

SU 76 00954

ԵՐԵՎԱՆԻ ԶԻՉՐԿԱՅԻՆ ԻՆՏԻՏՈՒՏ  
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ԳԻՏԱԿԱՆ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄ      НАУЧНОЕ СООБЩЕНИЕ

ЕФИ+ 86(74)

*А.Э.Назарян, А.М.Зверев*

ОБРАЗОВАНИЕ  $\eta$  - МЕЗОНА НАЗАД  
В РЕАКЦИЯХ  $\gamma(\pi) + N \rightarrow N + \eta$

ԱՐՄԿ

ԵՐԵՎԱՆ

1974



ԵՐԵՎԱՆ

ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Научное сообщение ЕФИ-86(74)

А.Э.НАЗАРЯН, А.М.ЗВЕФЕВ

ОБРАЗОВАНИЕ  $\eta$ -МЕЗОНА НАЗАД В  
РЕАКЦИЯХ  $\gamma(\pi) + N \rightarrow N + \eta$

Ереван 1974

УДК.539.172.3

Научное сообщение ЕФМ-86-(74)

А.Э.НАЗАРЯН, А.М.ЗВЕРЕВ  
ОБРАЗОВАНИЕ  $\eta$ -МЕЗОНА НАЗАД В  
РЕАКЦИЯХ  $\gamma(\pi) + N \rightarrow N + \eta$

Получены кривые дифференциальных сечений образования  $\eta$ -мезона назад в реакциях  $\gamma(\pi) + N \rightarrow N + \eta$  при энергиях от 2 до 18 Гэв . Задача решена в модели SCRAM .

Ереванский физический институт  
Ереван 1974

Scientific Report ЕФМ-86(74)

A.E.NAZARIAN, A.M.ZVEREV

BACKWARD PHOTO- AND  $\pi^-$ - PRODUCTION OF  $\eta$ -MESON

Differential cross-section curves for backward photo- and  $\pi^-$ -production of  $\eta$ -meson at energies from 2 to 18 Gev are received. The results are obtained in SCRAM - model.

Yerevan Physics Institute

Yerevan, 1974

© Ереванский физический институт.1974

Как известно, в рассеянии назад при высоких энергиях доминируют  $u$ -канальные фермионные обмены. Грибовым было показано [1], что в этом случае, для того чтобы амплитуды не содержали корневых особенностей при  $u = 0$ , необходим учет пары комплексно-сопряженных полюсов с противоположной четностью (партнеры по четности). Однако до сих пор на эксперименте не обнаружены такие партнеры, и является основной проблемой в теоретическом описании рассеяния назад. В связи с этой проблемой было предложено много моделей [2-6], как основанных на учете обменов обеими четностями, так и пытающихся обойтись обменом только одной.

В некоторых работах [5-7] сделаны попытки описать экспериментальные данные по рассеянию назад с помощью простой модели полюсов Редже, однако как и в рассеянии вперед эта модель столкнулась со многими затруднениями. Одно из них — ненаблюдаемое на эксперименте сужение дифракционного конуса. Другое связано с правильным описанием провалов в дифференциальном сечении. И так же, как и в рассеянии вперед, эти затруднения разрешаются с помощью ветвлений. На одной из моделей учитывающих ветвления мы остановимся ниже.

Среди моделей учитывающих обмен только одной четностью можно выделить модели с фиксированными разрезами. Разрезы проводятся в

$u$  -плоскости от точки  $u = 0$ . В этом случае ненаблюдаемый партнер попадает на нефизический лист. Величина вклада фиксированного разреза в амплитуду зависит от скачка вдоль разреза. Были предложены три модели [8], основывающиеся на модели Ван Хова [10] (так называемые NIPPIE - модели). Во всех трех моделях (NAIVE - , SUPPER-FULL - NIPPIE ) скачок через разрез пропорционален  $(\alpha(u) - \alpha_0)^{1/2}$  ( $\alpha$  - параметр теории).

Амплитуды в этих трех моделях имеют ту же полюсную часть и отличаются только скачком вдоль разреза. Надо заметить, что эти модели не пригодны для объяснений адронных процессов, так как фиксированные сингулярности запрещены условием унитарности.

С точки зрения полного теоретического описания существующих экспериментальных данных по рассеянию назад наиболее удовлетворительными представляются модели учитывающие наличие партнеров и связанных с ними ветвлений. Одной из таких моделей является модель SCRAM [9].

В этой модели полюсная часть  $S$  -канальной спиральной амплитуды дается выражением:

$$M_{\lambda' \mu'; \lambda \mu}^{P, R}(u) = \sum_J M_{\lambda' \mu'; \lambda \mu}^{P, R, J}(u), \quad (1)$$

где индекс  $R$  идентифицирует тип реакции, а  $M_{\lambda' \mu'; \lambda \mu}^{P, R, J}(u)$  полюсная спиральная амплитуда описывающая вклад в амплитуду от одного  $u$  -канального обмена. Она имеет вид

$$M_{\lambda' \mu'; \lambda \mu}^{P, R, J}(u) = (M_N)^{1-n_x} (i)^{1-x} [S^{1/2} \cos \frac{\theta}{2}]^n (\sin \frac{\theta}{2})^{n_x} \times C_J^R \xi_J [u^{x/2} \frac{\gamma_{\lambda' \lambda}^{R, J}(\sqrt{u}) \gamma_{\mu' \mu}^{R, J}(\sqrt{u})}{u^{1/2} - M_J} \left( \frac{e^{-i\pi/2}}{S_J} \right) \alpha_J(\sqrt{u}) + (\sqrt{u} \rightarrow -\sqrt{u})]^{(2)}$$

где  $n = |(\lambda' - \mu') - (\lambda - \mu)|$ ,  $n' = |(\lambda' - \mu') + (\lambda - \mu)|$ ,  
 $\chi = |\lambda' - \lambda| + |\mu' - \mu| + n - 1$ ,  $\gamma_{\lambda' \lambda}^{R, J}(\sqrt{u})$ ,  $\gamma_{\mu' \mu}^{R, J}(\sqrt{u})$  вершинные функ-  
 ции,  $S_o^J$ ,  $C_J^R$ ,  $\xi_J$  - параметры теории. Вклад в амплитуду от разре-  
 за описывается выражением

$$M_{\lambda' \mu'; \lambda \mu}^{C, R} (u) = \sum_J M_{\lambda' \mu'; \lambda \mu}^{C, R, J} (u), \quad (3)$$

где

$$M_{\lambda' \mu'; \lambda \mu}^{C, R, J} (u) = -(8\pi)^{-1} \lambda_R \sigma_T (1 - i\rho) e^{A\sqrt{2}} \times \int_{-\infty}^{\infty} d\nu' e^{A\nu\sqrt{2}} I_n(A(\nu\nu')^{1/2}) M_{\lambda' \mu'; \lambda \mu}^{P, R, J} (u'), \quad (4)$$

где  $\sigma_T$  - полное сечение,  $\rho$  - отношение реальной части ампли-  
 туды рассеяния вперед к мнимой,  $A$  - наклон  $d\delta/dt$  для  $\pi N$  упру-  
 гого рассеяния вперед,  $\lambda_R$  - так называемый коэффициент усиления,  
 учитывающий неупругие промежуточные состояния.

Полные амплитуды с учетом полюсов и разрезов даются вырази-  
 ем

$$M_{\lambda' \mu'; \lambda \mu}^R (s, u) = M_{\lambda' \mu'; \lambda \mu}^{P, R} (s, u) + M_{\lambda' \mu'; \lambda \mu}^{C, R} (s, u), \quad (5)$$

а сечение реакции

$$\frac{d\sigma}{du} = (64q^2 s)^{-1} \sum |M_{\lambda' \mu'; \lambda \mu}^R (s, u)|^2, \quad (6)$$

где суммирование означает усреднение по начальным спиральностям и  
 суммирование по конечным.

Процессы  $\chi p \rightarrow p \pi^0$  и  $\pi^+ p \rightarrow n \pi^0$  описываются с помощью  $u$ -  
 канальных обменов с изоспином  $I = 1/2, 3/2$  (доминируют  $N_\alpha$  и  
 $\Delta$  -траектории; учет  $N_\gamma$  -траектории приводит к неправильному

описанию  $\pi^+ p \rightarrow p \pi^+$  процесса). В амплитуде фоторождения  $\eta$ -мезона и в процессе  $\pi^+ p \rightarrow n \eta$  возможен обмен с изоспином  $I = 1/2$  и, следовательно, остаются только вклады от  $N_{\Delta}$ -траектории и связанного с ним разреза. Используя  $SU(3)$  и  $SU(6)$  симметрии для вершин  $\pi N \pi$  и  $\eta NN$  получаем следующее соотношение

$$\frac{\sigma_{\eta NN}}{\sigma_{\pi NN}} = \frac{3}{5\sqrt{3}}, \quad (7)$$

которое позволяет найти связь между процессами  $\gamma p \rightarrow p \pi^0$  и  $\gamma p \rightarrow p \eta$ ,  $\pi^+ p \rightarrow n \pi^0$  и  $\pi^+ p \rightarrow n \eta$ . Используя соотношение (7) и параметры  $N_{\Delta}$ -траектории из сопоставлений с экспериментальными данными, из выражения (6) легко получить дифференциальные сечения процессов  $\gamma p \rightarrow p \eta$  и  $\pi^+ p \rightarrow n \eta$ .

На рис.1 приведены кривые дифференциального сечения процесса  $\pi^+ p \rightarrow n \eta$ . Как видно из рис.2 основной вклад в этот процесс дает амплитуда с  $n=0$ , она на порядок выше амплитуды с  $n=1$ . Вклад от полюсов в амплитуду с  $n=0$  вблизи  $u=0$  больше вклада от разреза. В районе  $|u| \sim 0.17$  они пересекаются и так как отличаются по фазе на  $180^\circ$ , в дифференциальном сечении появляется провал. Полюсная и разрезная части амплитуды с  $n=1$  в  $|u| \sim 0.17$  не пересекаются, но их вклад в полную амплитуду мал, поэтому провал в дифференциальном сечении не заполняется.

На рис.3 приведены кривые дифференциального сечения, а на рис.4 спиральные амплитуды фоторождения  $\eta$ -мезона,

В дифференциальном сечении провал не наблюдается потому, что все спиральные амплитуды одного порядка и пересечение полюсных частей с разрезными в разных спиральных амплитудах происходит при разных значениях  $|u|$  (это связано с тем, что полная амплитуда фоторождения есть сумма амплитуд фоторождения изоскалярным  $\chi^S$  и изовекторным  $\chi^V$  фотонами). Интересно отметить, что дифференци-

альные сечения фоторождения назад  $\pi^0$  и  $\eta$ -мезона при  $u = u_{max}$ , в отличие от фоторождения вперед при  $t = t_{min}$ , не vanish, это объясняется тем, что кинематический множитель  $[s^{1/2} \cos \frac{\Theta}{2}]^n$  в амплитуде при больших  $S$  ведет себя как  $(u - u_{max})^{n/2}$ , и спиральная амплитуда с  $n = 0$  не содержит в себе этого множителя.

Как видно на рис.3 экспериментальные данные [II] по фоторождению в пределах ошибок находятся в хорошем согласии с нашими предсказаниями.

Проведенные расчеты могут быть полезны при подготовке экспериментов по фоторождению назад  $\eta$ -мезона на Ереванском электронном ускорителе. Вместе с тем надо заметить, что было бы полезно провести расчеты и в рамках других теоретических моделей с тем, чтобы дать рекомендацию экспериментаторам относительно области их наиболее существенного отличия.

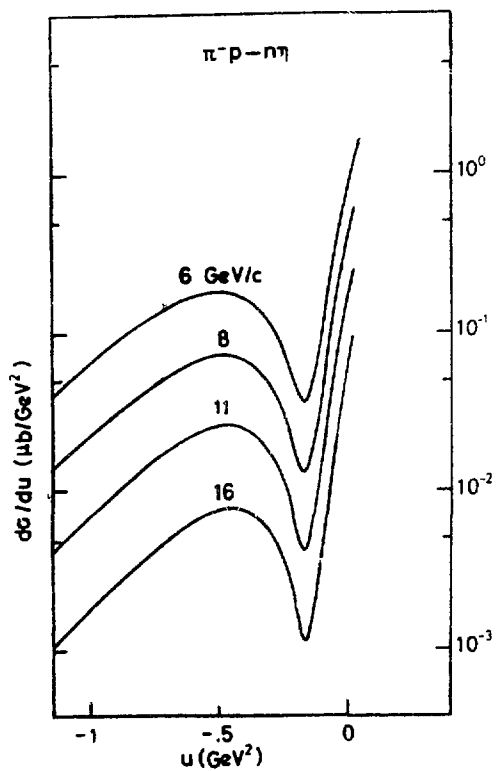


Рис. I

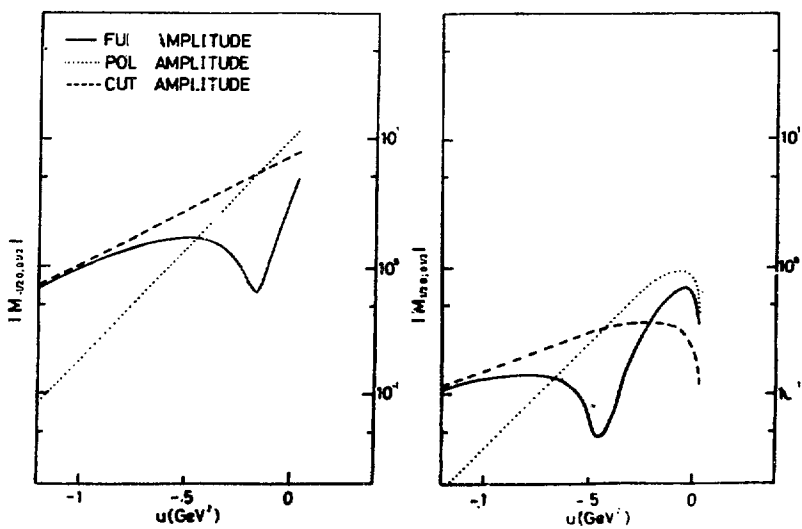


Рис. 2

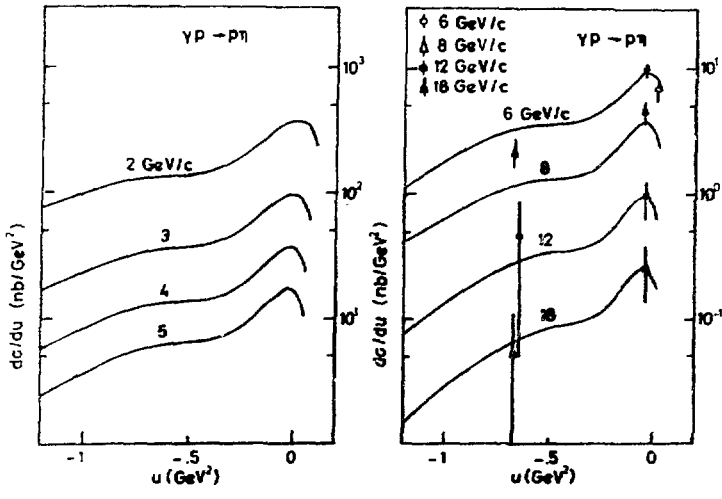


Рис. 3

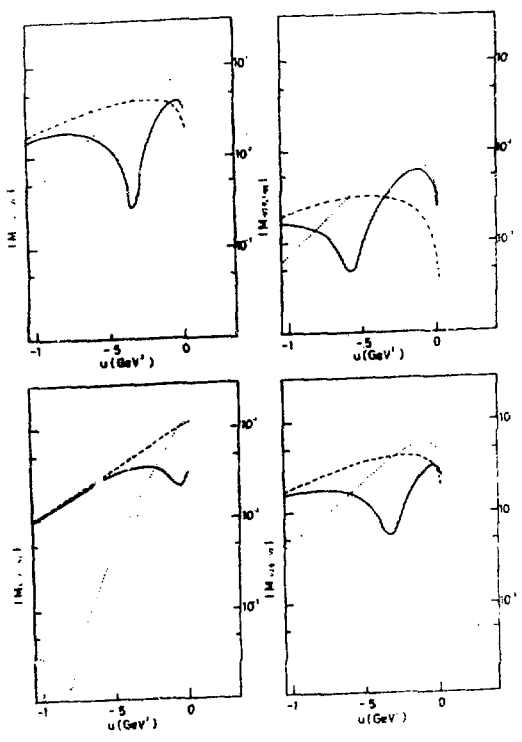


Рис. 4

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

1. Дифференциальное сечение процесса  $\pi^- p \rightarrow n \eta$  .
2. Спиральные амплитуды процесса  $\pi^- p \rightarrow n \eta$  при импульсе 6 Гэв/с.
3. Дифференциальное сечение фоторождения  $\eta$  -мезона.
4. Спиральные амплитуды фоторождения  $\eta$  -мезона при импульсе 6 Гэв/с.

## ЛИТЕРАТУРА

1. В.Грибов, Л.Б. Окунь, И.Я. Померанчук. *ЖЭТФ*, 45, 114 (1963)  
В.Грибов. *ЖЭТФ*, 43, 1929 (1962).
2. M.Ross, F.Henyey and G.L.Kane, *Nucl. Phys.* 23B, 269 (1970)
3. R.Carlitz and M.Kislinger, *Phys. Rev. Lett.* 24, 186 (1970)
4. K.Barbakci and M.B.Halpern, *Phys. Rev. Lett.* 24, 428 (1970)
5. V.Berger and P.Weiler, *Phys. Lett.* 30B, 105 (1969) and  
*Nucl. Phys.* 20B, 615 (1970)
6. J.V.Beaupre and E.A.Paschos, *Phys.Rev.* D1, 2040 (1970)
7. R.P. Bajpai and A.Donnachie, *Nucl. Phys.* B17, 453 (1970)
8. E.L.Berger, G.C.Fox, Report No. ANL/HEP 7019, *Nucl. Phys.* B26,  
1 (1971); Report No. ANL/HEP 7103 (1971)
9. R.L.Kelly G.L.Kane, and F.Henyey *Phys.Rev. Lett.* 24, 1511  
(1970)
10. L.Van Hove, *Phys. Lett.* 24B, 183 (1967)
11. R.Anderson, B.Gittelman, J.Litt, B.H.Wiik, *Phys. Rev. Lett.* 23,  
725 (1969)

Рукопись поступила 1 июля 1974г.



Редактор Л.П.Мукаян

Заказ 0919

ВФ-03408

Тираж 300

---

Подписано к печати I/XI-74г. Формат издания 30 x 40

0,8 уч.изд.л. Ц. 5 к.

---

Отпечатано на ротапринте  
Ереванского физического института , Ереван 36, пер.Маркаряна 2