

С 346.46

Б-219

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



18/12 24

1 - 8138

3702/2-74

Е.Баля, О.Баля, Ш.Берчану, В.М.Карнаухов,
В.Каутиш, К.Кока, А.Д.Макаренкова, А.Михул,
В.И.Мороз, Н.С.Новикова, Г.Н.Тентюкова

ЧЕТЫРЕХЛУЧЕВЫЕ СОБЫТИЯ С РОЖДЕНИЕМ
СТРАННЫХ ЧАСТИЦ В π^-p - ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ 16 ГэВ/с.

Часть 2. Идентификация нейтральных
странных частиц.

1974

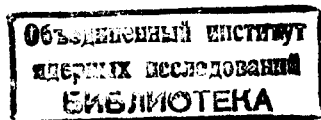
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ
ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ

Е.Баля,* О.Баля,* Ш.Берчану, В.М.Карнаухов,
В.Каутиш, К.Кока,* А.Д.Макаренкова, А.Михул,
В.И.Мороз, Н.С.Новикова, Г.Н.Тентюкова

ЧЕТЫРЕХЛУЧЕВЫЕ СОБЫТИЯ С РОЖДЕНИЕМ
СТРАННЫХ ЧАСТИЦ В π^-p - ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ 16 ГэВ/с.

Часть 2. Идентификация нейтральных
странных частиц.

* Институт атомной физики, Бухарест, СРР.



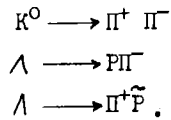
С целью исследования рождения странных частиц в 4-лучевых взаимодействиях Π^- -мезонов с протонами при 16 ГэВ/с анализировались фотоснимки, полученные при облучении 2-метровой водородной пузырьковой камеры ЦЕРНа. Правильная идентификация нейтральных странных частиц (Λ и K^0) является одним из первых вопросов, которые ставятся при такого рода исследованиях. В данной методической работе излагается методика идентификации нейтральных странных частиц, образованных в Πp - взаимодействиях.

При просмотре фотоснимков отбирались 4-лучевые события с V^0 -распадами, вызванные первичными Π^- - мезонами, в выбранном эффективном объеме камеры. После измерений отобранных событий с помощью программы геометрической реконструкции восстанавливалась их пространственная картина в камере. Подробное описание критериев отбора при просмотре, настройке программы геометрической реконструкции дано в работах /1,2,3/.

§ 1. Кинематическая идентификация V^0 -распадов

Для кинематической идентификации V^0 -частиц использовалась специальная программа ("2-4" /4/), которая проверяет следующие гипотезы распадов нейтральных частиц *:

* V^0 -события с углом разлета меньше 1° обрабатывались и в предположении $\gamma \rightarrow e^+e^-$.



Законы сохранения при распадах нейтральных частиц на две заряженные накладывают на измеренные параметры следов частиц 3 уравнения связи. На основе этих уравнений методом χ^2 отыскивались оптимальные значения параметров V^0 -события, удовлетворяющие рассматриваемой гипотезе. V^0 -распад считался идентифицированным, если рассчитанная по χ^2 вероятность одной из гипотез была больше 0,005 ($\chi^2 < 13$) /5/ и больше вероятности конкурирующей гипотезы в 3 раза и более, как это делалось ранее в /6/.

На всех событиях проверялось соответствие ионизации импульсу на следах продуктов распада V^0 -частиц. Некоторые V^0 -распады идентифицированы именно таким образом, хотя отношение вероятностей конкурирующих гипотез меньше 3. Визуальное разделение по ионизации Π^+ - мезонов и протонов из K^0 , Λ - распадов (Π^- и \bar{p} из K^0 , $\bar{\Lambda}$) считали возможным до импульса заряженных частиц 1,4 Гэв/с /5,7,8,9/. В этот интервал импульсов вошло 54% положительных частиц из распадов идентифицированных K^0 , Λ - частиц. Отсутствие видимых корреляций на рис. I между величинами χ^2 для Λ - гиперонов и импульсами протонов из распада Λ - гиперонов по всем интервалам импульсов свидетельствует о законности применения этих методов идентификации в нашей работе. Проверкой законности применения χ^2 -критерия также служит хорошее согласие экспериментального χ^2 -распределения для идентифицированных Λ и K^0 - частиц с теоретическим (рис.2), нормированным на число событий с $\chi^2 < 13$. При этом средняя величина $\chi^2_{V^0}$ равна $3,01 \pm 0,09$, что хорошо согласуется с математическим ожиданием χ^2 -распределения с числом степеней свободы, равным 3 (это

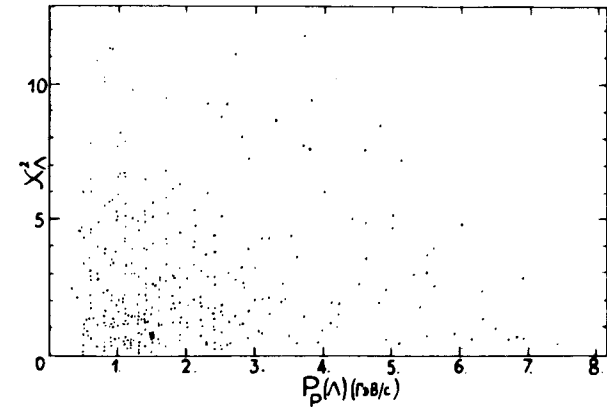


Рис. I. Зависимость χ^2 для Λ^0 - гиперонов от импульса протона - продукта распада Λ^0 .

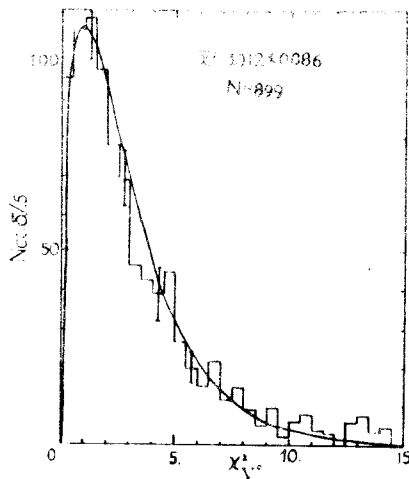


Рис. 2. Экспериментальное χ^2 -распределение идентифицированных K^0 и Λ^0 -частиц. Кривая - теоретическое χ^2 -распределение для трех степеней свободы, нормированное на число V^0 -событий с $\chi^2 < 13$.

подтверждает правильность выбора констант и вычисления ошибок в программе геометрической реконструкции "I-6" /2/).

§ 2. Результаты кинематической идентификации

При просмотре было отобрано 2210 предполагаемых V^0 -событий. После обсчета результатов измерений (с двойным перемером трудноизмеримых событий) по геометрической и кинематической программам эти события распределились следующим образом: 9% событий относятся к "техническому браку" (недостатки пленки, плохо видны реперные кресты, наложение следов);

7,5% V^0 -событий некомпланарны с отобранными 4-лучевыми событиями *;

3,5% событий вызваны вторичными частицами.

Среди оставшихся 1768 V^0 -событий

51,5% идентифицированы как $\Lambda, \bar{\Lambda}, K^0$ -частицы;

26,0% оказались γ -квантами;

18,9% приходится на V^0 -события и γ -кванты, вероятность которых меньше 0,005;

3,6% неразделенные между собой $\Lambda, \bar{\Lambda}, K^0, \gamma$ -частицы.

Результаты идентификации V^0 -частиц приведены в таблице I.

Таблица I.

K^0	Λ	$\bar{\Lambda}$	K^0 или γ	Λ или γ	K^0 или Λ	K^0 или $\bar{\Lambda}$
581	318	11	2	15	43	4

* Средняя компланарность /4/ V^0 -событий в нашем эксперименте равна: $\sin \eta = 0,00045 \pm 0,00065$, 93% V^0 -событий имеют угол компланарности меньше 1° (распределение не показано).

§ 3. Дополнительная идентификация неразделенных

V^0 -событий

V^0 -события с отношением вероятностей конкурирующих гипотез меньше 3, которые нельзя было идентифицировать с помощью ионизации на следах продуктов распада, были разделены с помощью идентификации каналов реакций (программа "IO-30" /10/). Анализ угловых распределений Π^- -мезона, одного из продуктов распада V^0 -частиц, в системе покоя V^0 -частиц (рис.3) подтверждает проведенное разделение. Угловое распределение Π^- -мезонов от распада идентифицированных K^0 -частиц в системе покоя K^0 -мезона относительно направления его импульса в лабораторной системе координат должно быть изотропным (спин K^0 -мезона равен нулю). Заштрихованная область (рис.3) выделяет неразделенные K^0, Λ -частицы. Эта область явно нарушает изотропию распределения для K^0 -мезонов. После переноса 35 неразделенных V^0 -событий из 43 $K^0\Lambda$ -гиперонов подобное распределение для Λ -гиперонов также становится более изотропным. Величина $\Delta\bar{p}$ для углового распределения Π^- -мезонов от распада Λ -гиперонов, записанного в аналитическом виде как $(1 + \Delta\bar{p} \cos \theta) / II$, стала равной:

$$\Delta\bar{p} = 2(N_+ - N_-) / N \pm \sqrt{3/N} = 0,072 \pm 0,092.$$

4 неразделенных между собой $K^0, \bar{\Lambda}$ -частицы идентификацией каналов реакций были отнесены к K^0 -мезонам. Анализ угловых и импульсных распределений для 17 неразделенных Λ, K^0, γ -частиц, аналогичный анализу в работе /12/, показал, что все эти события можно считать

γ -квантами.

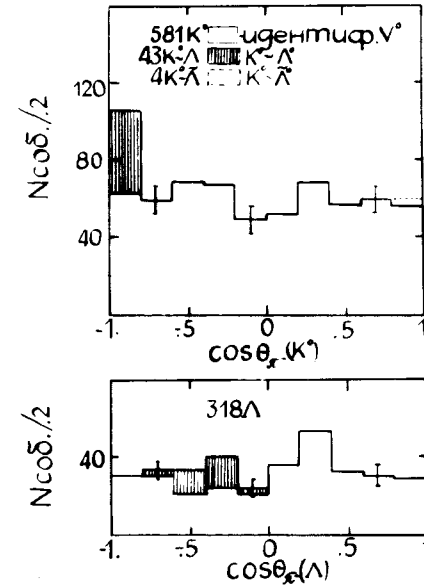


Рис. 3. Распределение K^0 -мезонов, неразделенных $K^0-\Lambda^0$, $K^0-\bar{\Lambda}^0$ -событий, Λ^0 -гиперонов по \cos угла вылета Π^- -мезона в системе покоя, соответственно, K^0, Λ^0 -событий относительно направления импульса K^0, Λ^0 -событий в лабораторной системе координат.

§ 4. Результаты полной идентификации V^0 -частиц

Окончательно, после разделения неоднозначно идентифицированных V^0 -событий, к K^0 - мезонам отнесено 593 V^0 -событий, к Λ -гиперонам - 353, к $\bar{\Lambda}$ -гиперонам - 11.

Экспериментальные χ^2 -распределения для K^0 и Λ -частиц согласуются с теоретическим (рис.4), нормированным на число событий с $\chi^2 < 13$. Средние величины χ^2 равны: $\overline{\chi^2}_{K^0} = 3,15 \pm 0,11$, $\overline{\chi^2}_{\Lambda} = 2,92 \pm 0,14$.

Для иллюстрации надежности измерений и идентификации V^0 -частиц построены распределения эффективных масс K^0, Λ - частиц (рис.5). Средние значения масс ($\overline{M}_{K^0} = (0,49713 \pm 0,00021)$ Гэв/ c^2), $\overline{M}_{\Lambda} = (1,11547 \pm 0,00017)$ Гэв/ c^2) близки с данными /13/ ($M_{K^0} = (0,49771 \pm 0,00013)$ Гэв/ c^2 , $M_{\Lambda} = (1,11559 \pm 0,00005)$ Гэв/ c^2).

На рис.6 приведены экспоненциальные распределения величины $c\tau$, характеризующей время жизни K^0 и Λ -частиц. Средние значения ($c\tau_{K^0} = (2,47 \pm 0,09)$ см, $c\tau_{\Lambda} = (7,66 \pm 0,39)$ см) также близки данным /13/ ($c\tau_{K^0} = (2,65 \pm 0,02)$ см, $c\tau_{\Lambda} = (7,56 \pm 0,06)$ см).

Общий вид импульсных и угловых распределений K^0, Λ - частиц в системе центра масс первичного взаимодействия (рис.7,8) не противоречит данным из литературы, например /11,14/.

На полученном материале мы сочли возможным сравнить отношение количества идентифицированных K^0 -мезонов к количеству идентифицированных Λ -гиперонов ($\frac{N_{K^0}}{N_{\Lambda}} = 1,680 \pm 0,112$) с подобным отношением в работе /15/ ($\frac{N_{K^0}}{N_{\Lambda}} = 1,485 \pm 0,236$).

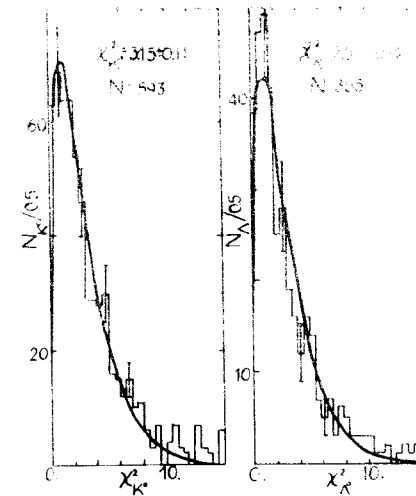


Рис. 4. Экспериментальное χ^2 -распределение K^0, Λ^0 - частиц. Кривая - теоретическое χ^2 -распределение для трех степеней свободы, нормированное на число событий с $\chi^2 < 13$.

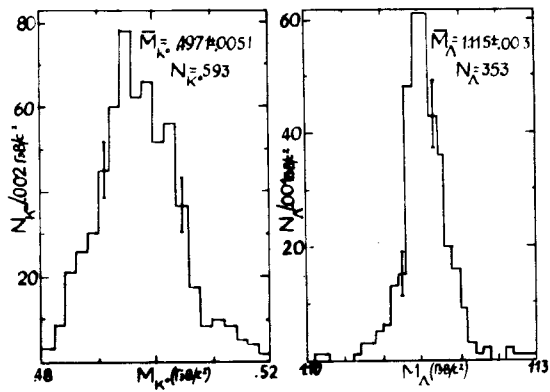


Рис. 5. Распределение эффективных масс K^* , Λ^* - частиц.

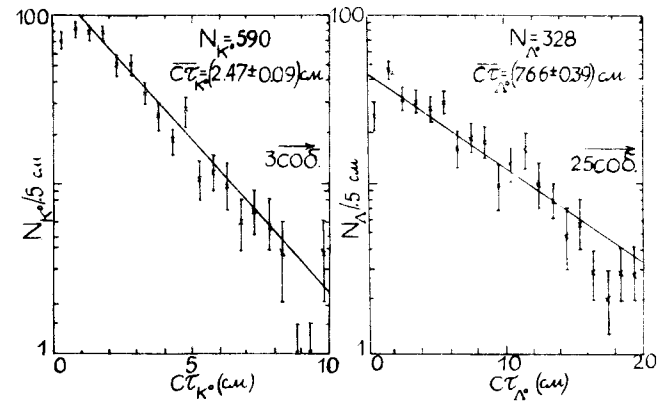


Рис. 6. Распределение величины $c\tau$, характеризующей время жизни K^* , Λ^* - частиц.

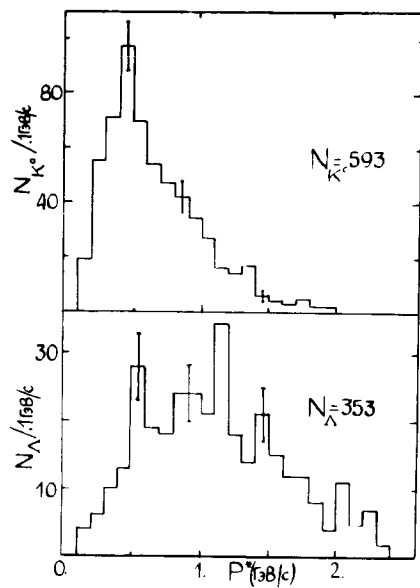


Рис. 7. Импульсное распределение K^0, Λ^0 -частиц в системе центра масс первичного взаимодействия.

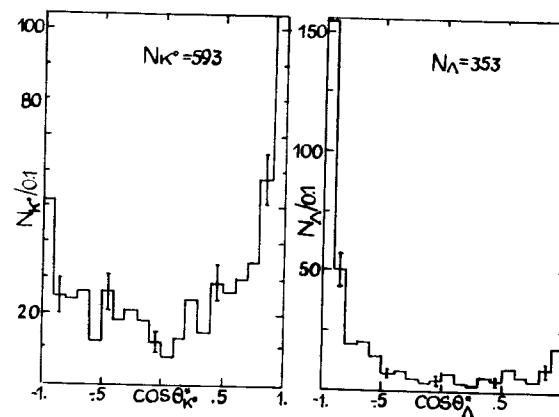


Рис. 8. Угловое распределение K^0, Λ^0 -частиц в системе центра масс первичного взаимодействия.

В заключение авторы благодарят ЦЕРН за предоставленную возможность работать с фотоснимками облучения Γ - мезонами при 16 Гэв/с 2-метровой водородной пузырьковой камеры, д-ра Д.Р.О. Моррисона, д-ра Г.Келлнера и д-ра Т.Бешлиу за полезную информацию и интерес к работе, лаборантов - за проведенные измерения и помощь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е.Баля и др. ОИЯИ, Б2-1-7133, 1973.
2. Е.Баля и др. ОИЯИ, Б2-1-7134, 1973.
3. Е.Баля и др. Препринт ОИЯИ, I-7140, 1973.
4. А.Ф.Лукьянцев и др.Препринт ОИЯИ, P-1982, 1965.
5. А.М.Моисеев, В.А.Ярба. Препринт ОИЯИ, P1-3313, 1967.
6. Private Communication from G.Kellner.
7. F. Bosetti et al. CERN/D. Ph. II/PHYS 72-45, 1972.
8. Marc-Aurele Vincent, Note CEA-N-1496, Thesis, Saclay, 1971.
9. М.Р.Атаян и др. Препринт ОИЯИ, I-3779, 1968.
10. З.М.Иванченко и др. Препринт ОИЯИ, P11-3983, 1968.
11. В.И.Векслер и др. ЖЭТФ, том 44, вып. I, стр. 86-99, 1963.
12. А.У.Абдурахимов и др. Препринт ОИЯИ, P1-7267, 1973.
13. Particle Data Group, Rev. Mod. Phys. Vol. 45, NO 2, Part II, 1973.
14. Valea et al., Rev. Roum Phys., 18, 143, 1973; Nucl. Phys., B 54 189, 1973.
15. E.Valea et. al., Rev. Roum. Phys., vol. 15, p. 587, 1970.

Рукопись поступила в издательский отдел
23 июля 1974 года.