

# Ewolucja oraz powstawanie deformacji w łańcuchu izotopowym jąder itru

Ł. W. Iskra<sup>1</sup>, B. Fornal<sup>1</sup>, S. Leoni<sup>2,3</sup>, G. Bocchi<sup>2,3</sup>, A. Blanc<sup>4</sup>, S. Bottoni<sup>2,3</sup>, N. Cieplicka-Oryńczak<sup>1</sup>, M. Jentschel<sup>4</sup>, U. Köster<sup>4</sup>,  
C. Michelagnoli<sup>4,5</sup>, P. Mutti<sup>4</sup>, T. Soldner<sup>4</sup>, G. de France, G. S. Simpson, C. A. Ur, W. Urban

1 Instytut Fizyki Jądrowej, PAN, 31-342 Kraków, Polska

2 Wydział Fizyki, Uniwersytet w Mediolanie, I-20133 Mediolan, Włochy

3 INFN sekcja w Mediolanie, 20133, Mediolan, Włochy

4 Instytut Laue-Langevin, 71 Avenue des Martyrs, 38042 Grenoble, Francja

...

W przypadku izotopów rubidu (Rb), strontu (Sr), itru (Y) cyrkonu (Zr) oraz niobu (Nb), o liczbach atomowych  $Z = 37-41$ , następuje nagle zmiana struktur jądrowych przy liczbie neutronów  $N = 60$ . Podczas gdy dla  $N < 60$  jądra te przyjmują kształt sferyczny w stanie podstawowym to dla  $N \geq 60$  wykazują znaczne deformacje. Zjawisko to jest uważane za jedną z najgwałtowniejszych zmian kształtów jądrowych w całej tablicy nuklidów [1]. Ważnym pytaniem jest to czy struktury zdeformowane mogą występować również w jądrach o  $N < 60$ , ale przy wyższych energiach zbudzenia i wartościach spinu? Obecność takich struktur manifestuje się poprzez istnienie pasm rotacyjnych w schemacie poziomów energetycznych danego jądra atomowego. Takie właśnie pasma zostały znalezione powyżej stanów izomerycznych w izotopach  $^{96}\text{Rb}$ ,  $^{96}\text{Sr}$ ,  $^{98}\text{Y}$ ,  $^{98-99}\text{Zr}$  (np. [2]) czyli dla liczby neutronów  $N = 58$  oraz  $59$ , niemniej jednak nie ma żadnych informacji eksperymentalnych o obecności wzbudzeń kolektywnych dla lżejszych jąder. Poszukiwania takich struktur, na przykładzie łańcucha izotopowego jąder itru, jest przedmiotem opisywanych badań. Nowe informacje eksperymentalne dla  $^{96}\text{Y}$  ( $N=57$ ) oraz  $^{94}\text{Y}$  ( $N=55$ ) stanowią ważny wkład w badania na temat mechanizmu powstawania deformacji jądrowych jak i ich ewolucji przy zwiększającej się liczbie neutronów.

Izotopy itru 94 oraz 96 były produkowane w reakcji rozszczepienia tarcz  $^{235}\text{U}$  oraz  $^{241}\text{Pu}$ , które było indukowane zderzeniami z zimnymi neutronami z reaktora zlokalizowanego w Instytucie Laue-Langevin. Promienie gamma były rejestrowane za pomocą spektrometru EXILL [3] złożonego z 46 detektorów germanowych o dużej czystości. W celu analizy danych zostały wykorzystane techniki koincydencji opóźnionych oraz krzyżowych [4].

Rezultatem przeprowadzonych pomiarów była identyfikacja ponad 50 nowych przejść gamma w izotopie  $^{96}\text{Y}$  [5,6]. Ponadto został zaobserwowany nowy stan izomeryczny o czasie połowicznego rozpadu 201 ns i energii wzbudzenia 1655 keV. Powyżej izomeru widoczna jest struktura odpowiadająca początkowi pasma rotacyjnego. Dodatkowo, wykorzystując technikę korelacji kątowych wyznaczono wartości spinów i parzystość dla większości nowozidentyfikowanych stanów. W przypadku izotopu  $^{94}\text{Y}$  zaobserwowano 11 nowych przejść [7] ułożonych powyżej znanego wcześniej izomeru ( $5^+$ ). Eksperymentalne rezultaty zostały również przedyskutowane w oparciu o teorię modelu powłokowego.

Obecność nowego stanu izomerycznego i prawdopodobne zbudowane na nim pasmo rotacyjne w jądrze  $^{96}\text{Y}$  ( $N = 57$ ) rzucają nowe światło na badania o mechanizmie powstawania deformacji w jądrach atomowych. Rezultaty sugerują, że struktury zdeformowane obecne są już dla liczby neutronów  $N = 57$  i wraz z ich wzrostem stopniowo obniżają swoją lokalizację stając się strukturą dominującą i opartą na stanie podstawowym dla  $N \geq 60$ . Również wyniki dla  $^{94}\text{Y}$  są w zgodzie z postawioną hipotezą gdzie sferyczne struktury zaobserwowane zostały tylko w niższych partiach energii wzbudzenia.

[1] E. Chiefetz, R.C. Jared, S.G. Thompson, J.B. Wilhelmy, Phys. Rev. Lett. 25 (1970) 38.

[2] W. Urban et al., Nucl. Phys A 689, 605 (2001).

[3] M. Jentschel et al., EXILL technical paper, JINST (subm. 2017).

[4] Ł. W. Iskra et al., Phys. Rev. C 89, 044324 (2014).

[5] Ł. W. Iskra et al., Europhys. Lett. 117, 12001 (2017).

[6] Ł. W. Iskra et al., Acta Phys. Pol. B 48, 581 (2017).

[7] Ł. W. Iskra et al., zgłoszone do publikacji