

МЕЗОН-НУКЛОННЫЕ  $\sigma$ -ЧЛЕНЫ И СТРАННЫЕ КВАРКИ В НУКЛОНЕ

В.П. Ефросинин, Д.А. Заикин, И.И. Осипчук

Из данных по пион-нуклонному и каон-нуклонному  $\sigma$ -членам определяется величина матричного элемента  $\langle N|\bar{s}s|N\rangle$ . Вычислен каон-нуклонный  $\sigma$ -член в рамках киральной модели мешка.

В работе /1/ приведены аргументы в пользу большой величины матричного элемента  $\langle N|\bar{s}s|N\rangle$ . При этом авторы исходят из полуфеноменологического значения пион-нуклонного  $\sigma$ -члена

$$\sigma_{\pi N} = m \langle N|uu + dd|N\rangle = 63 \pm 11 \text{ МэВ}, \quad (1)$$

( $\hat{m} = (m_u + m_d)/2$ ), полученного методом экстраполяции  $\pi N$ -амплитуды в точку Ченга–Дашена ( $t = 2m_\pi^2, \nu = 0$ ) /2/. Используя (1) и полагая массы кварков  $m_u = 4 \text{ МэВ}$ ,  $m_d = 7 \text{ МэВ}$  и  $m_s = 140 \text{ МэВ}$ , получаем /1/:

$$\langle N|\bar{u}u|N\rangle = 6,3; \quad \langle N|\bar{d}d|N\rangle = 5,3; \quad \langle N|\bar{s}s|N\rangle = 3,6. \quad (2)$$

Этот результат приводит к значению параметра  $\beta$  нарушения правила кварковых линий Окубо–Цвейга–Иизуки (ОЦИ)

$$\beta = \frac{\langle N|\bar{s}s|N\rangle}{\langle N|(\bar{u}u + \bar{d}d)/\sqrt{2}|N\rangle} = 0,44, \quad (3)$$

которое представляется слишком большим в свете имеющихся данных по взаимодействию адронов.

Хотя, по мнению авторов /1/, такое большое значение  $\langle N|\bar{s}s|N\rangle$  не противоречит правилам сумм КХД, оно приводит к резкому противоречию результата расчета электрического дипольного момента нейтрона в модели нарушения CP-инвариантности Вайнберга с экспериментом.

Наряду с этим значение  $\langle N|\bar{s}s|N\rangle$ , полученное в /1/, приводит к неправдоподобно малой массе барионного октета в киральном пределе, а именно,  $m_0 \approx 400 \text{ МэВ} /3/$ , что было бы трудно понять, имея в виду успехи в описании адронов в рамках  $SU(3)$ - и  $SU(3) \times SU(3)$ -симметрий.

В этой связи подчеркнем, что результат (1), строго говоря, относится к точке Ченга–Дашена и может отличаться от истинного значения  $\sigma_{\pi N}$  на величину порядка  $10 \text{ МэВ} /3,4/$ . Кроме того, результаты, полученные методом экстраполяции  $\pi N$ -амплитуды в точку Ченга–Дашена, очень чувствительны к величине изосимметричной длины  $a_0^+ + \pi N$ -рассеяния. Использование в расчетах /2/ значения  $a_0^+ = -(0,032 \pm \pm 0,006) m_\pi^{-1}/5/$ , полученного из данных по пион-водородным мезоатомам (вместо  $a_0^+ = -(0,0097 \pm \pm 1,7) m_\pi^{-1}/6/$ ), уменьшает значение  $\sigma_{\pi N}$  на  $20 \text{ МэВ} /7/$ . Если с помощью (2) вычислить каон-нуклонный  $\sigma$ -член

$$\sigma_{KN}^+ = (1/4) (\hat{m} + m_s) \langle N|\bar{u}u + \bar{d}d + 2\bar{s}s|N\rangle, \quad (4)$$

то его значение  $680 \text{ МэВ}$  будет сильно отличаться от результата /8/, полученного в рамках оптической модели  $K^+$ -ядерного рассеяния,

$$\sigma_{KN}^+ = 290 - 300 \text{ МэВ}. \quad (5)$$

Использование выражений для  $\sigma_{KN}^+$  /8/ и  $\sigma_{\pi N}$  /9/ дает возможность представить отношение этих величин как функцию  $\beta$

$$\frac{\sigma_{KN}^+}{\sigma_{\pi N}} = \frac{1}{4} \left(1 + \frac{m_s}{\hat{m}}\right) (1 + \beta\sqrt{2}). \quad (6)$$

В то же время величина  $\sigma_{\pi N}$ , определенная в /9/ из пион-ядерных данных (с учетом кинематического множителя в пион-ядерном потенциале, которым в /9/ пренебрегалось), составляет

$$\sigma_{\pi N} = 46 \pm 8 \text{ МэВ.} \quad (7)$$

Тогда из (5) – (7) можно определить значение  $\beta = 0,05 \pm 0,16$ , что не противоречит оценке /9/ этого параметра в партонной модели.

Таким образом, оценка  $\langle N | \bar{s}s | N \rangle$ , проделанная в /1/ (рано как и следующее из оценки значение параметра  $\beta$ ), представляется завышенной. Основной причиной этого является некритическое использование результата (1) для пион-нуклонного  $\sigma$ -члена.

Что касается результата (7), то недавние расчеты Гензини с использованием данных по  $\pi$ -мезонам привели практически к тому же результату /3/:  $\sigma_{\pi N} = 47,7 \pm 3,5 \text{ МэВ}$ .

В отношении оценок мезон-нуклонных  $\sigma$ -членов в моделях мешка отметим, что  $\langle \bar{q}_i q_i \rangle$  по пертурбативному вакууму в конечном мешке отличен от нуля вследствие граничных эффектов /10/. При этом в киральной модели мешка с внешним пионным полем /11/ можно ожидать различных вакуумных вкладов в этот матричный элемент для странных и нестранных кварков. Представим матричные элементы  $\bar{q}_i q_i$  ( $i = u, d, s$ ) по состояниям протона с импульсом  $p$  в виде

$$\langle P(p) | \bar{q}_i q_i | P(p) \rangle = A_i \bar{u}(p) u(p) = 2m_N A_i.$$

Величина  $A_i$  включает в себя валентные и вакуумные вклады:  $A_u = 2Z + V_{ns}$ ,  $A_d = Z + V_{ns}$ ,  $A_s = V_s$ , где валентный вклад  $Z = \int d^3x (f^2 - g^2) = 0,48$ . Здесь  $f$  и  $g$  – верхняя и нижняя компоненты волновой функции кварка в модели мешка, а значение  $Z$  слабо зависит от массы нестранных кварка. Считая, что  $\beta \simeq 0,1$  /9/ и принимая для  $\sigma_{\pi N}$  значение (7), получаем в киральной модели мешка /11/ оценку для каон-нуклонного  $\sigma$ -члена (4):

$$\sigma_{KN}^+ \simeq 290 \text{ МэВ.} \quad (8)$$

При получении (8) предполагалось (как и в /11/), что отношение  $m_s/\hat{m}$  для модели мешка является таким же, как и для токовых кварков. Результат (8) согласуется со значением  $\sigma_{KN}^+$  (5), полученным в оптической модели  $K^+$ -ядерного рассеяния /8/.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Житницкий А.Р., Хацимовский В.М., Хриплович И.Б. Физика высоких энергий. Материалы XXII зимней школы ЛИЯФ. Ленинград, 1987, с. 218.
2. Koch R. Z.Phys., C 15, 161 (1982). Cörring K. et al. Proc. 2nd Conf. on the Intersections between Particle and Nuclear Physics, ed. DF. Geesaman (1986).
3. Gasser J. Preprint BUTP-87/13 (1987).
4. Pagels H., Pardee W.J. Phys. Rev., D 11, 3335 (1971).
5. Bovet E. et al. Phys. Lett., 153 B, 231 (1985).
6. Höhler G. Methods and Results of Phenomenological Analysis, Landolt-Börnstein, v. 9b2, ed. K. -H. Hellwege. Berlin, 1983.
7. Koch R. Preprint Univ. Karlsruhe TKP 85-5, 1985.
8. Ефросинин В.П., Заикин Д.А. ЯФ, 46, 190 (1987).
9. Ефросинин В.П., Заикин Д.А. ЭЧАЯ, 16, 1330 (1985).
10. Donogue J.F., Nappi C.R. Phys. Lett., 168 B, 105 (1986).
11. Ефросинин В.П., Заикин Д.А. ЯФ, 39, 115 (1984); ЯФ, 44, 1053 (1986).