



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
Дубна

2702 / 2-81

1/6-81
Д1-81-107

Б.А.Шахбазян, П.П.Темников, А.А.Тимонина

$\Lambda \pi^+ \pi^-$ - БАРИОНЫ

1981

Исследованы спектры инвариантных масс сорока девяти систем, гиперзаряд, странность и барионное число которых варьировались в пределах: $0 \leq u \leq 6$; $-2 \leq S \leq +1, 0 \leq B \leq 6$. Резонансные пики обнаруживаются в спектрах масс лишь тех систем, гиперзаряд которых не превышает единицы: $Y \leq 1$. Этому же условию удовлетворяют все установленные табличные резонансы^{/1/}. Направляется правило отбора по гиперзаряду: в слабых гравитационных полях гиперзаряд адронных резонансов не может превышать единицы - $Y \leq 1$.

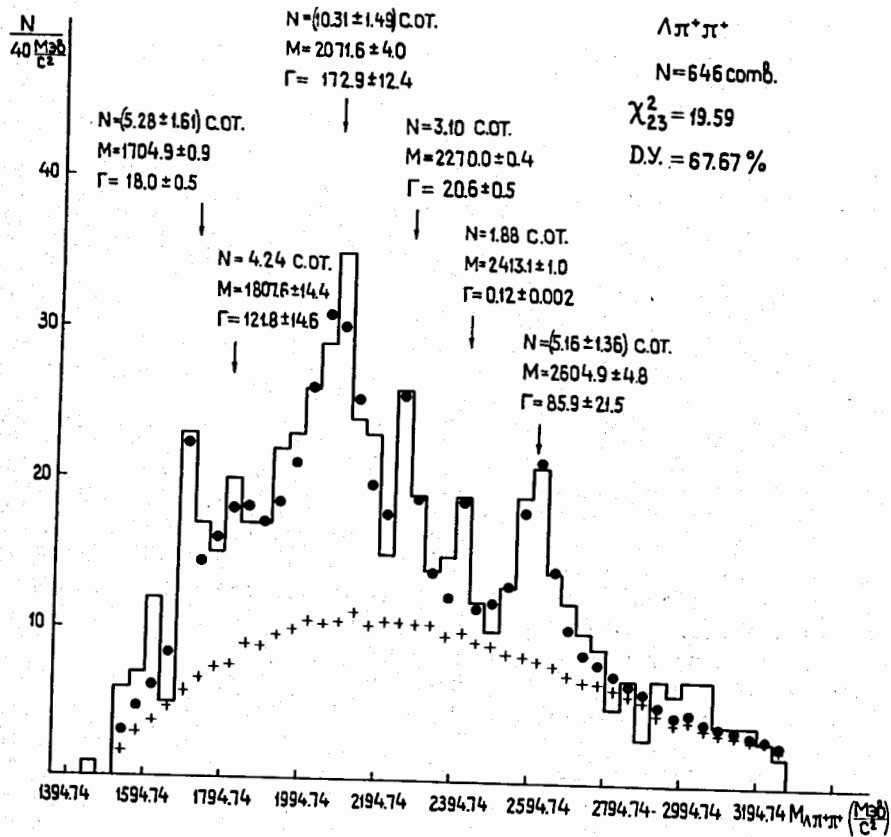
Это правило определяет условия и классы взаимодействий, при которых в слабых гравитационных полях возможно образование адронов. Поэтому не исключено, что оно основано на новом, неизвестном ранее принципе симметрии^{/2/}.

В последние годы появился ряд теоретических исследований мультикварковых резонансов, основанных на модели мешков^{/3-23/}. Значения масс резонансных пиков и особенностей, обнаруженных в наших экспериментах, находят в удивительном согласии с предсказаниями работ Дж.Дж. де Сварта и коллег^{/3,5-8,11-13,20-23/}. Ниже приведено это сопоставление. Настоящая работа выполнена с помощью пропановой пузырьковой камеры ОИЯИ, облученной нейтронами со средним импульсом 7,0 ГэВ/с и отрицательными пионами с импульсом 4,0 ГэВ/с. Изучалось рождение мультикварковых адронов на ядрах углерода ^{12}C . Детали эксперимента и анализа данных приведены в более ранних публикациях^{/2H-P/}. Напомним, тем не менее, что массы Λ^0 - и K^0 -частиц, а также известных резонансов Σ^\pm (1385) и $K^{*\pm}$ (892), наблюдавшихся в этих экспериментах, весьма близки к табличным значениям. Кроме того, разрешение по инвариантным массам системы Λp /среднеквадратичное отклонение/ равно 3,00 МэВ/с² в начальной части спектра; 4,25 МэВ/с² в области пика 2128 МэВ/с² и 6,40 МэВ/с² в области пика 2256 МэВ/с². Разрешение по инвариантным массам системы $\Lambda\bar{b}$ вблизи пика 2365 МэВ/с² составляет $\Delta M = 10,0 \pm 2,4$ МэВ/с².

$\Lambda \pi^+ \pi^+$ - БАРИОНЫ (I=2, Y=0, B=1, S=-1)

Предпринят поиск пятикварковых резонансных состояний со странностью $S = -1$. В спектры масс $\Lambda \pi^+ \pi^+$ и $\Lambda \pi^- \pi^-$ вошли комбинации из нуклоноподобных событий, в которых отсутствуют протоны с импульсом до 1,0 ГэВ/с. Все положительные частицы с им-





Спектр инвариантных масс $\Lambda \pi^+ \pi^+$.

пульсами $p_{\perp} > 1,0$ ГэВ/с отождествлялись с π^+ -мезонами. Спектр масс $\Lambda \pi^+ \pi^+$ удалось описать при помощи комбинации семи брейт-вигнеровских резонансов, а также 1/ фона, взятого в виде распределения фазовых объемов каналов реакции:

$$nN \rightarrow \Lambda N \pi (\pi \pi), \quad m = 1, 2, 3, 4,$$

и 2/ фона от каскадного рождения рассматриваемых трех частиц. Каждая компонента входила в $\chi^2_{\text{п}}$ со своим весом, подлежащим определению наряду с параметрами резонанса. Качество подгонки характеризуется $\chi^2_{23} = 19,58762$ и С.Л. = 67,67% /на рисунке приведен суммарный фон/.

Таблица 1

Наилучшие параметры /МэВ/с²/, числа стандартных отклонений от фона, сечения рождения /мкб/ на ядро углерода пятикварковых ($s^1 u^3 d^1$) резонансов $\Lambda \pi^+ \pi^+$ /предсказания модели мешков/

M	Gamma	N ст.откл.	Б'рожд.	Предсказания модели мешков	
				M	Gamma
1704,9 ± 0,9	18,0 ± 0,5	5,3 ± 1,6	19,0 ± 6,0	1710	$\frac{\Gamma}{2}$
2071,6 ± 4,0	172,9 ± 12,4	10,3 ± 1,5	88,0 ± 27,0	2120	$\frac{\Gamma}{2}$
2604,9 ± 4,8	85,9 ± 21,5	5,2 ± 1,4	31,9 ± 9,0	2615	$\frac{\Gamma}{2}$

Наилучшие параметры резонансов, число стандартных отклонений от суммарного фона и предварительные оценки сечений рождения на ядре углерода приведены в таблице. Из нее следует, что только три из наблюдаемых особенностей значимы. Наилучшие значения масс не противоречат предсказаниям модели мешков /6,9,10,14,15/. В спектре инвариантных масс $\Lambda \pi^+ \pi^+$ также имеются особенности /не значимые/, близкие к предсказанным массам.

Отметим, что первые результаты по возможным $\Lambda \pi^+ \pi^+$ -резонансам были доложены в 1979 году /2рс/.

ДРУГИЕ ВОЗМОЖНЫЕ МУЛЬТИКВАРКОВЫЕ СОСТОЯНИЯ

Еще один кандидат в шестикварковые дибарионы /I=0, Y=0, B=2, S=-2/ наблюдался в спектре инвариантных масс $\Lambda \Lambda$ при $M = 2365,3 + 9,6 / \text{МэВ/с}^2$; $\Gamma = 47,2 + 15,1 / \text{МэВ/с}^2$; $\sigma_{\text{рожд.}} = 24,2 + 7,0 / \text{мкб}$ на

ядро углерода ^{12}C . Предсказание модели мешков $J^P = 2^+$; $M = 2357 \text{ МэВ}/c^2$ /3,5-8,11-13, 20-24/ находится в хорошем согласии с этим результатом. Этот возможный $\Lambda\Lambda$ -резонанс вероятнее всего образуется в реакциях $\Xi N \rightarrow \Lambda\Lambda (\pi\pi)$ и $\Lambda, \Sigma N \rightarrow \Lambda\Lambda K(\pi\pi)$; $m = 0, 1, 2, \dots$. Стоит отметить, что предсказанное $J^P = 0^+$; $M = 2150 \text{ МэВ}/c^2$ ($I=0$; $Y=0$; $B=2$; $S=-2$), связанное шестикварковое состояние успешно можно искать в этих реакциях.

Наконец, кандидат $M = 3568,3 \text{ МэВ}/c^2$; $\Gamma < 60 \text{ МэВ}/c^2$; $\sigma_{\text{рожд.}} = /16, 1 \pm 5, 2/ \text{ мкб}$ на ядро углерода в девятикварковый ($I=1/2$; $Y=1$; $B=3$; $S=-2$) трибарион наблюдался в спектре инвариантных масс $\Lambda\Lambda p$ / $2n-p$ /, который также находится в прекрасном согласии с предсказанным $J^P = 5/2^+$; $M = 3570 \text{ МэВ}/c^2$. Вероятно, этот резонанс образуется посредством компрессионного механизма ^{12}C . Работа над увеличением статистики и повышением точностей продолжается.

Авторы благодарны профессору А.М.Балдину за постоянный интерес к этой работе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Review of Particle Properties. Rev.Mod.Phys., 1980, v.52, No.2.
2. Shahbazian B.A. et al. a) Proc. of the 13th Int. Conf. on High Energy Physics, Berkeley, 1966; Годовой отчет ОИЯИ, P0-3410, Дубна, 1966, с.46; б/ Letters to JETP, 1967, 5, p.307; ОИЯИ, P1-3169, Дубна, 1967; в/ Proc. of the 14th Int. Conf. on High Energy Phys., Vienna, 1968, p.173; JINR, E1-4022, Dubna, 1968; High Energy Physics and Nucl. Structure, Plenum Press, N.Y.-L., Sept.8-12, 1968, p.524; Годовой отчет ОИЯИ, P-4431, Дубна, 1968, с.26; г/ JINR, E1-4584, Dubna, 1969; Годовой отчет ОИЯИ, P-5309, Дубна, 1969, с.30; д/ Proc. of the 15 Int. Conf. on High Energy Phys., Kiev, 1970, p.187; Годовой отчет ОИЯИ, Дубна, 1970, с.38; е/ Proc. of the Int.Conf. on Elementary Particles, Amsterdam, June 30 - July 6, 1971. (Eds. A.G.Tenner and M.J.G.Veltman), N.H.P.C., Amsterdam, 1972; JINR, E1-5935, Dubna, 1971; Proc. of the 4th Int. Conf. on High Energy Phys. and Nucl. Struct., JINR, D1-5988, Dubna, 1971, p.57; Годовой отчет ОИЯИ, P-6468, Дубна, 1971, с.36; ж/ Proc. of the 16th Int.Conf., Batavia, 1972, p.855; JINR, E1-6704, Dubna, 1972; ОИЯИ, P1-6439, Дубна, 1972; Годовой отчет ОИЯИ, P-7136, Дубна, 1972, с.43; з/ Nucl. Phys., 1973, B53, p.19; и/ Lett. Nuovo Cim., 1973, v.2, p.63; Proc. II Int. Symp. on High Energy and Elem.Part. Phys., Strbske Pleso, CSSR, October 3-9, 1972. JINR,

- D-6840, Dubna, 1973, p.88; k/ Particles and Nucleus, 1973, v.4, part 3, p.811; Годовой отчет ОИЯИ, P-7975, Дубна, 1973, с.38; л/ JINR, E1-7669, Dubna, 1974; Годовой отчет ОИЯИ, P-9447, Дубна, 1974, с.39; м/ Proc. Vth Int.Symp. on High Energy and Elementary Particle Physics, Warsaw, September 3-9, 1975, p.65; Годовой отчет ОИЯИ, P-10262, Дубна, 1975, с.37; н/ Proc. of the 18th Int. Conf. on High Energy Phys., JINR, D1,2-10400, Dubna, 1977, v.1, p.C-35; JINR, E1-10037, Dubna, 1976; Годовой отчет ОИЯИ, P-10595, Дубна, 1976, с.45; о/ Proc. of the Seminar Kaon-Nuclear Interaction and Hypernuclei, Zvenigorod, September 12-14, 1977, "Nauka", M., 1979, p.74; Годовой отчет ОИЯИ, P-11450, Дубна, 1977, с.41; п/ JINR, E1-11774, Dubna, 1978; JINR, E1-11839, Dubna, 1978; JINR, E1-11877, Dubna, 1978; Proc. of the Vth Int.Seminar on High En. Phys. Problems, Dubna, 21-27 June, 1978, JINR, D1,2-12036, Dubna, 1979; Годовой отчет ОИЯИ, P-12406, Дубна, 1978, с. 38; р/ Proc. 1979 Int.Conf. on the Hypernuclear and Low Energy Kaon Phys., Nucleonika, 1980, v.25, No.3-4, p.345; Годовой отчет ОИЯИ, P-80-330, Дубна, 1979, с.38; с/ Proc. Int. Symp. on Few Part. Probl. in Nuclear Phys., Dubna, June 5-8, 1979. JINR, D4-80-271, Dubna, 1980, p.338.
3. Jaffe R.L. Phys.Rev.Lett., 1977, v.38, No.5, p.195; 1977, v.38, p.617.
4. Matveev V., Sorba P. Lett. Nuovo Cim., 1977, v.20, p.425.
5. Aerts A.Th., Mulders P.J.G., de Swart J.J. Phys.Rev., 1978, D17, p.260.
6. Mulders P.J.D., Aerts A.Th.M., de Swart J.J. THEF-NYM-78.3.
7. Mulders P.J.D., Aerts A.Th.M., de Swart J.J. Proc. Int. Meeting on Frontiers of Physics, Singapore, 1978, edited by K.K.Phua, C.K.Chew, Y.K.Lim. Singapore National Academy of Science, Singapore, 1978, v.2, p.863.
8. Mulders P.J.D., Aerts A.Th.M., de Swart J.J. Proc. of the Meeting on Exotic Resonances, Hiroshima, 1978, ed. by I.Endo et al. Hiroshima Univ., Hiroshima, 1978, p.70.
9. Högaasen H., Sorba P. Nucl.Phys., 1978, B145, p.119.
10. Högaasen H., Sorba P. Proc. Int. Colloquium on Hadron Physics at High Energies, 1978, v.21, 5-9 June, Marseilles, ed. by C-Bourrely, J.W.Dash and I.Soffer.
11. de Swart J.J. et al. Proc.Int.Symp. on Few Part. Probl. in Nucl.Phys., Dubna, 5-8 July, 1979, JINR, D4-80-271, Dubna, 1980, p.292.
12. de Swart J.J. Proc. 1979 Int. Conf. on Hypernuclear and Low Energy Kaon Phys., Nucleonika, 1980, v.25, No.3-4, p.397.

13. Aerts A.Th.M. Thesis, University of Nijmegen, 1979.
14. Högaasen H., Sorba P. Nucl.Phys., 1979, B156, p.347.
15. Strottman D. Phys.Rev., 1979, D20, p.748.
16. Jaffe R.L., Low F.E. Phys.Rev., 1979, D19, p.2105.
17. Low F.E. CTP N805, MIT, 1979.
18. Wong C.W., Liu K.F. Resonances, Primitives and Multiquark States. Univ. of California, 1979; See also in Phys.Rev. Lett., 1978, v.41, p.82; Proc. of the 1978 Int. Meeting on Frontiers of Physics, Singapore, p.1197.
19. Roisnel C. Phys.Rev., 1979, D20, p.1646.
20. Mulders P.J.D., Aerts A.Th.M., de Swart J.J. Phys.Rev., 1980, D21, p.2653.
21. Mulders P.J., de Swart J.J. Report submitted to XX Int. Conf. on High Energy Phys., July 1980, Madison, Wisconsin, U.S.A., THEF-NYM-80-11.
22. Mulders P.J.G. Thesis, University of Nijmegen, 1980.
23. de Swart J.J., Mulders P.J., Somers L.J. THEF-NYM-80-15, Talk Presented by J.J. de Swart at the "Baryon 1980" Conference, Toronto, Canada.
24. Kadyk J. et al. Nucl.Phys., 1971, B27, p.13.
25. Alexander G. et al. Phys.Rev., 1968, v.173, p.1452.
26. Sechi-Zorn B. et al. Phys.Rev., 1968, v.175, p.1735.
27. Hauptmann J.M. et al. Nucl.Phys., 1977, B125, p.29-51.
28. Dosh H.D., Hepp V. Phys.Rev., 1978, v.D18, p.4071.
29. de Swart J.J., Iddings C.K. Phys.Rev., 1962, v.128, p.2810; Fast G., Helder J.C., de Swart J.J. Phys.Rev.Lett., 1966, v.22, p.1453; Nagels M.M., Rijken T.A., de Swart J.J. Phys.Rev., 1978, v.D17, p.768.
30. Tai Ho Tan. Phys.Rev.Lett., 1969, v.23, p.395.
31. Cline D.T. et al. Phys.Rev.Lett., 1968, v.20, p.1452.
32. Sims W. et al. Phys.Rev., 1971, v.3D, p.1162.
33. Eastwood D. et al. Phys.Rev., 1971, v.3, p.2603.
34. Braun O. et al. Nucl.Phys., 1977, B124, No.1, p.45.
35. Goyal D.P., Sodhi A.V. Phys.Rev., 1978, D18, p.948.

Рукопись поступила в издательский отдел
12 февраля 1981 года.