

ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



Б-611

P2 - 8576

1227/2-75

31/III-75

С.М.Биленький, Б.М.Понтекорво

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ О  $\psi$ -ЧАСТИЦАХ

**1975**

P2 - 8576

С.М.Биленький, Б.М.Понтекорво

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ О  $\psi$ -ЧАСТИЦАХ

Направлено в "Письма в ЖЭТФ"

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

Биленький С.М., Понтекорво Б.М.

P2 - 8576

Некоторые замечания о  $\psi$ -частицах

Обсуждается возможная связь  $\psi$ -частиц со слабым взаимодействием и предлагается опыт по проверке существования нейтринного канала распада  $\psi(3105)$ .

Препринт Объединенного института ядерных исследований  
Дубна 1975

Bilenky S.M., Pontecorvo B.

P2 - 8576

Some Remarks on  $\psi$  Particles

Possible connection between  $\psi$ -particles and weak interaction is discussed. An experiment is proposed to check whether there exists the neutrino channel of decay of  $\psi(3105)$ .

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research  
Dubna 1975

Недавно группой MIT-BNL<sup>/1/</sup>, группой SLAC<sup>/2/</sup>, а также группой Фраскати<sup>/3/</sup> опубликованы работы, в которых сообщалось об открытии новой частицы  $\psi(3105)$ , распадающейся по лептонным и адронным каналам. Самая характерная особенность этой частицы состоит в том, что ее ширина много меньше обычных ширин адронных резонансов. В рамках обсуждений, уже опубликованных как до открытия, так и после открытия этой частицы, естественно думать, что она является либо бозоном, связанным каким-то образом со слабым нейтральным током, либо адроном, связанным с существованием нового квантового числа /речь идет об очарованных и цветных кварках/. Несмотря на правдоподобие того, что последняя гипотеза окажется правильной, ниже мы высказываем иные соображения. Мы даем себе отчет в том, что с малой вероятностью приведенные ниже соображения окажутся правильными, но они все-таки являются физическими в том смысле, что некоторые следствия могут быть проверены на опыте.

Очень важным, с нашей точки зрения, оказывается открытие<sup>/4/</sup> еще одной  $\psi$ -частицы с массой 3695 МэВ и подобными свойствами распада. Соответственно, мы исходим из возможного существования семейства частиц /а обнаружение двух частиц, по нашему мнению, достаточно/. Это наводит на мысль о наличии некоторой симметрии, напоминающей нам об адронной материи. Относительно узкие ширины  $\psi$ -частиц могут свидетельствовать, однако, о том, что они глубоко отличаются от обычных адронов. Для того чтобы облегчить дальнейшее обсуждение, мы будем называть их новоадронами и соот-

ветствующие бозоны обозначать  $\psi$ . Из опыта следует, что связь новоадронов с адронами и новоадронов с лептонами - "полуслабая" /мы, разумеется, не утверждаем, что речь идет об источнике слабого взаимодействия: этот вопрос решается только экспериментом, и, в частности, ответом на вопрос, существует ли канал распада  $\psi \rightarrow \nu + \bar{\nu}$ /.

Сразу возникает вопрос - не должны ли существовать многочисленные резонансы новоадронной материи, аналогичные адронным резонансам? Вероятно, да, но на лептоны и обычные адроны прямым образом будет распадаться только малое число новоадронных резонансов, а именно тех, которые имеют относительно малую массу. Большинство новоадронных частиц будет распадаться на другие новоадронные частицы с большой шириной.

Существование новоадронной материи должно проявиться в множественном рождении  $\psi$ -частиц /одинаковых или разных/, аналогично тому, как существование адронной материи приводит к множественному рождению адронов, например пионов. Это означает, что, несмотря на "полуслабое" рождение одной  $\psi$ -частицы, появление двух и более  $\psi$ -частиц имеет тот же "полуслабый" порядок. Это иллюстрируется диаграммами рис. 1.

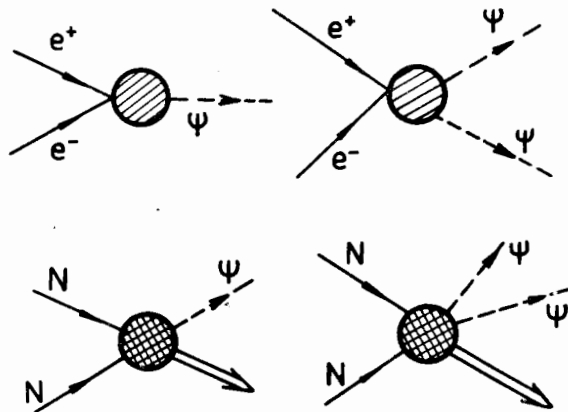


Рис.1.

Из обсуждаемой схемы вытекает, что:

1. Должны существовать следующие "полуслабые" процессы:

$$\psi_{(3695)} \rightarrow \psi_{(3105)} + e^+ + e^-, \quad \psi_{(3695)} \rightarrow \psi_{(3105)} + \mu^+ + \mu^-.$$

Сигнатура этих распадов особенно ярка: так как  $\psi(3105)$  может распадаться с испусканием /почти коллинеарной/ лептонной пары, то в конечном состоянии будут присутствовать две лептонные пары.

2. В соударениях  $e^+ e^-$ ,  $N+N$  и т.д. при достаточно высоких энергиях должно иметь место множественное рождение  $\psi$ -частиц /в порядке  $g_\psi$ /. Практически это можно наблюдать путем детектирования лептонных пар, скажем, двух  $\mu^+ \mu^-$ -пар, если рождаются две  $\psi$ -частицы.

3. Когда энергия сталкивающихся  $e^+ e^-$ -частиц больше, чем суммарная масса двух  $\psi$ -частиц, становится возможным процесс

$$e^+ + e^- \rightarrow \psi + \psi + \dots,$$

т.е. открывается новый /аннигиляционный/ канал рождения адронов /от распада  $\psi$ /. Открытие нового аннигиляционного нерезонансного канала могло бы иметь отношение к известной "аномалии" энергетической зависимости сечения аннигиляции  $e^+ e^-$  в адроны<sup>/5/</sup>.

4. В рассматриваемой схеме распад  $\psi_{(3695)} \rightarrow \psi_{(3105)} + \pi^+ + \pi^-$  должен иметь место и характеризоваться полуслабой константой  $g_\psi$ . Имеются сообщения, что группа SLAC наблюдала этот распад, причем его ширина составляет 15-20% от полной ширины распада. Такая ширина отвечала бы слишком большой /для нашей схемы/ эффективной константе взаимодействия. Отметим, однако, что большая эффективная константа этого распада возникает в рассматриваемой схеме, если пара  $\pi^+ - \pi^-$  является продуктом распада легкого новоадрона /это, разумеется, можно проверить, изучая спектр масс  $\pi^+ - \pi^-$  пары/.

Обсудим теперь вопрос о возможном взаимодействии  $\psi$ -частиц с парой  $\nu - \bar{\nu}$ . Существование этого взаимодействия значительно усиливало бы вес наших рассуждений. Имеются противоречивые сообщения о результатах измерения угловой асимметрии в процессе  $e^+ + e^- \rightarrow \mu^+ + \mu^-$  при

$E \approx 3105$  МэВ. Присутствие такой асимметрии, конечно, давало бы сильные указания в пользу того, что  $\psi$ -частицы связаны со слабым взаимодействием. Обратное неверно: нет веских экспериментальных аргументов в пользу несохранения четности в нейтральных токах /6/.

Отметим, что существование нейтринного канала в распаде  $\psi(3105)$  могло бы быть проверено путем исследования распада  $\psi(3695) \rightarrow \psi(3105) \pi^+ \pi^-$ . Для этого необходимо измерять недостающую массу /по определению полной энергии двух пионов/ и сравнивать вероятность канала испускания частицей  $\psi(3105)$  двух электронов с бесследным /нейтринным/ каналом.

Если же окажется, что распад  $\psi(3105) \rightarrow \nu + \bar{\nu}$  имеет место, то должны существовать процессы рождения мюонных пар на пучке нейтрино /рис. 2/

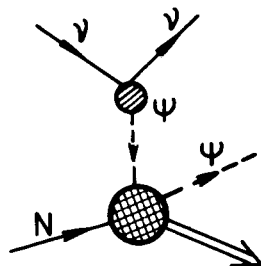
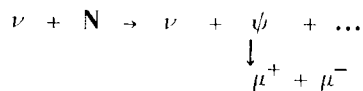


Рис.2

Как отметил Л.Б.Окунь, рассматриваемая схема имеет общие черты с гипотезами, развитыми в работах /7-9/ и в последнее время в исследованиях теоретической группы ИТЭФ /10/.

В заключение нам приятно поблагодарить Л.Б.Окуня за полезные обсуждения и С.И.Биленькую - за ценное замечание.

## Литература

1. J.J.Aubert et al. Phys.Rev.Lett., 33, 1404 (1974).
2. J.E.Augustin et al. Phys.Rev.Lett., 33, 1406 (1974).
3. C.Bacci et al. Phys.Rev.Lett., 33, 1408 (1974).
4. G.S.Abrams et al. Phys.Rev.Letters, 33, 1453 (1974).
5. R.Richter. Proceedings of the XVII Intern. Conference on High Energy Physics, 1-10 July, 1974, (London).
6. D.C.Cundy. Proceedings of the XVII Intern. Conference on High Energy Physics, 1-10 July, 1974 (London).
7. S.Okubo. Nuovo Cim., 54A, 451 (1968).  
R.E.Marshak, Y.W.Yang, J.S.Rao, Phys.Rev., D3, 1640 (1971).
8. M.Gell-Mann. Coral Gables Conference on Fundamental Interactions at High Energy, p. 380 (1969).
9. T.Appelquist J.D.Bjorken. Phys.Rev., D4, 3726 (1971).
10. В.И.Захаров, Б.Л.Иоффе, Л.Б.Окунь. ЖЭТФ, т. 68, №5 /1975/.

Рукопись поступила в издательский отдел  
31 января 1975 года.