

ПОЛЯРИЗАЦИЯ ПРОТОНОВ В РЕАКЦИЯХ ($\gamma, p\pi^0$) И ($\gamma, p\pi^-$) НА ЯДРЕ ^{12}C

П.С.Ананьин, И.В.Главаняков, В.Н.Стибунов

Представлены результаты измерения энергетической зависимости поляризации протонов в реакциях ($\gamma, p\pi^0$) и ($\gamma, p\pi^-$) на ядре ^{12}C . Измерения проведены путем регистрации пионов и протонов в совпадении. Не обнаружено сильного влияния взаимодействия в конечном состоянии на поляризацию протонов. Поляризация протонов в реакции ($\gamma, p\pi^-$) согласуется с предсказанием анализа Уолкера и изменение знака ее в области второго (πN)-резонанса не обнаружено.

Подавляющее число экспериментов по изучению фотообразования π -мезонов на ядрах для энергий фотонов $< 1 \text{ Гэв}$ выполнено путем регистрации одной из вторичных частиц реакции. Результаты таких экспериментов являются величинами, усредненными по ряду нефиксированных переменных, и по этой причине оказываются некритичными к тем или иным теоретическим моделям. Поэтому дальнейшее развитие представлений о процессах фотообразования пионов на ядрах связано с проведением более детальных экспериментальных исследований, в которых определяется канал реакции и фиксируется возможно большее число кинематических переменных. К подобным опытам относится изучение фотообразования пионов, сопровождающегося выбиванием протонов из ядра,

$$\gamma + A \rightarrow A' + p + \pi^0 (-). \quad (1).$$

В процессах (1), если сравнивать их с соответствующими процессами на свободном нуклоне

$$\gamma + p \rightarrow p + \pi^0 \quad (2)$$

и

$$\gamma + n \rightarrow p + \pi^-, \quad (3)$$

одним из возможных результатов влияния ядерной структуры является изменение поляризации протонов отдачи. В приближении фотообразования пионов на квазисвободных нуклонах ядра, как показано в [1], различие в поляризации протонов в соответствующих процессах (1) и (2), (3) должно быть связано с взаимодействием в конечном состоянии. Таким образом, измерение деполяризующих эффектов в процессе (1) является проверкой предлагаемой модели фотообразования мезонов на ядрах и выяснением роли ядерной структуры. Следует также отметить крайне малое количество экспериментальных данных [2, 3] и противоречивость теоретических предсказаний [4, 5] энергетической зависимости поляризации протонов при фотообразовании π^- -мезонов. Оценка же деполяризующих эффектов, получаемая из измерения поляризации протонов при фоторождении π^0 -мезонов в процессах (1) и (2), позволяет использовать результаты измерения поляризации протонов при фотообразовании π^- -мезонов на средних ядрах для получения сведений о поляризации протонов в процессе (3).

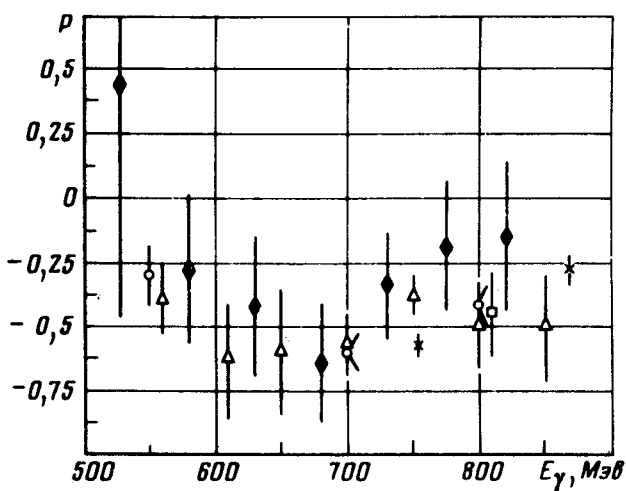


Рис. 1. Энергетическая зависимость поляризации протонов в реакции $(\gamma, p\pi^0)$ для $\theta_\pi^* \approx 90^\circ$ в СЦМ (πN)-системы: \square , \triangle , \star , \diamond — компиляция результатов, полученных в экспериментах на H_2 -мишени [2], \blacklozenge — результаты данной работы

В данной работе впервые измерена поляризация протонов в процессах (1) на ядре ^{12}C методом регистрации π^0 - и π^- -мезонов в совпадении с протоном. Предварительные результаты измерения с использованием части экспериментального материала опубликованы в [6]. Измерения проведены на пучке γ -квантов Томского синхротрона. Аппаратура располагалась в соответствии с кинематикой исследуемых процессов на свободном нуклоне для угла вылета пиона $\theta_\pi^* \approx 90^\circ$ в СЦМ. Протоны регистрировались телескопом, состоящим из сцинтилляционных счетчиков и четырех широкозасорных камер с полиэтиленовыми пластинами в рабочем объеме [7] и имеющим телесный угол 3,8 мстерад.

Энергия протонов до и после рассеяния измерялась по времени пролета расстояния 3,1 м и по пробегу. Распадные фотоны от π^0 -мезона и π^- -мезоны регистрировались спектрометром полного поглощения [7] и сцинтилляционным счетчиком.

Для проверки аппаратуры измерено дифференциальное сечение процесса (2) для 10 значений энергии фотонов в диапазоне $460 \div 875$ Мэв и $\theta_{\pi}^* \approx 90^\circ$. Оценка вкладов фоновых процессов проведена путем измерения выходов исследуемых реакций при компланарном и некопланарном расположении аппаратуры [8].

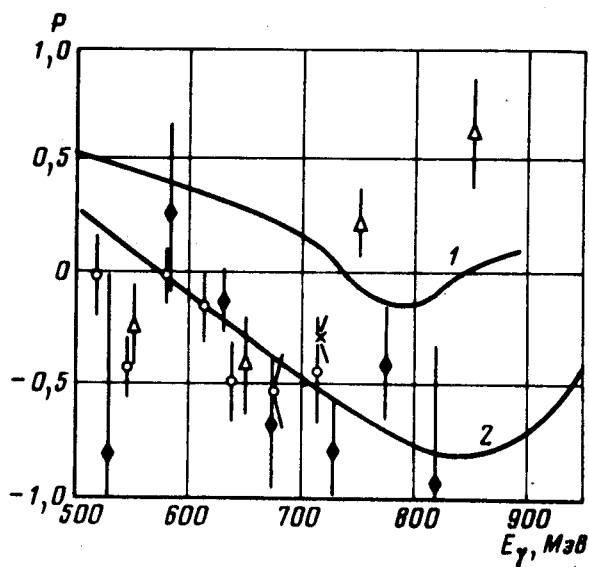


Рис. 2. Энергетическая зависимость поляризации протонов в реакции $(\gamma, p\pi^0)$ для $\theta_{\pi}^* \approx 90^\circ$ в СЦМ (πN)-системы: \square , \star — компиляция данных, полученных в экспериментах на D_2 — мишени [2]; Δ — данные, извлеченные из исследования (γ, p) реакции на ^{12}C [3]; \blacklozenge — результаты данной работы; 1 и 2 теоретические расчеты соответственно в [4] и [5]

В эксперименте было зарегистрировано около 186000 событий. После отбраковки по ряду критериев [6] было отобрано 899 событий фотообразования π^0 -мезона и 710 событий фотообразования π^- -мезонов. Для этих событий кинетическая энергия протона, T , в момент рассеяния имела величину в диапазоне $(90 \div 260)$ Мэв, а полярный угол рассеяния — в диапазоне $(6 \div (26 - 0,026)T)^\circ$. Поляризация протонов вычислялась методом максимального правдоподобия. Результаты приведены на рис. 1 и 2. В качестве статистических ошибок измерения взято одно стандартное отклонение, которое определялось из вида функций правдоподобия. Измерения для $E_\gamma = 0,53$, $E_\gamma = 0,58$ и $E_\gamma = 0,63$ проведены при максимальной энергии тормозного спектра $E_e = 0,7$, для $E_\gamma = 0,675$, $E_\gamma = 0,725$ при $E_e = 0,7$ и для $E_\gamma = 0,775$, $E_\gamma = 0,82$ при $E_e = 0,9$. (Здесь значения E_γ и E_e приведены в Гэв). Разрешение установки по энергии падающих фотонов рассчитывалось методом Монте-Карло с учетом характеристик аппаратуры и значения E_e . При условии неподвижного нуклона мишени разрешение изменяется от ± 30 Мэв для $E_\gamma = 0,53$ Гэв до ± 60 Мэв для $E_\gamma = 0,82$ Гэв и для гауссовского распределения нуклонов мишени по импульсам с параметром распределения $a = 122$ Мэв/с разрешение по эффективной энергии падающих фотонов заключено в

пределах $\pm(80 + 100)$ Мэв. Систематическая ошибка измерения, обусловленная, главным образом, ложной асимметрией и неопределенностью анализирующей способности неупругих (pC)-рассеяний, не превышает $20 \pm 25\%$.

Сопоставление результатов, представленных на рис. 1, показывает, что поляризация протонов в реакциях ($\gamma, p\pi^0$) на свободном и связанном протонах согласуется. Следовательно, сильного деполяризующего влияния связи нуклонов в ядре углерода и взаимодействия в конечном состоянии не наблюдается.

Данные, которые получены для процесса фотообразования π^- -мезона (рис. 2), лучше согласуются с предсказаниями феноменологического анализа [4], а предсказания анализа [5], основанного на дисперсионных соотношениях, не подтверждаются. Изменения поляризации в области второго (πN)-резонанса, полученного в работе [3] из результатов измерения поляризации фотопротонов, вылетающих из ядра ^{12}C под углом 41° в ЛСК, не обнаружено.

В заключение выражаем благодарность соавторам [6] за участие в начальной стадии работы.

Институт ядерной физики
Томского
политехнического института
им. С.М.Кирова

Поступила в редакцию
22 января 1976 г.

Литература

- [1] V.Devanathan. Nucl. Phys., 87, 477, 1966; J.Laget. Nucl. Phys., 194A, 81, 1972.
- [2] P.Spilantini, V.Valente. CERN, 70- I, 1970; H.Genzel, W.Pfeil. Numeric data and funct. Relat in science, 8, ISBN, 16, 1973.
- [3] Н.Гончаров, А.Деребчинский, О.Коновалов и др. Письма в ЖЭТФ, 11, 165, 1970; ЖЭТФ, 60, 1561, 1971,
- [4] R.Walker. Phys. Rev., 182, 1729, 1969; Nucl. Phys., 70B, 253, 1974.
- [5] R.Devenish, D.Leth, W.Rankin. DNPL/108, 1973; DNPL/130, 1973.
- [6] P.Ananien, I.Glavanakov, V.Kryshkin, V.Stibunov et al. Lett al. Nuov. Cim., 8, 651, 1973.
- [7] П.Ананьин, И.Главанакков, В.Стибунов и др. ПТЭ, №3, 59, 1973; ПТЭ, №4, 35, 1975; Известия ТПИ, 278, 28, 1975.
- [8] И.Главанакков, В.Стибунов. Вопросы атомной науки, сер. ФВЭАЯ, 6, 71, Харьков, 1973.