

Wzbudzenie kulombowskie ze zmianą parzystości na przykładzie ^{45}Sc

M. Matejska-Minda¹, P.J. Napiorkowski¹, T. Abraham¹, P. Bednarczyk², A. Bezbakh³, D. Doherty⁴, K. Hadyńska-Klęk⁵, J. Iwanicki¹, G. Kamiński³, M. Kisieliński¹, M. Komorowska¹, M. Kowalczyk¹, R. Kumar⁶, A. Maj², T. Marchlewski¹, P. Matuszczak¹, V. Nanal⁷, A. Nannini⁸, M. Palacz¹, L. Próchniak¹, M. Rocchini^{8,9}, M. Saxena¹, M. Siciliano^{5,10}, J. Srebrny¹, A. Stolarz¹, J. Styczeń², B. Wasilewska², K. Wrzosek-Lipska¹, and M. Zielińska¹¹

1) Środowiskowe Laboratorium Ciężkich Jonów Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, Polska

2) Instytut Fizyki Jądrowej PAN, Kraków, Polska

3) Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, Russia

4) Department of Physics, University of Surrey, Guildford, UK

5) INFN, Laboratori Nazionali di Legnaro, Legnaro, Italy

6) Inter University Accelerator Centre, New Delhi, India

7) TIFR, Mumbai, India, 8) INFN Sezione di Firenze, Firenze, Italy

9) Università degli Studi di Firenze, Dipartimento di Fisica e Astronomia, Firenze, Italy

10) Università degli Studi di Padova, Padova, Italy and

11) IRFU/SPhN, CEA Saclay, Gif-sur-Yvette, France

Badania promieniowania elektromagnetycznego jąder pozwalają skonfrontować przewidywania modeli teoretycznych z wynikami eksperymentów. Dostarczają nam one informacji między innymi o położeniu poziomów energetycznych, o prawdopodobieństwie i charakterze przejść między nimi, wobec tego służą do badania różnorodnych aspektów struktury jądra.

Obiektem naszych badań jest stabilny izotop skandu - ^{45}Sc . Jądro to leży na tablicy nuklidów w pobliżu podwójnie magicznego nuklidu ^{40}Ca . ^{45}Sc ma jeden proton i 4 neutrony powyżej zamkniętych powłok $Z=N=20$. Struktura tego jądra zbudowana na stanie podstawowym o spinie $7/2^-$ ma kształt bliski kształtowi sferycznemu. Jedynie 12.4 keV powyżej stanu podstawowego znajduje się długo żyjący stan izomeryczny (318 ms) o parzystości dodatniej i znacznej deformacji „prolate” (parametr wydłużenia $\beta_2 \sim 0.3$) [1]. Nasza uwaga skierowana jest w stronę pasma poziomów zbudowanego na wspomnianym stanie izomerycznym.

Wzbudzenie kulombowskie jest doskonałą metodą badania struktury jądrowej. Odpowiednio dobrana energia wiązki sprawia, że oddziaływanie pomiędzy zderzającymi się jądrami tarczy i wiązki jest czysto elektromagnetyczne. Proces wzbudzenia może być zatem opisany w sposób modelowo-niezależny, przy użyciu równań elektrodynamiki, bez wprowadzania założeń dotyczących sił jądrowych. Wyznaczone w ten sposób przejściowe i diagonalne elementy macierzowe przejść elektromagnetycznych pozwalają na wyliczenie rozmaitych danych spektroskopowych – czasów życia, stosunków rozgałęzień, współczynników zmieszania, prawdopodobieństw przejść, momentów kwadrupolowych. Znajomość pełnego zestawu elementów macierzowych pozwala także na określenie kształtu badanego jądra w każdym stanie niezależnie, tworząc tym samym rodzaj „mikroskopu jądrowego”. Wzbudzenia kulombowskie stanowią silny test istniejących modeli struktury jądra, gdyż w analizie uzyskiwanych tą metoda danych nie stosuje się założeń co do sił jądrowych.

W celu zbadania właściwości elektromagnetycznych nisko położonych stanów wzbudzonych w ^{45}Sc , w listopadzie ubiegłego roku w Środowiskowym Laboratorium Ciężkich Jonów Uniwersytetu Warszawskiego przeprowadziliśmy pomiar wzbudzenia kulombowskiego ^{45}Sc . Eksperyment odbył się z użyciem wiązki ^{32}S o energii 70 MeV dostarczonej z cyklotronu U-200P. Kwanty gamma emitowane ze wzbudzonych kulombowsko stanów ^{45}Sc rejestrowane były w układzie detektorów germanowych EAGLE. Zebrane dane analizowane są programem GOSIA [2] w celu określenia zestawu elementów macierzowych dla zaobserwowanych przejść elektromagnetycznych. Ponadto analiza skierowana jest na określenie prawdopodobieństwa wzbudzenia ze stanu podstawowego do pierwszego stanu wzbudzonego $B(E3, 7/2^- \rightarrow 3/2^+)$, jak dotąd znany jest jedynie górny limit [3]; zaś prawdopodobieństwo wzbudzenia do wyżej leżącego stanu w paśmie izomerycznym $B(E3, 7/2^- \rightarrow 5/2^+)$ jest nieznane.

Podsumowując, ostatnio przeprowadzony pomiar wzbudzenia kulombowskiego ^{45}Sc zostanie szczegółowo opisany oraz zaprezentowane zostaną wstępne wyniki analizy zebranych danych.

[1] M. Avgoulea et al., J. Phys. G: Nucl. Part. Phys. 38, (2011) 025104.

[2] T. Czosnyka, D. Cline, and C. Y. Wu, Bull. Amer. Phys. Soc. 28, (1983) 745, <http://slcj.uw.edu.pl/en/gosia-code/>.

[3] A.E. Blaugrund, R.E. Holland and F.J. Lynch, Phys. Rev. Vol. 159, no. 4, (1967) 926.

„Badania zostały sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych w ramach finansowania stażu po uzyskaniu stopnia naukowego doktora na podstawie decyzji numer DEC-2014/12/S/ST2/00483”. This project has received funding from the European Union’s Horizon 2020 ENSAR2 research and innovation programme under grant agreement no 654002.