

Алі Х. Такі*, Ебтіхал Г. Кідхер

Кафедра фізики, коледж науки, університет Кіркук, Кіркук, Ірак

Відповідальний автор: alitaqi@uokirkuk.edu.iq; alitaqibayati@yahoo.com

ВЛАСТИВОСТІ ОСНОВНИХ СТАНІВ ТА ПЕРЕХОДІВ В ЯДРАХ ^{40}Ca І ^{48}Ca

Властивості основних станів та переходів в ядрах ^{40}Ca та ^{48}Ca було вивчено з використанням самоузгоджених обчислень у наближенні Хартрі - Фока та випадкових фаз із взаємодіями типу Скірма: KDE0, SLy4, LNS, RAPT та T6. Метою дослідження було отримання параметрів сил Скірма, що найкраще описують експериментальні дані. Усі розраховані значення порівнювалися з наявними даними. Розрахована енергія зв'язку на нуклон, зарядовий радіус, розподіл густини основного стану і розподіл імовірностей переходів добре узгоджуються з експериментальними даними. Загальна поведінка розрахованих імовірностей переходів показала надійність застосованого наближення.

Ключові слова: розподіл густини заряду, імовірність переходів, розподіл імовірностей, сили Скірма, наближення Хартрі - Фока, наближення випадкових фаз.

Али Х. Таки*, Эбтихал Г. Кидхер

Кафедра фізики, коледж науки, університет Кіркук, Кіркук, Ірак

Ответственный автор: alitaqi@uokirkuk.edu.iq; alitaqibayati@yahoo.com

СВОЙСТВА ОСНОВНЫХ СОСТОЯНИЙ И ПЕРЕХОДОВ В ЯДРАХ ^{40}Ca И ^{48}Ca

Свойства основных состояний и переходов в ядрах ^{40}Ca и ^{48}Ca были изучены с использованием самосогласованных расчетов в приближении Хартри - Фока и случайных фаз с взаимодействием типа Скирма: KDE0, SLy4, LNS, RAPT и T6. Целью исследования было получение параметров сил Скирма, которые наилучшим образом описывают экспериментальные данные. Все вычисленные значения сравнивались с существующими данными. Рассчитанная энергия связи на нуклон, зарядовый радиус, распределение плотности основного состояния и распределение вероятностей переходов хорошо согласуются с экспериментальными данными. Общее поведение рассчитанных вероятностей переходов показало надежность использованного приближения.

Ключевые слова: распределение плотности заряда, вероятность перехода, распределение вероятностей, силы Скирма, приближение Хартри - Фока, приближение случайных фаз.

Ali H. Taqi*, Ebtihal G. Khidher

Department of Physics, College of Science, Kirkuk University, Kirkuk, Iraq

*Corresponding author: alitaqi@uokirkuk.edu.iq; alitaqibayati@yahoo.com

GROUND AND TRANSITION PROPERTIES OF ^{40}Ca AND ^{48}Ca NUCLEI

Properties of the ground states and transitions in ^{40}Ca and ^{48}Ca nuclei are studied using the self-consistent Hartree - Fock and random phase approximation calculations with Skyrme-type interactions: KDE0, SLy4, LNS, RAPT and T6. The purpose of the paper is to obtain the best Skyrme-force parameterizations for description of the experimental data. All the calculated values were compared with the available data. The calculated binding energy per nucleon, charge root mean square, ground charge density distribution and transition strength distribution agree very well with the experimental data. The overall behavior of the calculated transition densities demonstrated the reliability of the method.

Keywords: charge density distribution, transition density, strength distribution, Skyrme - Hartree - Fock, random phase approximation.

REFERENCES

1. P. Klüpfel, P.G. Reinhard. Self-consistent mean-field models for nuclear structure and dynamics. *Int. J. Mod Phys. E* 16(4) (2007) 1009.
2. P. Ring. Relativistic mean field theory in finite nuclei. *Prog. Part. Nucl. Phys.* 37 (1996) 193.
3. T. Abe et al. Monte Carlo Shell Model for ab initio nuclear structure. *EPJ Web of Conferences* 66 (2014) 02001.
4. S. Péru, M. Martini. Mean field based calculations with the Gogny force: Some theoretical tools to explore the nuclear structure. *Eur. Phys. J. A* 50(5) (2014) 1.
5. J.W. Negele. The mean-field theory of nuclear structure and dynamics. *Rev. Mod. Phys.* 54 (1982) 913.
6. J.R. Stone, P.-G. Reinhard. The Skyrme interaction in finite nuclei and nuclear matter. *Prog. Part. Nucl. Phys.* 58 (2007) 587.

7. B.K. Agrawal, S. Shlomo, V. Kim Au. Determination of the parameters of a Skyrme type effective interaction using the simulated annealing approach. *Phys. Rev. C* 72 (2005) 014310.
8. D. Vautherin, D.M. Brink. Hartree-Fock Calculations with Skyrme's Interaction. I. Spherical Nuclei. *Phys. Rev. C* 5 (1972) 626.
9. K.-F. Liu et al. Skyrme-Landau parameterization of effective interactions. (I). Hartree-Fock ground states. *Nucl. Phys. A* 534 (1991) 1.
10. K.-F. Liu, H. Luo, Zh. Ma. Skyrme-Landau parametrization of effective interactions. (II). Self-consistent description of giant multipole resonances. *Nucl. Phys. A* 534 (1991) 25.
11. P.G. Reinhard, H. Flocard. Nuclear effective forces and isotope shifts. *Nucl. Phys. A* 584 (1995) 467.
12. E. Chabanat et al. A Skyrme parametrization from subnuclear to neutron star densities. *Nucl. Phys. A* 627 (1997) 710.
13. E. Chabanat et al. A Skyrme parametrization from subnuclear to neutron star densities. Part II. Nuclei far from stabilities. *Nucl. Phys. A* 635 (1998) 231.
14. B.A. Brown. New Skyrme interaction for normal and exotic nuclei. *Phys. Rev. C* 58 (1998) 220.
15. P.-G. Reinhard et al. Shape coexistence and the effective nucleon-nucleon interaction. *Phys. Rev. C* 60 (1999) 014316.
16. M. Bender, P.H. Heenen, P.G. Reinhard. Self-consistent mean-field models for nuclear structure. *Rev. Mod. Phys.* 75 (2003) 121.
17. M. Dutra et al. Skyrme interaction and nuclear matter constraints. *Phys. Rev. C* 85 (2012) 035201.
18. M. Dutra et al. Relativistic mean-field hadronic models under nuclear matter constraints. *Phys. Rev. C* 90 (2014) 055203.
19. P. Ring, P. Schuk. *The Nuclear Many-Body Problem* (Springer-Verlag, Berlin, 1980).
20. J.R. Stone, P.-G. Reinhard. The Skyrme interaction in finite nuclei and nuclear matter. *Prog. Part. Nucl. Phys.* 58(2) (2007) 587.
21. S. Goriely et al. Hartree-Fock mass formulas and extrapolation to new mass data. *Phys. Rev. C* 66 (2002) 024326.
22. P. Klüpfel et al. Variations on a theme by Skyrme: A systematic study of adjustments of model parameters. *Phys. Rev. C* 79 (2009) 034310.
23. M. Kortelainen et al. Nuclear energy density optimization. *Phys. Rev. C* 82 (2010) 024313.
24. N. Antonov, P.E. Hodgson, I. Zh. Petkov. *Nucleon Momentum and Density Distribution in Nuclei* (London: Oxford University Press, 1988).
25. Ali H. Taqi. A visual Fortran 90 program for the two-particle or two-hole excitations of nuclei: The PPRPA program. *SoftwareX* 5 (2016) 51.
26. C. Titin-Schnaider, Ph. Quentin. Coulomb exchange contribution in nuclear Hartree-Fock calculations. *Phys. Lett. B* 49(5) (1974) 397.
27. G. Colò et al. Self-consistent RPA calculations with Skyrme-type interactions: The skyrme_rpa program. *Comp. Phys. Comm.* 184(1) (2013) 142.
28. P.J. Brussaard, P.W. Glaudemans. *Shell Model Applications in Nuclear Spectroscopy* (North-Holland: Amsterdam, 1977).
29. M.N. Harakeh, A.M. Van Der Woude. *Giant resonances: Fundamental High-Frequency Modes of Nuclear Excitations* (London: Oxford University Press, 2001).
30. L.G. Cao et al. From Brueckner approach to Skyrme-type energy density functional. *Phys. Rev. C* 73 (2006) 014313.
31. M. Rayet et al. Nuclear force and the properties of matter at high temperature and density. *Astronomy & Astrophysics* 116 (1982) 183.
32. F. Tondeur et al. Static nuclear properties and the parametrisation of Skyrme forces. *Nucl. Phys. A* 420(2) (1984) 297.
33. National Nuclear Data Center (NNDC). <http://www.nndc.bnl.gov>
34. H. De Vries, C.W. De Jager, C. De Vries. Nuclear charge-density-distribution parameters from elastic electron scattering. *Atomic Data and Nuclear Data Table* 36 (1987) 495.
35. Ali H. Taqi, S. Ali Mohamed. Self-consistent Hartree-Fock RPA calculations in ^{208}Pb . *Indian J. Phys.* 92(1) (2017) 69.
36. Y.-W. Lui et al. Isoscalar giant resonances in ^{48}Ca . *Phys. Rev. C* 83 (2011) 044327.
37. D.H. Youngblood et al. Isoscalar $E0$ strength between 6 and 11 MeV in ^{40}Ca . *Phys. Rev. C* 68 (2003) 057303.
38. D.H. Youngblood, Y.-W. Lui, H.L. Clark. Isoscalar $E0$, $E1$, and $E2$ strength in ^{40}Ca . *Phys. Rev. C* 63 (2001) 067301.
39. D.H. Youngblood, Y.-W. Lui, H.L. Clark. Giant monopole resonance strength in ^{40}Ca . *Phys. Rev. C* 55 (1997) 2811.
40. V.A. Erokhova et al. Giant resonance in nuclei of calcium isotopes. *Izv. Ross. Akad. Nauk, Ser. Fiz.* 67 (2003) 1479 [*Bull. Russ. Acad. Sci. Phys.* 67 (2003) 1636].