

dr hab. Wojciech Gawlikowicz, prof. UKSW
Wydział Biologii i Nauk o Środowisku
Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie

**Recenzja pracy doktorskiej „Studies of Alpha Clustering in Nuclei”
przedstawionej przez mgr Jinesha Kallunkathariyila**

W rozprawie doktorskiej mgr Jinesh Kallunkathariyil, doktorant Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Jagiellońskiego przedstawił badania teoretyczne dotyczące możliwości występowania struktur alfowych w jądrach atomowych znajdujących się w stanach podstawowych. Praca zawiera również szczegółowy opis Mikroskopowego Modelu Kroplowego opartego na równaniu stanu materii jądrowej. Przedstawione zostało uzasadnienie przyjętego podejścia oparte o dotychczasowe studia teoretyczne nad klasteryzacją struktur alfowych w jądrach atomowych. Mikroskopowy Model Kroplowy użyty w pracy jest rozwinięciem modelu opracowanego przez dr. Zbigniewa Sosina. Istotnym wkładem naukowym mgr Jinesha Kallunkathariyila jest wersja kodu komputerowego w języku C++, uwzględniająca zależność równania stanu materii jądrowej od spinu i izospinu nukleonów.

Autor pracy bardzo dobrze przedstawia koncepcje struktur alfowych w jądrach atomowych, poczynając od bardzo wczesnych modeli, a kończąc na omówieniu wyników współczesnych eksperymentów związanych z nieelastycznym rozpraszaniem cząstek alfa na jądrach atomowych. Daje to szeroką podbudowę teoretyczną do koncepcji badań struktur alfowych przy pomocy Mikroskopowego Modelu Kroplowego.

W obliczeniach modelowych stany podstawowe jader atomowych określone są poprzez pakiety falowe odpowiadające funkcjom falowym nukleonów, uwzględniających ich spin i izospin. Brakuje tutaj warunku na pełną antysymetryzację funkcji falowej. Taki warunek określony przez wyznacznik Slatera jest oczywiście niezmiernie trudny do wprowadzenia (zwykle używane są przybliżenia tego warunku). Model zawierający warunek na pełną antysymetryzację funkcji falowej byłby z pewnością bardzo dobrze odebrany na świecie. Rozumiem jednak, że takie ulepszenie daleko wykracza poza ramy pracy doktorskiej.

Weryfikacja modelu o dane eksperymentalne oparta jest o (i) energie wiązania jader atomowych, (ii) promienie jader atomowych, (iii) rozkłady gęstości nukleonów dla jader atomowych oraz (iv) systematykę energii wiązania dla jader bogatych w klastry alfa. Przeprowadzone porównania z danymi eksperymentalnym wykazują dosyć dobrą zgodność z danymi symulacyjnymi, szczególnie dla systematyki energii wiązań jader bogatych w klastry alfa. Daje to bardzo poważne uzasadnienie przedstawionego podejścia modelowego, pokazując ogólną zgodność przewidywań modelu z pomiarami, co jest szczególnie obiecujące dla systematycznych trendów wykazywanych przez model.

Konkluzje pracy dość dobrze ilustrują problemy wynikające z przyjętego podejścia modelowego. Wyniki tego typu obliczeń będą zawsze zależały w sposób istotny od przyjętego hamiltonianu i parametryzacji równania stanu dla materii jądrowej.

Mikroskopowy Model Kroplowy przedstawiony w pracy z pewnością powinien być dalej udoskonalany, co wymaga poświęcenia znacznie więcej czasu niż autor był to w stanie zrobić podczas studiów doktoranckich. Ciekawą rzeczą byłoby oszacowanie, na podstawie modelu, prawdopodobieństwa utworzenia i emisji cząstki alfa, co poprzez porównanie z czasami życia ze względu na rozpad alfa dla ciężkich niestabilnych jąder atomowych dałoby bardzo silną weryfikację eksperymentalną.

Przetawiona praca zawiera kilka nieścisłości, jak na przykład stwierdzenie „strong nuclear interaction is not well understood” – oddziaływanie silne i jego własności jest oczywiście bardzo dobrze zrozumiane, mimo braku analitycznej formuły na potencjał oddziaływań jądrowych silnych, czy dokładnej znajomości mechanizmu wysycania sił jądrowych, co jak rozumiem autor miał na myśli. W pracy niepotrzebnie wprowadzony został lagrangian, skoro do minimalizacji energii stanu podstawowego używany jest modelowy hamiltonian. Te drobne uwagi nie wpływają jednak na całościową ocenę pracy.

Biorąc pod uwagę przedstawiony w pracy model oraz porównanie predykcji modelowych z dostępnymi danymi eksperymentalnymi oceniam rozprawę doktorską mgr Jinesha Kallunkathariyila jako bardzo dobrą.

Wiedza jaką wykazał się doktorant, utwierdza mnie w przekonaniu, że mgr Jinesh Kallunkathariyil w pełni zasługuje na tytuł doktora nauk fizycznych, dając rękojmię możliwości samodzielnego prowadzenia badań naukowych.


Wojciech Gawlikowicz