

В. О. Бабенко, М. М. Петров

Институт теоретической физики им. М. М. Боголюбова НАН Украины, Київ

ПРО ЗАРЯДОВУ ЗАЛЕЖНІСТЬ КОНСТАНТИ ПІОН-НУКЛОННОГО ЗВ'ЯЗКУ

У припущенні, що ядерні сили в системі двох нуклонів при низьких енергіях обумовлені в основному обміном віртуальними π -мезонами, на основі потенціалу Юкави досліджуються константи піон-нуклонного зв'язку для нейтральних та заряджених π -мезонів. Використовуючи рекомендовані на даний момент експериментальні значення низькоенергетичних синглетних параметрів pp - та np -розсіяння, а також значення псевдовекторної піон-нуклонної константи зв'язку для нейтральних π -мезонів $f_{\pi^0}^2 = 0,0749(7)$, отримано значення зарядової псевдовекторної піон-нуклонної константи зв'язку $f_{\pi^\pm}^2 = 0,0804(7)$, якому відповідає псевдоскалярна піон-нуклонна константа $g_{\pi^\pm}^2 / 4\pi = 14,55(13)$. Розраховане нами значення псевдоскалярної піон-нуклонної константи зв'язку для заряджених π^\pm -мезонів повністю узгоджується з експериментальною константою $g_{\pi^\pm}^2 / 4\pi = 14,52(26)$, яка була визначена Уппсальською групою нейтронних досліджень. Отримані результати свідчать про суттєву зарядову залежність піон-нуклонної константи зв'язку.

Ключові слова: ядерні сили, π -мезони, pp - і np -розсіяння, піон-нуклонні константи.

В. А. Бабенко, Н. М. Петров

Институт теоретической физики им. Н. Н. Боголюбова НАН Украины, Киев

О ЗАРЯДОВОЙ ЗАВИСИМОСТИ КОНСТАНТЫ ПИОН-НУКЛОННОЙ СВЯЗИ

В предположении, что ядерные силы в системе двух нуклонов при низких энергиях обусловлены в основном обменом виртуальными π -мезонами, на основе потенциала Юкавы исследуются константы пион-нуклонной связи для нейтральных и заряженных π -мезонов. Используя рекомендованные на данный момент экспериментальные значения низкоэнергетических синглетных параметров pp - и np -рассеяния, а также значение псевдовекторной пион-нуклонной константы связи для нейтральных π -мезонов $f_{\pi^0}^2 = 0,0749(7)$, получено значение зарядовой псевдовекторной пион-нуклонной константы связи $f_{\pi^\pm}^2 = 0,0804(7)$, которому соответствует псевдоскалярная пион-нуклонная константа $g_{\pi^\pm}^2 / 4\pi = 14,55(13)$. Рассчитанное нами значение псевдоскалярной пион-нуклонной константы связи для заряженных π^\pm -мезонов полностью согласуется с экспериментальной константой $g_{\pi^\pm}^2 / 4\pi = 14,52(26)$, которая была определена Уппсальской группой нейтронных исследований. Полученные результаты свидетельствуют о существенной зарядовой зависимости пион-нуклонной константы связи.

Ключевые слова: ядерные силы, π -мезоны, pp - и np -рассеяния, пион-нуклонные константы.

V. A. Babenko, N. M. Petrov

M. M. Bogolyubov Institute for Theoretical Physics, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

CHARGE DEPENDENCE OF THE PION-NUCLEON COUPLING CONSTANT

On the basis of the Yukawa potential we study the pion-nucleon coupling constants for the neutral and charged pions assuming that nuclear forces at low energies are mainly determined by the exchange of virtual pions. We obtain the charged pseudovector pion-nucleon coupling constant $f_{\pi^\pm}^2 = 0.0804(7)$ by making the use of experimental low-energy scattering parameters for the singlet pp - and np -scattering, and also by use of the neutral pseudovector pion-nucleon coupling constant $f_{\pi^0}^2 = 0.0749(7)$. Corresponding value of the charged pseudoscalar pion-nucleon coupling constant $g_{\pi^\pm}^2 / 4\pi = 14.55(13)$ is also determined. This calculated value of the charged pseudoscalar pion-nucleon coupling constant is in fully agreement with the experimental constant $g_{\pi^\pm}^2 / 4\pi = 14.52(26)$ obtained by the Uppsala Neutron Research Group. Our results show considerable charge splitting of the pion-nucleon coupling constant.

Keywords: nuclear forces, π -mesons, pp - and np -scattering, pion-nucleon constant.

REFERENCES

1. *Khyul'ten L., Sugavara M.* The problem of two nucleons interaction // Structure of the atomic nucleus / Trans. from English; Ed. A. Davydov. - Moscow: IL, 1959. - P. 7 - 165. (Rus)
2. *Bor O., Mottel'son B.* Structure of the atomic nucleus. Vol. 1. - Moscow: Mir, 1971. - 456 p. (Rus)
3. *Ericson T., Weise W.* Peonies and nucleus. - Moscow: Nauka, 1991 - 512 p. (Rus)

4. Koch R., Pietarinen E. Low-Energy πN Partial Wave Analysis // Nucl. Phys. - 1980. - Vol. A336, No. 3. - P. 331 - 346.
5. Kroll P. Phenomenological Analysis of Nucleon-Nucleon Scattering // Physics Data. Vol. 22-1 / Ed. H. Behrens and G. Ebel. - Karlsruhe: Fachinformationszentrum, 1981. - P. 1.
6. Bergervoet J.R., van Campen P.C., Klomp R.A.M. et al. Phase Shift Analysis of All Proton-Proton Scattering Data Below $T_{\text{lab}} = 350$ MeV // Phys. Rev. - 1990. - Vol. C41, No. 4. - P. 1435 - 1452.
7. Stoks V., Timmermans R., de Swart J.J. Pion-Nucleon Coupling Constant // Phys. Rev. - 1993. - Vol. C47, No. 2. - P. 512 - 520.
8. de Swart J.J., Rentmeester M.C.M., Timmermans R.G.E. The Status of the Pion-Nucleon Coupling Constant. - arXiv:nucl-th/9802084, 1998. - 19 p.
9. Machleidt R., Slaus I. The Nucleon-Nucleon Interaction // J. Phys. - 2001. - Vol. G27, No. 5. - P. R69 - R108.
10. Arndt R.A., Briscoe W.J., Strakovsky I.I. et al. Dispersion Relation Constrained Partial Wave Analysis of πN Elastic and $\pi N \rightarrow \eta N$ Scattering Data: The Baryon Spectrum // Phys. Rev. - 2004. - Vol. C69, No. 3. - P. 035213.
11. Arndt R.A., Briscoe W.J., Strakovsky I.I., Workman R.L. Extended Partial-Wave Analysis of πN Scattering Data // Phys. Rev. - 2006. - Vol. C74, No. 4. - P. 045205.
12. Bugg D.V. The Pion Nucleon Coupling Constant // Eur. Phys. J. - 2004. - Vol. C33, No. 4. - P. 505 - 509.
13. Baru V., Hanhart C., Hoferichter M. et al. Precision Calculation of Threshold πd Scattering, πN Scattering Lengths, and the GMO Sum Rule // Nucl. Phys. - 2011. - Vol. A872, No. 1. - P. 69 - 116.
14. Rahm J., Blomgren J., Condé H. et al. np Scattering Measurements at 162 MeV and the πNN Coupling Constant // Phys. Rev. - 1998. - Vol. C57, No. 3. - P. 1077 - 1096.
15. Sliv L.A. // Izv. AN SSSR. Ser. fiz. - 1974. - Vol. 38, Iss. 1. - P. 2 - 14. (Rus)
16. Ericson T.E.O., Rosa-Clot M. The Deuteron Asymptotic D-state as a Probe of the Nucleon-Nucleon Force // Nucl. Phys. - 1983. - Vol. A405, No. 3. - P. 497 - 533.
17. Miller G.A., Nefkens B.M.K., Slaus I. Charge Symmetry, Quarks and Mesons // Phys. Rept. - 1990. - Vol. 194, No. 1-2. - P. 1 - 116.
18. Beringer J. et al. (Particle Data Group). Review of Particle Physics // Phys. Rev. - 2012. - Vol. D86, No. 1. - P. 010001.
19. Babikov V.V. Phase method in quantum mechanics. - Moskva: Nauka, 1976 - 288 p. (Rus)
20. Sitenko A.G., Tartakovskij V.K. Lectures on the nucleus theory. - Moscow: Atomizdat, 1972. - 352 p. (Rus)
21. Lokk V., Mizdej D. Particle physics of intermediate energies. - Moskva: Atomizdat, 1972. - 288 p. (Rus)
22. Babenko V.A., Petrov N.M. // Yadernaya fizika. - 2007. - Vol. 70, Iss. 4. - P. 699 - 705. (Rus) [Babenko V.A., Petrov N.M. Determination of Low-Energy Parameters of Neutron-Proton Scattering on the Basis of Modern Experimental Data from Partial-Wave Analyses // Physics of Atomic Nuclei. - 2007. - Vol. 70, No. 4. - P. 669 - 675].
23. Babenko V.A., Petrov N.M. // Yadernaya fizika. - 2010. - Vol. 73, Iss. 9. - P. 1545 - 1553. (Rus) [Babenko V.A., Petrov N.M. Determination of Low-Energy Parameters of Neutron-Proton Scattering in the Shape-Parameter Approximation from Present-Day Experimental Data // Physics of Atomic Nuclei. - 2010. - Vol. 73, No. 9. - P. 1499 - 1506].
24. Rahm J., Blomgren J., Condé H. et al. np Scattering Measurements at 96 MeV // Phys. Rev. - 2001. - Vol. C63, No. 4. - P. 044001.
25. Bugg D.V., Carter A.A., Carter J.R. New Values of Pion-Nucleon Scattering Lengths and f^2 // Phys. Lett. - 1973. - Vol. B44, No. 3. - P. 278 - 280.
26. Haidenbauer J. The Nucleon-Nucleon Interaction // Braz. J. Phys. - 2004. - Vol. 34, No. 3A. - P. 845 - 849.
27. Naghdi M. Nucleon-Nucleon Interaction: A Typical/Concise Review // Physics of Particles and Nuclei - 2014. - Vol. 45, No. 5. - P. 924 - 971.
28. Babenko V.A., Petrov N.M. // Yadernaya fizika. - 2005. - Vol. 68, Iss. 2. - P. 244 - 258. (Rus) [Babenko V.A., Petrov N.M. Description of Scattering and of a Bound State in the Two-Nucleon System on the Basis of the Bargmann Representation of the S Matrix // Physics of Atomic Nuclei. - 2005. - Vol. 68, No. 2. - P. 219 - 233].
29. Hackenburg R.W. Neutron-Proton Effective Range Parameters and Zero-Energy Shape Dependence // Phys. Rev. - 2006. - Vol. C73, No. 4. - P. 044002.

Надійшла 09.10.2014
Received 09.10.2014