

4519 / 2-78

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



Б-219

P1 - 11654

Е.Баля, Ш.Берчану, В.М.Карнаухов, Г.Келлнер,
К.Кока, А.Михул, В.И.Мороз

Σ^0 -ГИПЕРОН В π^- p-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ 16 ГэВ/с

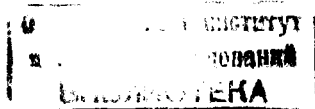
1978

P1 - 11654

Е.Баля,¹ Ш.Берчану,¹ В.М.Карнаухов, Г.Келлнер,²
К.Кока,¹ А.Михул,³ В.И.Мороз

Σ^0 -ГИПЕРОН В π - p -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ 16 ГэВ/с

Направлено в ЯФ



¹ Центральный институт физики, Бухарест, СРР.

² ЦЕРН, Женева, Швейцария.

³ Университет, Бухарест, СРР.

Баля Е. и др.

P1 - 11654

Ξ^0 -гиперон в π^-p -взаимодействиях при 16 ГэВ/с

Зарегистрирован случай рождения Ξ^0 -гиперона в π^-p -взаимодействиях при 16 ГэВ/с в двухметровой водородной пузырьковой камере ЦЕРНа. Идентифицирован канал реакции с Ξ^0 -частицей, приведено угловое распределение частиц в системе центра масс π^-p -взаимодействия. Нижняя граница сечения рождения Ξ^0 -гиперона в π^-p -взаимодействиях равна (44_{-37}^{+101}) мкб.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований, Дубна 1978

Balia E. et al.

P1 - 11654

Ξ^0 -Hyperon in π^-p -Interactions at 16 GeV/c

Ξ^0 -hyperon production in 16 GeV/c π^-p -interactions in the 2 m CERN hydrogen bubble chamber has been registered. Ξ^0 -production channel has been identified, particle angular distribution at π^-p -interaction in c.m.s. is presented. The lower limit for Ξ^0 -hyperon cross section at π^-p -interactions is (44_{-37}^{+101}) μ b.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1978

При изучении рождения странных частиц в π^-p -взаимодействиях при 16 ГэВ/с на фотоснимках (~ 90000 кадров) с двухметровой водородной пузырьковой камеры ЦЕРНа найдено 8-лучевое событие с V^0 , δ и изломом на одном из вторичных отрицательных треков (рис. 1). Результаты нескольких независимых измерений этого события обработаны на ЭВМ по системе программ ОИЯИ^{1/}.

1. После обработки по кинематической программе идентификации V^0 -частиц $1/2 V^0$ -частица надежно идентифицирована как Λ -гиперон с импульсом (2105 ± 30) МэВ/с, массой $(1115,4 \pm 0,2)$ МэВ/с² и углом раствора между положительным и отрицательным треками $(18,5 \pm 0,1)^\circ$. Точка вылета Λ -гиперона совпадает с точкой конверсии γ -кванта, среднее значение χ^2 (3 уравнения связи) равно $0,94 \pm 0,29$. В предположении вылета Λ -частицы из точки первичного π^-p -взаимодействия или точки излома отрицательного трека соответственно

$$\langle \chi^2_1 \rangle = 1122 \pm 27, \quad \langle \chi^2_2 \rangle = 639 \pm 24.$$

2. Проведен анализ отрицательного трека с изломом. Анализ кинематики возможных распадов отрицательной частицы, кинематики и законов сохранения квантовых чисел в первичном π^-p -взаимодействии позволяет утверждать, что это распад Σ^+ -гиперона с импульсом $\langle P_{\Sigma^+} \rangle = (3419 \pm 67)$ МэВ/с.

Вторичное взаимодействие в точке излома невозможно по следующим причинам. Трек после излома идентифицирован по ионизации как след π^- -мезона с импульсом $\langle P_{\pi^-} \rangle = (299 \pm 6)$ МэВ/с. Угол, образованный им с направлением трека до излома, составляет $(28 \pm 2)^\circ$. При этом поперечный импульс π^- -мезона больше 140 МэВ/с, в предположении π^-p -рассеяния длина трека протона отдачи была бы не менее 1 см.

3. При обработке γ -кванта получены следующие результаты: импульс положительной частицы (предполагаем, что это позитрон) $\langle P_{e^+} \rangle = (10, 1 \pm 1, 1)$ МэВ/с, импульс электрона $\langle P_{e^-} \rangle = (10, 1 \pm 1, 1)$ МэВ/с, угол раствора между ними равен $(92 \pm 3)^\circ$. Эффективная масса системы $\Lambda e^+ e^-$ составляет (1305 ± 1) МэВ/с², что дало основание сделать предположение о распаде Ξ^0 -частицы.

Кинематические оценки по известным формулам ^{1/3/} показали несостоятельность предположения о том, что e^- является σ^- -электроном в первой точке положительного трека (рис. 1).

4. Сделано заключение, что в точке конверсии γ -кванта (рис. 1) произошел распад Ξ^0 -гиперона, вылетевшего в результате $\pi^+ p$ -взаимодействия. Ξ^0 распался на Λ, π^0 -частицы, π^0 - на два γ -кванта, один из которых (γ_1) дал внутреннюю конверсию (пара Далица), второй (γ_2) вышел из камеры. При расчете кинематики распада $\Xi^0 \rightarrow \Lambda \pi^0$ (известно направление Ξ^0 -частицы и все параметры Λ -гиперона) получены следующие величины импульсов Ξ^0, π^0 -частиц:

$$\langle P_{\Xi^0} \rangle = (2520 \pm 36) \text{ МэВ/с,}$$

$$\langle P_{\pi^0} \rangle = (446 \pm 29) \text{ МэВ/с.}$$

Кинематика распада $\Xi^0 \rightarrow \Lambda \gamma_1 \gamma_2$ (при $\vec{P}_{\gamma_1} \approx \vec{P}_{e^+} + \vec{P}_{e^-}$) дает следующие значения для импульсов частиц:

$$\langle P_{\gamma_1} \rangle = (2513 \pm 38) \text{ МэВ/с,}$$

$$\langle P_{\gamma_2} \rangle = (421 \pm 24) \text{ МэВ/с,}$$

$$\langle P_{\Lambda} \rangle = (32 \pm 4) \text{ МэВ/с,}$$

$$\langle P_{\pi^0} \rangle = (432 \pm 24) \text{ МэВ/с.}$$

Величины $\langle P_{\Xi^0} \rangle, \langle P_{\pi^0} \rangle$ в пределах ошибок совпадают с результатами предыдущего расчета. Эффективная масса γ_1 и γ_2 близка к табличной ^{1/4/} массе π^0 -мезона:

$$\langle M_{\gamma_1 \gamma_2}^{\text{эфф.}} \rangle = (133, 3 \pm 1, 6) \text{ МэВ/с}^2.$$

5. В таблице представлены значения вычисленных параметров частиц в восьмилучевом событии.

Таблица

№ пп	Частица	Импульс (МэВ/с)	Азимутальный угол (градусы)	Угол погружения (градусы)
	π_1^-	16244 ± 160	359,72 ± 0,01	-0,17 ± 0,04
1.	Σ^+	3419 ± 67	1,76 ± 0,27	4,83 ± 2,10
2.	π^-	736 ± 10	11,50 ± 0,11	-10,97 ± 0,21
3.	π^-	676 ± 9	358,76 ± 0,13	1,11 ± 0,21
4.	π^-	252 ± 4	334,46 ± 0,23	4,40 ± 0,53
5.	K^+	4570 ± 62	355,65 ± 0,03	2,75 ± 0,05
6.	π^+	838 ± 10	358,50 ± 0,09	4,89 ± 0,18
7.	π^+	974 ± 12	358,77 ± 0,08	0,79 ± 0,16
8.	p	2724 ± 39	3,28 ± 0,04	-10,68 ± 0,08
	Ξ^0	2513 ± 38	0,70 ± 0,06	-2,69 ± 0,17

Была предпринята попытка, оказавшаяся успешной, идентифицировать это событие с помощью кинематической программы идентификации каналов реакций ^{1/5/}, не включая в рассмотрение зарегистрированный Ξ^0 -гиперон. Событие удовлетворяет гипотезе с одним уравнением связи: $\pi^- p \rightarrow \Sigma^+ \pi^- \pi^- \pi^- K^+ \pi^+ \pi^+ p (\Xi^0)$. Среднее значение минимизируемого функционала равно $\langle \chi^2 \rangle = 1,61 \pm 0,38$. Параметры недостающей частицы в пределах ошибок совпадают с параметрами идентифицированного ранее Ξ^0 -гиперона.

Далее в программу идентификации ^{1/5/} были введены данные о Ξ^0 -частице, полученные ранее (см. таблицу). Обсчет события по программе ^{1/5/} (по той же гипотезе) с четырьмя уравнениями связи подтвердил надежность идентификации события ($\langle \chi^2 \rangle = 4,11 \pm 0,61$).

Таким образом, можно считать, что действительно зарегистрирован случай рождения Ξ^0 -гиперона в $\pi^+ p$ -взаимодействиях при 16 ГэВ/с в реакции $\pi^+ p \rightarrow \Sigma^+ \pi^- \pi^- \pi^- K^+ \pi^+ \pi^+ p \Xi^0$.

↓
 $\Lambda \pi^0$
 ↓
 $e^+ e^- \gamma$

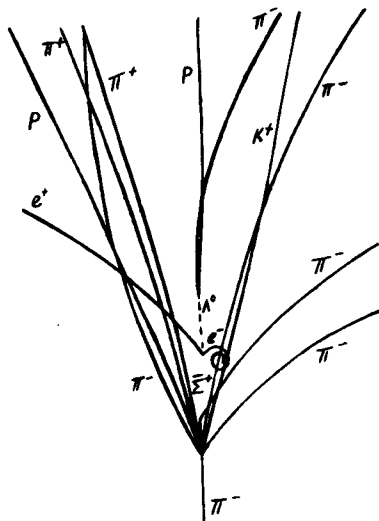


Рис. 1. Фотография и схема события.

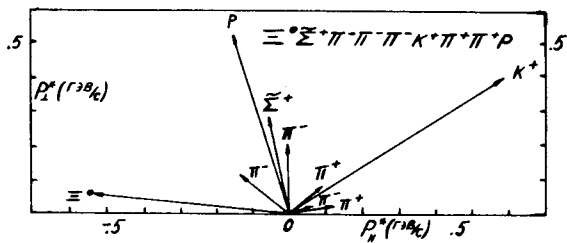


Рис. 2. Продольные (P_{\parallel}^*) и поперечные (P_{\perp}^*) импульсы частиц события в системе центра масс $\pi^-\rho$ -взаимодействия.

6. Других случаев распада $\Xi^0 \rightarrow \Lambda \pi^0$ ($\pi^0 \rightarrow e^+e^- \gamma$, $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$) в 4, 6, 8, 10-лучевых событиях на имеющемся экспериментальном материале 90000 фотоснимков не обнаружено. Поскольку просмотр пленок с целью поиска Ξ^0 -гиперона не проведен для 0,2-лучевых событий, можно дать лишь приблизительную оценку нижней границы сечения рождения Ξ^0 -гиперона в $\pi\rho$ -взаимодействиях при 16 ГэВ/с: $\sigma = (44 \pm_{37}^{101}) \text{ мкб}$.

На этом же экспериментальном материале была получена оценка сечения рождения Ξ^- -гиперонов в $\pi^-\rho$ -взаимодействиях при 16 ГэВ/с: $(17,5 \pm 2,7) \text{ мкб}$.

7. На рис. 2 приведено угловое распределение вторичных частиц события в системе центра масс $\pi\rho$ -первичного взаимодействия. Видно, что в этом событии Ξ^0 -гиперон так же, как и Ξ^- -частицы в $\pi\rho$ -взаимодействиях, сохраняет направление барiona в системе центра масс первичного взаимодействия.

Авторы благодарны д-ру Д.Р.О.Моррисону за предоставленную возможность работать с фотоснимками, полученными при облучении π^- -мезонами при 16 ГэВ/с двухметровой водородной пузырьковой камеры ЦЕРНА.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.М.Карнаухов и др. Сообщение ОИЯИ, 10-6123, Дубна, 1971.
2. А.Ф.Лукьянцев и др. Препринт ОИЯИ, Р-1982, Дубна, 1965.
3. К.Н.Мухин. Введение в ядерную физику. Атомиздат, Москва, 1965; А.М.Балдин, В.И.Гольданский, В.М.Максименко, И.Л.Розенталь, Кинематика ядерных реакций. Атомиздат, 1969.

4. Particle Data Group, Rev. Mod. Phys., Vol. 48, No. 2, Part II, 1976.
5. Э.М.Иванченко и др. Препринт ОИЯИ, PII-3983, Дубна, 1968.
6. E.Balea et al. Preprint JINR, EI-II653, Dubna, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел
13 июня 1978 года.