

Ю. Юлианто*, З. Сууд

Фізичний факультет, Бандунгський технологічний інститут, Бандунг, Індонезія

*Відповідальний автор: yacyulianto@gmail.com

ЕНЕРГІЯ ЗВ'ЯЗКУ ЯДЕР ТА РОЗПОДІЛ ГУСТИНИ В ІЗОТОПАХ СВИНЦЮ В МЕТОДІ СКІРМА - ХАРТРИ - ФОКА

У цьому дослідженні вивчено основні властивості сферичних ядер, такі як сумарна енергія, локальна густина нуклонів та локальний нуклонний потенціал ізотопів свинцю (особливо $^{204-214}\text{Pb}$) за допомогою методу Хартрі - Фока. Розрахунки було виконано з використанням параметрів Скірма, зокрема SLy4, SkM*, Z_σ та SIII. Результати розрахунків порівнюються з експериментальними результатами та результатами розрахунків інших дослідників. Усі використані параметри добре узгоджуються з результатами відповідних експериментів та інших розрахунків. З дослідження випливає, що в ізотопах свинцю сумарна енергія, масовий радіус, нейтронний радіус, товщина нейтронної шкіри, нейтронна густина, ширина нейтронного розподілу, глибина та ширина протонного потенціалу зростають із збільшенням числа нейтронів. З іншого боку, густина протонів та нейтронний потенціал зменшуються із збільшенням числа нейтронів. Збільшення кількості нейтронів мінімально впливає на ширину густини протонів та нейтронний потенціал.

Ключові слова: Хартрі - Фок, локальна густина, енергія зв'язку ядер, ізотопи свинцю, взаємодія Скірма.

Ю. Юлианто*, З. Сууд

Физический факультет, Бандунгский технологический институт, Бандунг, Индонезия

*Ответственный автор: yacyulianto@gmail.com

ЭНЕРГИЯ СВЯЗИ ЯДЕР И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ В ИЗОТОПАХ СВИНЦА В МЕТОДЕ СКИРМА - ХАРТРИ - ФОКА

В этом исследовании изучены основные свойства сферических ядер, такие как суммарная энергия, локальная плотность нуклонов и локальный нуклонный потенциал изотопов свинца (особенно $^{204-214}\text{Pb}$) с помощью метода Хартри - Фока. Расчеты были выполнены с использованием параметров Скирма, в частности SLy4, SkM*, Z_σ и SIII. Результаты расчетов сравниваются с экспериментальными результатами и результатами других расчетов. Все использованные параметры хорошо согласуются с результатами соответствующих экспериментов и других расчетов. Из исследования вытекает, что в изотопах свинца суммарная энергия, массовый радиус, нейтронный радиус, толщина нейтронной кожи, нейтронная плотность, ширина нейтронного распределения, глубина и ширина протонного потенциала увеличиваются при увеличении числа нейтронов. С другой стороны, плотность протонов и нейтронный потенциал уменьшаются при увеличении числа нейтронов. Увеличение числа нейтронов минимально влияет на ширину плотности протонов и нейтронный потенциал.

Ключевые слова: Хартри - Фок, локальная плотность, энергия связи ядер, изотопы свинца, взаимодействие Скирма.

Y. Yulianto*, Z. Su'ud

Department of Physics, Bandung Institute of Technology, Bandung, Indonesia

*Corresponding author: yacyulianto@gmail.com

NUCLEAR BINDING ENERGY AND DENSITY DISTRIBUTION OF Pb ISOTOPES IN A SKYRME - HARTREE - FOCK METHOD

In this study, nuclear ground-state properties of spherical nuclei, such as the total energy, nucleon local density, and nucleon local potential of Pb isotopes (especially $^{204-214}\text{Pb}$) are investigated by using Hartree - Fock method. The calculations have been performed by using Skyrme set parameters, especially SLy4, SkM*, Z_σ , and SIII set parameters. The calculation results have been compared to the related experiment results and the calculation results of the other researchers. All parameters used in this study are in good agreement with the results of the related experiments and the other researchers. In Pb nucleus, it is also obtained from this study that the total energy, mass radius, neutron radius, neutron skin thickness, neutron density, neutron density width, proton potential depth, and proton potential width increase accordingly with the increase of neutron number. In other hand, proton density and neutron potential decrease accordingly with the increase of neutron number. The increase of neutron number has minimum effect to the widths of

proton density and neutron potential.

Keywords: Hartree - Fock, local density, nuclear binding energy, Pb isotopes, Skyrme interaction.

REFERENCES

1. Z. Su'ud et al. Desain Study of Pb-Bi Cooled Fast Reactors with Natural Uranium as Fuel Cycle Input Using Special Shuffling Strategy in Radial Direction. *Advanced Materials Research* 772 (2013) 530.
2. G.L. Khorasanov, A.I. Blokhin. Some Advantages in Using Lead-208 as Coolant for Fast Reactors and Accelerator Driven Systems. In: *Application of Stable Lead Isotope Pb-208 in Nuclear Power Engineering and its Acquisition Techniques*. Ed. by G.L. Khorasanov (New York: Nova Science Pub Inc., 2013) p. 1.
3. D. Vautherin, D.M. Brink. Hartree - Fock calculation with Skyrme's interaction. I. Spherical nuclei. *Phys. Rev. C* 5 (1972) 626.
4. J. Friedrich, P.-G. Reinhard. Skyrme-force parametrization: Least-squares fit to nuclear ground-state properties. *Phys. Rev. C* 33 (1986) 335.
5. J. Dobaczewski et al. Nuclear shell structure at particle drip lines. *Phys. Rev. Lett.* 72 (1994) 981.
6. E. Tel et al. Investigation of the nuclear structure of the Be, Cr, and Cu isotopes. *Annals of Nuclear Energy* 36 (2009) 1333.
7. E. Tel et al. Calculation of Radii and Density of ^{7-19}B Isotopes Using Effective Skyrme Force. *Commun. Theor. Phys.* 49 (2008) 696.
8. A.A. Alzubadi, Z.A. Dakhil, S.T. Aluboodi. Microscopic study of nuclear structure for some Zr-isotopes Using Skyrme-Hartree-Fock Method. *Journal of Nuclear and Particle Physics* 4(6) (2014) 155.
9. T.H.R. Skyrme. The effective nuclear potential. *Nucl. Phys.* 9 (1959) 615.
10. P.-G. Reinhard. The Skyrme - Hartree - Fock model of the nuclear ground state. In: *Computational Nuclear Physics. I. Nuclear Structure*. Ed. by K. Langanke, J. Maruhn, S.E. Koonin (Berlin: Springer-Verlag, 1991) p. 28.
11. H. Aytakin, D. Demirbag. Investigation of the nuclear properties of ^{181}Ta and $^{182,183,184,186}\text{W}$ structural materials. *Indian Journal Phys.* 87 (2013) 487.
12. E. Chabanat et al. A Skyrme parametrization from subnuclear to neutron star densities. *Nucl. Phys. A* 627 (1997) 710.
13. J. Bartel et al. Towards a better parametrization of Skyrme-like effective forces: A critical study of the SkM force. *Nucl. Phys. A* 386 (1982) 79.
14. M. Beiner et al. Nuclear ground-state properties and self-consistent calculations with the Skyrme interaction (I). Spherical description. *Nucl. Phys. A* 238 (1975) 29.
15. J. Erler, P. Klupfel, P.-G. Reinhard. Self-consistent nuclear mean-field models: Example Skyrme - Hartree - Fock. *J. Phys. G: Nucl. Phys.* 38 (2011) 033101.
16. H. Aytakin, E. Tel, R. Baldik. Investigation of the Ground State Features of Some Exotic Nuclei by Using Effective Skyrme Interaction. *Turk J. Phys.* 32 (2008) 181.
17. H. Gu et al. Slater approximation for Coulomb exchange effects in nuclear covariant density functional theory. *Phys. Rev. C* 87 (2013) 041301.
18. E. Tel, A. Aydin. Investigation of Lead Target Nuclei Used on Accelerator-Driven Systems for Tritium Production. *J. Fusion Energy* 31 (2012) 73.
19. W.D. Myers, W.J. Swiatecky. Average Nuclear Properties. *Ann. Phys.* 55 (1969) 395.
20. M. Wang et al. The AME2012 atomic mass evolution (II). Tables, graphs and references. *Chinese Physics C* 36 (2012) 1603.
21. I. Angeli, K.P. Marinova. Table of experimental nuclear ground state charge radii: An update. *Atomic Data and Nuclear Data Tables* 99 (2013) 69.
22. G.-Q. Li. A systematic study of nuclear properties with Skyrme forces. *J. Phys. G: Nucl. Part. Phys.* 17 (1991) 1.

Надійшла 28.03.2017

Received 28.03.2017