

НАРУШЕНИЕ ЧЕТНОСТИ В ГАММА-РАСПАДЕ ^{118}Sn

Г.В.Данилян, В.В.Новицкий, В.С.Павлов, С.П.Боровлев,
Б.Д.Воденников, В.П.Дромяев

Измерена P -нечетная асимметрия излучения гамма-квантов в реакции $^{117}\text{Sn}(n, \gamma)^{118}\text{Sn}$ на поляризованных нейтронах. Она оказалась равной $a = (8,1 \pm 1,3) \cdot 10^{-4}$. Для сравнения проведены также измерения асимметрии в реакции $^{113}\text{Cd}(n, \gamma)^{114}\text{Cd}$. Полученное значение $a = (-5,0 \pm 1,2) \cdot 10^{-4}$ хорошо согласуется с известными данными.

Теория универсального слабого взаимодействия предсказывает существование нарушающего пространственную четность слабого межнуклонного потенциала. Отсюда следует, что ядерные состояния имеют малую примесь состояний с противоположной четностью, а переходы между ними представляют собой смесь переходов различной четности – регулярные и нерегулярные переходы. Интерференция между ними приводит к угловой анизотропии излучения вида

$$W(\theta) \sim 1 + a \cos \theta, \quad (1)$$

где θ – угол между направлением вылета γ -кванта и спином ядра. Параметр асимметрии a зависит как от характеристик состояний и переходов между ними, так и от амплитуды примеси состояния с противоположной четностью. В общем случае величина $a \sim 10^{-7}$, однако как было показано в работах [1, 2], в ядрах возможны различные механизмы усиления эффекта, которые в совокупности могут привести к наблюдаемым на опыте асимметриям порядка 10^{-4} .

Нами был поставлен эксперимент по измерению P -нечетной угловой корреляции γ -квантов в реакции $^{117}\text{Sn}(n, \gamma)^{118}\text{Sn}$ на поляризованных тепловых нейтронах тяжеловодного реактора ИТЭФ. Измерения были выполнены на видеоизменной и усовершенствованной установке, применявшейся в работе [6]. Пучок поляризованных нейтронов с 90%-й поляризацией падал на мишень из металлического олова, обогащенного изотопом ^{117}Sn до 90%. Мишень просматривалась четырьмя сцинтиллоками (NaJ(Tl) и ФЭУ-52 с разрешением $\delta = 9\%$ по γ -линии 660 кэВ ^{137}Cs), расположенным по обе стороны от мишени под углом $22,5^\circ$. Импульсы с детекторов через усилители-формирователи поступали на дискриминаторы, выделявшие нужные участки спектра. После дискриминаторов импульсы поступали на распределительное устройство, которое рассылало их по двум группам пересчетных схем в зависимости от направления поляризации нейтронов во время измерений. Направление поляризации пучка нейтронов могло реверсироваться ежесекундно, однако произойдет ли реверсирование или нет зависело от случайного фактора. Так же случайным образом после каждой экспозиции происходила перекоммутация электронных трактов регистрации. Измерения на поляризованном пучке чередовались с измерениями на деполаризо-

ванном каждые 16 минут. Информация с пересчетных схем анализировалась ЭВМ, работавшей "в линию" с установкой. Были выполнены следующие измерения: 1) измерение приборной асимметрии, когда регистрировались γ -кванты с энергией $E_\gamma > 2,5 \text{ Мэв}$ от кадмиевой мишени; 2) измерение имитированного малого эффекта асимметрии, когда интенсивность пучка поляризованных нейтронов модулировалась прохождением через тонкую полосу намагниченного железа, и регистрировались γ -кванты с энергией $E_\gamma > 2,5 \text{ Мэв}$ от кадмиевой мишени; 3) измерения асимметрии излучения γ -квантов с $E_\gamma > 9,3 \text{ Мэв}$ (порог дискриминации установлен на уровне $E_\gamma > 8,0 \text{ Мэв}$) от мишени из ^{117}Sn .

№№ пп	Цель измерения	Реакция	E_γ Мэв	Измеренная асимметрия $\cdot 10^4$	
				поляризованный пучок	деполяризованный пучок
1	Приборная асимметрия	$^{113}\text{Cd}(n, \gamma) ^{114}\text{Cd}$	$> 2,5$	$-0,10 \pm 0,06$	$-0,05 \pm 0,06$
2	Имитированная асимметрия	$^{113}\text{Cd}(n, \gamma) ^{114}\text{Cd}$	$> 2,5$	$0,60 \pm 0,06$	$0,06 \pm 0,07$
3	<i>P</i> -нечетная асимметрия	$^{117}\text{Sn}(n, \gamma) ^{118}\text{Sn}$	9,3	$6,1 \pm 0,7$	$0,4 \pm 0,7$
4	Приборная асимметрия	$^{117}\text{Sn}(n, \gamma) ^{118}\text{Sn}$	$> 5,5$	$-0,3 \pm 0,4$	$0,8 \pm 0,4$
5	<i>P</i> -нечетная асимметрия	$^{113}\text{Cd}(n, \gamma) ^{114}\text{Cd}$	9,04	$-3,8 \pm 0,6$	$-0,1 \pm 0,7$
6	Вклад <i>p</i> -нейтронов	$^{117}\text{Sn}(n, \gamma) ^{118}\text{Sn}$	9,3	$-2,6 \pm 2,1$	$-0,7 \pm 2,0$

Результаты измерений сведены в таблицу. Видно, что аппаратура не обладала собственной асимметрией и работала достаточно стабильно, чтобы не нивелировать специально имитированный малый эффект. С другой стороны сравнение результатов измерений на олове с $E_\gamma = 9,3 \text{ Мэв}$ и $E_\gamma > 5,5 \text{ Мэв}$ показывает, что наблюдается асимметрия счета γ -квантов с $E_\gamma = 9,3 \text{ Мэв}$ (основной подход), скоррелированная с поляризацией пучка нейтронов. Такая асимметрия может быть вызвана тремя причинами: нарушением *P*-четности, циркулярной поляризацией регистрируемых γ -квантов, которые прежде чем попасть в детектор проходят через слой слабо намагниченного железа толщиной 1 мм, и наконец, эффектом интерференции *s*- и *p*-резонансов, что приводит к корреляции вида: $S_n [K_n K_\gamma]$, где S_n — спин нейтрона, K_n и K_γ — соответственно, импульсы нейтрона и γ -кванта. Эта корреляция максимальна для геометрии, когда спин нейтрона и импульс γ -кванта перпендикулярны, и должна обращаться в нуль для нашей геометрии, когда детекторы расположены в плоскости, определяемой осью пучка и направлением спина нейтронов. Оценка, учитывающая максимально возмож-

ные отклонения нашей установки от идеальной, показывает, что этот эффект по крайней мере в 30 раз меньше, чем максимальный. Для измерения максимальной величины возможного эффекта от интерференции s - и p -резонансов мы расположили один из детекторов γ -квантов перпендикулярно направлению поляризации пучка нейтронов. Результаты этих измерений также приведены в таблице. Видно, что наблюдаемый эффект на олове не может быть обусловлен вкладом p -нейтронов.

С целью проверить чувствительность установки к циркулярной поляризации регистрируемых γ -квантов мы измерили асимметрию излучения γ -квантов основного перехода в реакции $^{113}\text{Cd}(n, \gamma)^{114}\text{Cd}$. Пороги дискриминаторов были установлены так, что регистрировались γ -кванты с $E_\gamma > 8,5 \text{ Мэв}$. Как видно из таблицы, наблюдаемая нами асимметрия излучения γ -квантов основного перехода ^{118}Sn имеет противоположный знак асимметрии излучения γ -квантов основного перехода ^{114}Cd , измеренной в работах [3 – 5]. Если бы наблюдаемый эффект был обусловлен циркулярной поляризацией, то эффект от Cd должен быть такого же знака, как и от Sn. Следовательно, нам достаточно было определить лишь знак асимметрии от Cd. Результаты этих измерений также приведены в таблице. Как видно, знаки эффектов от Sn и Cd разные и, следовательно, чувствительность установки к циркулярной поляризации γ -квантов пренебрежимо мала. С учетом поправок на степень поляризации пучка нейтронов и конечный телесный угол, охватываемый детектором γ -квантов, а также ошибок измерений асимметрии на деполаризованном пучке, мы получили

$$\text{для } ^{118}\text{Sn } a = (8,1 \pm 1,3) \cdot 10^{-4},$$

$$\text{для } ^{114}\text{Cd } a = (-5,0 \pm 1,2) \cdot 10^{-4}.$$

Результат для ^{114}Cd в пределах ошибок измерений хорошо согласуется с данными работ [3 – 5]. Однако, вызывает удивление, что величины эффекта для разных ядер, с точностью до двойки одинаковы, хотя предсказанные теорией факторы усиления эффекта должны быть сильно флуктуирующими. Не исключено, что на самом деле "работает" иной механизм усиления.

Авторы благодарят Р.С.Зинатулина, Ю.С.Орешникова, А.И.Пономарева и В.А.Емельянова за помощь в эксперименте, эксплуатационный персонал реактора, обеспечивший круглосуточные измерения, а также Ю.Г.Абова, Н.А.Бургова, В.В.Владимирского, П.А.Крупчицкого и И.С.Шапиро за интерес к работе и полезное обсуждение.

Поступила в редакцию
9 августа 1976 г.

Литература

- [1] R.J.Blin-Stoyle. Phys. Rev. 120, 181, 1961.
- [2] И.С.Шапиро. УФН, 95, 647, 1968.
- [3] Ю.Г.Абов, П.А.Крупчицкий, Ю.А.Оратовский. Phys. Lett., 12, 25, 1964.

[4] Ю.Г.Абов и др. *Phys. Lett.*, B27, 16, 1968.

[5] Ю.Г.Абов и др. *ЯФ*, 16, 1218, 1972.

[6] М.И.Булгаков и др. *ЯФ*, 18, 12, 1973.
