

Прашант Н. Патіл<sup>1,2</sup>, Г. Б. Хірема<sup>1,2</sup>, А. Вінаяк<sup>2</sup>, М. М. Хосамані<sup>2</sup>,  
В. П. Сінгх<sup>2</sup>, Н. М. Бадігер<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup> Школа передових наук, Технологічний університет, Хуббаллі, Карнатака, Індія

<sup>2</sup> Кафедра фізики, Університет Карнатака, Дхарвад, Індія

\*Відповідальний автор: nbadiger@gmail.com

## ВИЗНАЧЕННЯ РАДІУСА ЯДЕР ЗА ДОПОМОГОЮ $\gamma$ -СПЕКТРОМЕТРА

Радіуси ядер вуглецю, алюмінію, заліза, міді та цинку визначено за допомогою (n,  $\gamma$ )-реакції. Нейтрони з америцій-берилієвого джерела взаємодіють з водним сповільнювачем, що призводить до випромінювання  $\gamma$ -квантів з енергією 2,2 МеВ через (n,  $\gamma$ )-реакцію. Це  $\gamma$ -випромінювання вимірюється сцинтиляційним детектором, підключеним до багатоканального аналізатора 8k. Нейтрони з америцій-берилієвого джерела пропускалися через мішені з вуглецю, алюмінію, заліза, міді та цинку різної товщини, і потім також взаємодіяли з водним сповільнювачем для отримання 2,2 МеВ  $\gamma$ -випромінювання. При вимірюванні виходу  $\gamma$ -квантів визначались повні перерізи взаємодії нейтронів. Із величини повного перерізу визначався параметр, що входить в опис залежності радіуса ядер від атомної маси.

*Ключові слова:* америцій-берилієве джерело нейтронів, сцинтиляційний детектор, поперечний переріз взаємодії нейтронів, радіус ядра, (n,  $\gamma$ )-реакція.

Prashant N. Patil<sup>1,2</sup>, G. B. Hiremath<sup>1,2</sup>, A. Vinayak<sup>2</sup>, M. M. Hosamani<sup>2</sup>,  
V. P. Singh<sup>2</sup>, N. M. Badiger<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup> School of Advanced Sciences, KLE Technological University, Hubballi, Karnataka, India

<sup>2</sup> Department of Studies in Physics, Karnatak University, Dharwad, India

\*Corresponding author: nbadiger@gmail.com

## DETERMINATION OF THE NUCLEAR RADIUS PARAMETER USING THE $\gamma$ -RAY SPECTROMETER

The nuclear radius parameter of carbon, aluminium, iron, copper, and zinc nuclei has been determined by using (n,  $\gamma$ )-reaction. The neutrons from the americium-beryllium source are made to interact with the water moderator to produce the  $\gamma$ -rays of 2.2 MeV through (n,  $\gamma$ )-reaction. The  $\gamma$ -radiation emitted from the water medium is measured with a scintillation detector coupled to 8k multi-channel analyzer. The neutrons from the americium-beryllium source are allowed to transmit through carbon, aluminium, iron, copper, and zinc elemental targets of various thicknesses, and transmitted neutrons are again allowed to interact with water moderator to produce 2.2 MeV  $\gamma$ -radiation. By measuring the yield of  $\gamma$ -radiation produced in water moderator by neutrons transmitted through elemental targets of different mass number values, the total neutron interaction cross-sections are determined. By knowing the total neutron interaction cross-sections and mass number of the target nuclei, the radius parameter has been determined.

*Keywords:* americium-beryllium neutron source, scintillation detector, neutron interaction cross-section, nuclear radius parameter, (n,  $\gamma$ )-reaction.

### REFERENCES

1. S.B. Hosur, N.M. Badiger. Determination of rest mass energy of the electron-an undergraduate laboratory experiment. *Eur. J. Phys.* **28** (2008) 1233.
2. S. Prasannakumar, S. Krishveni, T.K. Umesh. Determination of rest mass energy by a Compton scattering experiment. *Eur. J. Phys.* **33** (2011) 65.
3. S.V. Nayak, N.M. Badiger. Measurement of K-shell photoelectric absorption parameters of Hf, Ta, Au and Pb by an alternative method using a weak  $\beta$ -particle source. *Phys. Rev. C* **73** (2006) 032707.
4. V. Manjunathagaru, T.K. Umesh. Total interaction cross section and effective atomic numbers of some biologically important compounds containing H, C, N and O in the energy range 6.4 - 136 keV. *J. Phys. B* **40** (2011) 3707.
5. M.M. Hosamani, N.M. Badiger. Determination of effective atomic number of composite materials using backscattered gamma photons – a novel method. *Chem. Phys. Lett.* **695** (2018) 94.
6. M.M. Hosamani, S.R. Babu, N.M. Badiger. Measurement of effective atomic number of some transition and rare earth compounds using the Rayleigh to Compton scattering ratio of gamma radiation. *Spectrosc. Lett.* **50** (2017) 370.
7. M.M. Hosamani et al. Determination of effective atomic number of multifunctional materials using backscattered beta particles – a novel method. *Spectrosc. Lett.* **53** (2020) 132.

8. S.B. Gudennavar et al. Verification of Bohr's frequency condition and Moseley's law: An undergraduate experiment. *Am. J. Phys.* 71 (2003) 822.
9. K.S. Krane. *Introductory Nuclear Physics*. 3rd ed. (New York: John Wiley & Sons, 1988) 864 p.
10. A. Adamu, Y.H. Ngadda. Determination of Nuclear Potential Radii and Its Parameter from Finite-Size Nuclear Model. *Int. J. of Theor. Math. Phys.* 7 (2017) 9.
11. Aliyu Adamu. A New Measurement of Nuclear Radius from the study of  $\beta^+$  decay energy of finite sized nuclei. *J. Rad. Nucl. Appl.* 6(1) (2021) 45.
12. C. Ozhasoglu, M.L. Rustgi. Nuclear charge density radius parameter and the  $\beta$  decay between mirror nuclei. *Can. J. Phys.* 71 (1993) 162.
13. A. Adamu, F.M. Mustapha, M.K. Dikwa. Determination of nuclear radius parameter from  $\beta^+$  transformation energy of mirror nuclei. *J. Sci. Technol. Res.* 1(1) (2019) 137.
14. Z. Sheng et al. An effective formula for nuclear charge radii. *Eur. Phys. J. A* 51 (2015) 40.
15. G. Royer, R. Rousseau. On the liquid drop model mass formulae and charge radii. *Eur. Phys. J. A* 42 (2009) 541.
16. F.S. Dietrich et al. Deviation of nuclear radii from a smooth A dependence for neutron data. *Int. Conf. on Nuclear Data for Science and Technology* (2007) p. 163.
17. T. Bayram et al. New parameters for nuclear charge radius formulas. *Acta Phys. Pol. B* 44(8) (2013) 1791.
18. A.M. Abdelbagi. The investigation of the neutron total cross section and measurement of the nuclear radius with comparison of Ramsauer model. *Int. J. Pure Appl. Phys.* 13(3) (2017) 495.
19. T.S. Mudhole, N. Umakantha. Binding energy of the deuteron: A laboratory experiment. *Am. J. Phys.* 43 (1975) 104.
20. T.C. Minor et al. Undergraduate experiment to find nuclear sizes by measuring total cross sections for fast neutrons. *Am. J. Phys.* 37 (1969) 649.
21. R.D. Evans. *The Atomic Nucleus* (Bombay-New Delhi: Tata Mcgraw-Hill Publishing Company Ltd, 1955) p. 94.
22. M.M. Hosamani, A.S. Bennal, N.M. Badiger. Determination of the thermal neutron flux by measuring gamma radiations with high and low resolution detectors. *J. Nucl. Phys. Mat. Sci. Rad. Appl. A* 6 (2019) 178.
23. J. Scherzinger et al. Tagging fast neutrons from an  $^{241}\text{Am}/^9\text{Be}$  source. *Appl. Radiat. Isot.* 98 (2015) 74.
24. P.A. Seeger. Semiempirical atomic mass law. *Nucl. Phys.* 25 (1961) 1.

Надійшла/Received 10.12.2021