

Р. Нітія Агнес^{1,*}, Г. М. С. В. Бай², С. Селвакумар³, С. К. Велла Дурай⁴

¹ Фізичний факультет, Коледж Святого Джона, Палаямкоттай, Тамілнад, афільйований до [Університету Манонманіама Сундарнара, Тірунелвелі, Тамілнад, Індія](#)

² Фізичний факультет, Державний гуманітарний коледж, Нагеркойл, Тамілнад, афільйований до [Університету Манонманіама Сундарнара, Тірунелвелі, Тамілнад, Індія](#)

³ Фізичний факультет, Відділення природничих і гуманітарних наук, Інженерний коледж Тамірабхарані, Татчаналлуру, Тірунелвелі, Тамілнад, Індія

⁴ Магістратура та науково-дослідницький фізичний факультет, Коледж Шрі Парамакалаяні, Алваркурічі, Тенкасі, Тамілнад, Індія

*Відповідальний автор: nithya.phy@stjohnscollege.edu.in

КОМПЛЕКСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТОНКОЇ СТРУКТУРИ АЛЬФА-РОЗПАДУ В НЕПАРНО-НЕПАРНИХ ТА НЕПАРНО-ПАРНИХ ЯДРАХ

Проведене комплексне дослідження тонкої структури альфа-розпаду в непарно-парних і непарно-непарних ядрах з атомними номерами 95 - 101. Використовуючи кубічну плюс Юкава плюс експоненціальну модель, розглянуто комбіновані ефекти Кулонівського потенціалу, відцентрового потенціалу і Юкава плюс експоненціального потенціалу як бар'єра для взаємодіючих фрагментів, з доповненням кубічним потенціалом в області перекриття. Наші розрахунки парціальних періодів напіврозпаду для альфа-переходів на збуджені стани продемонстрували гарне узгодження з експериментальними даними, даючи стандартне відхилення 1,7671 для логарифмів періодів напіврозпаду. Крім того, аналіз тонкої структури виявив лінійну кореляцію між імовірністю заселення та шириною розпаду в альфа-розпадах для таких ядер, як америцій, берклій, ейнштейній і менделевій, що вказує на пряму пропорційність між цими параметрами.

Ключові слова: альфа-розпад, тонка структура, енергія розпаду, ядра, Юкава плюс потенціал.

R. Nithya Agnes^{1,*}, G. M. C. V. Bai², S. Selvakumar³, S. C. Vella Durai⁴

¹ Department of Physics, St. John's College, Palayamkottai, Tamil Nadu, Affiliated to [Manonmaniam Sundaranar University, Tirunelveli, Tamil Nadu, India](#)

² Department of Physics, Government Arts College, Nagercoil, Tamil Nadu, Affiliated to [Manonmaniam Sundaranar University, Tirunelveli, Tamil Nadu India](#)

³ Department of Physics, Department of Science and Humanities, Thamirabharani Engineering College, Thatchanallur, Tirunelveli, Tamil Nadu, India

⁴ PG and Research Department of Physics, Sri Paramakalayani College, Alwarkurichi, Tenkasi, Tamil Nadu, India

*Corresponding author: nithya.phy@stjohnscollege.edu.in

A COMPREHENSIVE INVESTIGATION OF ALPHA DECAY FINE STRUCTURE IN ODD-ODD AND ODD-EVEN NUCLEI

We conducted a comprehensive investigation of the alpha decay fine structure in odd-even and odd-odd nuclei with atomic numbers between 95 and 101. Utilizing the cubic plus Yukawa plus exponential model, we considered the combined effects of Coulomb, centrifugal, and Yukawa plus exponential potentials as barriers for interacting fragments, supplemented by a cubic potential in the overlapping region. Our calculations of partial half-lives for alpha transitions to excited states demonstrated notable agreement with experimental data, yielding a standard deviation of 1.7671 for logarithmic half-lives. Furthermore, analysis of the fine structure revealed a linear correlation between the branching ratio and decay width in alpha decay for nuclei such as Americium, Berkelium, Einsteinium, and Mendelevium indicating a direct proportionality between these parameters.

Keywords: alpha decay, fine structure, decay energy, nuclei, Yukawa plus.

REFERENCES

1. C. Xu, Z. Ren. Branching ratios of α -decay to excited states of even-even nuclei. [Nucl. Phys. A 778 \(2006\) 1.](#)
2. Z. Ren, D. Ni. Systematics of fine structure in the α decay of deformed odd-mass nuclei. [J. Phys.: Conf. Ser. 569 \(2014\) 012039.](#)
3. K.P. Santhosh, J.G. Joseph, B. Priyanka. Fine structure in the α -decay of odd-even nuclei. [Nucl. Phys. A 877 \(2012\) 1.](#)
4. D. Ni, Z. Ren. Systematic calculation of fine structure in the α decay of deformed nuclei. [J. Phys.: Conf. Ser. 381 \(2012\) 012055.](#)

5. D.S. Delion, A. Dumitrescu. Systematics of the α -decay fine structure in even-even nuclei. [At. Data Nucl. Data Tables 101 \(2015\) 1](#).
6. V.Yu. Denisov, A.A. Khudenko. α -Decay half-lives, α -capture, and α -nucleus potential. [At. Data Nucl. Data Tables 95 \(2009\) 815](#).
7. M. Mirea. Fine structure of alpha decay from the time-dependent pairing equations. [Eur. Phys. J. A 56 \(2020\) 151](#).
8. D. Bucurescu, N.V. Zamfir. Fine structure of alpha decay of even-even trans-lead nuclei – an intriguing nuclear structure paradigm. [J. Phys.: Conf. Ser. 413 \(2013\) 012010](#).
9. Y.Z. Wang et al. Properties of α -decay to ground and excited states of heavy nuclei. [Eur. Phys. J. A 44 \(2010\) 287](#).
10. V.Yu. Denisov, A.A. Khudenko. α decays to ground and excited states of heavy deformed nuclei. [Phys. Rev. C 80 \(2009\) 034603](#).
11. K.P. Santhosh, J.G. Joseph. Systematic studies on α -decay fine structure of odd-odd nuclei in the region $83 \leq Z \leq 101$. [Phys. Rev. C 86 \(2012\) 024613](#).
12. D.S. Delion et al. Coupled channels description of the α -decay fine structure. [J. Phys. G 45 \(2018\) 053001](#).
13. K.P. Santhosh, S. Sahadevan, J.G. Joseph. Alpha decay of even-even nuclei in the region $78 \leq Z \leq 102$ to the ground state and excited states of daughter nuclei. [Nucl. Phys. A 850 \(2011\) 34](#).
14. K.P. Santhosh et al. Systematic study on the α -decay fine structure of even-odd nuclei in the range $84 \leq Z \leq 102$. [J. Phys. G 38 \(2011\) 075101](#).
15. G.M.C.V. Bai, R.N. Agnes. Theoretical studies on the fine structure of α decay for even-odd and even-even isotopes of Cm, Cf, Fm and No nuclei. [Pramana 93 \(2019\) 39](#).
16. D. Lunney, J.M. Pearson, C. Thibault. Recent trends in the determination of nuclear masses. [Rev. Mod. Phys. 75 \(2003\) 1021](#).
17. N.P. Saeed Abdulla et al. Investigation of two-proton decay using modified formation probability. [Nucl. Phys. At. Energy 25 \(2024\) 105](#).
18. H.J. Krappe, J.R. Nix, A.J. Sierk. Unified nuclear potential for heavy-ion elastic scattering, fusion, fission, and ground-state masses and deformations. [Phys. Rev. C 20 \(1979\) 992](#).
19. H.G. de Carvalho, J.B. Martins, O.A.P. Tavares. Radioactive decay of radium and radon isotopes by ^{14}C emission. [Phys. Rev. C 34 \(1986\) 2261](#).
20. M. Wang et al. The AME 2020 atomic mass evaluation (II). Tables, graphs and references. [Chin. Phys. C 45 \(2021\) 030003](#).
21. P. Möller et al. Nuclear ground-state masses and deformations: FRDM(2012). [At. Data Nucl. Data Tables 109-110 \(2016\) 1](#).
22. V.I. Tretyak. Spontaneous double alpha decay: First experimental limit and prospects of investigation. [Nucl. Phys. At. Energy 22 \(2021\) 121](#).
23. J.R. Nix. The normal modes of oscillation of a uniformly charged drop about its saddle-point shape. [Ann. Phys. 41 \(1967\) 52](#).
24. O.M. Povoroznyk, O.K. Gorpnich. Experimental observation of neutron-neutron correlations in nucleus ^6He from $^3\text{H}(\alpha, p\alpha)nn$ reaction. [Nucl. Phys. At. Energy 20 \(2019\) 357](#).
25. P. Möller, J.R. Nix, W.J. Swiatecki. Calculated fission properties of the heaviest elements. [Nucl. Phys. A 469 \(1987\) 1](#).
26. D.N. Poenaru et al. Heavy cluster decay of trans-zirconium “stable” nuclides. [Phys. Rev. C 32 \(1985\) 2198](#).
27. X.D. Sun et al. Systematic study of α decay half-lives of doubly odd nuclei within the two-potential approach. [Phys. Rev. C 95 \(2017\) 044303](#).

Надійшла / Received 14.04.2025