

5-24

350

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория теоретической физики

P-350

В.С. Барашенков, В.М. Мальцев

О РЕЗОНАНСНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ  
П - МЕЗОНОВ

*ЖЭТФ, 1959, т.37, Вып. 3, с. 884-885.*

Дубна 1959 год

P-350

В.С. Барашенков, В.М. Мальцев

О РЕЗОНАНСНОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ  
П-МЕЗОНОВ

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

А н н о т а ц и я

Рассмотрены неупругие  $(\bar{\pi}-p)$ -столкновения при энергии  $E=5$  Бэв.  
Учет резонансного  $(\pi\pi)$ -взаимодействия ухудшает согласие статистической  
теории с опытом.

В работах <sup>/1/-/3/</sup> для объяснения максимума в сечении  $(\pi-p)$ -взаимодействия вблизи энергии  $E = 1$  Бэв Пиччиони, Дайсоном и Такеда была выдвинута гипотеза резонансного взаимодействия  $\pi$ -мезонов. В работах <sup>/4/, /5/</sup> эта гипотеза применялась для объяснения большой множественности рождающихся при нуклон-антинуклонной аннигиляции  $\pi$ -мезонов, а в работах <sup>/6/-/8/</sup> - для объяснения неупругого  $(\pi-p)$ -рассеяния при  $E \gtrsim 1$  Бэв.

Однако, предположение о резонансном  $(\pi\pi)$ -взаимодействии во всех случаях, рассмотренных в работах <sup>/1/-/8/</sup>, не является обязательным, так как результаты экспериментов можно объяснить и другими способами <sup>/9/-/13/</sup>.

Представляет интерес рассмотреть следствия, к которым приводит предположение о резонансном  $(\pi\pi)$ -взаимодействии в случае неупругих взаимодействий частиц при энергиях  $E \gg 1$  Бэв, когда генерируется большое число  $\pi$ -мезонов и предположение о  $(\pi\pi)$ -взаимодействии заметно сказывается на результатах расчета. В качестве конкретного примера мы рассмотрим неупругие  $(\pi-p)$ -столкновения при энергии  $E = 5$  Бэв. Без учета резонансного  $(\pi\pi)$ -взаимодействия этот случай был подробно рассмотрен в нашей работе <sup>/14/</sup>.

Мы будем, как и в работе <sup>/14/</sup>, предполагать, что статистическое равновесие для  $K$ -мезонов устанавливается в пространственном объеме с радиусом  $z_K = \hbar/m_K c$ , а для всех других частиц - в пространственном объеме с радиусом  $z_\pi = \hbar/m_\pi c$ ;  $m_K$  и  $m_\pi$  - массы  $K$ - и  $\pi$ -мезонов. Как показано в работах <sup>/14/, /16/, /17/</sup>, в этом случае наилучшим образом удается объяснить экспериментальные данные по множественному рождению "обычных" и странных частиц <sup>1/</sup>. Мы будем учитывать те же законы сохранения и пользоваться тем же методом расчета статистических весов, что и в наших предыдущих работах <sup>/14/-/17/</sup>.

Учет резонансного  $(\pi\pi)$ -взаимодействия формально эквивалентен введению в статистическую теорию множественного рождения частиц "пионной

<sup>1/</sup> Если интересоваться генерацией лишь "обычных" частиц, то все реакции со странными частицами можно просто вычеркнуть /т.е. положить  $z_K = 0$ /. На результатах, полученных для пионов и нуклонов, такое упрощение мало сказывается, т.к. доля рождающихся странных частиц мала.

изобары с массой  $\mu = 0,47$  массы нуклона<sup>/5/, /18/</sup>, спином  $S=0$  и изотопическим спином  $T=0$  /вариант Дайсона<sup>/2/</sup> /или  $T=1$  /вариант Такеда<sup>/3/, /2/</sup>.

В таблице приведено отношение чисел 2-, 4- и 6-лучевых звезд, наблюдаемых на опыте в работе<sup>/20/</sup>, к теоретически рассчитанному для трех вариантов теории. /Указана статистическая экспериментальная ошибка  $\Delta_n = \pm \sqrt{N_n}$ , где  $N_n$  - число  $n$  - лучевых звезд/.

Как видно, результаты расчетов без учета  $(\pi\pi)$ - взаимодействия хорошо согласуются с опытом. Учет же резонансного  $(\pi\pi)$ - взаимодействия /особенно для варианта Такеда/ ухудшает это согласие. Провал в рассчитанном числе звезд с малым числом лучей, по сравнению с экспериментально наблюдаемым, является характерной чертой расчетов, учитывающих резонансное  $(\pi\pi)$ -взаимодействие не только при  $E = E_{\text{ев}}$ , но и при других энергиях.

Доля рождающихся в неупругих  $(\pi-p)$ -столкновениях заряженных странных частиц составляет 8,6 % для теории, не учитывающей  $(\pi\pi)$ - взаимодействие /из них 5,5% с  $K^+$ - и 0,3% с  $K^-$ - мезонами/ и 6,4% и 5,7% для вариантов Дайсона и Такеда. На опыте из 110 неупругих звезд всего лишь в четырех /т.е. в 3,6% всех случаев/ было зарегистрировано рождение странных частиц. Однако провести на этом основании различие между тремя рассмотренными вариантами теории, как это предлагается сделать в работе<sup>/19/</sup>, нельзя, так как среди остальных 106 звезд также могут быть звезды с родившимися, но не распавшимися в камере и поэтому не зарегистрированными, странными частицами. Учитывая малую статистику звезд со странными частицами, следует

2/ Неупругое  $(\pi-p)$  - взаимодействие с учетом резонансного  $(\pi\pi)$ - взаимодействия при  $E=5$  Бэв рассматривалось в работе Руськина /19/. Однако, в этой работе учтена лишь часть возможных неупругих каналов реакции. Так, для группы реакций со странными частицами пропущенная часть каналов имеет приблизительно такой же статистический вес, как и учтенные в работе /19/ реакции. Если учесть эти каналы, то отношение сечения генерации странных частиц к сечению рождения наблюдаемых  $\pi$ - мезонов возрастает более чем вдвое по сравнению с указанным в работе /19/ и во много раз превосходит его экспериментальное значение. Соответственно, согласие с опытом для распределения звезд по числу лучей значительно ухудшается. Этот хорошо известный результат /см. /14/-/16/, /18// указывает, что в рамках статистической теории  $K$ - мезоны следует учитывать иначе, чем  $\pi$ - мезоны.

Мы благодарны В.И. Руськину за обсуждение сравнения численных результатов наших расчетов с расчетами из его работы /19/.

ожидать, что такие случаи весьма вероятны.

Таким образом, имеющиеся в настоящее время экспериментальные факты в пределах ошибок опыта могут быть объяснены без привлечения гипотезы о резонансном  $(\pi\pi)$ -взаимодействии. Для согласования же с опытом статистической теории, учитывающей это взаимодействие, требуются дополнительные предположения<sup>3/</sup>.

Т а б л и ц а

Число лучей Вариант теории	2	4	6
Без $(\pi\pi)$ -взаимодействия	$0,98 \pm 0,12$	$0,99 \pm 0,16$	$2 \pm 1,14$
С учетом $(\pi\pi)$ -взаимодействия; вариант Дайсона	$1,21 \pm 0,15$	$0,83 \pm 0,13$	$0,49 \pm 0,28$
С учетом $(\pi\pi)$ -взаимодействия; вариант Такеда	$1,38 \pm 0,17$	$0,71 \pm 0,11$	$0,64 \pm 0,36$

Работа поступила в издательский отдел 12 мая 1959г.

<sup>3/</sup> Отметим, что взаимодействие  $\pi$ -мезонов, не имея резонансного характера, само может достигать значительной величины. В работе /22/ показано, что сечение  $\sigma_{\pi\pi}$  во всяком случае должно заметно превышать  $5 \text{ мб}$ .

R e f e r e n c e s

1. O. Piccioni, Proc. of the Rochester Conference of 1952.
2. F. Dyson, Phys.Rev. 99, 1036 (1955).
3. G. Takeda, Phys.Rev. 100, 440 (1955).
4. T. Goto, Nuovo Cim. 8, 625 (1958).
5. E. Eberle, Nuovo Cim. 8, 610 (1958).
6. R. Cool, O. Piccioni, D. Clark; Phys.Rev. 103, 1082 (1956).
7. S.I. Lindenbaum, L.C.L. Yuan, Phys.Rev. 100, 314 (1955).
8. W.D. Walker, F. Hushfar, W.D. Shephard, Phys.Rev. 104, 526 (1956).
9. B.T. Feld, Ann. of Phys. 4, 189 (1958).
10. S.I. Lindenbaum, R.M. Sternheimer, Phys.Rev. 106, 1107 (1957).
11. R.K. Adair, Phys.Rev. 113, 338 (1959).
12. В.М. Максименко, ЖЭТФ, 33, 232, /1957/.
13. S. Frantschi, "Nucleon-Antinucleon Annihilation Products", preprint of Kyoto University.
14. V.S. Barashenkov, V.M. Maltsev, Acta Phys. Polonica, 17, 177 (1958).
15. V.S. Barashenkov, B.M. Barbashov, V.M. Maksimenko, Nucl.Phys. 5, 17 (1957).
16. V.S. Barashenkov, B.M. Barbashov, E.G. Bubelev, Nuovo Cim. 7, Suppl. n. 1, 177, (1958).
17. V.S. Barashenkov, Nucl.Phys. 7, 146 (1958), ЖЭТФ, 34, 1016 /1958/. Э.К. Михул, ЖЭТФ, 35, 298 /1958/.
18. V.S. Barashenkov, V.M. Maltsev, Acta Phys. Polonica, 17, 397 (1958). ЖЭТФ, 36, 933 /1959/.
19. С.З.Беленький, В.М.Максименко, А.И.Никишов, И.А.Розенталь, УФН, 62, 1, /1957/.
20. В.И.Руськин, ЖЭТФ, 36, 164, /1959/.
21. G. Maenchen, W.B. Fowler, W.M. Powell, R.W. Wright, Phys.Rev. 108, 850 (1957).
22. V.S. Barashenkov, V.M. Maltsev, E.K. Michul, Nucl.Phys. /в печати/.
23. D.I. Blokhintsev, V.S. Barashenkov, B.M. Barbashov, Nuovo Cim. УФН /в печати/.