2/3

Краткие сообщения по физике № 1 январь 1971

К ВОПРОСУ О СПЕКТРЕ МАСС МЕЗОНОВ В ДИНАМИЧЕСКОЙ СИММЕТРИИ $P \times U(6,6)$.

Н. Ф. Нелипа, Юк Чантха

1. В ряде работ (см. ссылки в /1/) рассматривалось объединение группы пространственно-временной симметрии с группой внутренней симметрии в виде полупрямого произведения, для которого некомпактная группа внутренней симметрии является нормальным делителем, в частности группа $P \times U(6,6)$. В работе /1/ был введен обобщенный импульс и с его помощью получен спектр масс 0^- и 1^- - мезонов, который неплохо согласуется с соответствующими экспериментальными значениями масс. Цель этой статьи - вычислить в рамках подхода работы /1/ спектр масс 0^+, 1^+, 2^+ - мезонов.

2. Согласно работе /1/, определим обобщенный импульс p^μ, не коммутирующий с группой внутренней симметрии, следующим образом

$$p^\mu = k^\mu + V^\mu - A^\mu,$$

где

$$V^\mu = 2(\sqrt{3/2}\, cV_0^\mu + \sqrt{3}\, dV_8^\mu + fV_3^\mu),$$

$$A^\mu = 2(\sqrt{3/2}\, c_1A_0^\mu + \sqrt{3}\, d_1A_8^\mu + f_1A_3^\mu),$$

k^μ - обычный импульс.

Тогда оператор квадрата массы m^2 (в системе покоя k) запишется в виде

$$m^2 = m_0^2 + 2m_0V^0 + V^2 - \varkappa A^2, \qquad (1)$$

где $\varkappa_0$ и $\varkappa$ – реальные константы.

Представление $U(6,6)$-симметрии для мезонов разлагается по неприводимым представлениям группы $U(6)\times U(6)$ так:

$$(1,1)+(6,6^*)+(21,21^*)+(56,56^*).$$

Ограничимся учетом мультиплета $(21,21^*)$, описывающего мезоны с положительной четностью; он распадается на такие неприводимые представления группы $U(6)$:

$$(21,21^*)=405+35+1.$$

В свою очередь 405-плет имеет следующую структуру относительно $SU(3)\times SU(2)$:

$$405=(1,1)+(8,1)+(27,1)+2(8,3)+(10,3)$$
$$+(\overline{10},3)+(27,3)+(1,5)+(8,5)+(27,5). \qquad (2)$$

Базисные векторы в подпространстве $(21,21^*)$ имеют вид

$$a^*_{\gamma k}\, b^*_{\rho m}\, a^*_{\alpha l}\, b^*_{\omega n}\, \sigma^s_{\gamma\rho}\, \sigma^t_{\alpha\omega}\,|0\rangle .$$

Скалярным мезонам соответствует $\sigma^s=\sigma^t=\sigma^0$, 1^+-мезонам – $\sigma^s=\sigma^0$, $\sigma^t=\sigma^+$ (для $s_z=+1$), $\sigma^s=\sigma^0$, $\sigma^t=\sigma^0$ (для $s_z=0$), $\sigma^s=\sigma^0$, $\sigma^t=\sigma^-$ (для $s_z=-1$), 2^+-мезонам – $\sigma^s=\sigma^+$, $\sigma^t=\sigma^+$ (для $s_z=2$), $\sigma^s=\sigma^-$, $\sigma^t=\sigma^-$ (для $s_z=-2$), $\sigma^s=\sigma^3$, $\sigma^t=\sigma^+$ (для $s_z=+1$), $\sigma^s=\sigma^3$, $\sigma^t=\sigma^-$ (для $s_z=-1$).

Волновые функции частиц определятся как собственные функции операторов спина, изоспина, гиперзаряда и четности; например, волновая функция состояния $s=0$, $Y=I_3=0$, $I=1$ выглядит так

$$\frac{1}{2\sqrt{6}}(a^*_{\gamma 1}\, a^*_{\alpha 1}\, b^*_{\gamma 1}\, b^*_{\alpha 1}-a^*_{\gamma 2}\, a^*_{\alpha 2}\, b^*_{\gamma 2}\, b^*_{\alpha 2})|0\rangle .$$

Таблица 1

s	Y	I	m^2, (Гэв)^2
0^+	0	1	1,170 - 0,364 - 1,169
	± 1	1/2	1,049 -1,063 -0,0909
2^+	0	0	1,011 0,414 0,123
	0	1	0,555 0,118

3. Действуя оператором квадрата массы (1) на волновые функции, получим значения квадратов масс частиц. Некоторые из этих значений приведены в табл. 1.

Для фиксированного набора чисел s, Y и I имеется несколько различных значений квадратов масс, так как этот набор содержится в различных мультиплетах, входящих в формулу (2). К сожалению, некоторые из этих квадратов масс отрицательны*), т.е. являются нефизическими (эта ситуация имеет место как для 0^+, так и для 1^+- мезонов). С математической точки зрения это означает, что квадрат массового

*) В выражение (1) входит отрицательный член, зависящий от спина частицы. Когда этот член доминирует, квадрат массы частицы становится отрицательным.

оператора (1) – положительно неопределенный; другими словами, постулаты работы /1/ не являются самосогласованными. Неясно также, каков физический смысл ненаблюдаемых масс с положительным квадратом массы. Кроме того теоретические значения для квадратов масс 2^+-мезонов резко расходятся с экспериментальными.

Мы хотели бы выразить благодарность И. Т. Тодорову и Д. В. Стоянову за полезное обсуждение результатов этой работы.

Поступила в редакцию
19 октября 1970 г.

Литература

1. D. T. Stoyanov, I. T. Todorov, Annals of Physics, 31, 349 (1967).