



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

96-450

P2-96-450

Х.М.Бештоев

ДИНАМИЧЕСКОЕ РАСШИРЕНИЕ
ТЕОРИИ СЛАБОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ,
ПРИВОДЯЩЕЕ
К ПЕРЕХОДАМ МЕЖДУ СЕМЕЙСТВАМИ КВАРКОВ

1996

1. Введение

После обнаружения подавления слабых переходов при распадах странных частиц, в работе [1], Н. Кабиббо было предложено ввести в выражении для заряженного тока j_F^μ недиагональную матрицу V :

$$j_F^\mu = \left| \begin{array}{c} \bar{u} \quad \bar{c} \quad \bar{s} \end{array} \right|_L \gamma^\mu V \left| \begin{array}{c} d \\ s \\ b \end{array} \right|_L$$

$$V = \begin{pmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \quad (1)$$

которая характеризует подавление этих переходов, пропорциональное $\sin^2 \theta$.

Далее, когда было обнаружено существование трех семейств кварков, М. Кобаяши и К. Маскавой было предложено обобщение матрицы Кабиббо на трехмерную матрицу V_{KM} [2], параметризующую подавления слабых распадов адронов.

Матрица V_{KM} является матрицей, параметризующей смешивание кварков разных поколений (d, s, b), и за этой матрицей не стоит никакая динамика. На самом деле, если исходить из аналогии с теорией слабого взаимодействия до появления работ [3], то мы можем сделать феноменологическое расширение теории слабого взаимодействия, учитывающее смешивания кварков (т. е. переходы между разными поколениями кварков). Естественно, такое феноменологическое расширение будет работать, как и старая теория слабого взаимодействия, только в древесном приближении (из-за неперенормируемости этой теории в в заданном приближении, петлевые вклады будут приводить к расходимостям). Перейдем к построению динамического аналога матрицы Кобаяши-Маскавы.

2. Динамическая аналог матрицы Кобаяши-Маскавы

В случае трех поколений кварков заряженный ток имеет вид [4]:

$$J^\mu = \left| \begin{array}{c} \bar{u} \quad \bar{c} \quad \bar{t} \end{array} \right|_L \gamma^\mu V_{KM} \left| \begin{array}{c} d \\ s \\ b \end{array} \right|_L \quad (2)$$

$$V_{KM} = \begin{pmatrix} V_{ud} & V_{us} & V_{ub} \\ V_{cd} & V_{cs} & V_{cb} \\ V_{td} & V_{ts} & V_{tb} \end{pmatrix}$$

Мы будем выбирать параметризацию матрицы V_{KM} в форме, предложенной Майяни [5]

$$V = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & c_\gamma & s_\gamma \\ 0 & -s_\gamma & c_\gamma \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_\beta & 0 & s_\beta e^{-i\delta} \\ 0 & 1 & 0 \\ -s_\beta e^{i\delta} & 0 & c_\beta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c_\theta & s_\theta & 0 \\ -s_\theta & c_\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad (3)$$

$$c_\theta = \cos \theta, \quad s_\theta = \sin \theta, \quad e^{i\delta} = \cos \delta + i \sin \delta.$$

К недиагональным членам в (3) (которые ответственны за смешивания d-, s-, b-кварков и CP-нарушение), мы будем сопоставлять четыре дублета векторных бозонов $V^\pm, C^\pm, D^\pm, E^\pm$ (мы будем предполагать, что реальной части $\text{Re}(s_\beta e^{i\delta}) = s_\beta \cos \delta$ соответствует векторный бозон C^\pm , а мнимой части $\text{Im}(s_\beta e^{i\delta}) = s_\beta \sin \delta$ соответствует векторный бозон E^\pm), чьи вклады параметризуются четырьмя углами $\theta, \beta, \gamma, \delta$. (Отметим, что константа взаимодействия E^\pm бозона является мнимой величиной!) Тогда, в приближении $q^2 \ll m_W^2$ мы получаем:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \theta &\approx \frac{m_W^2 g_B^2}{m_B^2 g_W^2}, & \operatorname{tg} \beta &\approx \frac{m_W^2 g_C^2}{m_C^2 g_W^2} \\ \operatorname{tg} \gamma &\approx \frac{m_W^2 g_D^2}{m_D^2 g_W^2}, & \operatorname{tg} \delta &\approx \frac{m_W^2 g_E^2}{m_E^2 g_W^2} \end{aligned} \quad (4)$$

если $g_{B^\pm}^2 \approx g_{C^\pm}^2 \approx g_{D^\pm}^2 \approx g_{E^\pm}^2 \approx g_{W^\pm}^2$, тогда

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \theta &\approx \frac{m_W^2}{m_B^2}, & \operatorname{tg} \beta &\approx \frac{m_W^2}{m_C^2} \\ \operatorname{tg} \gamma &\approx \frac{m_W^2}{m_D^2}, & \operatorname{tg} \delta &\approx \frac{m_W^2}{m_E^2} \end{aligned} \quad (5)$$

Относительно GIM-механизма [6] и нейтральных векторных бозонов B^0, C^0, D^0, E^0 , и нейтральных скалярных бозонов B'^0, C'^0, D'^0, E'^0 можно повторить те же рассуждения, которые приведены в предыдущих работах [7].

Лагранжиан предлагаемого расширения теории слабого взаимодействия (без учета CP-нарушения) имеет вид

$$\mathcal{L}_{In} = i \sum_i g_i (J^{i,\alpha} A_\alpha^i + \text{K.C.}) \quad (6)$$

где $J^{i,\alpha} = \bar{\psi}_{i,L} \gamma^\alpha T \psi_{i,L}$,

$$T = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix},$$

$$\psi_{iL} = \begin{pmatrix} u \\ c \end{pmatrix}_L, \quad \begin{pmatrix} u \\ t \end{pmatrix}_L, \quad \begin{pmatrix} c \\ t \end{pmatrix}_L,$$

$$\psi_{iL} = \begin{pmatrix} d \\ s \end{pmatrix}_L, \quad \begin{pmatrix} d \\ b \end{pmatrix}_L, \quad \begin{pmatrix} c \\ b \end{pmatrix}_L.$$

Переносчики слабого взаимодействия A_α^i , ответственные за слабые переходы между различными семействами кварков, связаны с B, C, D -бозонами следующим образом:

$$A_\alpha^1 \rightarrow B_\alpha^+, \quad A_\alpha^2 \rightarrow C_\alpha^+, \quad A_\alpha^3 \rightarrow D_\alpha^+.$$

В заключение отметим, что в работах [7,8] приводятся реакции, идущие через $B^\pm, C^\pm, D^\pm, E^\pm$ бозоны, и оценки их масс, кроме того, там также даются сечения рождения и ширины распадов этих бозонов.

Литература

1. Cabibbo N. - Phys. Rev. Lett., 1963, vol.10, p.531.
2. Kobayashi M., Maskawa K. - Prog. Theor. Phys., 1973, vol.49, p.652.
3. Glashow S.L. - Nucl. Phys. 1961, vol.22, p.579.
Weinberg S. - Phys. Rev. Lett., 1967, vol.19, p.1264.
Salam A. - Proc. of the 8-th Nobel Symp., edited by N. Svarthholm (Almqvist and Wiksell, Stockholm) 1968, p.367.
4. Окунь Л.Б. - Лептоны, кварки, М. Наука, 1990.
5. Maiani L. - Proc. Int. Symp. on Lepton-Photon Int., Hamburg,

6. Glashow S., Iliopoulos J., Maiani L.- Phys. Rev., 1970, vol.D2, p.1285.
7. Beshtoev Kh.M.- JINR, E2-94-293, Dubna,1994; Turkish Journ. of Phys.-1996, vol. p.
8. Beshtoev Kh.M.- JINR, E2-95-535, Dubna,1995.

Бештоев Х.М.

P2-96-450

Динамическое расширение теории слабого взаимодействия, приводящее к переходам между семействами кварков

Данная работа посвящена динамическому расширению теории слабого взаимодействия с помощью введения четырех пар тяжелых векторных переносчиков взаимодействия, приводящих к переходам между различными семействами кварков, т.е. построению динамического аналога матрицы Кобаяши—Маскавы. Дается явный вид лагранжиана взаимодействия этих бозонов.

Работа выполнена в Лаборатории сверхвысоких энергий ОИЯИ и НИИ прикладной математики и автоматизации КБНУ РАН, г.Нальчик.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 1996

Перевод автора

Beshtoev Kh.M.

P2-96-450

The Dynamical Expansion of the Weak Interaction Theory Leading to Quarks Family Mixing

This work is devoted to the dynamical expansion of the weak interaction theory by inclusion of four doublets of the charged-vector bosons $B^\pm, C^\pm, D^\pm, E^\pm$ leading to the quarks family mixing, i.e. to the construction of dynamical analogy of the Kobayashi—Maskawa matrix. The Lagrangian of the interaction of these bosons is given.

The investigation has been performed at the Laboratory of Particle Physics, JINR and at the Scientific Research Institute of Applied Mathematics and Automation of KBSC RAN, Nalchik.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 1996