

ВКЛАД ρ -ОБМЕННОЙ ДИАГРАММЫ В ФОТОРОЖДЕНИЕ η -МЕЗОНОВ НА ПРОТОНАХ*

Г. М. РАДУЦКИЙ, В. А. СЕРДЮЦКИЙ, А. Н. ТАБАЧЕНКО

(Представлена научным семинаром сектора высоких энергий НИИ ЯФЭА)

Используя ρ -фотонную аналогию, вычислили угловое распределение η -мезонов, рожденных γ -квантами с энергией 1 и 1,5 Гэв на протонах, с учетом структуры протона. Полученные результаты не противоречат существующим экспериментальным данным.

Введение

В настоящее время информация о поведении сечения фоторождения η -мезонов очень мала. Эксперименты [1—5], проведенные при E_γ от порога реакции $p \rightarrow \eta p$ до 1100 Мэв и углов порядка 90° в с.ц.и., указывают на существование ηN -резонанса.

При более высоких энергиях, возможно, увеличится роль периферических диаграмм. Наиболее важной из них будет диаграмма с обменом ρ -мезоном. Вклад ϕ -обменной диаграммы будет подавлен из-за малости константы взаимодействия ϕ -мезона с нуклонами. Что касается ω -обменной диаграммы, то ее вклад будет меньше, чем ρ -обменной, так как, во-первых, $g_{\omega\eta}/g_{\omega\eta_i} = 3$, согласно $SU(6)$ -симметрии, и, во-вторых, вклады вершин ωpp и ρpp относятся как изоскалярный и изовекторный магнитные моменты нуклона. Диаграмма с однофотонным обменом дает примерно в 10^4 раз меньший вклад, чем ρ -обменная.

В данной работе для вычисления вклада ρ -обменной диаграммы используется модель, известная под названием « ρ -фотонная аналогия» [6]. Основная идея модели состоит в том, что мезон рассматривается как «тяжелый» изовекторный фотон, когда выписывается выражение для матричного элемента. Для данной реакции это утверждение сводится к равенству

$$\langle P | J_\mu^{\rho}(0) | P \rangle = \frac{f_{\rho NN}}{e} \langle P | J_\mu^{\eta(V)}(0) | P \rangle$$

в рассматриваемой области значений передаваемого импульса. Кроме того, предполагается существование эффективной константы взаимодействия $f_{\rho\eta\gamma}$, величина которой выбирается в соответствии с требованиями $SU(6)$ -симметрии [7].

*) Работа представляет собой доклад авторов на Международной конференции по электромагнитным взаимодействиям при низких и средних энергиях, Дубна, 1967.

Вычисление дифференциального сечения

Инвариантная амплитуда рассматриваемой реакции имеет вид:

$$\frac{f_{\rho\eta\gamma} f_{\rho NN}}{em_\rho} \varepsilon_{\mu\nu\lambda\sigma} e_\mu q_\lambda \kappa_\sigma \frac{\langle p_2 | J_\nu^V(0) | p_1 \rangle}{(q - \kappa)^2 - m_\rho^2},$$

где e_μ — вектор поляризации фотона, q, κ, p_2, p_1 — 4-импульсы η -мезона, фотона, конечного и начального протонов соответственно. Вершина $\rho \rightarrow \eta + \gamma$ записывалась в виде:

$$\frac{f_{\rho\eta\gamma}}{m_\rho} \varepsilon_{\mu\nu\lambda\sigma} e_\mu(\gamma) e_\nu(\rho) p_\lambda \kappa_\sigma.$$

Для матричного элемента изовекторной части электромагнитного тока было взято известное выражение

$$\langle p_2 | J_\nu^V(0) | p_1 \rangle = e\bar{u}(p_2) \{F_1^V(t) \gamma_\nu + i\sigma_{\nu\mu}(\kappa - q)_\mu F_2^V(t)\} u(p_1).$$

Здесь F_1^V и F_2^V — изовекторные электромагнитные форм-факторы нуклона, $t = (q - \kappa)^2$ — квадрат передаваемого импульса.

Отсюда получается следующая формула для дифференциального сечения фоторождения η -мезонов на протонах в с. ц. и.

$$\frac{d\sigma}{dt} = -\frac{\pi}{4} \left(\frac{1}{4\pi\omega W} \right)^2 \frac{f_{\rho\eta\gamma}^2 f_{\rho NN}^2}{(t - m_\rho^2)^2} \left\{ \frac{G_E^2(t) - \frac{t}{4M^2} G_M^2(t)}{1 - \frac{t}{4M^2}} \times \right. \\ \left. \times [W^2 t^2 + t((W^2 - M^2)^2 - W^2 - M^2) + M^2] + G_M^2(t) \frac{t(t-1)^2}{2} \right\}.$$

Здесь W — полная энергия, ω — энергия фотона, причем $\hbar=c=m_\eta=1$

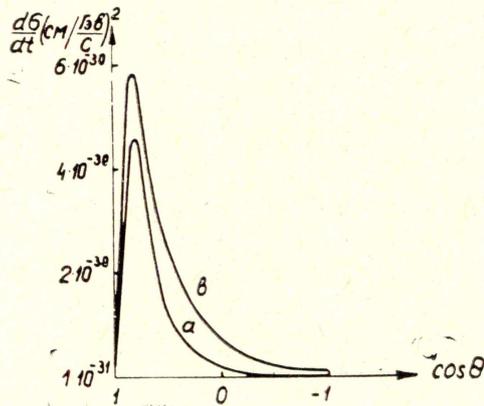


Рис. 1. Зависимость дифференциального поперечного сечения процесса $\gamma + p \rightarrow \eta + p$ от угла вылета η -мезона в с. ц. и. при энергии $E_\gamma = 1$ Гэв (а) и $E_\gamma = 1,5$ Гэв (в)

$$G_E^V(t) = F_1^V(t) + \frac{t}{2M} F_2^V(t),$$

$$G_M^V(t) = F_1^V(t) + 2M F_2^V(t).$$

M — масса протона.

Результаты

Дифференциальное сечение фоторождения η -мезонов вычислено для энергий γ -квантов $E_\gamma = 1$ Гэв и 1,5 Гэв. Форм-факторы протона взяты из работы [8]. Были выбраны следующие значения констант взаимодействия:

$$\frac{f_{\rho\eta\gamma}^2}{4\pi} = 0,013; \quad \frac{f_{\rho NN}^2}{4\pi} = 2.$$

Зависимость дифференциальных сечений от угла при выбранных энергиях фотонов представлена на рис. 1. Полные сечения равны $2,3 \cdot 10^{-30}$ см² и $2,6 \cdot 10^{-30}$ см² при $E_\gamma = 1$ Гэв и 1,5 Гэв соответственно.

Имеющихся в настоящее время экспериментальных данных недостаточно, чтобы говорить о каком-либо соответствии предложенной модели с экспериментом. Однако они не противоречат полученным результатам.

Примечание

Со времени Международной конференции по электромагнитным взаимодействиям при низких и средних энергиях в Дубне (7—15 февраля 1967 г.) был проведен ряд экспериментов по фоторождению η -мезонов на протонах в рассматриваемой области энергий. Анализ данных, проведенный в работах [9, 10] с помощью резонансной модели, показал, что хорошее описание сечения реакции достигается при учете вкладов от нуклонного полюса, полюса векторного мезона и S_{11} (1570) и D_{13} (1512) резонансов. Кроме того, на важность вклада ρ -обменной диаграммы в фоторождение η -мезонов на протонах было указано в работе [11] на основе модели векторной доминантности электромагнитных взаимодействий.

ЛИТЕРАТУРА

1. C. Bacci, G. Penso, G. Salvini, A. Wattenberg, C. Mencuccini, R. Querzoli, V. Silvestrini. *Phys. Rev. Lett.*, **11**, 37 (1963).
2. B. Delcourt, O. Lefrancois et al. *Phys. Lett.*, **7**, 215 (1963).
3. R. Prepost, D. Lundquist, D. Quinn. *Proceedings of the International Symposium on Electron and Photon Interactions at High Energies, Hamburg, 1965*.
4. C. Bacci, C. Mencuccini, G. Penso, G. Salvini, V. Silvestrini. *Laboratory Nationali di Frascati, dell CNEN, preprint LNF-66/20*.
5. Ю. А. Александров, А. В. Куценко, В. И. Майков и В. В. Павловская. XII Международная конференция по физике высоких энергий. (Дубна, 5—15 августа 1964 г.). М., Атомиздат, 1966, стр. 849.
6. L. Stodolsky. *Phys. Rev.*, **134**, B1099 (1964).
7. В. А. Мещеряков, Л. Д. Соловев, Ф. Т. Ткебучава. *ЯФ*, **3**, 116, (1966).
8. L. H. Chan, K. W. Chen, J. R. Dunning, Jr. N. F. Ramsey, J. K. Walker. *Phys. Rev.*, **141**, 1298 (1966).
9. S. R. Deans, W. G. Holladay. *Phys. Rev.*, **161**, 1466 (1967).
10. S. R. Deans, W. G. Holladay. *Phys. Rev.*, **165**, 1886 (1968).
11. A. Dar, V. F. Weisskopf, *Phys. Rev. Lett.*, **20**, 762 (1968).