

с 323.4 + с 323.5

29/хй-66

15-245

Изв. АН СССР, сер. физ.
1967, т. 31, № 9, с. 1502-1504

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P2 - 3007



ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

В.С. Барашенков, Г.М. Зиновьев, В.М. Мальцев

УНИТАРНАЯ СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
МНОЖЕСТВЕННОГО РОЖДЕНИЯ ЧАСТИЦ

1966

P2 - 3007

В.С. Барашенков, Г.М. Зиновьев, В.М. Мальцев

УНИТАРНАЯ СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
МНОЖЕСТВЕННОГО РОЖДЕНИЯ ЧАСТИЦ

Доложено на Всесоюзном совещании по космическим лучам.

4663/1 мр.



Накопленная к настоящему времени экспериментальная информация о неупругих взаимодействиях частиц позволяет получить достаточно согласованную картину взаимодействия частиц при высоких энергиях^{1/}, которая, по-видимому, сохранится вплоть до энергий порядка нескольких сотен Гэв. Однако у нас нет удовлетворительных методов расчета таких взаимодействий. Различные варианты статистической теории не учитывают множества открытых недавно резонансов, учет же последних приводит, во-первых, к несогласующемуся с опытом значению множественности рождающихся частиц, во-вторых, - к очень большим техническим трудностям в связи с необходимостью рассмотрения огромного числа возможных неупругих каналов. Уже при энергиях порядка нескольких десятков Гэв вычисления становятся затруднительными даже при использовании электронных счетных машин.

Различные "периферические модели" также встречают существенные трудности, обусловленные нефакторизуемостью вершинных функций. Даже в наипростейшем случае, когда такая факторизация предполагается, расчет возможен лишь с использованием элементов статистической теории, что, как отмечено выше, также связано с большими трудностями.

Статистическую теорию можно существенно усовершенствовать, если привлечь идею унитарной симметрии сильных взаимодействий. Сохраняя неприкосновенной основную идею теории об установлении статистического равновесия в объеме взаимодействия, мы будем рассматривать родившиеся частицы как члены мультиплетов унитарной унимодулярной группы ранга 2. При этом конечные каналы реакции характеризуются определенным числом мезонных синглетов, барионных октетов и декуплетов, векторных и псевдовекторных мезонных октетов, т.е. набором таких мультиплетов группы SU_3 , все представители которых в настоящее время хорошо известны из эксперимента. Предложенное нами обобщение статистической теории множественного рождения частиц не исключает использования в расчетах других мультиплетов группы SU_3 по мере их заполнения.

Требование SU_3 инвариантности для амплитуд реакции сводится к тому, что возможны переходы лишь между одинаковыми неприводимыми представлениями группы в начальном и конечном состояниях в ряд Клебша-Гордона по неприводимым представлениям. Число различных возможностей получить определенное неприводимое представление (p, q) из прямого произведения n мультиплетов группы в конечном состоянии назовем "унитарным весом" $U_n(p, q)$. Тогда выражение для вероятности перехода из начального состояния, отвечающего представлению (p, q) , в конечное состояние, содержащее n мультиплетов, будет иметь вид:

$$W_n(E; p, q) = V_n(E) \mathcal{M}_n(E) \frac{S_n}{G_n} U_n(p, q),$$

где V_n , \mathcal{M}_n , S_n - пространственный, энергетический и спиновый веса, G_n - множитель, учитывающий тождественность мультиплетов конечного состояния, а E - полная энергия в системе центра инерции.

Полный статистический вес канала получим усреднением вероятностей переходов по всем допустимым представлениям с теми весами $C(p, q)$, с которыми искомое (Y, J, J_3) состояние содержится в представлениях ряда Клебша-Гордона от прямого произведения начальных мультиплетов

$$W_n(E) = \sum_{(p, q)} C(p, q) W_n(E; p, q).$$

Вероятность образования в каком-либо канале частиц с определенными значениями гиперзаряда Y , изоспина J и его третьей проекции J_3 получается умножением статистического веса данного канала на квадраты соответствующих коэффициентов Клебша-Гордона группы SU_3 . Если при этом не интересоваться зарядовыми распределениями частиц, то следует использовать лишь изоскалярные части этих коэффициентов.

До сих пор вопрос о множественной генерации частиц рассматривался нами в рамках точной SU_3 -симметрии. Однако динамика процесса значительно сложнее той, которая следует из статистической теории и групповых свойств взаимодействия, что не дает возможности сопоставить результаты теории непосредственно с экспериментальными данными, в частности, по странным частицам. Такая возможность возникает при нарушении унитарной симметрии путем расщепления эффективной постоянной связи для K -мезонов. Как и в общепринятой формулировке статистической модели, это сводится к введению в выражение для статистического веса множителя λ^ν , где ν - число образованных K -мезонов. Величина постоянной λ подбирается из сравнения с экспериментом и изменяется в пределах $\lambda = 0,03 - 0,06$. Следует отметить, что средняя множественность не зависит от величины λ .

О степени согласия унитарно-статистических расчетов с опытом можно судить по таблицам I, II, где приведены результаты расчетов $\bar{p}p$ аннигиляции и неупругих n^+p взаимодействий^{/2,3/} (библиографию по экспериментальным работам см. в статьях^{/2,3/}).

Как видно, имеет место хорошее согласие для всех средних величин. Значительное расхождение между экспериментом и теорией отмечается лишь для реакций с небольшим числом рождающихся частиц, для расчета которых необходимо более детальное рассмотрение (учет периферичности и т.д.).

Мы хотели бы отметить, что рассмотренная нами статистическая модель позволяет получать результаты, которые лучше согласуются с экспериментом, чем аналогичные результаты, полученные в рамках широко обсуждаемых в литературе моделей кварков^{/4/} (см. таблицу II).

Л и т е р а т у р а

1. В.С. Барашенков, В.М. Мальцев, И. Патера. Препринт ОИЯИ Р-1577, Дубна 1984.
В.С. Барашенков. Изв. АН СССР, серия физич. 29, 1834 (1985).
В.С. Барашенков, В.М. Мальцев. Препринт ОИЯИ, Р-2784, Дубна 1986.
2. В.С. Барашенков, Г.М. Зинovieв, В.М. Мальцев. Препринт ОИЯИ, Р2-2856, Дубна 1986 г.
3. В.С. Барашенков, Г.М. Зинovieв, В.М. Мальцев. Препринт ОИЯИ, Р2-2869, Дубна 1986.
4. J. Harte, R. H. Socolov, L. Vandermeulen. Preprint CERN 66/1109 /5/ TH, 697.

Рукопись поступила в издательский отдел
4 ноября 1986 г.

Т а б л и ц а I

Взаимодействие	$p\bar{p}$	π^+p	π^+p	π^+p
		$T_{\pi^+} = 4,5$ ГэВ	$T_{\pi^+} = 7$ ГэВ	$T_{\pi^+} = 10$ ГэВ
\bar{p} теория	4,7	5,0	6,2	6,6
\bar{p} эксперимент	$4,7 \pm 0,2$	$4,8 \pm 0,3$	$5,7 \pm 0,4$	$6,2 \pm 0,4$

Т а б л и ц а II

Распределение по звездам для аннигиляции в покое

Звезда	0 лучей	2 луча	4 луча	6 лучей
Теория %	3,9	50,4	40,1	1,0
Эксперимент %	$3,2 \pm 0,5$	$42,6 \pm 1,1$	$45,8 \pm 1,0$	$3,8 \pm 0,2$
Кварковая [4] модель %	12,4	28,2	54,7	0,1