

I. С. Ключев*, Д. В. Касперович, В. В. Кобичев

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, Україна

*Відповідальний автор: klyuyev218@gmail.com

ПОШУК СПОНТАННОГО ПОДІЛУ НУКЛІДІВ ПЛУТОНІЮ ТА АМЕРИЦІЮ З ВИКОРИСТАННЯМ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРІЇ

Спонтанний поділ ізотопів америцію та плутонію досліджувався за допомогою гамма-спектрометрії високої роздільної здатності. Цей процес вивчався шляхом аналізу спектра сертифікованого зразка PuO_2 , отриманого з бази даних еталонних спектрів МАГАТЕ. Вимірювання проводилися за допомогою HPGe-детектора, а калібрування ефективності реєстрації здійснювалося методом Монте-Карло з використанням пакета GEANT4. У спектрі не виявлено піків, які можна було б віднести до бета-розпаду очікуваних продуктів спонтанного поділу. Таким чином, були встановлені нижні експериментальні межі для парціальних періодів напіврозпаду деяких каналів спонтанного поділу у $^{238-242}\text{Pu}$ та ^{241}Am . У багатьох випадках ці межі перевищили наявні теоретичні оцінки холодного поділу, зроблені С.Б. Дуарте та ін., що вказує на необхідність удосконалення сучасних моделей для опису цього процесу.

Ключові слова: плутоній, америцій, спонтанний поділ, HPGe-спектрометрія, GEANT4, період напіврозпаду.

I. S. Klyuyev*, D. V. Kasperovych, V. V. Kobychев

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

*Corresponding author: klyuyev218@gmail.com

SEARCH FOR SPONTANEOUS FISSION OF PLUTONIUM AND AMERICIUM NUCLIDES USING GAMMA SPECTROMETRY

Spontaneous fission in americium and plutonium isotopes was investigated using high-resolution gamma spectrometry. This process was investigated through analysis of a certified PuO_2 sample spectrum obtained from the IAEA database of reference spectra. Measurements were carried out with a HPGe detector, and detection efficiency calibration was performed by Monte Carlo simulations using GEANT4. There are no peaks observed that can be ascribed to beta decay of expected spontaneous-fission daughters. Thus, lower experimental limits on the partial half-lives for some spontaneous fission channels in $^{238-242}\text{Pu}$ and ^{241}Am were established. In many cases these limits have exceeded current theoretical predictions for cold fission done by S.B. Duarte et al., indicating the need to refine current models for the description of this process.

Keywords: $^{238-242}\text{Pu}$, ^{241}Am , spontaneous fission, HPGe spectrometry, GEANT4, half-lives.

REFERENCES

1. J. Kaufmann et al. Cold deformed fission in $^{232}\text{U}(\text{n},\text{f})$ and $^{239}\text{Pu}(\text{n},\text{f})$. *Z. Phys. A* 341 (1992) 319.
2. Y.X. Dardenne et al. Observation of cold fission in ^{242}Pu spontaneous fission. *Phys. Rev. C* 54 (1996) 206.
3. S.B. Duarte et al. Half-lives for proton emission, alpha decay, cluster radioactivity, and cold fission processes calculated in a unified theoretical framework. *At. Data Nucl. Data Tables* 80 (2002) 235.
4. IAEA. An International Database of Reference Gamma Spectra (IDB-v2024-01) (Vienna: IAEA, 2024).
5. IAEA. Gamma spectrum No. 1463, International Database of Reference Gamma Spectra.
6. J. Zsigrai, A. Muehleisen. Collection of high-resolution gamma spectra of certified Pu reference materials. EUR 28390 EN (Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016).
7. CBNM - NRM 271. PuO_2 Pilot Reference Samples for Isotopic Composition Measurements by Gamma Spectrometry (Geel, Belgium, Central Bureau for Nuclear Measurements, 1987) 6 p.
8. M. Wang et al. The AME2020 atomic mass evaluation (II). Tables, graphs and references. *Chin. Phys. C* 45 (2021) 030003.
9. National Nuclear Data Center. NuDat 3.0 Database (Upton, NY: Brookhaven National Laboratory).
10. V.V. Kobychев. The program Simourg for simulating the response functions of gamma detectors with simple geometries. *Nucl. Phys. At. Energy* 12(3) (2011) 301. (Rus)
11. S. Agostinelli et al. GEANT4 – a simulation toolkit. *Nucl. Instrum. Meth. A* 506(3) (2003) 250.
12. J. Allison et al. Geant4 developments and applications. *IEEE Trans. Nucl. Sci.* 53(1) (2006) 270.
13. G.J. Feldman, R.D. Cousins. Unified approach to the classical statistical analysis of small signals. *Phys. Rev. D* 57(7) (1998) 3873.

Надійшла / Received 22.07.2025