

1 - 7606

Дьердь ВЕСТЕРГОМБИ

**ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГЕНЕРАЦИИ НЕЙТРАЛЬНЫХ
К-МЕЗОНОВ НА УГЛЕРОДЕ В ОБЛАСТИ ИМПУЛЬСОВ
16-40 ГЭВ/С**

Специальность 01-04-01 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий
Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель;
кандидат физико-математических наук -

И.А.САВИН

Официальные оппоненты:
доктор физико-математических наук -
кандидат физико-математических наук -

М.И.ПОДГОРЕЦКИЙ

В.Г.ИВАНОВ

Ведущее научно-исследовательское учреждение:
Институт теоретической и экспериментальной физики (г.Москва).

Автореферат разослан "___" _____ 1973 г.

Защита диссертации состоится "___" _____ 1974 г.
на заседании Ученого Совета Лаборатории высоких энергий
Объединенного института ядерных исследований, г.Дубна, Московской
области.

С диссертацией можно ознакомиться в центральной библиотеке
Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ).

Ученый секретарь Совета
кандидат физико-математических наук -

1 - 7606

Дьердь ВЕСТЕРГОМБИ

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕГЕНЕРАЦИИ НЕЙТРАЛЬНЫХ
K-МЕЗОНОВ НА УГЛЕРОДЕ В ОБЛАСТИ ИМПУЛЬСОВ
16-40 ГЭВ/С

Специальность 01-04-01 - экспериментальная физика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

(Диссертация написана на русском языке)



Одной из важнейших задач в физике сильных взаимодействий элементарных частиц является изучение асимптотического (при сверхвысоких энергиях) поведения полных сечений взаимодействий адронов с адронами. В частности, очень интересным является вопрос проверки теоремы Померанчука / 1 /, предсказывающей равенство полных поперечных сечений для частицы и её античастицы при асимптотических энергиях, т.е.

$$|\sigma_{tot}(ab) - \sigma_{tot}(\bar{a}b)| \rightarrow 0, \text{ когда } E \rightarrow \infty.$$

В настоящее время после обнаружения при встречных пучках / 2 / возрастания pp-полных сечений в районе лабораторной энергии тысячи Гэв, изучение асимптотического поведения полных сечений стало еще более интересным. Теоретические представления / 3 / указывают на то, что те же самые эффекты, которые вызывают это явление в pp-взаимодействии, у каонов могут проявиться уже при серпуховских энергиях. Действительно, на это указывает постоянство K^-p и возрастание K^+p полных сечений /4/. В этой ситуации возникает вопрос о том, до какой энергии имеют силу для описания разности полных сечений такие "классические" представления как теорема Померанчука и модель полюсов Редже. Уникальным методом изучения этого вопроса является исследование трансмиссионной регенерации K^0 -мезонов /5/. По оптической теореме:

$$\Delta\sigma(K^0N) = \sigma_{tot}(K^0N) - \sigma_{tot}(\bar{K}^0N) = \frac{4\pi}{k} [J_{mf}(0) - J_{m\bar{f}}(0)],$$

где разность мнимых частей амплитуд $\text{Im} f(\theta) - \text{Im} \bar{f}(\theta)$ упругих рассеяний K^0 и \bar{K}^0 - мезонов на ядре N^A вперед получается непосредственно из одного измерения. Другое преимущество метода регенерации состоит в том, что поскольку конус регенерации уже, чем 10^{-7} рад., то не требуется экстраполяция к нулю.

По модели полюсов Редже главный вклад в регенерацию дадут полюса ρ и ρ . Изучение регенерации на ядрах с изоспином, равным нулю (например, дейтерия и углерода), где обмен ρ - полюсом исключен, позволяет в более чистом виде исследовать остальные механизмы. В этих случаях в отличие от водорода, где разность сечений реакции K^0 - и \bar{K}^0 -мезонов надо сравнивать с разностью сечений реакции K^+ и K^- на нейтроне, зарядовая симметрия предсказывается:

$$\sigma_{tot}(K^+ N_{I=0}) - \sigma_{tot}(K^- N_{I=0}) = \sigma_{tot}(K^+ N_{I=0}) - \sigma_{tot}(K^- N_{I=0}).$$

Еще одной полезной особенностью измерения регенерации на ядрах $A \geq 2$ является то обстоятельство, что модуль регенерации при этом больше и поэтому легче набрать разумную статистику.

В настоящей работе исследуется $K_L^0 - K_S^0$ - регенерация на углероде в импульсном интервале от 16 до 40 Гэв/с. Экспериментальные результаты сравниваются с предсказаниями модели полюсов Редже и оптической моделью ядра.

Диссертация состоит из восьми глав и трех приложений.

Первая глава является введением.

Во второй главе содержатся теоретические основы эксперимента; здесь кратко описывается возникновение разных типов $K_L^0 - K_S^0$ - регенерации, оптическая модель ядра, с помощью которой устанавливается так называемая "полутеоретическая" связь между фазой и модулем амплитуды регенерации, и вопросы асимптотического поведения амплитуд рассеяния.

В главе III описывается экспериментальная установка - бесфилмовый магнитный спектрометр - которая регистрирует распады нейтральных каонов на две заряженные частицы /6, 7, 8 /

Глава IV посвящена описанию метода геометрической реконструкции зарегистрированных распадов по программе "ВИЛЛА" /9 / После обсуждения общих вопросов реконструкции, в разделе 2 описывается структура программы "ВИЛЛА" и метод реконструкции событий при помощи поиска элементарных треков с последующим соединением этих треков в полутраектории до и после магнита; сами траектории получают их "сшиванием". В разделе 3 излагается определение констант для программы реконструкции. В разделе 4 проведен анализ проверки реконструкции полутраекторий, который показывает, что эффективность поиска полутраекторий в нормальном режиме установки превышает 98%, и эта эффективность мало зависит от числа реальных треков и фоновых искр при вариации фона в разумных пределах.

В разделе 5 проведен глобальный анализ эффективности программы "ВИЛЛА", когда производится полная реконструкция

моделированных событий с учетом экспериментальных ошибок. Этот анализ показал, что общая эффективность обнаружения "вилки" достигает 90%.

В разделе 6 четвертой главы обсуждаются вопросы множественных решений.

Статистическая обработка и фильтрация событий с помощью программы "САМЭК" излагается в главе У. Эта работа производилась в три этапа.

Первым этапом статистической обработки данных на углероде был качественный анализ всех (90385) событий, полученных в двух сеансах работы ускорителя в Серпухове и реконструированных с помощью программы "ВИЛЛА".

На втором этапе для того, чтобы увеличить долю распадов $K \rightarrow \pi^+ \pi^-$ относительно других типов распада, являющихся в данном случае фоновыми, была подготовлена MINI-DST-магнитная лента суммарных результатов, которая содержала 11969 событий. На этом экспериментальном материале был проведен систематический анализ зарегистрированных событий, сравнение с расчетами по методу Монте-Карло и определены правила отбора разных типов распадов.

На третьем этапе была создана специальная магнитная лента, так называемая MICRO-DST, на которой были записаны окончательные физические параметры распадов с соответствующими метками, указывающими тип частиц в формате, необходимом для дальнейшего анализа по методу максимального правдоподобия.

Темой главы VI является метод максимального правдоподобия, применявшийся для определения параметров интересующих нас физических процессов. В этом методе предполагается, что каждое событие имеет свою вероятность происхождения с физическими величинами, описывающими его независимо от проявления других событий. Эта вероятность, кроме измеренных физических величин (масса, импульс и т.п.), зависит от нескольких неизвестных параметров, определяющих сами процессы, в которых эти события возникли. Метод максимального правдоподобия состоит в том, что определяется тот набор неизвестных параметров, описывающих физические процессы, у которого произведение вероятностей, относящихся к отдельным событиям в данной выборке, дает максимум.

Преимущество этого метода состоит в том, что максимально используется вся информация, относящаяся к отдельному событию.

В главах VII и VIII излагаются окончательные выводы и сравнения экспериментальных результатов с теоретическими предсказаниями на углеродном регенераторе длиной 100 см и плотностью $d = 0,9$ г/см³. Экспериментальные результаты фита, когда фаза амплитуды регенерации предполагалась общей в интервале импульсов от 16 до 40 Гэв/с, приведены в таблице I.

Таблица I.

P (Гэв/с)	$ f - \bar{f} /A$ (мбарн)	$\sigma_{tot} (K^0C) - \sigma_{\pi^+} (K^0C)$ (мбарн)
16-20	$2,1 \pm 0,4$	$21,2 \pm 6,0$
20-24	$2,0 \pm 0,5$	$19,3 \pm 6,5$
24-28	$2,0 \pm 0,5$	$19,4 \pm 6,5$
28-32	$1,6 \pm 0,4$	$15,7 \pm 5,2$
32-36	$1,5 \pm 0,5$	$15,3 \pm 5,8$

36-40	$1,7 \pm 0,7$	$16,7 \pm 8,1$
16-40	$\phi_{12} = \arg(f^{\circ}(p) - \bar{f}^{\circ}(p)) = -130^{\circ} \pm 17^{\circ}$	

Здесь были использованы следующие значения параметров, описывающих систему $K^0 - \bar{K}^0$:

$$\tau_s = 0,8958 \times 10^{-10} \text{ сек} / 10 /;$$

$$\Delta m = 0,542 \times 10^{10} \text{ сек}^{-1} / 11 /;$$

$$\phi_{+-} = 43^{\circ} \pm 3^{\circ} / 12 /;$$

$$|\eta_{+-}| = 2,32 \times 10^{-3} / 13 /$$

(была поправлена с учетом нового значения τ_s /10/).

Разумность предположения о постоянстве фазы регенерации в интервале 16-40 Гэв/с показывают результаты фита, полученные для значений фазы $\phi = \phi_{+-} - \arg i(f^{\circ}(p) - \bar{f}^{\circ}(p))$:

$75,0^{\circ} \pm 19,4^{\circ}$; $88,5^{\circ} \pm 20,5^{\circ}$ и $76,2^{\circ} \pm 27,8^{\circ}$ в отдельных импульсных интервалах: 16-24; 24-32; 28-40 Гэв/с, соответственно.

Суммируя итоги диссертации по $K_L^0 - K_S^0$ - регенерации, можно разделить их на две категории: методические и физические.

Методические результаты:

I. Был создан оригинальный алгоритм для геометрической обработки данных, полученных с помощью бесфильмового магнитного спектрометра на линии связи с ЭМ. В этом алгоритме для поиска треков был использован метод элементарных треков. Данный метод

оказался очень быстрым и эффективным, что позволило провести успешную обработку огромного количества (около 4 миллионов) событий, набранных при измерении $K_L^0 - K_S^0$ - регенерации на водороде /14-16/, дейтерии /17/ и углероде /18/.

2. Для определения физических параметров при аппроксимации интерференционной кривой интенсивности $K \rightarrow \bar{K}^* \pi^-$ распадов впервые был использован метод максимального правдоподобия. При этом методе используется максимальная информация, принадлежащая отдельному событию, точно определяется зависимость от времени жизни каона, фон выделяется плавным образом, определяя вес каждого события. Здесь не требуется использования спектра каонов и монитора (т.е. числа всех K^0 - мезонов, прошедших через регенератор), т.к. вероятности были нормированы по импульсным интервалам. Поэтому единственным источником систематических ошибок здесь является определение геометрической эффективности установки.

Так как при статистической обработке были предприняты усилия, чтобы получить полное согласие между экспериментальными и моделированными распределениями, ожидаемые систематические ошибки столь малы по сравнению со статистическими, что ими можно пренебречь.

Физические результаты:

I. Впервые измерены как фаза, так и модуль амплитуды трансмиссионной регенерации $K_L^0 - K_S^0$ на углероде в интервале импульсов 16-40 Гэв/с.

2. Экспериментальные результаты показывают, что в этом интервале импульсов фаза амплитуды регенерации в пределах ошибок постоянна, и её среднее значение равно $\Phi_{12} = -130^\circ \pm 17^\circ$, что согласуется как с предсказанием модели Редже для обмена единственным ω - полюсом, так и с оптической моделью ядра, где реальные части амплитуд получаются из теоретических предсказаний (ОМЯР).

3. Разность полных сечений взаимодействий K^0 и \bar{K}^0 - мезонов на углероде $\Delta\sigma$ уменьшается с ростом энергии. Это указывает на то, что в случае K^0C и \bar{K}^0C - процессов выполняется теорема Померанчука.

4. На основе оптической модели ядра было показано, что при $K_L^0 - K_S^0$ - регенерации на ядрах, где $Z = N = A/2$, существует "полутеоретическое" соотношение между фазой и модулем амплитуды регенерации, которое позволяет определить фазу из модуля или наоборот. Если известны обе величины, имеется возможность проверки оптической модели ядра при высоких энергиях независимо от знания реальных частей амплитуд рассеяний вперед каонов на нуклонах.

Наши экспериментальные результаты показали, что в случае углерода это "полутеоретическое" соотношение выполняется.

5. С помощью "полутеоретического" соотношения была определена $\delta = \frac{1}{2} \left(\frac{f_{K^0} P(\omega) + \alpha(\omega)}{2} - \frac{\bar{f}_{K^0} P(\omega) + \bar{\alpha}(\omega)}{2} \right)$, где δ - "средняя разность" реальных частей упругого рассеяния вперед каонов и антикаонов на нуклонах.

6. Качественным экспериментальным результатом является обнаружение существования дифракционной регенерации. Заметная величина этого эффекта уже на такой маленькой статистике указывает на то, что есть надежда на определение зарядового радиуса K^0 - мезона с помощью $K_L^0 - K_S^0$ - регенерации.

Результаты, полученные вышеописанными методами, и физические результаты по регенерации на углероде докладывались на XV и XVI Международных конференциях по физике высоких энергий в Киеве (1970) и Батавии (1972), на Международных конференциях по элементарным частицам в Амстердаме (1971) и Экс-ан-Провансе (1973), на "Треугольном Семинаре" в Триесте (1973) и опубликованы в работах /6, 9, 14-18/.

ЛИТЕРАТУРА:

- I. И.Я.Померанчук, ЖЭТФ, 34 (1958) 725.
2. U. Amaldi, R. Biancastelli, C. Bosio et al. Phys. Letters 43B (1973) 231; S.R. Amendolia, G. Bellotini et al. Phys. Letters 44B (1973) 119.
3. D. W. G. S. Leith, Slac-Pub-1264, 1973, Л.Л.Соловьев, Лекция в школе ЦЕРН-ОИЯИ, Эбельгофт, 1973.
4. S. P. Denisov, Yu.P. Dmitrevski, S.V. Donskov et al. Phys. Letters 36B (1971) 528; S.P. Denisov, S.V. Donskov, Yu.P. Gorin et al. Phys. Letters 36B (1971) 415.
5. A. Pais and O. Piccioni, Phys. Rev. 100 (1955) 1487.
6. С.Г.Басиладзе, Т.В.Беспалова, В.К.Бирулев и др. ОИЯИ, PI-536I, Дубна, 1970.
7. К.Ф.Альбрехт, В.К.Бирулев, Д.Вестергомби и др. ОИЯИ, PI-7305, Дубна, 1973.
8. В.К.Бирулев, А.С.Вовенко, Т.С. Григалашвили и др. ОИЯИ, PI-7307, Дубна, 1973.
9. Д.Вестергомби, А.С.Вовенко, Ф.Деак и др. ОИЯИ, P10-7284, Дубна, 1973. Депонированное сообщение ОИЯИ, BI-I-VIII, Дубна, 1973.
10. O. Skjeggstad, F. James, L. Montanet et al. Nucl. Phys. B48 (1972) 343.
11. M. Cullen, P. Darriulat, J. Deutsch et al. Phys. Letters 32B (1972) 523.

12. P. Söding, J. Bartels, A. Barbaro-Galtieri et al. Phys. Letters 39B (1972) 4.
13. R. Messner, R. Morse, U. Nauenberg et al. Phys. Rev. Letters 30 (1973) 876.
14. З.В.Борисовская, А.С.Вовенко, Д.Вестергомби и др. Доклад, представленный на XV Международной конференции по физике высоких энергий (Киев, 1970); данные в докладе Дж.Аллади: J. Allaby. Rapporteur's talk. High Energy Physics, Proc. of the XVth International Conference, Kiev, "Naukova Dumka Publishers" p.11; Acta Phys. Acad. Sci. Hung. 31 (1972) 259.
15. V.K. Birulev, M.G. Fadeev, L.B. Golovanov et al. Phys. Letters 38B (1972) 452. В.К.Бирулев, А.С.Вовенко, Д.Вестергомби и др. Ядерная физика 15 (1972) 959.
16. V.K. Birulev, V. Genchev, N.N. Govorun et al. JINR, E1-6851, Dubna, 1972.
17. К.Ф.Альбрехт, В.К.Бирулев, Ф.Деак и др. ОИЯИ, I-7427, Дубна, 1973.
18. K.F. Albrecht, V.K. Birulev, F. Deak et al. JINR, E1-7353, Dubna, 1973.

Рукопись поступила в издательский отдел
13 декабря 1973 года.

