

ФИ-635(25)-83

Ա. Ա. ՕԳԱՆԵՏՅԱՆ, Ջ. Վ. ՍԵՏՐՈՍՅԱՆ

РАСЧЕТ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ АСИММЕТРИИ СЕЧЕНИЯ

ФОТОРОЖДЕНИЯ π^0 -МЕЗОНА НА ВОДОРОДЕ ДЛЯ УГЛОВ

$\theta_{\pi^0}^* = 65^\circ \div 80^\circ$ В РЕЗОНАНСНОЙ ОБЛАСТИ ЭНЕРГИЙ

A.A.OGANESIAN, ZH.V.PETROSIAN

MONTE CARLO CALCULATION OF THE EXPERIMENT
ON THE INVESTIGATION OF THE π^0 -MESON PHOTOPRODUCTION
CROSS-SECTION ASYMMETRY ON HYDROGEN
FOR THE ANGLES $\theta_{\pi^0}^* = 65^\circ + 80^\circ$ IN THE RESONANCE ENERGY RANGE

The Monte Carlo calculation of the experiment on the investigation of energy and angular dependences of the reaction $\gamma p \rightarrow p \pi^0$ cross-section asymmetry in the range of photon energies $E_\gamma = (0.7 - 1.3)$ GeV and π^0 -meson production angles in the c.m.s. $\theta_{\pi^0}^* = (65^\circ + 80^\circ)$ is presented. The energy spectra of the protons having stopped in the range spectrometer are obtained.

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1983

УДК 539.172.3:539.126.345

А.А.ОГАНЕСЯН, Ж.В.ПЕТРОСЯН

РАСЧЕТ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО
 ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ АСИММЕТРИИ СЕЧЕНИЯ
 ФОТОРОЖДЕНИЯ π^0 -МЕЗОНА НА ВОДОРОДЕ ДЛЯ УГЛОВ
 $\Theta_{\pi^0}^* = 65^\circ + 80^\circ$ В РЕЗОНАНСНОЙ ОБЛАСТИ
 ЭНЕРГИЙ

Приводится расчет по методу Монте-Карло эксперимента по исследованию энергетической и угловой зависимостей асимметрии сечения реакции $\gamma p \rightarrow p \pi^0$ в области энергии фотонов $E_\gamma = (0,7 \div 1,3)$ ГэВ и углов рождения π^0 -мезона в с.ц.м. $\Theta_{\pi^0}^* = (65^\circ \div 80^\circ)$. Получены энергетические спектры остановившихся в пробном спектрометре протонов.

Ереванский физический институт

БФИ-635(25)-83

А.А.ОГАНЕСЯН, Ж.В.ПЕТРОСЯН

РАСЧЕТ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ АСИММЕТРИИ СЕЧЕНИЯ
ФОТОРОЖДЕНИЯ π^0 -МЕЗОНА НА ВОДОРОДЕ ДЛЯ УГЛОВ
 $\Theta_{\pi^0}^* = 65^\circ + 80^\circ$ В РЕЗОНАНСНОЙ ОБЛАСТИ ЭНЕРГИИ

Ереван 1983

© *Ереванский физический институт*, 1983г.

В настоящее время продолжают интенсивные измерения угловых и энергетических зависимостей поляризационных параметров (Σ , T_y , P_y , P_{xz} ...) в реакциях фоторождения мезонов на нуклоне. Систематические исследования зависимостей поляризационных параметров необходимы для решения проблемы полного опыта в будущем и важны для проверки и развития феноменологических анализов в настоящем.

В данной работе приводится расчет методом Монте-Карло эксперимента по исследованию энергетической и угловой зависимостей асимметрии сечения реакции $\chi p \rightarrow p \pi^0$ в области энергии первичных фотонов $E_\gamma = (0,7 + 1,3)$ ГэВ и углов рождения π^0 мезонов в с.ц.м. $\Theta_{\pi^0}^* = (65^\circ + 80^\circ)$. Необходимость проведения расчета была обусловлена:

- 1) нахождением энергетических спектров протонов при их остановке в счетчиках пробежного спектрометра;
- 2) определением зависимости выхода реакции $\chi p \rightarrow p \pi^0$ от угла Θ_{π^0} для оценки фоновых реакций в условиях эксперимента;
- 3) определением вероятности регистрации распадного γ - кванта

от π^0 -мезона в совпадении с протоном отдачи:

- 4) нахождением энергетической области регистрируемых γ -квантов от распада π^0 -мезона для определения эффективности регистрации детектирующей системой.

Экспериментальная установка состоит из двух плеч [1] и схематически приведена на рис.1. Пионное плечо установки, предназначенное для регистрации одного γ -кванта от распада π^0 -мезона, представляет из себя спектрометр полного поглощения на основе кристалла NaI(Tl) со входным окном $(12,5 \times 14) \text{ см}^2$. Перед кристаллом установлено два сцинтилляционных счетчика для отделения от заряженного фона. Протонное плечо установки состоит из апертурного счетчика C_1 , двух (dE/dx) -счетчиков C_2 и C_3 , четырех двухкоординатных пропорциональных камер, медного поглотителя различной толщины в зависимости от $\Theta_{\pi^0}^*$ и области энергий ΔE_{γ} , пяти пробегных сцинтилляционных детекторов ($R_1 \div R_5$) и антисчетчика \bar{C} . Размеры счетчиков протонного плеча даны в табл.1.

Поляризованный фотонный пучок был получен при помощи когерентного тормозного излучения электронов с энергией 4,6 ГэВ на кристалле алмаза. К измеренному тормозному подгонялся теоретический спектр введением таких параметров как угловой разброс в пучке электронов и коллимация пучка фотонов, и затем для этих параметров вычислялась поляризация фотонов. На рис.2 приведен тормозной спектр фотонов и спектр поляризации.

Водородная мишень имеет цилиндрическую форму (диаметр 5 см, высота 10 см), по оси которого падает фотонный пучок сечением $(15 \times 15) \text{ мм}^2$.

Данная экспериментальная установка позволяет для выделенного события ($\rho\pi^0$) определить три кинематические величины для протонов отдачи $\theta_{\gamma p}$, $\varphi_{\gamma p}$, R_k ($k=1, \dots, 5$), где $\theta_{\gamma p}$ и $\varphi_{\gamma p}$ — полярный и азимутальный углы протона, R_k — номер пробегового счетчика, в котором он остановился.

Монте-Карло расчет эксперимента проводился в следующем порядке:

1. Разыгрывается энергия фотона E_γ^i в области $[E_1, E_2]$ по распределению, представляющему собой произведение распределения числа фотонов в квазимонохроматическом спектре (рис. 2) и дифференциального сечения реакции $\gamma p \rightarrow \rho\pi^0$ от энергии $E_\gamma[2]$.
2. Разыгрываются равномерно координаты точки взаимодействия фотона в мишени $(x, y, z)^i$.
3. Разыгрывается равномерно косинус угла вылета протона в области $[\theta_1, \theta_2]$ охватываемой установкой.
4. Разыгрывается равномерно азимутальный угол $\varphi_{\rho\pi^0}^i$.
5. Проводится коррекция углов $\theta_{\gamma p}^i$ и $\varphi_{\rho\pi^0}^i$ протона с учетом многократного рассеяния в веществе мишени.
6. Вычисляются необходимые кинематические величины T_p^i , $E_{\rho\pi^0}^i$, $\theta_{\rho\pi^0}^i$, $\theta_{\gamma\pi^0}^*$ по двухчастичной кинематике. Энергия протона корректируется с учетом (dE/dx) — потерь в веществе мишени.
7. Проверяется прохождение протона через апертурный счетчик протонного плеча.
8. Разыгрываются азимутальный $\varphi_{\rho\pi^0}^i$, и полярный $\theta_{\rho\pi^0}^{*i}$ углы γ_1 — кванта от распада π^0 — мезона. Вычисляются углы $\theta_{\rho\pi^0}^i$, $\theta_{\gamma_1}^i$ и $\varphi_{\gamma_1}^i$ согласно работе [3]. Проверяется попадание

χ_1^i - кванта на входное окно псионного плеча. Если χ_1^i - квант не попадает, то по выше приведенной схеме, проверяется попадание χ_2^i - кванта от распада π^- - мезона на входное окно детектора.

9. Определяется место остановки протона с энергией T_p^i в пробном спектрометре. При прохождении протона через детекторы ($C_1, C_2, C_3, R_1 + R_5$) и медный поглотитель, вплоть до остановки, учитывались многократное рассеяние и неупругие процессы [4,5] протонов в веществе сцинтилляционных счетчиков и медного поглотителя.

Пункты 1-9 повторяются N_0 - раз и строятся гистограммы $N(E_\chi), N(\theta_{\chi p}), N(\psi_{\chi p}), N(\theta_{\chi \pi^0}^*), N(T_p), N(R_K)$. Эти спектры для случая $\theta_{\pi^0}^* = 60^\circ$ и I позиции приведены на рис.3-9. Энергетическая область регистрируемых фотонов для каждого угла $\theta_{\pi^0}^*$ была разбита на две подобласти (позиции измерения). В табл.2 приведены некоторые кинематические величины (средние значения или области регистрации), а также эффективность регистрации (R_{π^0}) - событий установкой, для двух значений угла $\theta_{\pi^0}^*$, полученные из расчета методом Монте-Карло. На рис.10 приведены экспериментальные и расчетные данные, полученные при различных углах χ - спектрометра относительно правильной кинематики реакции $\chi p \rightarrow \pi \pi^0$. Из сравнения этих данных следует, что вклад фоновых реакций не превышает 7%.

Таблица I

Счетчики	C_1	C_2	C_3 /	$R_1 + 5$	\bar{C}
Размеры (см ³)	6x12x0,5	25x25x1	25x25x2	25x25x2	30x30x2

Таблица 2

Өл° граду- сы	пози- ция измер.	ΔE_{γ} , ГэВ	$\bar{T}_P \pm \sigma(T_P)$ МэВ	$\Delta E_{\gamma 1}$, ГэВ	$\theta(\theta_{\text{пл}}^*)$, градусы	$\sigma(E_{\beta})$, МэВ	$\eta \times 10^2$, эфф
70	1	0,75 - 1,05	171 \pm 3 179,5 \pm 3 169,6 \pm 3 199,5 \pm 3 208,6 \pm 3	0,35 - 0,60	2,6	19	1,09
70	2	0,95 - 1,25	237 \pm 2,7 246 \pm 2,7 254 \pm 2,7 262,5 \pm 2,7 270 \pm 2,7	0,34 - 0,99	2,6	17	0,66
60	1	0,7 - 0,95	168 \pm 3 198 \pm 3 207,5 \pm 3 216,5 \pm 3 225,5 \pm 3	0,344 - 0,68	2,6	14	1,12
60	2	0,65 - 1,13	257 \pm 2,5 266 \pm 2,5 274 \pm 2,5 262 \pm 2,5 250 \pm 2,5	0,352 - 0,81	2,6	12	0,71

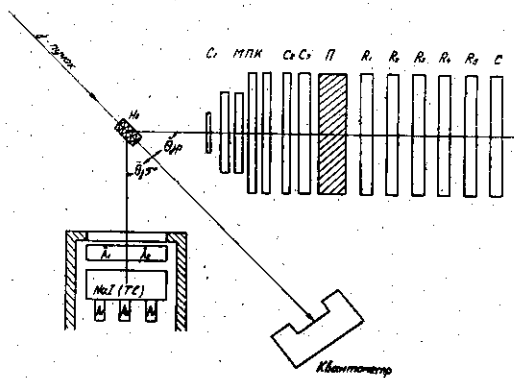


Рис. 1

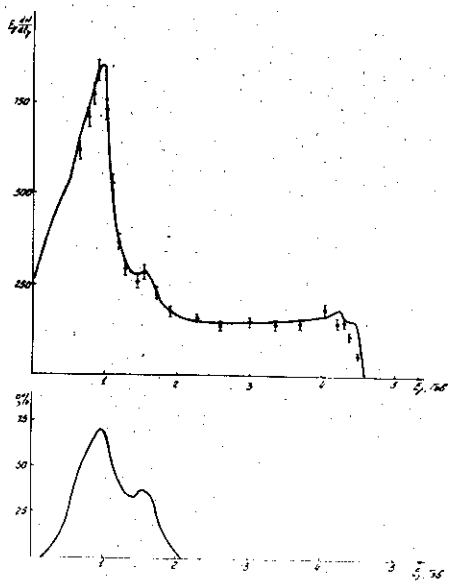


Рис. 2

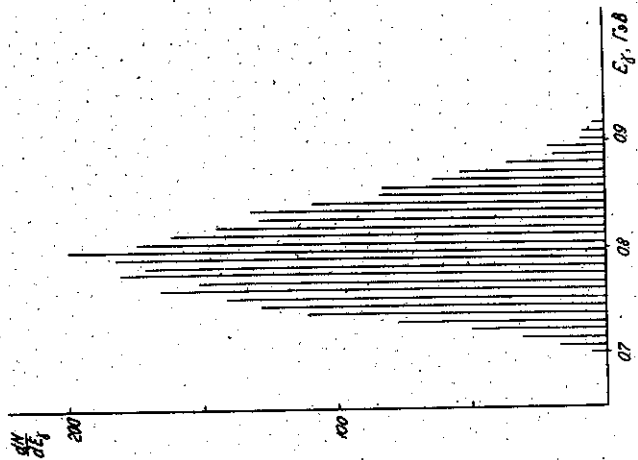


Рис. 3

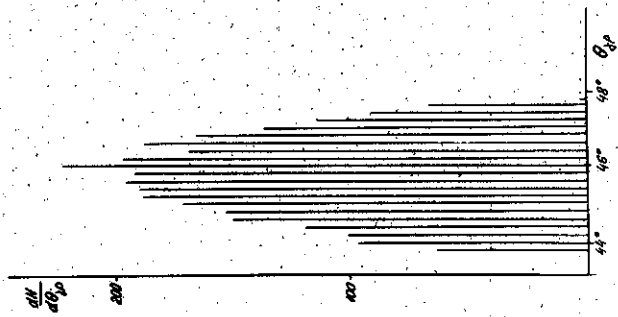


Рис. 4

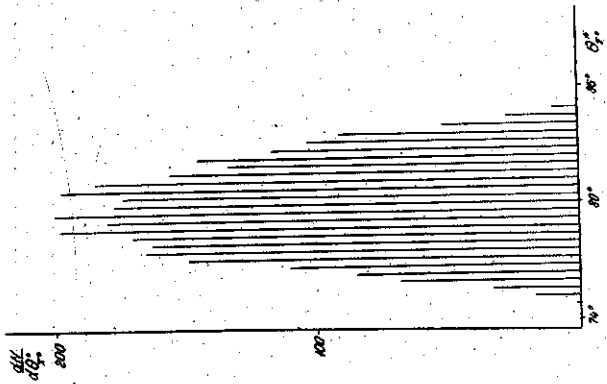


Рис. 6

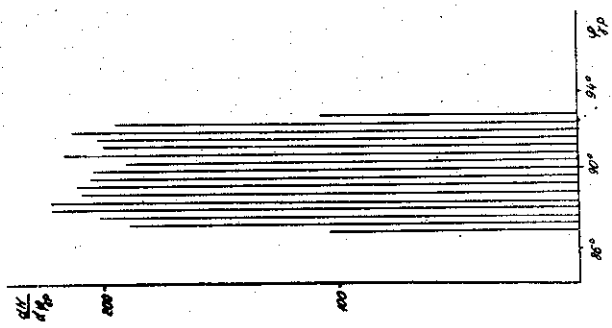
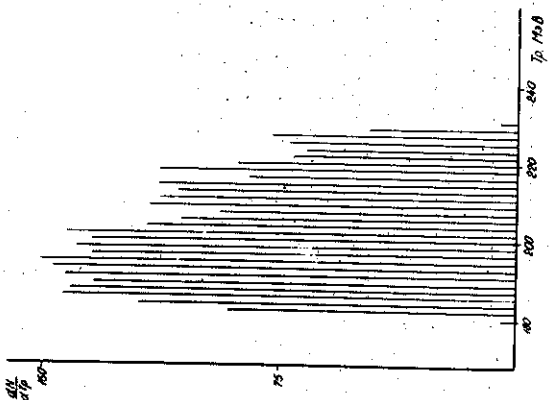
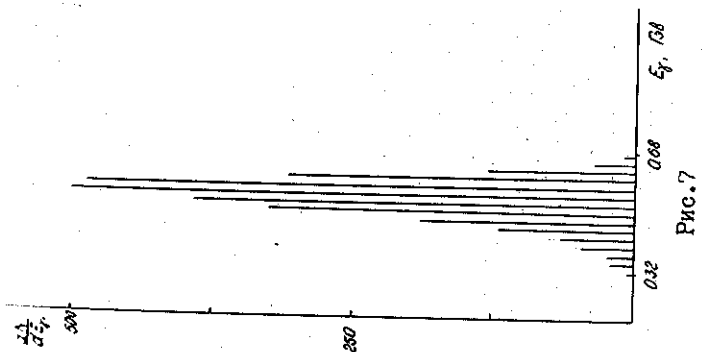


Рис. 5



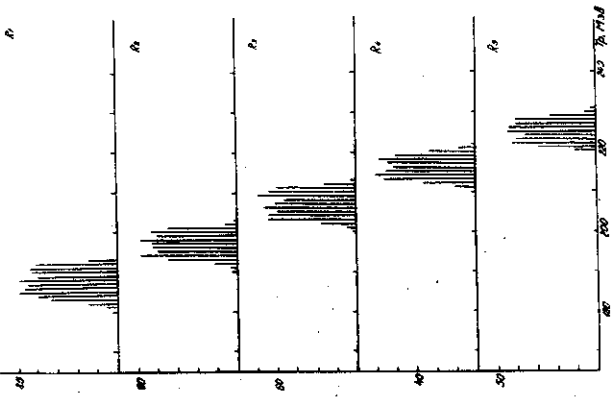
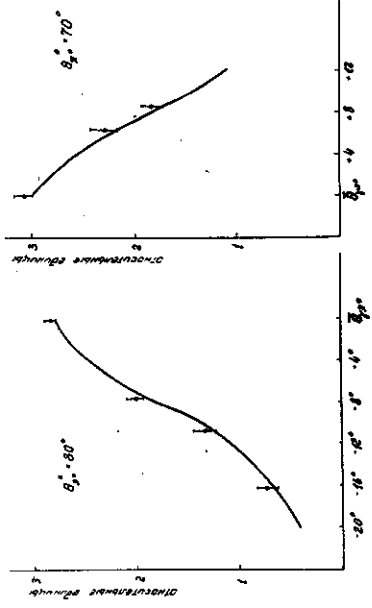


Рис.9



РД Рис.10

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

- Рис.1 Схема экспериментальной установки.
- Рис.2 Энергетический спектр и поляризации первичных фотонов с пиковой энергией 0,9 ГэВ.
- Рис.3 Энергетический спектр фотонов, регистрируемых установкой.
- Рис.4 Спектр полярных углов вылета протонов.
- Рис.5 Спектр азимутальных углов протонов.
- Рис.6 Спектр углов рождения π^{\pm} -мезонов в с.п.м.
- Рис.7 Энергетический спектр регистрируемых γ -квантов от распада π^{\pm} -мезона.
- Рис.8 Энергетический спектр регистрируемых протонов.
- Рис.9 Энергетические спектры остановившихся в счетчиках пробежного спектрометра протонов.
- Рис.10 Экспериментальные и расчетные данные, полученные при различных углах γ -спектрометра относительно правильной кинематики реакции $\gamma p \rightarrow p \pi^{\pm}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авакян Р.О., Авакян Э.О., Аветисян А.Э. и др. Установка для измерения поляризационных параметров в реакции фоторождения π^0 - мезона. Препринт ВФИ-623(13)-63.
2. Barton J.S., Booth P.S.L., Carroll L.J. et al. The photo-production of neutral pions from protons between 0.7 GeV and 1.7 GeV. DL/P 208, 1974.
3. Авакян Р.О., Акопов Н.З., Петросян К.В., Тароян С.И. Расчёт по методу Монте-Карло эксперимента по измерению асимметрии фоторождения π^0 - мезона поляризованными γ - квантами. Препринт ВФИ-171(17)-76.
4. Measday D.F., Richard-Serre C. The loss of protons by nuclear inelastic interactions in various materials.- Nucl.Inst. and Meth., 1969, N. 76, p.45.
5. Renberg P.O., Measday D.F., Favier B. et al. Loss of protons in thin absorbers.- Nucl.Inst. and Meth., 1972, N.104, p.157.

Рукопись поступила 3 февраля 1963 г.

Редактор Л.П. Мукаян
Тех.редактор А.С.Абрамян

Заказ 200

ВФ-04342

Тираж 299

Препринт ЕФИ

Формат издания 60x84/16

Подписно к печати 19/УП-83г. I, 0 уч.-изд. л. Ц. 15 к.

Издано Отделом научно-технической информации
Ереванского физического института, Ереван 36, Маркарян 2

индекс 3624