

индекс 3624



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ЕФИ-762(77)-84

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ИНФОРМАЦИИ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПО АТОМНОЙ НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

А.С.БАГДАСАРЯН, И.А.КЕРОПЯН, Ж.В.ПЕТРОСЯН

АППРОКСИМАЦИЯ УГЛОВОЙ ЗАВИСИМОСТИ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ ФОТООБРАЗОВАНИЯ
НЕЙТРАЛЬНОГО ПИОНА НА ПРОТОНЕ

ЕРЕВАН-1984

1. Во многих задачах, связанных с фоторождением пионов на сложных ядрах, возникает необходимость аппроксимации экспериментальных данных по дифференциальным сечениям фоторождения пионов на протонах по энергии и углу. Такая задача в широкой области энергий была поставлена и решена в работах [1,2]. В них были проанализированы данные по дифференциальным сечениям фоторождения π^0 -мезонов на протонах от пороговой энергии рождения до 1,2 ГэВ, причем анализ при $E_\gamma > 450$ МэВ [2] был проведен на малом объеме экспериментальной информации.

К настоящему времени экспериментальная ситуация значительно улучшилась. Появились новые данные [3,4] по дифференциальным сечениям фоторождения π^0 -мезонов на протонах, что дало возможность провести новый анализ по аппроксимации дифференциальных сечений фоторождения π^0 -мезонов на протоне от порога рождения до 2 ГэВ.

В настоящей работе приведены полученные результаты статистической обработки экспериментальных данных.

2. Известно, что дифференциальное сечение можно представить в виде разложения по полиномам Лежандра [5]

$$\frac{d\sigma}{d\Omega}(E_\gamma, \theta_{\pi^*}) = \sum_{k=0}^{m-1} A_k(E_\gamma) P_k(\cos \theta_{\pi^*}), \quad (1)$$

где $P_k(\cos \theta_{\pi}^*)$ - полиномы Лежандра, E_γ - энергия налетающего фотона в лабораторной системе координат, θ_{π}^* - угол рождения пиона в СЦМ, m - предел суммирования. Для нахождения энергетических коэффициентов $A_k(E_\gamma)$ обрабатывались угловые распределения данных по дифференциальным сечениям фотообразования

π^0 - мезонов при фиксированной энергии E_γ при различных значениях m по методу наименьших квадратов [6], т.е. минимизацией функционала

$$R_\nu = \sum_{i=1}^n \left[\frac{\sigma_i - \sum_{k=0}^{m-1} A_k P_k}{\Delta \sigma_i} \right]^2,$$

где $\sigma_i = \frac{d\sigma(E_\gamma, \cos \theta_{\pi}^*)}{d\Omega}$, $\Delta \sigma_i$ - ошибка измерения, n - число экспериментальных точек, $\nu = n - m$ - число степеней свободы.

В тех случаях, когда при данной энергии фотона E_γ экспериментальных точек было недостаточно, использовались значения сечений, полученные для энергий $(1 \pm 0,01) E_\gamma$. В качестве максимального значения предела суммирования бралась величина $m=9$. Для окончательного выбора числа параметров m и коэффициентов $A_k(E_\gamma)$ была проведена статистическая обработка полученных результатов по следующим критериям проверки гипотез:

- а) критерий согласия χ^2 [7]
- б) I критерий Фишера [7]
- в) II критерий Фишера [7].

На основании этих критериев были выбраны значения $A_k(E_\gamma)$, соответствующие $m=6$. Для $m > 6$ критерии статистик становились незначительно различными по отношению к их табличным значениям на 5%-ном уровне значимости.

Полученные значения коэффициентов $A_k(E_\gamma)$ приведены на рис.1. Из рисунка видно, что энергетическая зависимость имеет резонансный характер. Так, для коэффициентов A_0 и A_2 четко

прослеживаются вклады I, II, III, IV и выше резонансных областей. Поэтому естественно попытаться аппроксимировать энергетическое поведение коэффициентов A_k функциями Брейта-Вигнера и полиномами по степеням энергии E_γ , описывающими фон:

$$A_k(E_\gamma) = \frac{q}{k} \left[\sum_{i=1}^n \frac{h_{ki} \Gamma_{ki}^2}{(E_\gamma - E_{ki})^2 + \Gamma_{ki}^2} + \sum_{i=0}^n b_{ki} (E_\gamma - E_0)^i \right], \quad (2)$$

где k и q - импульсы фотона и пиона в СЦМ, $E_0 = 0,158$ ГэВ - порог рождения π^0 - мезона, h_{ki} , Γ_{ki} , E_{ki} , b_{ki} - подгоночные параметры, причем Γ_{ki} и E_{ki} имеют смысл эффективной ширины и массы резонансных областей. Величины параметров h_{ki} , Γ_{ki} , E_{ki} , b_{ki} были получены минимизацией функционала χ^2 . Результаты, полученные аппроксимацией по формуле (2), приведены на рис.1.

На рис.2 приведено сравнение энергетического поведения дифференциального сечения фоторождения π^0 - мезона для угла $\theta_{\pi}^* = 60^\circ$, вычисленного по формуле (2), вместе с их экспериментальными значениями. Наблюдается хорошее согласие теории с экспериментом.

С целью независимой проверки результатов настоящего анализа на рис.3 приведены предсказываемые нами значения полных сечений фоторождения π^0 - мезонов ($\sigma_t(E_\gamma) = 4\pi A_0(E_\gamma)$) и экспериментальных данных [3].

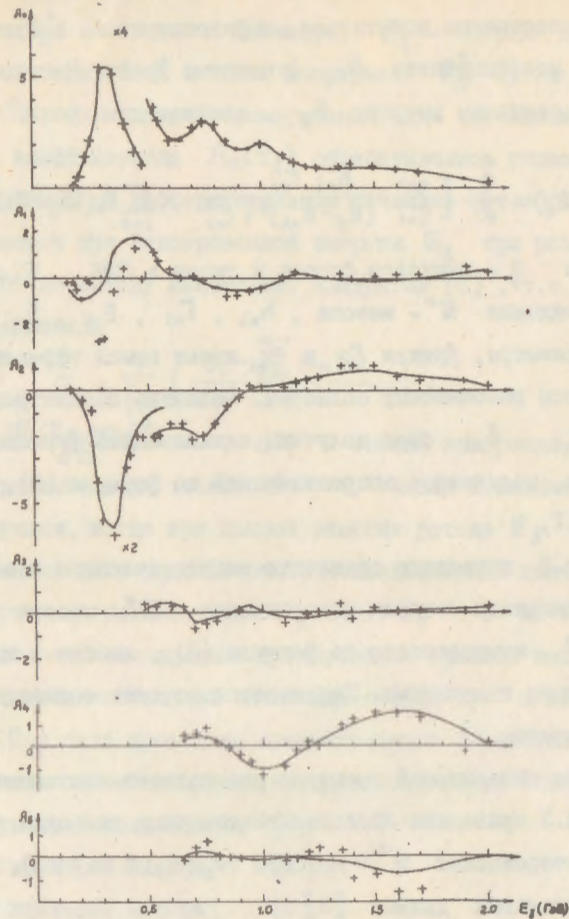


Рис.1 Энергетическая зависимость коэффициентов $A_k(E_\gamma)$ разложения (1).
Сплошная кривая - результат аппроксимации по формуле (2).

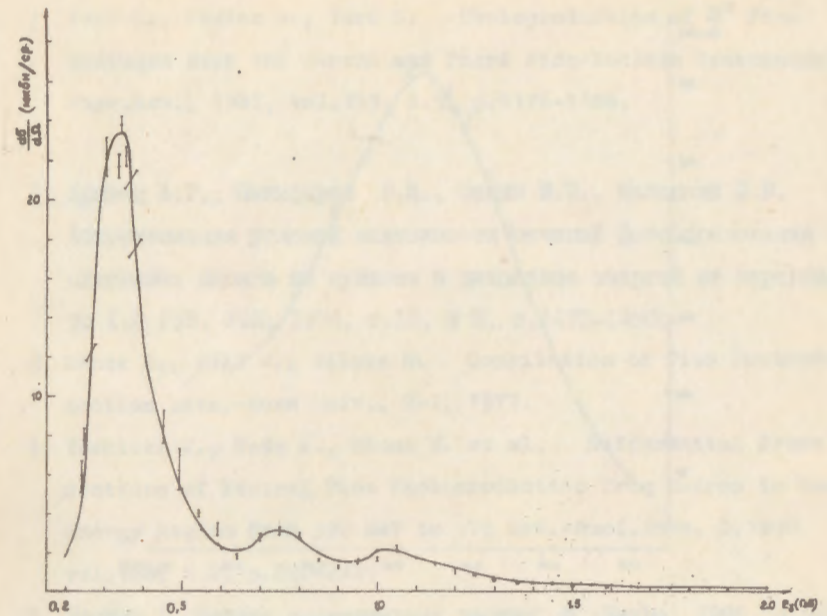


Рис.2 Энергетическая зависимость дифференциального сечения для $\theta_{ст}^* = 60^\circ$.
Сплошная кривая - результат аппроксимации по полиномам Лежандра.
⊥ - экспериментальные точки, взятые из работы [3].

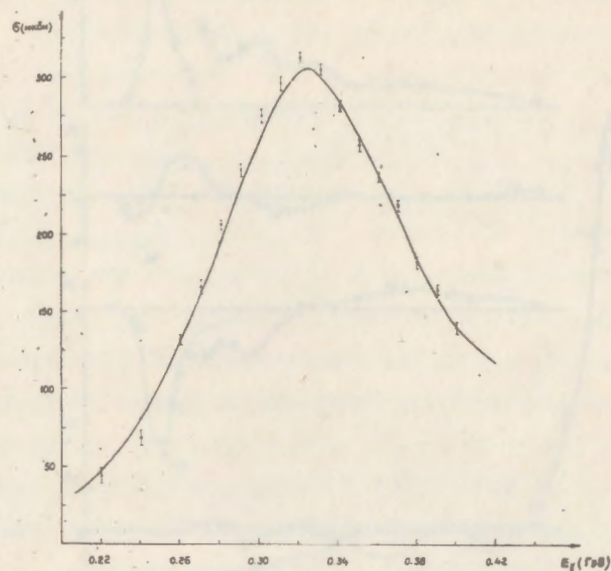


Рис.3 Полное сечение фоторождения π^0 -мезона на протоне.

Сплошная кривая - результат аппроксимации.

• - экспериментальные точки, взятые из работы [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ward C., Kenton B., York C. Photoproduction of π^0 from Hydrogen near the Second and Third Pion-Nucleon Resonances.- Phys.Rev., 1967, vol.159, N.5, p.1176-1186.
2. Кривец А.Г., Никифоров В.И., Санин В.М., Шалацкий С.В. Аппроксимация угловой зависимости сечений фотообразования одиночных пионов на нуклоне в диапазоне энергий от пороговой до 1,2 ГэВ. УФЖ, 1974, т.19, № 9, с.1475-1480.
3. Menze D., Peil W., Wilcke R. Compilation of Pion Photoproduction Data.-Bonn Univ., 7-1, 1977.
4. Yoshioka M., Noda A., Hemmi Y. et al. Differential Cross Sections of Neutral Pion Photoproduction from Hadron in the Energy Region from 390 MeV to 975 MeV.-Nucl.Phys, B,1980, vol.168, N.2, p.222-242.
5. Челлен Г. Физика элементарных частиц. М.:Наука, 1966, с.555.
6. Линник Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы теории обработки наблюдений. М.: ГИФМЛ, 1956, с.333.
7. Худсон Д. Статистика для физиков. М.: Мир, 1970, с.295.

Рукопись поступила 1 августа 1984 г.