

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

ДУБНА



СЗ4/a
Т-486

15/r-78
P2 - 11267

2109/2-78
Ф.Г.Ткебучава

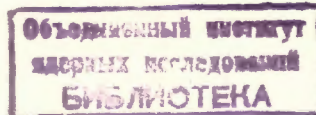
К ВОПРОСУ ИНДУЦИРОВАННОГО
ПСЕВДОСКАЛЯРНОГО ФОРМФАКТОРА НУКЛОНА
И ЕГО ВЛИЯНИЯ НА ФОРМФАКТОР
 πN - СВЯЗИ

1978

P2 - 11267

Ф.Г.Ткебучава *

К ВОПРОСУ ИНДУЦИРОВАННОГО
ПСЕВДОСКАЛЯРНОГО ФОРМФАКТОРА НУКЛОНА
И ЕГО ВЛИЯНИЯ НА ФОРМФАКТОР
 π N - СВЯЗИ



* Тбилисский государственный университет

Ткебучава Ф.Г.

P2 - 11267

К вопросу индуцированного псевдоскалярного формфактора нуклона и его влияния на формфактор πN -связи

Анализируются экспериментальные данные по индуцированному псевдоскалярному формфактору нуклона и определяется среднеквадратичный пионный радиус нуклона. Показано, что этот радиус больше среднеквадратичного аксиального радиуса нуклона.

Работа выполнена в Лаборатории теоретической физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1978

Tkebuchava F.G.

P2 - 11267

The Induced Pseudoscalar Nucleon Form Factor and Its Connection with the Pion-Nucleon Form Factor

Experimental data on the induced pseudoscalar nucleon form factor are analysed and pion-nucleon radius is determined. It is shown that this radius is greater than the axial radius of nucleon one.

The investigation has been performed at the Laboratory of Theoretical Physics, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1978

С точки зрения гипотезы о частичном сохранении аксиального тока поведение формфактора πN -связи определяется аксиально-векторным и индуцированным псевдоскалярным формфакторами нуклона. Этот факт выражает формула

$$\frac{m_{\pi}^2 2f_{\pi} g_{\pi N}(q^2)}{m_{\pi}^2 - q^2} = 2Mg_A(q^2) + q^2 g_p(q^2), \quad /1/$$

где $g_{\pi N}(q^2)$ - формфактор πN -связи, $g_A(q^2)$ - аксиально-векторный формфактор, $g_p(q^2)$ - индуцированный псевдоскалярный формфактор нуклона, f_{π} - константа распада $\pi \rightarrow \mu\nu$. Из формулы /1/ при $q^2=0$ следует соотношение Гольдбергера-Треймана $f_{\pi} g_{\pi N}(0) = Mg_A(0)$, а при $q^2 \rightarrow m_{\pi}^2$ определяется вычет функции $g_p(q^2)$ в точке $q^2 = m_{\pi}^2$

$$\lim(m_{\pi}^2 - q^2)g_p(q^2) = 2f_{\pi} g_{\pi N}(m_{\pi}^2), \quad /2/$$

где $g_{\pi N}(m_{\pi}^2) \equiv g_{\pi N}$ - константа πN -связи ($g_{\pi N}^2/4\pi = 14,6$). Формула /2/ накладывает условие на экспериментальные данные по $g_p(q^2)$ в пространственно-подобной области ($q^2 < 0$); они, по крайней мере, не должны противоречить возможности интерполяции функции $(m_{\pi}^2 - q^2)g_p(q^2)$ в точку $2f_{\pi} g_{\pi N}$.

Вопрос о величине индуцированного псевдоскалярного формфактора нуклона приобретает первостепенное

значение для определения формфактора $g_{\pi N}(q^2)$ и пионного радиуса нуклона

$$\langle r^2 \rangle_{\pi} = \frac{6g'_{\pi N}(q^2=0)}{g_{\pi N}(0)} \quad /3/$$

Без данных по $g_p(q^2)$ трудно решить также вопрос о существовании токов второго рода.

Из модельно-зависимых оценок /1,2/ следует, что

$$g_p(q^2) < g_p^{GT}(q^2), \quad /4/$$

где

$$g_p^{GT}(q^2) = \frac{2Mg_A(q^2)}{m_{\pi}^2 - q^2} \quad /5/$$

Из равенства $g_p(q^2) = g_p^{GT}(q^2)$, согласно /1/, следует обобщенное соотношение Гольдбергера-Треймана для $q^2 \neq 0$.

Из условия /4/ и формулы /1/ получаем неравенство

$$\frac{g_{\pi N}(q^2)}{g_{\pi N}(0)} > \frac{g_A(q^2)}{g_A(0)}, \quad /6/$$

из которого следует неравенство для среднеквадратичных радиусов

$$\langle r^2 \rangle_A > \langle r^2 \rangle_{\pi} \quad /7/$$

В работе /3/ неравенство /4/, а следовательно, и /7/, обосновываются тем, что в пределе точной киральной симметрии ($m_{\pi} \rightarrow 0$) изовекторный электромагнитный радиус нуклона имеет логарифмическую сингулярность, а пионный радиус нуклона конечен и мал по величине. Переход к реальным пионам слабо меняет $\langle r^2 \rangle_{\pi}$, а изовекторный формфактор из-за ρ -мезонного вклада остается большим. Поэтому, в предположении равенства изовекторного и аксиального формфакторов, справедливо неравенство /7/. Однако эксперименталь-

ные данные по нейтринным процессам /4/ и электророждению π -мезонов на пороге /5,6/ противоречат равенству изовекторных и аксиальных формфакторов. Следовательно, лишаются основания и неравенства /7/, /6/ и /4/. Для того, чтобы сделать определенное заключение о поведении индуцированного псевдоскалярного формфактора, пионного формфактора нуклона и соотношении между радиусами, необходимы экспериментальные данные по $g_p(q^2)$.

В работе /7/ дан метод определения индуцированного псевдоскалярного формфактора нуклона из экспериментальных данных по процессу обратного электроорождения /8/

$$\pi^- p \rightarrow e^+ e^- n. \quad /8/$$

Метод основан на возможности применения алгебры токов /9/ к описанию процесса /8/ на квазипороге /10/. Значения $g_p(q^2)$ полученные в интервале $2m_{\pi}^2 \leq -q^2 \leq 5m_{\pi}^2$, хорошо аппроксимируются формулой

$$g_p(q^2) = \frac{2f_{\pi} g_{\pi N}}{m_{\pi}^2 - q^2} - \frac{a}{1 - q^2/M_s^2}, \quad /9/$$

где $a = /1,1 \pm 0,1/m_{\pi}^{-1}$, $M_s = 0,5 \text{ ГэВ}$.

Для того, чтобы получить среднеквадратичный пионный радиус нуклона, нужно использовать формулу /1/. Если возьмем производную в точке $q^2=0$, то из /1/ получим

$$\langle r^2 \rangle_{\pi} = \langle r^2 \rangle_A + 6 \left[\frac{g_p(0)}{2Mg_A(0)} - m_{\pi}^{-2} \right]. \quad /10/$$

Из формулы /10/ видим, что $\langle r^2 \rangle_{\pi}$ весьма чувствительно к значению индуцированного псевдоскалярного формфактора в точке $q^2=0$. Если предположить, что выражение /9/ справедливо в этой точке, получим

$$\langle r^2 \rangle_{\pi} = \langle r^2 \rangle_A + 6m_{\pi}^{-2} \left[\frac{2f_{\pi} g_{\pi N} - a m_{\pi}^2}{2Mg_A(0)} - 1 \right]. \quad /11/$$

Подставляя в /11/ такие же значения констант f_π , $g_{\pi N}$, $g_A(0)$, которые были использованы при анализе /7/ экспериментальных данных по процессу /8/ ($f_\pi = 0,68 m_\pi$, $g_{\pi N} = 13,5$, $g_A(0) = 1,23$) получаем

$$\langle r^2 \rangle_\pi = \langle r^2 \rangle_A + (0,52 \pm 0,12) \Phi^2. \quad /12/$$

Среднеквадратичный пионный радиус нуклона оказывается больше среднеквадратичного аксиального радиуса. Проверим, не противоречит ли /12/ гладкости и монотонности функции $g_{\pi N}(q^2)$. $\langle r^2 \rangle_\pi$ должен удовлетворять условию

$$\langle r^2 \rangle_\pi \leq \frac{g_{\pi N} - g_{\pi N}(0)}{m_\pi^2 g_{\pi N}(0)}. \quad /13/$$

Подставляя в /13/ значение $g_{\pi N}(0) = \frac{M g_A(0)}{f_\pi}$, а в /12/ - значение $\langle r^2 \rangle_A$, соответствующее дипольному /5,6/ поведению $g_A(q^2)$, убеждаемся, что /12/ согласуется с /13/.

Наконец, заметим, что полученные нами результаты основываются на единственных пока данных для индуцированного псевдоскалярного формфактора нуклона, полученных в интервале $2m_\pi^2 \leq -q^2 < 5m_\pi^2$ и аппроксимированных функцией /9/. Для более уверенных выводов необходимы эксперименты по исследованию процесса /8/ ниже и выше первого πN -резонанса.

Автор благодарен С.М.Биленькому, С.Б.Герасимову, В.А.Мещерякову, Л.Л.Неменову и Р.А.Эрамжяну за полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kim C.W., Townsend J.S. *Phys.Rev.*, 1976, D11, p.656.
2. Ohta K., Wakamatsu M. *Phys.Lett.*, 1974, 51B, p.325.
3. Castro J.J., Dominguez C.A. *Phys.Rev.Lett.*, 1977, 39, p.440.
4. Mann W.A. e.a. *Phys.Rev.Lett.*, 1973, 31, p.844.
5. Del Cuerra A. e.a. *Proceedings of the XVII International Conference on High Energy Physics, Tbilisi, 1976. JINR, D1,2-10400, Dubna, 1977.*
6. Esaulov A.S. e.a. *Proceedings of the XVIII International Conference on High Energy Physics. Tbilisi, 1976. JINR, D1,2-10400, Dubna, 1977.*
7. Ткебучава Ф.Г. ОИЯИ, P2-11152, Дубна, 1978.
8. Бережнев С.Ф., и др. *ЯФ*, 1977, 26, с.547.
9. Furlan G., Paver N., Verzegnassi C. *Nuovo Cim.*, 1976, 32A, p.75.
10. Суровцев Ю.С., Ткебучава Ф.Г. *ЯФ*, 1972, 16, с.1204.

Рукопись поступила в издательский отдел
17 января 1978 года.