

О. І. Левон¹, П. Алекса², С. Паску³, П. Г. Тірольф⁴

¹ *Інститут ядерних досліджень, НАН України, Київ, Україна*

² *Інститут фізики та інститут чистих технологій,
Технічний університет Острави, Чеська республіка*

³ *Національний інститут фізики та ядерної інженерії ім. Г. Гулубея, Бухарест, Румунія*

⁴ *Факультет фізики, Мюнхенський університет Людвіга-Максиміліана, Гархінг, Німеччина*

ДО ПРИРОДИ 0⁺-ЗБУДЖЕННЯ В ДЕФОРМОВАНИХ ЯДРАХ АКТИНІДІВ

Спектри збудження в деформованому ядрі ²³²U досліджено в (p, t)-реакції. Тринадцять збуджених 0⁺-станів та інші стани зі спінами до 6⁺ включно ідентифіковано при порівнянні експериментальних кутових розподілів тритонів і розрахунків у наближенні зв'язаних каналів. Побудовано послідовності збуджених станів, які можна трактувати як обертальні смуги. Моменти інерції визначено із цих послідовностей, що можуть розглядатись як свідчення дво- чи однофононої природи 0⁺-станів. Експериментальні дані порівнюються з розрахунками в рамках моделі взаємодіючих бозонів і квазічастинково-фононої моделі.

Ключові слова: 0⁺-стани, колективні смуги, моменти інерції, ядерні моделі.

А. И. Левон¹, П. Алекса², С. Паску³, П. Г. Тирольф⁴

¹ *Институт ядерных исследований, НАН Украины, Киев, Украина*

² *Институт физики и институт чистых технологий,
Технический университет Остравы, Чешская республика*

³ *Национальный институт физики и ядерной инженерии им. Г. Гулубея, Бухарест, Румыния*

⁴ *Факультет физики, Мюнхенский университет Людвиг-Максимилиана, Гархинг, Германия*

К ПРИРОДЕ 0⁺-ВОЗБУЖДЕНИЙ В ДЕФОРМИРОВАННЫХ ЯДРАХ АКТИНИДОВ

Спектры возбуждения в деформированном ядре ²³²U исследованы в (p, t)-реакции. Тринадцать возбужденных 0⁺-состояний и другие состояния со спинами вплоть до 6⁺ идентифицированы из сравнения экспериментальных угловых распределений тритонов и вычислений в приближении связанных каналов. Построены последовательности возбужденных состояний, которые можно трактовать как вращательные полосы. Моменты инерции определены из этих последовательностей, которые могут рассматриваться как свидетельства двух- или однофононой природы 0⁺-состояний. Экспериментальные данные сравниваются с вычислениями в рамках модели взаимодействующих бозонов и квазичастично-фононой модели.

Ключевые слова: 0⁺-состояния, коллективные полосы, моменты инерции, ядерные модели.

A. I. Levon¹, P. Alexa², S. Pascu³, P. G. Thierolf⁴

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

² *Institute of Physics and Institute of Clean Technologies, Technical University of Ostrava, Czech Republic*

³ *H. Hulubei National Institute of Physics and Nuclear Engineering, Bucharest, Romania*

⁴ *Fakultät für Physik, Ludwig-Maximilians-Universität München, Garching, Germany*

TO THE NATURE OF 0⁺ EXCITATIONS IN DEFORMED NUCLEI OF ACTINIDES

The excitation spectra in the deformed nucleus ²³²U have been studied by means of the (p, t) reaction. 0⁺ assignments for 13 excited states and up to spin 6⁺ for other states are made from the angular distributions of tritons and the coupled-channel approximation analysis. Sequences of states are selected which can be treated as rotational bands. Moments of inertia have been derived from these sequences, whose values may be considered as evidence of the two- or one-phonon nature of these 0⁺ excitations. Experimental data are compared with interacting boson model (IBM) and quasiparticle-phonon model (QPM) calculations.

Keywords: 0⁺ states, collective bands, moments of inertia, nuclear models.

REFERENCES

1. *Leshner S. R., Aprahamian A., Trache L. et al.* New 0⁺ states in ¹⁵⁸Gd // *Phys. Rev.* - 2002. - Vol. C 66. - P. 051305(R).
2. *Meyer D.A., Wood V., Casten R.F. et al.* Extensive investigation of 0⁺ states in rare earth region nuclei // *Phys. Rev.* - 2006. - Vol. C 74. - P. 044309.
3. *Bettermann L., Heinze S., Jolie J. et al.* High-resolution study of 0⁺ states in ¹⁷⁰Yb // *Phys. Rev.* - 2009. - Vol. C 80. - P. 044333.

4. *Ilie G., Casten R.F., von Brentano P. et al.* Investigation of 0^+ states in ^{192}Pt and ^{194}Pt isotopes // *Phys. Rev.* - 2010. - Vol. C 82. - P. 024303.
5. *Bernards C., Casten R.F., Werner V. et al.* Investigation of 0^+ states in ^{198}Hg after two-neutron pickup // *Phys. Rev.* - 2013. - Vol. C 87. - P. 024318.
6. *Bucurescu D., Graw G., Hertenberger R. et al.* High-resolution study of 0^+ and 2^+ excitations in ^{168}Er with the (p, t) reaction // *Phys. Rev.* - 2006. - Vol. C 73. - P. 064309.
7. *Levon A.I., Graw G., Eisermann Y. et al.* Spectroscopy of ^{230}Th in the (p, t) reaction // *Phys. Rev.* - 2009. - Vol. C 79. - P. 014318.
8. *Levon A.I., Graw G., Hertenberger R. et al.* 0^+ states and collective bands in ^{228}Th studied by the (p, t) reaction // *Phys. Rev.* - 2013. - Vol. C 88. - P. 014310.
9. *Lo Iudice N., Sushkov A.V., Shirikova N.Yu. et al.* Microscopic structure of low-lying 0^+ states in the deformed ^{158}Gd // *Phys. Rev.* - 2004. - Vol. C 70. - P. 064316.
10. *Lo Iudice N., Sushkov A.V., Shirikova N.Yu. et al.* Microscopic structure of low-lying 0^+ states in deformed nuclei // *Phys. Rev.* - 2005. - Vol. C 72. - P. 034303.
11. *Zamfir N.V., Jing-ye Zhang, Casten R.F. et al.* Interpreting recent measurements of 0^+ states in ^{158}Gd // *Phys. Rev.* - 2002. - Vol. C 66. - P. 057303.
12. *Sun Y., Aprahamian A., Jing-ye Zhang, Ching-Tsai Lee.* Nature of excited 0^+ states in ^{158}Gd described by the projected shell model // *Phys. Rev.* - 2003. - Vol. C 68. - P. 061301(R).
13. *Levon A.I., Graw G., Hertenberger R. et al.* Spectroscopy of ^{232}U in the (p, t) reaction: Experimental data // *Yaderna fizyka ta eneretyka (Nucl. Phys. At. Energy)*. - 2016. - Vol. 17, No. 3. - P. 215 - 226.
14. *Browne E.* Nuclear Data Sheets for $A = 232$ // *Nucl. Data Sheets.* - 2006. - Vol. 107. - P. 2579.
15. *Weiss-Reuter R., Münzel H., Pfennig G.* Decay of ^{232}Np // *Phys. Rev.* - 1972. - Vol. C6. - P. 1425.
16. *Ardissou G., Hussonnois M., LeDu J.F. et al.* Levels of ^{232}U Fed in ^{236}Pu α Decay // *Phys. Rev.* - 1994. Vol. C 49. - P. 2963.
17. *Spieker M., Bucurescu D., Endres J. et al.* Possible experimental signature of octupole correlations in the 0^+_2 states of the actinides // *Phys. Rev.* - 2013. - Vol. C 88. - P. 041303(R).
18. *Iachello F., Arima A.* The Interacting Boson Model. - England, Cambridge: Cambridge University Press, 1987.
19. *Engel J., Iachello F.* Interacting Boson Model of Collective Octupole States (I). The Rotational Limit // *Nucl. Phys.* - 1987. - Vol. A 472. - P. 61.
20. *Zamfir N.V., Kusnezov D.* Octupole Correlations in the Transitional Actinides and the spdf Interacting Boson Model // *Phys. Rev.* - 2001. - Vol. C 63. - P. 054306.
21. *Zamfir N.V., Kusnezov D.* Octupole correlations in U and Pu nuclei // *Phys. Rev.* - 2003. - Vol. C 67. - P. 014305.
22. *Robledo L.M., Rodriguez-Guzman R.R.* Octupole deformation properties of actinide isotopes within a mean-field approach // *J. Phys. (London)* - 2012. - Vol. G 39. - P. 105013.
23. *Robledo L.M., Butler P.A.* Quadrupole-octupole coupling in the light actinides // *Phys. Rev.* - 2013. - Vol. C 88. - P. 051302.
24. *Nazarewicz W., Olanders P., Ragnarsson I. et al.* Analysis of Octupole Instability in Medium-Mass and Heavy Nuclei // *Nucl. Phys.* - 1984. - Vol. A 429. - P. 269.
25. *Butler P.A., Nazarewicz W.* Intrinsic Reflection Asymmetry in Atomic Nuclei // *Rev. Mod. Phys.* - 1996. - Vol. 68. - P. 349.
26. *Casten R.F., Warner D.D.* The interacting boson approximation // *Rev. Mod. Phys.* - 1988. - Vol. 60. - P. 389.
27. *Kusnezov D.* The U(16) algebraic lattice. II. Analytic construction // *J. Phys.* - 1990. - Vol. A 23. - P. 5673.
28. *Kusnezov D.* The U(16) algebraic lattice // *J. Phys.* - 1989. - Vol. A 22. - P. 4271.
29. *Kusnezov D.* Computer code OCTUPOLE (unpublished).
30. *Soloviev V.G.* Theory of Atomic Nuclei: Quasiparticles and Phonons. - Bristol: Institute of Physics, 1992.
31. *Soloviev V.G.* Theory of Complex Nuclei. - Oxford: Pergamon Press, 1976.
32. *Møller P., Nix J.R., Myers W.D., Swiatecki W.J.* Nuclear Ground-State Masses and Deformations // *Atomic Data Nucl. Data Tables.* - 1995. - Vol. 59. - P. 185.
33. *Møller P., Nix J.R., Kratz K.-L.* Nuclear Properties for Astrophysical and Radioactive-Ion-Beam Applications // *Atomic Data Nucl. Data Tables.* - 1997. - Vol. 66. P. 131.
34. *Weber T., de Boer J., Freitag K. et al.* Nuclear Levels in ^{228}Th Populated in the Decay of ^{228}Pa (II) // *Eur. Phys. J.* - 1998. - Vol. A3. - P. 25.
35. *Sushkov A.V.* (Private communication).
36. *Pyatov N.I.* Excitation of 0^+ states in two-particle transfer reactions // *Ark. Phys.* - 1967. - Vol. 36. - P. 667.

Надійшла 03.08.2016
Received 03.08.2016