

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕЧЕНИЙ РАСЩЕПЛЕНИЯ ДЕЙТРОНА ФОТОНАМИ, ПОЛЯРИЗОВАННЫМИ ПАРАЛЛЕЛЬНО И ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО ПЛОСКОСТИ РЕАКЦИИ

В.Б.Ганенко, В.А.Гущин, Ю.В.Жебровский,
Ю.А.Касаткин, Л.Я.Колесников, С.И.Нагорный,
В.Д.Овчинник, А.Л.Рубашкин,
П.В.Сорокин, А.А.Заяц

Впервые представлены данные о сечениях расщепления дейтрона фотонами, поляризованными параллельно и перпендикулярно плоскости реакции в области энергий 30–100 МэВ. Получено указание на возможное проявление узкого дибарионного резонанса с массой 1919,5 МэВ.

При изучении фотоядерных реакций в промежуточной области энергий особую актуальность представляют вопросы связанные с возбуждением ненуклонных степеней свободы, различием свойств свободных и связанных в ядре нуклонов. Соответствующие расчеты, выполненные для реакции $\gamma d \rightarrow pn$ в области энергий до порога рождения пионов с учетом виртуальных электромагнитных токов нуклонов, показывают их важную роль в случае, когда доминируют магнитные переходы, например, при фоторасщеплении под углами $\theta_p = 0$ и 180° (θ_p – угол вылета протонов в СЦИ). Однако, эффекты, связанные с магнитными переходами, можно изучать не только в таких "экстремальных" кинематических условиях, но и в сечениях расщепления дейтрона фотонами поляризованными перпендикулярно плоскости реакции при углах $\theta_p \sim 90^\circ$. Подобные исследования ранее не проводились.

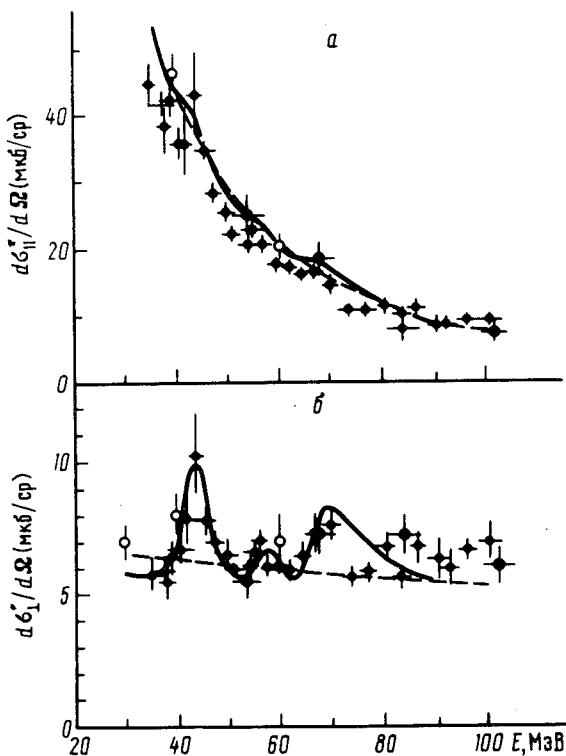
В настоящей статье представлены результаты измерений сечений реакции $\gamma d \rightarrow pn$ фотонами, поляризованными параллельно $d\sigma_{\parallel}/d\Omega \equiv d\sigma_{\parallel}$ и перпендикулярно $d\sigma_{\perp}/d\Omega \equiv d\sigma_{\perp}$ плоскости реакции для угла $\theta_p = 90^\circ$ и энергии фотонов в диапазоне $E_\gamma = 30\text{--}100$ МэВ. Эксперимент выполнен на Харьковском линейном ускорителе электронов ЛУ-2 ГэВ на пучках обычного тормозного и линейно поляризованного излучения, образующегося при когерентном тормозном излучении (КТИ) электронов в монокристалле алмаза. Экспериментальная установка и методика измерений описаны в ². Сечения $d\sigma_{\parallel}$ и $d\sigma_{\perp}$ определялись из величин сечения на неполяризованном пучке фотонов $d\sigma_0/d\Omega \equiv d\sigma_0$ и асимметрии сечений $\Sigma = (d\sigma_{\parallel} - d\sigma_{\perp})/(d\sigma_{\parallel} + d\sigma_{\perp})$ измеряемых в одном эксперименте и одновременно ². Низкотемпературная мишень имела два плоских апендикса толщиной 5 и 10 мм со стенками из медной фольги толщиной 30 мкм заполненных жидким дейтерием и идентичный пустой апендикс для измерения фона. Протоны детектировались четырехканальным телескопом сцинтилляционных счетчиков установленных в вакууме после магнитного спектрометра. Энергетическое разрешение установки по энергии фотонов составляло 2,8–3 и 4–5 МэВ для мишени толщиной 5 и 10 мм, соответственно. Отбор протонов осуществлялся с помощью магнитного анализа, dE/dx и пробега. В эксперименте использовалась автоматизированная гониометрическая система, позволяющая осуществлять быстрое изменение направления вектора поляризации пучка фотонов. Для уменьшения ошибок измерений обусловленных нестабильностью пучка электронов набор информации в каждой экспериментальной точке проводился короткими экспозициями (от 1 до 5 мин) с общим числом измерений 15–20. При измерении асимметрии, кроме того, после набора очередной короткой экспозиции автоматически изменялось направление вектора поляризации. Считывание и контроль набираемой информации осуществлялся ЭВМ СМ-4. Процедура расчета сечений $d\sigma_{0,\parallel,\perp}$ и Σ описаны в ^{2,3}.

Результаты эксперимента представлены на рисунке. Видно, что сечение $d\sigma_{\perp}$ в данном энергетическом диапазоне, в отличие от $d\sigma_{\parallel}$ практически не зависит от энергии. Однако, при $E_\gamma \approx 44\text{--}45$ МэВ, что соответствует $W = 1919,5$ МэВ, наблюдается максимум, положение кото-

рого согласуется с наблюдаемым в ряде работ (см., например, ⁴) максимумом в распределении по инвариантной массе (p, p) системы при $W = 1920-1923$ МэВ и интерпретируемого как дибарионный резонанс. Теоретический анализ полученных результатов проводился в релятивистском калибровочно-инвариантном подходе с учетом внутренней структуры дейтрона ¹. Сечение реакции определялось калибровочно-инвариантным набором s, t, u полюсных амплитуд, "продольной" частью контактной амплитуды, которая вычислялась на основе тождеств Уорда-Такахашии и "поперечной" (калибровочно-инвариантной) частью контактной амплитуды, которая определялась петлевыми графиками, полученными путем "минимального" включения электромагнитного поля в соответствующие блоки после выделения двухчастично-приводимых вкладов с *half off shell* с амплитудами f_{NN}^{off} упругого перерасеяния $NN \rightarrow NN$. Амплитуды f_{NN}^{off} вычислялись с использованием сепарабельного представления парижского потенциала ⁵. Поскольку сечение $d\sigma_{\perp}$ в изучаемой области E_{γ} определяется в основном магнитными переходами, а в области низких энергий из правил отбора по полному моменту и четности для доминирующего дипольного $M1$ -перехода следуют четные значения орбитального момента l конечной (p, n) системы, соответствующие изовекторным $(T=1)$ $M1(^1S_0), M1(^1D_2)$ и изоскалярным $(T=0)$ $M1(^3S_1), M1(^3D_1), M1(^3D_2)$ -переходам, то естественно предположить, что возможные изотриплеты узких резонансов с малой массой в данном случае возникают в 1S_0 и 1D_2 -фазах. Проявление в сечении $d\sigma_{\perp}$ изосинглетных резонансов с $M < 2$ ГэВ может быть связано с $^3S_1, ^3D_1, ^3D_2$ -фазами, вклад которых как показывают расчеты, существенно подавлен. Учет резонансов в амплитуде NN -рассеяния проводился следующим образом:

$$f_e = [\exp(2i\delta_r^e) - 1]/2i; \quad \delta_r^e = \delta_{\Phi}^e + \delta_R^{ej}; \quad \delta_R^{ej} = \arctg \{ \Gamma_j^e / 2(M_j^e - W) \},$$

где M_j и Γ_j — масса и ширина j -го резонанса. Фазы δ_{Φ}^e рассчитывались на основе работы ⁵. Таким образом, каждый резонанс описывался лишь двумя параметрами, а "сила резонанса" в мультипольной амплитуде вычислялась через петлевые диаграммы.



Дифференциальные сечения реакции фоторасщепления дейтрона поляризованными фотонами: $a - d\sigma_{\parallel}$; $b - d\sigma_{\perp}$. $\theta_D = 90^\circ$ в СЦИ \blacklozenge — результаты настоящей работы; \bullet — данные работы ²; ϕ — данные из работы ⁶. Результаты теоретических расчетов (см. текст) усреднены по энергетическому разрешению установки

На рисунке сплошной линией показаны результаты расчетов сечений со следующим набором масс и ширин (см., например, ⁴) в предположении, что резонанс с $M = 1919,5$ МэВ и $\Gamma = 4,5$ МэВ проявляется в 1S_0 -фазе, а резонансы с $M = 1933$ МэВ, $\Gamma = 2,7$ МэВ и $M = 1942$ МэВ, $\Gamma = 6,6$ МэВ в 1D_2 -фазе. Пунктирная линия – расчет без резонансов. Видно, что полученные экспериментальные данные указывают на возможное проявление дибарионного резонанса с $T = 1\ 0^+$ ($M = 1919,5$ МэВ, $\Gamma = 4,5$ МэВ) в $d\sigma_{\perp}$ и не противоречат представлению о возбуждении 2^+ -резонансов ($M = 1933$ МэВ, $\Gamma = 2,7$ МэВ и $M = 1942$ МэВ, $\Gamma = 6,6$ МэВ). Заметим, что в силу относительной малости вкладов магнитных переходов в $d\sigma_{\parallel}$ при $E_{\gamma} = 50$ МэВ, как и следовало ожидать, резонансы с данными квантовыми числами практически не проявляются в $d\sigma_{\parallel}$ и как следствие, в $d\sigma_0$. Для исследования возможного проявления узких резонансов с $T = 1$ в P -фазах необходим совместный анализ сечений $d\sigma_{\parallel}$ и $d\sigma_{\perp}$, существенно повысив точность их измерений.

Литература

1. *Нагорный С.И. и др.* ЯФ, 1989, 49, 749.
2. *Ганенко В.Б. и др.* Препринт ХФТИ 88-57, 1988.
3. *Ганенко В.Б.* Препринт ХФТИ 88-16, 1988.
4. *Бажанский И.И. и др.* Препринт ОИЯИ Р2-87-118, 1987.
5. *Haidenbauer J., Plessas W.* Phys. Rev. C, 1984, 30, 1822.
6. *De Pascale M.P. et al.* Phys. Rev. C, 1985, 32, 1830.

Харьковский физико-технический институт
Академии наук Украинской ССР

Поступила в редакцию
4 июля 1989 г.