

В. О. Бабенко*, М. М. Петров

Институт теоретичної фізики ім. М. М. Боголюбова НАН України, Київ, Україна

*Відповідальний автор: pet2@ukr.net

СТОСОВНО ОЦІНКИ МАСИ ДИВНОГО КВАРКА НА ОСНОВІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДАНИХ ПРО ОКТЕТ НАЙЛЕГШИХ БАРІОНІВ

На основі феноменологічної кваркової моделі, яка узгоджується із сучасною теорією структури сильновзаємодіючих частинок – квантовою хромодинамікою (КХД), одержано співвідношення, що пов'язують масу дивного s-кварка з розщепленнями мас легких гіперонів, які входять до октету найлегших баріонів із спіном 1/2. Розраховане у використаному підході значення маси дивного кварка $m_s = 89,5 \pm 19,5$ МеВ добре узгоджується із сучасними оцінками та розрахунками цієї величини, отриманими переважно за методами ґраткової КХД.

Ключові слова: кварк, дивний кварк, маси кварків, баріон, гіперон, дивна частинка.

В. А. Бабенко*, Н. М. Петров

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

*Ответственный автор: pet2@ukr.net

ОБ ОЦЕНКЕ МАССЫ СТРАННОГО КВАРКА НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ОБ ОКТЕТЕ ЛЕГЧАЙШИХ БАРИОНОВ

На основе феноменологической кварковой модели, согласованной с современной теорией структуры сильновзаимодействующих частиц – квантовой хромодинамикой (КХД), получены соотношения, связывающие массу странного s-кварка с расщеплениями масс легких гиперонов, входящих в октет легчайших барионов со спином 1/2. Рассчитанное в используемом подходе значение массы странного кварка $m_s = 89,5 \pm 19,5$ МэВ хорошо согласуется с современными оценками и расчетами данной величины, полученными преимущественно согласно методам решеточной КХД.

Ключевые слова: кварк, странный кварк, массы кварков, барион, гиперон, странная частица.

V. A. Babenko*, N. M. Petrov

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

*Corresponding author: pet2@ukr.net

ON THE ESTIMATION OF THE STRANGE QUARK MASS FROM THE EXPERIMENTAL DATA ON THE LIGHT BARYON OCTET

Simple relations connecting the strange quark mass to the splittings of the light hyperon masses were obtained on the basis of the phenomenological quark model compatible with the present-day theory of strong interactions, i.e. with quantum chromodynamics (QCD). Strange quark mass $m_s = 89.5 \pm 19.5$ MeV, calculated in the proposed approach, is in good agreement with the modern evaluations and calculations of this quantity, mainly obtained by the lattice QCD methods.

Keywords: quark, strange quark, quark masses, baryon, hyperon, strange particle.

REFERENCES

1. M. Gell-Mann. A schematic model of baryons and mesons. *Phys. Lett.* 8 (1964) 214.
2. G. Zweig. An SU_3 model for strong interaction symmetry and its breaking. CERN Report 8182/TH.401 (CERN-Geneva, 1964) 20 p.
3. J.J.J. Kokkedee. *The Quark Model* (New York: W. A. Benjamin, 1969) 239 p.
4. F.J. Ynduráin. *The Theory of Quark and Gluon Interactions* (Berlin: Springer-Verlag, 2006) 476 p.
5. L.B. Okun. *Elementary Particle Physics* (Moskva: Nauka, 1988) 272 p. (Rus)
6. V.V. Anisovich et al. *Quark Model and High Energy Collisions* (London: World Scientific, 2004) 530 p.
7. E.M. Henley, A. Garcia. *Subatomic Physics* (London: World Scientific, 2007) 620 p.
8. M. Tanabashi et al. (Particle Data Group). Review of particle physics. *Phys. Rev. D* 98 (2018) 030001.

9. B.L. Ioffe. Chiral effective theory of strong interactions. *Phys. Usp.* 44 (2001) 1211.
10. E.M. Henley, L.K. Morrison. n - n and n - p scattering lengths and charge independence. *Phys. Rev.* 141 (1966) 1489.
11. T.E.O. Ericson, G.A. Miller. Charge dependence of nuclear forces. *Phys. Lett. B* 132 (1983) 32.
12. R. Machleidt, M.K. Banerjee. Charge dependence of the πNN coupling constant and charge dependence of the nucleon-nucleon interaction. *Few-Body Syst.* 28 (2000) 139.
13. V.A. Babenko, N.M. Petrov. Correlation between the properties of the deuteron and the low-energy triplet parameters of neutron-proton scattering. *Physics of Atomic Nuclei* 66 (2003) 1319.
14. V.A. Babenko, N.M. Petrov. Low-energy parameters of neutron-neutron interaction in the effective-range approximation. *Physics of Atomic Nuclei* 76 (2013) 684.
15. V.A. Babenko, N.M. Petrov. Study of the charge dependence of the pion-nucleon coupling constant on the basis of data on low-energy nucleon-nucleon interactions. *Physics of Atomic Nuclei* 79 (2016) 67.
16. A.R. Bodmer. Collapsed nuclei. *Phys. Rev. D* 4 (1971) 1601.
17. E. Witten. Cosmic separation of phases. *Phys. Rev. D* 30 (1984) 272.
18. J. Madsen. Physics and astrophysics of strange quark matter. *Lect. Not. Phys.* 516 (1999) 162.
19. F. Weber. Strange quark matter and compact stars. *Prog. Part. Nucl. Phys.* 54 (2005) 193.
20. T. Klähn, D.B. Blaschke. Strange matter in compact stars. *EPJ Web of Conferences* 171 (2018) 08001.
21. S. Narison. Strange quark mass from e^+e^- revisited. *Phys. Rev. D* 74 (2006) 034013.
22. C. Gattringer, C.B. Lang. *Quantum Chromodynamics on the Lattice* (Berlin: Springer, 2010) 343 p.
23. A. Bazavov et al. Nonperturbative QCD simulations with 2+1 flavors of improved staggered quarks. *Rev. Mod. Phys.* 82 (2010) 1349.
24. V.G. Bornyakov et al. Color confinement and hadron structure in lattice chromodynamics. *Phys. Usp.* 47 (2004) 17.
25. S. Dürr et al. Ab initio determination of light hadron masses. *Science* 322 (2008) 1224.
26. V.G. Bornyakov, M.I. Polikarpov. Computing methods in lattice quantum chromodynamics. *Teoreticheskaya fizika* 11 (2010) 64. (Rus)
27. S. Dürr et al. Lattice QCD at the physical point: light quark masses. *Phys. Lett. B* 701 (2011) 265.
28. B.J. Gough et al. The light quark masses from lattice gauge theory. *Phys. Rev. Lett.* 79 (1997) 1622.
29. M. Kremer et al. Model independent determination of QCD quark masses. *Phys. Lett. B* 143 (1984) 476.
30. S. Okubo. Asymptotic $SU(6)_w$ spectral sum rules II. *Phys. Rev.* 188 (1969) 2300.
31. H. Leutwyler. Mesons in terms of quarks on a null plane. *Nucl. Phys. B* 76 (1974) 413.
32. J. Gasser, H. Leutwyler. Implications of scaling for the proton-neutron mass difference. *Nucl. Phys. B* 94 (1975) 269.
33. S. Weinberg. The problem of mass. *Trans. N. Y. Acad. Sci.* 38 (1977) 185.
34. A.I. Vajnshtejn et al. Sum rules for light quarks in QCD. *Yadernaya fizika* 27 (1978) 514. (Rus)
35. J. Gasser, H. Leutwyler. Quark masses. *Phys. Rep.* 87 (1982) 77.
36. D.J. Gross et al. Light-quark masses and isospin violation. *Phys. Rev. D* 19 (1979) 2188.
37. M.A. Shifman et al. QCD and resonance physics: theoretical foundations. *Nucl. Phys. B* 147 (1979) 385.
38. M.A. Shifman et al. QCD and resonance physics: the ρ - ω mixing. *Nucl. Phys. B* 147 (1979) 519.
39. B.L. Ioffe. QCD (quantum chromodynamics) at low energies. *Prog. Part. Nucl. Phys.* 56 (2006) 232.
40. G.-S. Yang et al. Electromagnetic mass differences of $SU(3)$ baryons within a chiral soliton model. *Phys. Lett. B* 695 (2011) 214.
41. V.A. Babenko, N.M. Petrov. Evaluation of the two lightest quark masses. *Yaderna Fizyka ta Energetyka (Nucl. Phys. At. Energy)* 18 (2017) 222. (Rus)
42. D.C. Cline et al. The search for new families of elementary particles. *Sci. Am.* 234 (1976) 44.
43. C. Amsler et al. (Particle Data Group). Review of particle physics. *Phys. Lett. B* 667 (2008) 1.
44. T. Ishikawa et al. Light-quark masses from unquenched lattice QCD. *Phys. Rev. D* 78 (2008) 011502.
45. E. Gámiz et al. V_{us} and m_s from hadronic τ decays. *Phys. Rev. Lett.* 94 (2005) 011803.
46. S. Aoki et al. Light hadron spectroscopy with two flavors of $O(a)$ -improved dynamical quarks. *Phys. Rev. D* 68 (2003) 054502.
47. Q. Mason et al. High-precision determination of the light-quark masses from realistic lattice QCD. *Phys. Rev. D* 73 (2006) 114501.
48. T.-W. Chiu, T.-H. Hsieh. Light quark masses, chiral condensate and quark-gluon condensate in quenched lattice QCD with exact chiral symmetry. *Nucl. Phys. B* 673 (2003) 217.
49. M. Jamin et al. Scalar $K\pi$ form factor and light-quark masses. *Phys. Rev. D* 74 (2006) 074009.
50. C. McNeile et al. High-precision c and b masses, and QCD coupling from current-current correlators in lattice and continuum QCD. *Phys. Rev. D* 82 (2010) 034512.
51. C.T.H. Davies et al. Precise charm to strange mass ratio and light quark masses from full lattice QCD. *Phys. Rev. Lett.* 104 (2010) 132003.
52. S. Narison. Strange quark, tachyonic gluon masses and $|V_{us}|$ from hadronic tau decays. *Phys. Lett. B* 626 (2005) 101.

53. B. Chakraborty et al. High-precision quark masses and QCD coupling from $n_f = 4$ lattice QCD. [Phys. Rev. D 91 \(2015\) 054508](#).
54. S. Bodenstein et al. Strange quark mass from sum rules with improved perturbative QCD convergence. [J. High Energy Phys. 07 \(2013\) 138](#).
55. B. Blossier et al. Average up/down, strange, and charm quark masses with $N_f = 2$ twisted mass lattice QCD. [Phys. Rev. D 82 \(2010\) 114513](#).
56. T. Blum et al. Electromagnetic mass splittings of the low lying hadrons and quark masses from 2 + 1 flavor lattice QCD+QED. [Phys. Rev. D 82 \(2010\) 094508](#).
57. L.B. Okun'. Current status of elementary particle physics. [Phys. Usp. 41 \(1998\) 553](#).

Надійшла 18.06.2018
Received 18.06.2018