ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория теоретической физики

Нгуен Ван Хьеу

Р-877

ЗАМЕЧАНИЕ К ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ СТРУКТУРЫ ВЕКТОРНОГО ТОКА В СЛАБОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

Дубна 1962 год

Нгуец Ван Хьеу

Р-877

ЗАМЕЧАНИЕ К ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ ИССЛЕДОВАНИЮ СТРУКТУРЫ ВЕКТОРНОГО ТОКА В СЛАБОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

Направлено в ЖЭТФ

Для того чтобы объяснить универсальность векторной константы связи β - распада и μ -распада, Фейнман и Гелл-Манн предположили, что лагранжиан слабого взаимодействия имеет вид [1]

$$L = \frac{G}{\sqrt{2}} J_\mu J_\mu^+ ,$$

где J_μ - сумма лептонных токов $\bar{\nu}\gamma_\mu(1+\gamma_5)e + \bar{\nu}\gamma_\mu(1+\gamma_5)\mu$ и токов сильно взаимодействующих частиц с одинаковыми и разными странностями $j_\mu = j_\mu^V + j_\mu^A$ и $S_\mu = S_\mu^V + S_\mu^A$, соответственно, причем векторный ток j_μ^V частиц с одинаковой странностью является изотопической компонентой сохраняющегося изовектора, третья компонента которого пропорциональна изовекторному электромагнитному току сильно взаимодействующих частиц:

$$j_\mu^V = \frac{i}{\sqrt{2}} \bar{N} \tau_+ \gamma_\mu N + i\sqrt{2}\, \Pi^* T_+ \left(\frac{\overleftarrow{\partial}}{\partial x_\mu} - \frac{\overrightarrow{\partial}}{\partial x_\mu}\right) \Pi + \frac{i}{\sqrt{2}} K^* \tau_+ \left(\frac{\overleftarrow{\partial}}{\partial x_\mu} - \frac{\overrightarrow{\partial}}{\partial x_\mu}\right) K + \ldots , \qquad /1/$$

$$N = \begin{pmatrix} p \\ n \end{pmatrix}, \quad \Pi = \begin{pmatrix} \pi^+ \\ \pi^0 \\ \pi^- \end{pmatrix}, \quad K = \begin{pmatrix} K \\ K^0 \end{pmatrix} .$$

При этом скорость распада $\pi^- \to \pi^0 + e^- + \nu$ вполне определяется константой G , если малым изменением форм-фактора пренебрегается. Некоторые другие следствия сохранения этого тока были рассмотрены в [2].

Обобщение гипотезы Фейнмана и Гелл-Манна на случай векторного тока S_μ^V частиц с разными странностями затруднено различием масс. Сохраняющийся ток S_μ^V не имеет симметричного вида (1), и наоборот, симметричный ток S_μ^V вида (1) не сохраняется. Следствия сохранения тока S_μ^V в распадах K_{e3} и $K_{\mu 3}$ были рассмотрены в [3,4]. Недавно были предложены некоторые гипотезы по структуре S_μ^V [5,6]. Согласно гипотезе Зельдовича [5] четырехмерные скорости π и K-мезонов симметрично входят в выражение матричного элемента взаимодействия π и K -мезонов с лептонными токами, а согласно гипотезе Гандельмана [6] расходимость S_μ^V имеет вид

$$\mathrm{div}\, S_\mu^V = i b\, \phi_K^* \phi_\pi . \qquad /2/$$

Предложенные гипотезы можно проверить, измеряя сечения процессов типа

$$\begin{aligned} \nu + N &\to (e^-, \mu^-) + N + \pi , \\ \nu + N &\to (e^-, \mu^-) + \lambda + K , \end{aligned} \qquad /3/$$

$$\nu + N \to (e^-, \mu^-) + N + K ,$$
$$\nu + N \to (e^-, \mu^-) + \lambda + \pi ,$$

или соответствующих процессов с антинейтрино и применяя процедуру экстраполяции, предложенную Чу и Лоу [7]. Сечения этих процессов имеют полюс, соответствующий обмену одним мезоном. Напишем указанные процессы в общем виде

$$\nu + N \to \ell^- + N' + B .$$

Полюсная диаграмма, соответствующая обмену одним мезоном B', изображена на рис. 1. Вклад этой диаграммы зависит от матричного элемента векторного тока между состояниями мезонов B и B'. Последний имеет следующий общий вид

$$\langle B |\, j^V_\mu , S^V_\mu | B' \rangle = \phi^*_B \phi_{B'} [\, F(k^2) q_\mu + F'(k^2) q'_\mu \,] , \qquad /4/$$

где q и q' - четырехмерные импульсы мезонов B и B', соответственно, $k = q - q'$. Инвариантность относительно отражения времени требует, чтобы $F(k^2)$ и $F'(k^2)$ были одновременно вещественными с точностью до общего фазового множителя. Введем обозначения: M, M', m, m' и μ - массы барионов N, N', мезонов B, B' и заряженного лептона ℓ^-; Δ^2 - квадрат импульса передачи барионов; W - эффективная масса системы $B + \ell$; E - полная энергия в системе центра масс; g - константа связи сильного взаимодействия $NN'B'$. Четность мезонов считается отрицательной. При этом дифференциальное сечение процесса (8), умноженное на $[\Delta^2 + m'^2]^2_0$ в полюсе $\Delta^2 = -m'^2$ имеет вид

$$\frac{\partial^3 \sigma}{\partial \Delta^2 \, \partial k^2 \, \partial W^2} [\, \Delta^2 + m'^2]^2 \Big|_{\Delta^2 = -m'^2} = \frac{1}{(4\pi)^3} \, G^2 g^2 \frac{[(M' - M)^2 - m'^2 \,]}{(W^2 - m'^2)(E^2 - M^2)^2} \, F , \qquad (5)$$

причем

$$F = \tfrac{1}{2} F^2(k^2) \, [(W^2 - m'^2 - \mu^2)(W^2 - m^2 - \mu^2) - k^2 (W^2 - \mu^2) - m^2 \mu^2] + F(k^2) F'(k^2) \times$$
$$\times [(W^2 - m^2)(W^2 - m'^2) - (k^2 + \mu^2) W^2] + \tfrac{1}{2} F'^2(k^2) [(W^2 - m'^2)(W^2 - m^2) - k^2 W^2 - m'^2 \mu^2] . \qquad /6/$$

Для процессов с антинейтрино $\qquad \tilde{\nu} + N \to \ell^+ + N' + B' \qquad$ /7/

полюсная диаграмма соответствует обмену одним мезоном B. Умноженное на $[\Delta^2 + m^2]^2$ дифференциальное сечение в полюсе также имеет значение (5), (6) с заменой $m \rightleftarrows m'$. Экстраполированные значения дифференциальных сечений, умноженных на $[\Delta^2 + m'^2]^2$ или $[\Delta^2 + m^2]^2$, дают возможность определить произведения $gF(k^2)$, $gF'(k^2)$ и проверить следствия предложенных гипотез.

Согласно гипотезе Зельдовича

$$m F(k^2) = m' F'(k^2) ,$$

в то время как соотношение (2) дает

$$[k^2 + m'^2 - m^2] F(k^2) - [k^2 + m^2 - m'^2] F'(k^2) = const .$$

Более того, согласно выражению (1) тока j_μ^V, для $<\pi^0| j_\mu^V |\pi^->$ мы имеем

$$F(k^2) = F'(k^2) = 2 F^e_{\pi^+}(k^2) ,$$

и для $<K^+| j_\mu^V | K^0>$ мы имеем

$$F(k^2) = F'(k^2) = F^e_{K^+}(k^2) - F^e_{K^0}(k^2) ,$$

где $F^e(k^2)$ – электромагнитные форм-факторы π и K – мезонов.

Автор весьма признателен проф. М.А.Маркову за интерес к работе.

Литература

1. R.P.Feynman and M.Gell-Mann. Phys. Rev. 109, 193 (1958).
2. M.Gell-Mann. Phys. Rev. 111, 365 (1958).
3. S.Weinberg, R.E.Marschak, S.Okubo, E.C.G.Sudarshan and W.B.Teush. Phys. Rev. Lett. 1,25 (1958).
4. M.L.Goldberger and S.B.Treiman. Phys. Rev. 110, 1478 (1958).
5. Я.Б.Зельдович. ЖЭТФ, <u>39</u>, 1766, 1960.
6. Г.М.Гандельман. ЖЭТФ, <u>40</u>, 1672, 1961 г.
7. G.F.Chew and F.E.Low. Phys. Rev. 113, 1640 (1959).

Рукопись поступила в издательский отдел
30 декабря 1961 года.

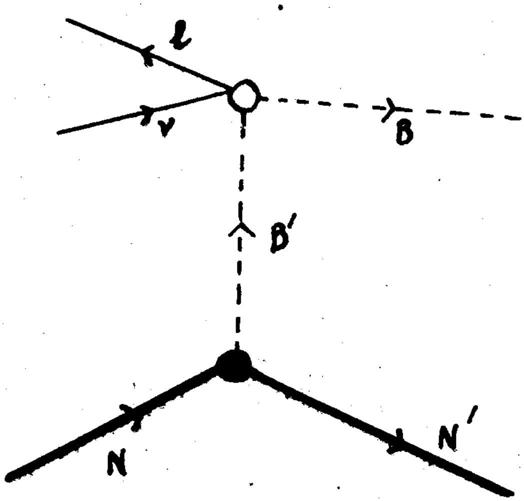

Рис. 1.