

Warszawa, 26-go listopada 2019r.

Prof. dr hab. Piotr Magierski
Wydział Fizyki Politechniki Warszawskiej
ul. Koszykowa 75, 00-667 Warszawa

Recenzja rozprawy doktorskiej mgr. Wojciecha Brodzińskiego
pt. *Konfiguracje równowagi w najcięższych jądrach atomowych i analiza procesów ich rozpadu.*

Praca doktorska mgr. Wojciecha Brodzińskiego jest poświęcona badaniom teoretycznym dotyczącym istnienia i stabilności najcięższych jąder atomowych. Rozprawa została oparta na wynikach opublikowanych w dwóch artykułach w czasopismach recenzowanych w Physical Review C oraz w Acta Physica Polonica B. Praca w Physical Review C posiada dwóch autorów, a praca w Acta Physica Polonica B posiada czterech autorów. Mgr Wojciech Brodziński jest pierwszym autorem w obu opublikowanych pracach, co sugeruje, że jego wkład w otrzymane wyniki był dominujący.

Praca składa się z wprowadzenia, sześciu rozdziałów oraz podsumowania. Tematycznie można ją podzielić na trzy części. W części pierwszej zbadano powierzchnie energetyczne dla hipotetycznych jąder o $Z > 126$. Do obliczeń wykorzystano dwa podejścia teoretyczne: pierwsze, bazujące na metodzie mikroskopowo-makroskopowej z potencjałem Woodsa-Saxona, oraz drugie, oparte na metodzie samozgodnej HF+BCS z oddziaływaniem Skyrme'a SLy6.

Pierwsza część pracy pozostawia niestety odczucie niedosytu. Autor nie przeanalizował w jaki sposób wyliczone parametry: głębokość minimów i wysokość barier zależą od parametrów modelu, np. natężenia oddziaływania pairing. Ponieważ wykonane rachunki są dość daleką ekstrapolacją istniejących modeli czytelnik chciałby wiedzieć jak bardzo podawane wyniki liczbowe są czułe na przyjęte założenia.

Wydaje mi się również, że byłoby wskazane umieszczenie w pracy, np w postaci suplementu, informacji dotyczących analizy stabilności numerycznej uzyskanych wyników, np ze względu na liczbę powłok oscylatorowych w modelu mikro-makro, czy rozmiaru i stałej sieci w rachunkach HFBCS. Brak takich informacji powoduje, że nie wiadomo czy np. fakt, że głębokość minimum wynosi akurat 8 MeV w modelu mikro-makro jest istotna.

Część druga pracy poświęcona jest prezentacji metody instantonowej. Autor przedstawia ideę podejścia instantonowego, oraz rozszerzenie metody na przypadek układu jądrowego z oddziaływaniem pairing, opisywanego metodą HFB. Następnie dyskutowane są dwie metody numeryczne rozwiązywania równań instantonowych. Ta część pracy, choć oparta między innymi na publikacjach innych autorów, mogłaby być napisana trochę staranniej i precyzyjniej. Np. proces przejścia do liczenia całek po trajektoriach zasługiwałoby na dokładniejsze potraktowanie, szczególnie w kontekście zastosowań dyskutowanych w następnych rozdziałach. Autor np. pominął wyrażenie na ścisłą formę miary występującą w sumowaniu po trajektoriach, oraz zagadnienie zbieżności metody do rozwiązania dokładnego reprezentowanego przez formułę 2.22. Wydaje mi się, że mogłoby to rzucić trochę światła na dyskusję wyników w porównaniu z danymi eksperymentalnymi.

W części trzeciej pracy omówione zostały zastosowania metody instantonowej do prostego modelu dwupoziomowego, a następnie do bardziej realistycznych przypadków obejmujących jądra nieparzyste. Autor omawia przy tym różne strategie rachunków przybliżonych, ich wady oraz zalety. Uważam że jest to bardzo ważna część pracy. Dotychczas podejście instantonowe nie było stosowane na szerszą skalę do opisu układów jądrowych, więc dyskusja wyników zawarta w tym rozdziale jest bardzo pouczająca, nawet jeśli, jak zauważa autor, wyniki nie są zbyt dokładne. Wydaje mi się że są to pierwsze systematyczne obliczenia czasów życia w oparciu o metodę

instantonową, która uwzględnia efekty nieadiabaticzne w procesie rozszczepienia.

Praca jest napisana klarownie, choć w wielu miejscach autor niepotrzebnie nadużywa żargonowych określeń. Zauważyłem następujące mankamenty i nieścisłości w pracy:

- we wstępie brak jest określenia na jakich publikacjach autora oparta jest rozprawa doktorska.
- na str. 9 jest niezrozumiałe określenie: „faktycznych punktów siodłowych”, które wymagałoby precyzyjnego określenia.
- na str. 10, użycie współrzędnej „x” i postać całek we wzorach 1.7 i 1.8 sugeruje, że rozważany jest przypadek jednowymiarowy.
- na str. 12, we wzorze 1.17 nie jest jasne co oznacza „ p_{i} ” (wartość klasyczną, wartość oczekiwaną?) i w związku z tym w jaki sposób następuje korekcja ze względu na ruch środka masy w obliczeniach HF.
- na str. 13, przy omawianiu postaci oddziaływania pairing w metodzie HFBCS należałoby podać jawną postać tego oddziaływania. Nie jest również jasne dlaczego natężenie oddziaływania ma wynosić tyle ile podał autor. Co prawda autor podaje, że szczegóły obliczeń można znaleźć w pracy [39], ale tu jednak chodzi o pewne podstawowe informacje, które wg mnie, należałoby jednak zawrzeć w pracy doktorskiej co ułatwiłoby jej czytanie.
- na str. 16 jest dość niejasne zdanie: „...w przypadku modeli samozgodnych przerwy energetyczne nie są tak bezpośrednio związane z występowaniem głębszych minimów energii układu...”. Byłbym wdzięczny za wyjaśnienie tego zdania.
- na str. 30 jest wyrażenie: „adiabaticzny stan podstawowy”, które wydaje mi się mylące, bo czy stan podstawowy tj, o najniższej energii może być adiabaticzny bądź nieadiabaticzny?
- na str. 32 we wzorze 2.16 indeks μ z daszkiem nie jest wyjaśniony.
- na str. 35 pod całką 2.29 miara sumowania po trajektoriach nie jest określona.

Uważam że rozprawa doktorska dokumentuje ciekawą pracę badawczą o dużym znaczeniu dla naszego rozumienia mechanizmu stabilności jąder ciężkich. Pionierskie zastosowanie podejścia instantonowego do układów jądrowych stanowi bardzo ciekawy aspekt rozprawy doktorskiej. Wnioskuje o dopuszczenie rozprawy do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

