

Dr hab. Michał Gierlik, prof. NCBJ

Konkluzja

Po zapoznaniu się z rozprawą doktorską mgr. Anny Abramuk pod tytułem „Properties of exotic nuclei with a high excess of neutrons in the mass region $A = 110$ ” stwierdzam, iż

- rozprawa potwierdza ogólną wiedzę doktorantki w dziedzinie fizyki,
- rozprawa zawiera opis oryginalnego dokonania naukowego.

Rozprawa została przygotowana w języku angielskim na bardzo dobrym poziomie merytorycznym i językowym, adekwatnym do standardów międzynarodowych czasopism naukowych. Oceniam, że praca **spełnia** warunki art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. W szczególności rozprawa spełnia warunki określone uchwałą Senatu Uniwersytetu Warszawskiego, określającą sposób postępowania w sprawie nadania stopnia doktora na Uniwersytecie Warszawskim.

Rekomenduję przejście do dalszych kroków procesu nadania stopnia doktora nauk fizycznych pani mgr. Annie Abramuk.

Recenzja

Art.187. ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce precyzuje, iż:

1. Rozprawa doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną kandydata w dyscyplinie albo dyscyplinach oraz umiejętność samodzielnego prowadzenia pracy naukowej lub artystycznej.
2. Przedmiotem rozprawy doktorskiej jest oryginalne rozwiązanie problemu naukowego, oryginalne rozwiązanie w zakresie zastosowania wyników własnych badań naukowych w sferze gospodarczej lub społecznej albo oryginalne dokonanie artystyczne.

Równoważne zapisy znajdują się również w uchwale Senatu Uniwersytetu Warszawskiego, określającej sposób postępowania w sprawie nadania stopnia doktora na Uniwersytecie Warszawskim. Moim zadaniem było ustalenie czy i w jakim stopniu rozprawa doktorska mgr. Anny Abramuk, zatytułowana „Properties of exotic nuclei with a high excess of neutrons in the mass region $A = 110$ ”, spełnia te wymagania. Zaczę od punktu drugiego, ponieważ jego spełnienie jest tym trudniejszym w realizacji elementem pracy doktorskiej. Doktorantka brała udział w przygotowaniach oraz przeprowadzeniu eksperymentów z zakresu fizyki jądrowej, korzystając z dostępu do dużej infrastruktury badawczej IGISOL należącej do wydziału fizyki Uniwersytetu w Jyväskylä. To niekoniecznie były te same eksperymenty, których wyniki zostały zaprezentowane w rozprawie, niemniej, od strony technicznej, były to bardzo podobne do siebie eksperymenty. Nie jest niczym nadzwyczajnym, że dane zebrane w dobrze przeprowadzonej kampanii są opracowane i opublikowane przez doktorantów, którzy dołączyli do zespołu już po eksperymentach. Miałem okazję osobiście brać udział w eksperymentach przeprowadzonych w ramach współpracy pomiędzy wydziałami fizyki Uniwersytetu Warszawskiego i University of Jyväskylä, potwierdzam, że rzeczywisty wkład pracy doktorantki w przygotowanie systemu spektrometrycznego oraz jego elektroniki akwizycji nie mógł być, i nie był symboliczny. Opracowane przez doktorantkę dane doświadczalne umożliwiły poszerzenie wiedzy na temat budowy i właściwości izotopów ^{117}Ag , ^{119}Ag i ^{107}Mo . W szczególności osiągnięcie doktorantki podsumowałbym następująco:

- Uszczegółowiła schematy poziomów i potwierdziła strukturę stanów wzbudzonych badanych izotopów. Umożliwiło to jednoznaczne przyporządkowanie zidentyfikowanych wcześniej linii do przejść pomiędzy konkretnymi poziomami wzbudzonymi, jak również identyfikację stanów izomerycznych.

- Jednoczesne wykorzystanie różnych technik pomiarowych pozwoliło na rozbudowanie schematów poziomów jądrowych opracowanych izotopów, w szczególności fragmentów schematów zawierających poziomy o niskich wartościach momentu pędu (spinach).
- Uzyskane wyniki, ze względu na swoją dokładność i szczegółowość, stanowią wymagający sprawdzian dla modeli teoretycznych.

Wymienione powyżej rezultaty są efektem zastosowania złożonego aparatu analitycznego, którego umiejętność stosowania doktorantka przekonująco zaprezentowała w swojej rozprawie. Przez 'aparat' rozumiem szereg czynności związanych z właściwym sortowaniem danych koincydencyjnych, budowaniem i analizowaniem widm, wykorzystując w tym wiedzę na temat działania i współdziałania zastosowanych detektorów. Termin ten obejmuje również proces konstruowania schematów poziomów jądrowych w oparciu o dotychczasową wiedzę oraz głęboką znajomość procesów jądrowych i reguł związanych z prawdopodobieństwem konkurujących procesów deekscytacji poziomów wzbudzonych jąder atomowych.

Przedstawione wyniki nie mają charakteru przełomowego w sensie redefiniowania podstaw fizyki jądrowej, jednak stanowią rzetelny i potrzebny wkład w systematyczne badania struktur jąder atomowych. Tego rodzaju prace, oparte na solidnym warsztacie eksperymentalnym i konsekwentnej analizie danych, są niezbędne dla dalszego rozwoju dziedziny i tworzą fundament, na którym opierają się bardziej syntetyczne ujęcia teoretyczne. Rezultaty zostały opublikowane w trzech niezależnych publikacjach, na łamach czasopisma *Physical Review C*. Pani Abramuk jest współautorką wszystkich trzech artykułów oraz pierwszą autorką jednego z nich. *Physical Review C* stosuje do nadsyłanych prac procedurę recenzji naukowej, a zatem każdy z artykułów uzyskał niezależną i obiektywną ocenę jako opisujący 'nowatorskie, istotne i rzetelnie przeprowadzone badania z zakresu fizyki jądrowej, spełniające wymogi oryginalności, wysokiego rygoru technicznego, jednoznacznego osadzenia w istniejącym dorobku naukowym oraz wnoszące znaczący wkład w rozwój wiedzy dla określonego środowiska naukowego'¹. I takie też, po zapoznaniu się z rozprawą pani mgr. Anny Abramuk, jest moje zdanie, jeśli chodzi o uznanie drugiego warunku ustawy za spełniony.

Przejdę teraz do oceny warunku pierwszego. Rozbudowany wstęp teoretyczny w rozprawie doktorskiej pełni dwie ważne role. Po pierwsze, służy jako przewodnik dla czytelnika, który pozwala zgłębiać i docenić istotę wyzwania, jakiego podjęła się autorka, bez konieczności nieustannego zaglądania do zewnętrznych źródeł. Po drugie daje możliwość zaprezentowania owej ogólnej wiedzy w dziedzinie, której elementem jest rozwiązany w rozprawie problem naukowy. Z reguły poprawne wywiązanie się z pierwszej roli załatwia i drugą. Niekoniecznie działa to w drugą stronę, gdyż przytłoczenie czytelnika mniej istotnymi niuansami lub nadmierną ilością materiału wprowadzie dowiedzie głębokiej wiedzy doktoranta, ale jednocześnie stłumi w czytelniku chęć do zapoznania się z istotą osiągnięcia. Pani mgr. Anna Abramuk bezbłędnie uniknęła tej pułapki. Zawarty w rozprawie wstęp jest kompetentnym wykładem fizyki jądrowej, pozwalającym na pełne zrozumienie zarówno zastosowanych technik doświadczalnych, metod analizy danych jak i wagi otrzymanego rezultatu. Wszędzie tam, gdzie bardziej wnikliwy czytelnik zapragnąłby pogłębić wiedzę, mógł też napotkać adekwatną referencję. Z dużą przyjemnością odświeżyłem sobie wiedzę kursu fizyki jądrowej z czasów studiów na Uniwersytecie Warszawskim. Rozprawa jako punkt wyjścia przyjmuje zagadnienie nukleosyntezy, i tłumaczy, dlaczego poznanie właściwości neutronowo-nadmiarowych, dalekich od ścieżki stabilności jąder atomowych przybliży nas do rozwiązania jego zagadki. Następnie krok po kroku przypomina jak zbudowane są jądra atomowe i jakie są mocne i słabe punkty powszechnie przyjętych do ich opisów modeli jądrowych. Demonstruje w jaki sposób konfrontuje się przewidywania tychże modeli z rezultatami pomiarów eksperymentalnych. Kolejne rozdziały przypominają podstawowy opis przemiany beta, zasady wiążące podlegające przemianie jądro ze stanami wzbudzonymi w jądrze potomnym oraz reguły rządzące procesami deekscytacji tych ostatnich: konkurującymi ze sobą procesami konwersji wewnętrznej i emisji promieniowania elektromagnetycznego. W ten sposób zwięzły opis teoretyczny zatacza zgrabne koło, demonstrując jak dostępne eksperymentalnie wielkości pomiarowe – obserwable,

¹ Na podstawie kryteriów kwalifikacji prac do publikacji w czasopismach American Physical Society, w tym *Physica Review C*.

pozwalają na weryfikację trafności przewidywań modeli i w konsekwencji, ustalenie jakie procesy astrofizyczne są odpowiedzialne za obserwowane proporcje występowania izotopów. Cały, mieszczący się na zaledwie 25 stronach wstęp, daje jednocześnie czytelnikowi solidne oparcie, pozwalające zrozumieć motywację budowy złożonych układów doświadczalnych, których celem jest produkcja, selekcja i pomiar promieniowania gamma emitowanego przez żyjące pojedyncze sekundy izotopy. Doktorantka nie tylko dowodzi tym posiadaną wiedzę, ale również umiejętności jej selekcji pod względem wagi w przyjętej narracji. Ta ostatnia jest spójna i płynna. Kolejne rozdziały wynikają z poprzednich, a przystępując do części właściwej rozprawy czytelnik nie ma poczucia zagubienia. Podobnie rzecz się ma z częścią opisującą układ doświadczalny, która sama w sobie stanowi zgrabny skrypt przystępnie tłumaczący sposób działania złożonego zestawu instrumentów fizyki jądrowej, do zrozumienia której nie trzeba być specjalistą i wystarczy znajomość fizyki z zakresu szkoły średniej. Świadczy to o głębokim rozumieniu przez autorkę istoty opisanego układu i umiejętności przedstawienia zaprezentowanego materiału na spójnym i wyrównanym poziomie trudności. Reasumując, pani mgr. Anna Abramuk nie tylko dowiodła opanowania wiedzy na poziomie osoby aspirującej do stopnia naukowego doktora, ale też posiadała umiejętność jej prezentacji w spójny i celowy sposób. Tym samym należy uznać, że również pierwszy warunek ustawy został spełniony.

Potknięcie i uchybienia

Przy wszystkich swoich zaletach, oceniana praca nie jest dziełem idealnym i zawiera kilka elementów wymagających komentarza mojego, bądź autorki. Mankamenty te w żaden sposób nie umniejszają istoty wartości osiągnięcia, niemniej do ich wytknięcia zobowiązuje mnie rola recenzenta. Ponieważ ostatnio moja praca naukowa związana jest z pomiarami czasów życia, siłą rzeczy ten fragment rozprawy byłem w stanie ocenić najbardziej skrupulatnie.

Zacznę od przypomnienia stosowanych w spektrometrii jądrowej konwencji przyporządkowania energii mierzonych przejść gamma do konkretnych izotopów. Przeważnie energię konkretniej, widocznej w widmie spektrometrycznym linii przyporządkowuje się do izotopu, którego deekscytacja z jednego stanu energetycznego do drugiego odbyła się poprzez emisję kwantu gamma. Jest to podejście ścisłe i tę konwencję przyjęła w swojej pracy doktorantka. Stosowane jest też podejście funkcjonalne, gdy tę samą linię przyporządkowuje się do izotopu, którego rozpad zasilił stan wzbudzony w jądrze potomnym. Doświadczony fizyk mówiąc o liniach o energii 1172 keV i 1332 keV obserwowanych w widmie ^{60}Co zdaje sobie sprawę, że są to przejścia w ^{60}Ni – produkcie rozpadu kobaltu. Jednakże towarzyszący mu na pracowni studenci mogą łatwo ten niuans przegapić. Autorka pracy popełniła błąd odwrotny, przyporządkowując wyznaczony z obserwacji zmian intensywności przejścia czas życia ^{119}Pd , jądra potomnemu, czyli ^{119}Ag . Nie była to niestety wyłącznie literówka, ponieważ powtarza go w podsumowaniu. Co więcej, zestawia zmierzoną wartość z wartością cytowaną w publikacji, której autor już poprawnie identyfikuje izotop palladu. Z drugiej strony, podając czas życia wyznaczony z analizy przejść w ^{107}Mo autorka poprawnie wskazuje na niob.

Autorka przytacza również, w rozdziale 8.7 na str. 98, bardzo interesującą metodę PAR (ang. Peak Area Ratio) wyznaczenia czasu życia w przypadku niskiej intensywności analizowanej linii, gdy śledzenie i dopasowanie funkcji jej zaniku w czasie jest obciążone dużym błędem, lub wręcz niemożliwe. Praca zyskałaby, gdyby autorka naszkicowała aparat matematyczny stojący za tą metodą i pokazała, że istotnie stała produkcji upraszcza się przy wyliczaniu stosunku, pozostawiając stałą zaniku (albo równoważnie czas życia), jako jedyną nieznaną zmienną w równaniu. Absolutnym minimum powinno było być podanie referencji, z której czytelnik mógłby doczytać coś więcej na temat opisanej metody. Co więcej, ponieważ technika PAR wykorzystuje również dane zebrane w trakcie cyklu produkcji, to otrzymane z nich wartości czasów życia, jako niezależne (choć częściowo skorelowane) od czasów otrzymanych z dopasowania krzywej zaniku, można by dorzucić do średniej ważonej. Chętnie poznałbym powód rezygnacji z wykorzystania części posiadanych danych pomiarowych. I na koniec nurtuje mnie pytanie, dlaczego podobna analiza nie została wykonana dla ^{117}Pd oraz ^{107}Nb ?

Biorąc pod uwagę fakt, że wyznaczenie czasów życia badanych izotopów odbyło się niejako przy okazji i nie stanowiło istoty osiągnięcia naukowego doktorantki, oceniam te uchybienia jako błahe. Co więcej, nawet

gdyby podobnej skali nieścisłości pojawiły się we właściwej części pracy autorki, a które mogłem przeoczyć, choć nie mam powodów sądzić, że tak się stało, to i tak nie umniejszyłyby one wartości osiągnięcia naukowego pani mgr. Anny Abramuk.

Nieznaczące uchybienia dotyczące formy.

Zdaję sobie sprawę, że dopilnowanie wszystkich szczegółów w, liczącej sobie 123 strony, pracy jest niemożliwe. Nie jest niczym zaskakującym, że autorka, pomimo swojej skrupulatności, wspierającego ją zespołu, czy też narzędzi informatycznych, które miała w swojej dyspozycji, nie uniknęła drobnych potknięć. Można się na nie natknąć w paru miejscach, podobnie jak można również napotkać fragmenty dopisane już po korekcie językowej pracy i nieco odstające od perfekcyjnego angielskiego rozprawy. Byłbym zaskoczony, gdybym się na takowe nie natknął. Z drugiej strony manuskrypt rozprawy jest, jakby nie było, zwieńczeniem kilku lat intensywnej pracy. Uniknięcie odrobiny dodatkowego wysiłku w kierunku doszlifowania szczegółów niesie ryzyko zrobienia złego wrażenia na mecie. Dlatego wzbudził moją wątpliwość niefortunny, w moim mniemaniu, dobór narzędzia do sporządzenia rysunków 43 i 44, przez co ich jakość wyraźnie kontrastuje z profesjonalną, wektorową wizualizacją obecnych w rozprawie widm i schematów rozpadów. Zastanawia mnie również, czy zabieg bezpośredniego zeskanowania rysunków z cytowanych źródeł, czego przykładem jest rys. 9, wynikał z chęci dochowania wierności oryginałowi czy też z ograniczeń czasowych w procesie edycji manuskryptu?

Podsumowanie

Oceniam, że recenzowana rozprawa autorstwa mgr. Anny Abramuk, pt. „Properties of exotic nuclei with a high excess of neutrons in the mass region $A = 110$ ” **wypełnia** obydwa warunki art. 187 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce. Rekomenduję przejście do dalszych kroków procesu nadania stopnia doktora nauk fizycznych pani mgr. Annie Abramuk.

Dr hab. Michał Gierlik, prof. NCBJ

