

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 ω -обменной диаграммы будет подавлен из-за малости константы взаимодействия ω -мезона с нуклонами. Что касается ω -обменной диаграммы, то ее вклад будет меньше, чем ρ -обменной, так как, во-первых, $g_{\omega\eta}/g_{\omega p} = 3$, 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

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

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:

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

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.

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

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

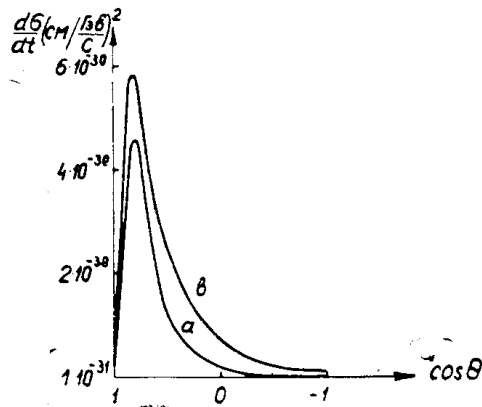


Рис. 1. Зависимость дифференциального поперечного сечения процесса $\gamma + p \rightarrow \eta + p$ от угла вылета η -мезона в с. ц. и. при энергии $E_\gamma = 1$ Гэв (а) и $E_\gamma = 1,5$ Гэв (в)

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

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

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:

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

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. Laboratoire 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).