

О. Жуков¹, В. Лебедь^{1,2}, І. Малюк¹, М. Стрільчук^{1,*}, В. Тришин¹

¹ Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

² Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

*Відповідальний автор: myst@meta.ua

ВИЗНАЧЕННЯ АБСОЛЮТНИХ ІМОВІРНОСТЕЙ ВИПРОМІНЮВАННЯ ГАММА-ПРОМЕНІВ НИЗЬКОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ ПІД ЧАС РОЗПАДУ ²³⁵U ДЛЯ ЦІЛЕЙ ЯДЕРНОЇ КРИМІНАЛІСТИКИ

Значення квантових виходів у розпаді ²³⁵U в діапазоні енергій 200–450 кеВ було уточнено за допомогою напівпровідникової гамма-спектрометрії з використанням еталонного матеріалу, що містить високозбагачений уран, та математичного моделювання з врахуванням геометрії вимірювання. Таке уточнення є важливим для коректного гамма-спектрометричного визначення характеристик (сигнатур) високозбагаченого урану, які мають вирішальне значення для ядерної криміналістики, таких як вік моделі та домішки ²²⁸Th. Це уточнення також є корисним з точки зору фундаментальної ядерної фізики, оскільки воно вносить істотні зміни в дані щодо схеми рівнів ²³¹Th при альфа-розпаді ²³⁵U.

Ключові слова: ²³⁵U, ядерна криміналістика, високозбагачений уран, модельний вік, гамма-спектрометрія, квантовий вихід.

О. Zhukov¹, V. Lebed^{1,2}, I. Maliuk¹, M. Strilchuk^{1,*}, V. Tryshyn¹

¹ Institute for Nuclear Research, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

² Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

*Corresponding author: myst@meta.ua

DETERMINATION OF ABSOLUTE PROBABILITIES OF LOW-INTENSITY GAMMA RAY EMISSION DURING THE DECAY OF ²³⁵U FOR THE PURPOSES OF NUCLEAR FORENSICS

The value of absolute emission probabilities from the decay of ²³⁵U in the energy range of 200–450 keV was refined by using semiconductor gamma spectrometry with a reference material containing highly enriched uranium and mathematical modelling of the measurement geometry. This refinement is essential for the accurate gamma-spectrometric determination of characteristics (signatures) of highly enriched uranium that are crucial for nuclear forensics, such as model age and ²²⁸Th impurity. This clarification is also useful from the point of view of fundamental nuclear physics, as it introduces significant changes in the data concerning the ²³¹Th level scheme from the alpha decay of ²³⁵U.

Keywords: ²³⁵U, nuclear forensics, highly enriched uranium, model age, gamma spectrometry, absolute emission probability.

REFERENCES

1. FRAM Plutonium and Uranium Isotopic Analysis. Application Software.
2. X-5 Monte Carlo Team. MCNP – A General Monte Carlo N-Particle Transport Code. Version 5. Vol. I. Overview and Theory. LA-UR-03-1987 (Los Alamos, Los Alamos National Laboratory, 2005) 340 p.
3. S. Agostinelli et al. Geant4 – a simulation toolkit. Nucl. Instrum. Methods A 506(3) (2003) 250.
4. R.B. Firestone, V.S. Shirley. Table of Isotopes. 8th ed. (New York, John Wiley & Sons, 1996) 2877 p.
5. A. Luca, M. A. Kellett. A new evaluation of the nuclear decay data of ²²³Ra. EPJ Web Conf. 239 (2020) 23002.
6. M. Strilchuk. WinSpectrum v3.24. User manual.
7. E. Browne, J.K. Tuli. Nuclear Data Sheets for A = 231. Nucl. Data Sheets 114 (2013) 751.
8. B. Singh et al. Nuclear Data Sheets for A = 219. Nucl. Data Sheets 175 (2021) 150.
9. B. Singh et al. Nuclear Data Sheets for A = 211. Nucl. Data Sheets 114 (2013) 661.
10. B. Singh, J.K. Tuli, E. Browne. Nuclear Structure and Decay Data for A = 231 Isobars. Nucl. Data Sheets 185 (2022) 560.
11. M.-C. Lépy et al. Photon emission intensities in the decay of U-235. Appl. Radiat. Isot. 126 (2017) 150.
12. M. Marouli et al. Measurement of absolute γ -ray emission probabilities in the decay of ²³⁵U. Appl. Radiat. Isot. 132 (2018) 72.
13. F.A. Danevich et al. Emission intensities of gamma transitions in ²³⁵U alpha decay. Eur. Phys. J. A 61 (2025) 264.