

А. Х. Такі*, В. А. Мансур

Кафедра фізики, Освітній коледж, Університет Кіркука, Кіркук, Ірак

*Відповідальний автор: alitaqi@uokirkuk.edu.iq

ІЗОСКАЛЯРНИЙ ГІГАНТСЬКИЙ КВАДРУПОЛЬНИЙ РЕЗОНАНС ПАРНО-ПАРНИХ ІЗОТОПІВ ¹¹²⁻¹²⁴Sn З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ BCS-QRPA

У цій роботі було вивчено ізоскалярний гігантський квадрупольний резонанс ізотопів ^{112,114,116,118,120,122,124}Sn із застосуванням самоузгодженого методу Бардіна - Купера - Шріффера + Хартрі - Фока та квазічастинкового наближення випадкових фаз. У розрахунках використано п'ять наборів взаємодій типу Скірма з різними значеннями коефіцієнта нестисливості ядерної речовини K_{NM} та ефективної маси m^*/m . Крім того, досліджується вплив різних типів сил спарювання (об'ємних, поверхневих і змішаних). Проведено порівняння між обчисленими силовими розподілами, енергіями центроїда E_{cen} , масштабованими енергіями E_s і обмежувальними енергіями E_{con} ізоскалярного гігантського квадрупольного резонансу та доступними експериментальними даними. Проведено аналіз зв'язків між K_{NM} і m^*/m з оціненими властивостями.

Ключові слова: силовий розподіл, сили Скірма, Хартрі - Фок + Бардін - Купер - Шріффер, квазічастинкове наближення випадкових фаз.

А. Н. Тақи*, W. A. Mansour

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

*Corresponding author: alitaqi@uokirkuk.edu.iq

ISOSCALAR GIANT QUADRUPOLE RESONANCE OF EVEN-EVEN ¹¹²⁻¹²⁴Sn ISOTOPES USING BCS-QRPA

Using self-consistent Bardeen - Cooper - Schrifffer + Hartree - Fock and quasiparticle random phase approximation, the isoscalar giant quadrupole resonance in the isotopes of ^{112,114,116,118,120,122,124}Sn has been studied in this work. Five sets of Skyrme-type interactions of different values of the nuclear matter incompressibility coefficient K_{NM} and effective mass m^*/m are used in the calculations. Additionally, the impact of different types of pairing forces (i.e., volume, surface, and mixed) is examined. Comparisons are made between the computed strength distributions, centroid energies E_{cen} , scaled energies E_s , and constrained energies E_{con} of the isoscalar giant quadrupole resonance and the available experimental data. Analysis is done on the relationships between K_{NM} and m^*/m , and the estimated properties.

Keywords: strength distribution, Skyrme force, Hartree - Fock + Bardeen - Cooper - Schrieffer, quasiparticle random phase approximation.

REFERENCES

1. P. Ring, P. Schuck. *The Nuclear Many-Body Problem*. 1st ed. (New York, Berlin, Springer-Verlag, 1980) 716 p.
2. J.-P. Blaizot, G. Ripka. *Quantum Theory of Finite Systems* (MIT Press Cambridge, 1986) 657 p.
3. R. Pitthan, T. Walcher. Inelastic electron scattering in the giant resonance region of La, Ce and Pr. *Phys. Lett. B* 36 (1971) 563.
4. S. Fukuda, Y. Torizuka. Giant Multipole Resonances in ⁹⁰Zr Observed by Inelastic Electron Scattering. *Phys. Rev. Lett.* 29 (1972) 1109.
5. M. Lewis, F. Bertrand. Evidence from inelastic proton scattering for a giant quadrupole vibration in spherical nuclei. *Nucl. Phys. A* 196 (1972) 337.
6. M.N. Harakeh, A. van der Woude. *Giant Resonances: Fundamental High-Frequency Modes of Nuclear Excitation* (Oxford University Press, 2001) 638 p.
7. N. Tsoneva, H. Lenske. Pygmy Quadrupole Resonance in skin nuclei. *Phys. Lett. B* 695 (2011) 174.
8. X. Roca-Maza et al. Low-lying dipole response: Isospin character and collectivity in ⁶⁸Ni, ¹³²Sn, and ²⁰⁸Pb. *Phys. Rev. C* 85 (2012) 024601.
9. A. Bohr, B.R. Mottelson. *Nuclear Structure. Vol. I: Single-Particle Motion; Vol. II: Nuclear Deformations* (New York, Amsterdam: W. A. Benjamin, Inc., 1975).
10. J.P. Blaizot. Nuclear compressibilities. *Phys. Rep.* 64 (1980) 171.
11. C. Mahaux et al. Dynamics of the shell model. *Phys. Rep.* 120 (1985) 1.
12. N.V. Giai. Self-Consistent Description of Nuclear Excitations. *Prog. Theor. Phys. Supp.* 74-75 (1983) 330.
13. D. Vretenar, T. Nikšić, P. Ring. A microscopic estimate of the nuclear matter compressibility and symmetry energy in relativistic mean-field models. *Phys. Rev. C* 68 (2003) 024310.
14. I. Daoutidis. Relativistic Continuum Random Phase Approximation in Spherical Nuclei. PhD thesis (Technical University of Munich, 2009).

15. A.H. Taqi, G.A. Mohammed. Isoscalar monopole response in the neutron-rich molybdenum isotopes using self-consistent QRPA. *Nucl. Phys. At. Energy* 24 (2023) 306.
16. D.J. Rowe. *Nuclear Collective Motion: Models and Theory* (London, Methuen, 1970) 340 p.
17. G. Colò et al. Microscopic determination of the nuclear incompressibility within the nonrelativistic framework. *Phys. Rev. C* 70 (2004) 024307.
18. S. Shlomo, V.M. Kolomietz, G. Colò. Deducing the nuclear-matter incompressibility coefficient from data on isoscalar compression modes. *Eur. Phys. J. A* 30 (2006) 23.
19. G. Colò et al. Self-consistent RPA calculations with Skyrme-type interactions: The skyrme_rpa program. *Comp. Phys. Comm.* 184 (2013) 142.
20. S. Péru, J.F. Berger, P.F. Bortignon. Giant resonances in exotic spherical nuclei within the RPA approach with the Gogny force. *Eur. Phys. J. A* 26 (2005) 25.
21. T. Sil et al. Effects of self-consistency violation in Hartree-Fock RPA calculations for nuclear giant resonances revisited. *Phys. Rev. C* 73 (2006) 034316.
22. H. Sagawa et al. Isospin dependence of incompressibility in relativistic and nonrelativistic mean field calculations. *Phys. Rev. C* 76 (2007) 034327.
23. J. Piekarewicz. Why is the equation of state for tin so soft? *Phys. Rev. C* 76 (2007) 031301(R).
24. U. Garg, G. Colò. The compression-mode giant resonances and nuclear incompressibility. *Prog. Part. Nucl. Phys.* 101 (2018) 55.
25. Y.-W. Lui et al. Giant resonances in ^{112}Sn and ^{124}Sn : Isotopic dependence of monopole resonance energies. *Phys. Rev. C* 70 (2004) 014307.
26. D.H. Youngblood et al. Isoscalar E0 - E3 strength in ^{116}Sn , ^{144}Sm , ^{154}Sm , and ^{208}Pb . *Phys. Rev. C* 69 (2004) 034315.
27. T. Li et al. Isoscalar giant resonances in the Sn nuclei and implications for the asymmetry term in the nuclear-matter incompressibility. *Phys. Rev. C* 81 (2010) 034309.
28. F. Tondeur et al. Static nuclear properties and the parametrisation of Skyrme forces. *Nucl. Phys. A* 420 (1984) 297.
29. A.M. Saruis. Self-consistent HF-RPA description of electron and photon nuclear reactions with Skyrme forces. *Phys. Rep.* 235 (1993) 57.
30. J. Rikowska Stone et al. Nuclear matter and neutron-star properties calculated with the Skyrme interaction. *Phys. Rev. C* 68 (2003) 034324.
31. N. Van Giai, H. Sagawa. Spin-isospin and pairing properties of modified Skyrme interactions. *Phys. Lett. B* 106 (1981) 379.
32. B.A. Brown. New Skyrme interaction for normal and exotic nuclei. *Phys. Rev. C* 58 (1998) 220.
33. J.R. Stone, P.-G. Reinhard. The Skyrme interaction in finite nuclei and nuclear matter. *Prog. Part. Nucl. Phys.* 58 (2007) 587.
34. A.H. Taqi, G.L. Alawi. Isoscalar giant resonance in $^{100,116,132}\text{Sn}$ isotopes using Skyrme HF-RPA. *Nucl. Phys. A* 983 (2019) 103.
35. A.H. Taqi, M.S. Ali. Self-consistent Hartree-Fock RPA calculations in ^{208}Pb . *Indian J. Phys.* 92 (2017) 69.
36. A.H. Taqi, E.G. Khidher. Ground and transition properties of ^{40}Ca and ^{48}Ca nuclei. *Nucl. Phys. At. Energy* 19 (2018) 326.
37. Sh.H. Amin, A.A. Al-Rubaiee, A.H. Taqi. Effect of Incompressibility and Symmetry Energy Density on Charge Distribution and Radii of Closed-Shell Nuclei. *Kirkuk Journal of Science* 17 (2022) 17.
38. J. Kvasil et al. Deformation-induced splitting of the isoscalar E0 giant resonance: Skyrme random-phase-approximation analysis. *Phys. Rev. C* 94 (2016) 064302.
39. K. Yoshida, T. Nakatsukasa. Shape evolution of giant resonances in Nd and Sm isotopes. *Phys. Rev. C* 88 (2013) 034309.
40. S. Stringari. Sum rules for compression modes. *Phys. Lett. B* 108 (1982) 232.

Надійшла/Received 27.09.2023