

ПРИМЕНЕНИЕ СИММЕТРИИ  $SU(3)$  К МНОЖЕСТВЕННОМУ  
РОЖДЕНИЮ МЕЗОНОВ

Е.И.Дайбог

Ватсоном из соображений изотопической инвариантности было доказано, что для множественного рождения мезонов при столкновении нуклона с ядром, содержащим равное число нейтронов и протонов, выполняется соотношение

$$\frac{\bar{N}^0}{\bar{N}^+ + \bar{N}^-} = \frac{1}{2},$$

где  $\bar{N}^0$ ,  $\bar{N}^+$ ,  $\bar{N}^-$  - среднее число  $\pi^0$ ,  $\pi^+$ ,  $\pi^-$ - мезонов [1]. На опыте это соотношение в области высоких энергий  $10^{10}$  -  $10^{12}$  эв близко к единице [2]. Существует возможность, что в действительности измеряется соотношение  $\frac{\bar{N}^0 + \bar{N}^{\pi^0}}{\bar{N}^+ + \bar{N}^-}$ , где  $\bar{N}^{\pi^0}$  - среднее число  $\pi^0$ -мезонов. Цель настоящей работы- вычисление последнего соотношения с помощью симметрии  $SU(3)$ .

Запишем октет псевдоскалярных мезонов (то же верно и для векторных) в виде столбца:

$$\begin{pmatrix} K^+ \\ K^0 \\ \bar{K}^+ \\ \bar{K}^0 \\ \bar{K}^- \\ \bar{L}^0 \\ \bar{L}^+ \\ \bar{K}^0 \end{pmatrix}$$

Построим операторы проектирования  $n_i^\alpha$ , которые действуют на волновую функцию  $i$ -го мезона и имеют собственное значение  $I$ , если мезон занимает  $\alpha$ -место в столбце, и 0 в остальных случаях. Они имеют вид:

$$n^{K^+} = \frac{1}{2} (YI_+I_- + (YI_+I_-)^2),$$

$$n^{K^0} = \frac{1}{2} (YI_-I_+ + (YI_-I_+)^2),$$

$$n^{\bar{K}^0} = \frac{1}{2} ((YI_+I_-)^2 - YI_+I_-),$$

$$n^{K^-} = \frac{1}{2} ((YI_-I_+)^2 - YI_-I_+),$$

$$n^{\bar{L}^0} = \frac{1}{2} (I_+I_- - I_+I_-L_+L_- - I_+I_-K_+K_- + \frac{1}{2} (YI_-I_+ + (YI_-I_+)^2) - \frac{1}{2} ((YI_+I_-)^2 - YI_+I_-)),$$

$$n^{\bar{L}^+} = \frac{1}{2} (I_+I_-L_+L_- + I_+I_-K_+K_- - \frac{1}{2} (YI_-I_+ + (YI_-I_+)^2) - \frac{1}{2} (YI_-I_+ + (YI_-I_+)^2)),$$

$$n^{\bar{K}^0} = \frac{1}{2} (I_+I_- - I_+I_-L_+L_- - I_+I_-K_+K_- + \frac{1}{2} (YI_+I_- + (YI_+I_-)^2) - \frac{1}{2} ((YI_+I_-)^2 - YI_+I_-)),$$

$$n^{\bar{L}^0} = \frac{1}{3} (K_+K_- + L_+L_- - \frac{1}{2} (I_+I_- + I_+I_-) + \frac{1}{2} (I_+I_-L_+L_- + I_+I_-K_+K_-) - \frac{5}{4} (YI_+I_- + YI_-I_+) - \frac{5}{4} ((YI_+I_-)^2 + (YI_-I_+)^2)),$$

где  $Y$ ,  $I_+I_-$ ,  $K_+K_-$ ,  $L_+L_-$  – генераторы группы  $[3]$ . С помощью этих операторов нетрудно получить обобщение теоремы Ватсона на  $SU(3)$ , которое заключается в том, что средние значения  $n_i^\alpha$  по набору каких-либо квантовых состояний  $\psi_\nu^M$  для всех  $\alpha$  одинаковы:

$$\bar{n}_i^\alpha = \sum_y (\varphi_y^\mu, n_i^\alpha \varphi_y^\mu) = \frac{1}{8}.$$

Таким образом, если при столкновении частиц с одинаковой вероятностью осуществляются все  $y$ -состояния мультиплета  $\mu$ , то число рождающихся мезонов одинаково, поскольку, если всего рождается  $N$  мезонов, то определяя

$$N^\alpha = \sum_i n_i^\alpha,$$

имеем

$$\bar{N}^{K^+} = \bar{N}^{K^0} = \dots = \bar{N}^{K^-} = \frac{N}{8}.$$

Однако на опыте такая постановка задачи не осуществляется. Рассмотрим случай, когда нуклон сталкивается с ядром, содержащим одинаковое число  $n$  и  $p$ . Соударения в ядре считаем парными. При этом осуществляются состояния ( $II_3 Y$ ):  $(002)$  из  $\{10^*\}$  и  $(122)$ ,  $(102)$  из  $\{27\}$ . Найдем средние значения интересующих нас величин  $\sum_y N_y$  по этим состояниям с помощью коэффициентов Клебша - Гордана для  $SU(3)$ . Результат следующий:

$$\frac{(\varphi^{10^*} | \pi^+ + \pi^- | \varphi^{10^*})}{(\varphi^{10^*} | \pi^0 + \eta^0 | \varphi^{10^*})} = 0,76,$$

$$\frac{(\varphi^{27} | \pi^+ + \pi^- | \varphi^{27})}{(\varphi^{27} | \pi^0 + \eta^0 | \varphi^{27})} = 1,02.$$

Или:

$$0,76 < \frac{\bar{N}(\pi^+ + \pi^-)}{\bar{N}(\pi^0 + \eta^0)} < 1,02.$$

Из изложенного следует, что для физически реализуемых состояний удается получить неравенства, позволяющие оценить отношение заряженной и нейтральной компонент.

Все рассмотрение проведено в предположении, что симметрия  $SU(3)$  является точной. Отметим, что оценка фазовых объемов показывает, что в ультрарелятивистской области фазовый объем практически

не зависит от масс (это имеет место уже для процессов множественного рождения, наблюдавшихся с помощью ускорителя).

Объединенный институт  
ядерных исследований

Поступило в редакцию  
21 января 1966 г.

Литература

- [1] K.N. Watson. Phys. Rev., 85, 852, 1952.
- [2] B.C. Мурзин. Изв. АН СССР, сер. физ., 28, I790, 1964.
- [3] D'Swart. Revs. Mod. Phys., 35, 916, 1963.