

Д. М. Насеф*, Е. Т. Еллафі, С. М. Ель-Каді

Кафедра фізики, факультет природничих наук, Університет Тріполі, Тріполі, Лівія

*Відповідальний автор: delenda_nasef@yahoo.com

ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРНО-ПАРНИХ ІЗОТОПІВ $^{162-178}_{70}\text{Yb}$ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛІ ВЗАЄМОДІЮЧИХ ВЕКТОРНИХ БОЗОНІВ

Це теоретичне дослідження присвячено вивченню властивостей парно-парних ізотопів $^{162-178}_{70}\text{Yb}$ з використанням моделі взаємодіючих векторних бозонів (IVBM). Наша робота зосереджена на будові енергетичної смуги, пов'язаної з основним станом, та смуги з негативною парністю, що забезпечує розуміння форм і симетрії цих ядер. Крім того, ми досліджуємо колективні властивості цих ізотопів, такі як обертальний і коливальний рух, а також їх поєднання. Результати нашого теоретичного аналізу висвітлюють еволюцію структури ізотопів ітербію зі збільшенням числа нейтронів. Порівняння наших теоретичних результатів з експериментальними даними дає цінну інформацію про ядерну структуру цих ізотопів і підтверджує ефективність IVBM в описі колективних явищ. Ми використовуємо IVBM для дослідження динамічної симетрії парно-парних ізотопів $^{162-178}_{70}\text{Yb}$. Аналізуючи параметри зворотного згинання, розхитування, ми визначаємо основні симетрії, що керують поведінкою цих ізотопів. Результати показують, що $^{162}_{70}\text{Yb}$ має симетрію $O(6)$, $^{164-166}_{70}\text{Yb}$ мають перехідну $O(6) - SU(3)$ симетрію, а $^{168-178}_{70}\text{Yb}$ – $SU(3)$ симетрію. У підсумку, IVBM є надійним і корисним методом для досліджень в ядерній фізиці, оскільки ця модель забезпечує результати, що добре узгоджуються з відповідними експериментальними даними.

Ключові слова: зворотне згинання, динамічна симетрія, серединна оболонка, ядерна модель, тест на співвідношення, розхитування.

D. M. Nasef*, E. T. Ellafi, S. M. El-Kadi

Department of Physics, Faculty of Science, University of Tripoli, Tripoli, Libya

*Corresponding author: delenda_nasef@yahoo.com

A THEORETICAL STUDY OF EVEN-EVEN $^{162-178}_{70}\text{Yb}$ ISOTOPES USING INTERACTING VECTOR BOSON MODEL

This theoretical study investigates the properties of even-even $^{162-178}_{70}\text{Yb}$ isotopes using the interacting vector boson model (IVBM). Our study focuses on the ground state band and negative parity band energy-level patterns, which provide insights into the shapes and symmetries of these nuclei. Furthermore, we investigate the collective properties of these isotopes, such as rotational and vibrational motion, as well as their interplay. The results of our theoretical analysis shed light on the structural evolution of ytterbium isotopes with increasing neutron numbers. The comparison of our theoretical predictions with experimental data will provide valuable insights into the nuclear structure of these isotopes and help validate the IVBM model's effectiveness in describing collective phenomena. This theoretical study employs the IVBM to investigate the dynamic symmetry of even-even $^{162-178}_{70}\text{Yb}$ isotopes. By conducting tests such as the ratio, backbending, and staggering analyses, we aim to determine the underlying symmetries governing the behavior of these isotopes. These results indicate that $^{162}_{70}\text{Yb}$ possess $O(6)$ symmetry, $^{164-166}_{70}\text{Yb}$ have transition $O(6) - SU(3)$ symmetry, and $^{168-178}_{70}\text{Yb}$ possess $SU(3)$ symmetry. The study's outcomes show that the IVBM is dependable and useful for nuclear physics research because it aligns well with the corresponding experimental data.

Keywords: backbending, dynamic symmetry, midshell, nuclear model, ratio test, staggering.

REFERENCES

1. G. Brunet et al. Exploring the dual functionality of an ytterbium complex for luminescence thermometry and slow magnetic relaxation. *Chem. Sci.* 10 (2019) 6799.
2. M.T. McCulloch, K.J.R. Rosman, J.R. De Laeter. The isotopic and elemental abundance of ytterbium in meteorites and terrestrial samples. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 41 (1977) 1703.
3. K.J.R. Rosman, P.D.P. Taylor. Table of isotopic masses and natural abundances. *Pure Appl. Chem.* 71 (1999) 1593.

4. A. Georgieva, P. Raychev, R. Roussev. Interacting two-vector-boson model of collective motions in nuclei. *J. Phys. G: Nucl. Phys.* 8 (1982) 1377.
5. A. Arima, M. Harvey, K. Shimizu. Pseudo LS coupling and pseudo SU₃ coupling schemes. *Phys. Lett. B* 30(8) (1969) 517.
6. A.I. Georgieva et al. Description of mixed-mode dynamics within the symplectic extension of the Interacting Vector Boson Model. *Phys. Part. Nuclei* 40 (2009) 461.
7. K. Nomura. *Interacting Boson Model from Energy Density Functionals* (Tokyo, Springer Tokyo, 2013) 188 p.
8. R.M. Asherova et al. Interacting vector boson model and other versions of interacting boson approximations. *J. Phys. G.: Nucl. Part. Phys.* 19 (1993) 1887.
9. H.G. Ganev. Microscopic shell-model description of irrotational-flow dynamics in ¹⁰²Pd. *Chinese Phys. C* 48(1) (2024) 014102.
10. S.S. Hummadi et al. Calculate energy levels, energy ratios and electric quadrupole transition probability B(E₂), of the even even Yb 164 isotopes using IBM 1. *Al-Mustansiriyah J. Sci.* 31(1) (2020) 71.
11. H.S. El-Gendy. Nuclear structure of even-even ytterbium isotopes ¹⁶⁶⁻¹⁷⁶Yb. *Nucl. Phys. A* 1001 (2020) 121883.
12. A.M. Khalaf. Investigation of energy staggering effects in thorium isotopes in framework of interacting vector boson model. *Nucl. Phys. A* 988 (2019) 1.
13. H. Ganev, V.P. Garistov, A.I. Georgieva. Description of the ground and octupole bands in the symplectic extension of the interacting vector boson model. *Phys. Rev. C* 69 (2004) 014305.
14. H.H. Kassim et al. Nuclear structure and energy levels of ¹⁵⁸Er, ¹⁶⁰Yb and ¹⁶²Hf isotones. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 928 (2020) 072064.
15. A.M. Ali, Y.Y. Kassim, M.M. Yosuf. Study of nuclear structure of even-even Dy isotopes. *J. Edu. and Sci.* 30 (2021) 94.
16. D.M. Nasef et al. The study of some nuclear properties of even-even ¹¹⁴⁻¹²⁰Cd isotopes using interacting boson model-1. *The 4th Int. Conf. of Sc. and Tech.* 20(4) (2021) 51.
17. P.H. Regan et al. Signature for vibrational to rotational evolution along the Yrast line. *Phys. Rev. Lett.* 90 (2003) 152502.
18. N.S. Shaftry et al. Study of some properties of even-even ¹⁶²⁻¹⁵⁶Er isotopes using interaction boson model-2 (IBM-2). *The Libyan Journal of Science* 24 (2021) 89.
19. M.A. Al-Jubbori et al. Critical point of the ¹⁵²Sm, ¹⁵⁴Gd, and ¹⁵⁶Dy isotones. *Phys. Atom. Nuclei* 82 (2019) 201.
20. D. Bonatsos et al. ΔI = 1 staggering in octupole bands of light actinides: “Beat” patterns. *Phys. Rev. C* 62 (2000) 024301.
21. I. Hossain et al. Nuclear gamma-soft character in ¹²⁸Ba. *Eur. J. Appl. Phys.* 3 (2021) 54.
22. M.A. Al-Jubbori. Investigation of energy levels and electromagnetic transitions for a Yb-Pt nuclei with N = 108 using IBM, IVBM, and BMM. *Ukr. J. Phys.* 62 (2017) 936.
23. I. Mamdouh, M. Al-Jubbori. The rotational-vibrational properties of ¹⁷⁸⁻¹⁸⁸Os isotopes. *Indian J. Phys.* 89 (2015) 1085.

Надійшла / Received 13.04.2024