вместе с нейтронами регистрировали также часть γ -лучей от β -распада осколков и часть γ -лучей захвата и деления. Фон от β -распада осколков определен экспериментально после резкого ($\sim 0,1$ сек) перекрытия нейтронного пучка, он составлял в разных диапазонах от 6 до 14%. Фон γ -лучей захвата оценен при постановке на пучок вместо ^{239}Pu образца ртути, он составлял от 4 до 14%. Фон мгновенных γ -лучей деления присутствует в калибровочном эксперименте и поэтому не влияет на сравнение результатов данной работы и работы [2]. Поскольку γ -фон включает много независимых γ -линий, можно считать, что его вклад в измеряемую асимметрию достаточно мал.

Основные измерения продолжались 143 часа. Усредненные данные двух нейтронных детекторов, исправленные на γ -фон, представлены в таблице:

$E, \text{ Мэв}$	$a_{\text{пол}} \cdot 10^5$	$a_{\text{депол}} \cdot 10^5$	$a_n \cdot 10^5$	$a_{\text{расч}} \cdot 10^5$
0,7 — 1,0	$-4,5 \pm 0,8$	$0,9 \pm 0,8$	$-6,4 \pm 1,3$	$-3,3 \pm 0,7$
1,0 — 1,5	$-6,6 \pm 0,7$	$-0,6 \pm 0,7$	$-6,2 \pm 1,2$	$-3,9 \pm 0,8$
1,5 — 2,0	$-7,0 \pm 0,9$	$-1,2 \pm 0,9$	$-6,8 \pm 1,4$	$-4,5 \pm 1,0$
2,0	$-7,5 \pm 0,8$	$-0,9 \pm 0,8$	$-7,7 \pm 1,3$	$-6,1 \pm 1,4$

Первая колонка указывает диапазон регистрируемых протонов отдачи. Во второй колонке даны значения асимметрии

$$a = (N_+ - N_-) / (N_+ + N_-),$$

полученные на поляризованном пучке нейтронов. В третьей колонке дана асимметрия, полученная на деполаризованном пучке. В четвертой колонке представлена разность этих величин, приведенная к 100%-й поляризации пучка. Суммарная асимметрия нейтронов по всему энергетическому диапазону $a_n = (-6,7 \pm 0,7) \cdot 10^{-5}$; расчетная асимметрия для всех нейтронов $a_{\text{расч}} = (-4,1 \pm 0,7) \cdot 10^{-5}$.

Полученные результаты свидетельствуют о нарушении пространственной четности при делении ^{240}Pu . Знак асимметрии указывает на преимущественное испускание нейтронов в направлении, противоположном спине ядра. Сравнение измеренной и ожидаемой асимметрии нейтронов демонстрирует качественное согласие между настоящей работой и работой [2]. Различие между этими величинами, по-видимому, связано с тем, что процессы, нарушающие пространственную четность, оказывают свое влияние на процесс испускания нейтронов.

Авторы приносят благодарность В.В.Владимирскому за внимание к работе и Ю.Д. Катаржнову за помощь в измерениях.

Поступила в редакцию
28 мая 1978 г.

Литература

- [1] Г.В.Данилян, В.В.Новицкий, В.С.Павлов, С.П.Боровлев, Б.Д.Воденников, В.П.Дроняев. Письма в ЖЭТФ, 24, 380, 1976.
 - [2] Г.В.Данилян, Б.Д.Воденников, В.П.Дроняев, В.В.Новицкий, В.С.Павлов, С.П.Боровлев. ЯФ, 27, 42, 1978.
 - [3] Б.Д.Воденников, Г.В.Данилян, В.П.Дроняев, В.В.Новицкий, В.С.Павлов, С.П.Боровлев. Письма в ЖЭТФ, 27, 68, 1978.
 - [4] J.S.Fraser. Phys. Rev., 88, 536, 1952.
-