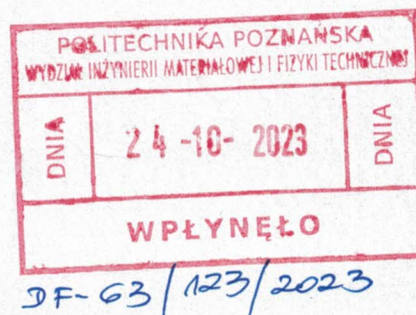


Gdańsk, 10.10.2023

Prof. dr hab. Jerzy Kwela  
Instytut Fizyki Doświadczalnej  
Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki  
Uniwersytet Gdański



**RECENZJA ROZPRAWY DOKTORSKIEJ PANA MGR INŻ. MACIEJA CHOMSKIEGO pt.  
„Właściwości magnetyczne holmu w stanach wzbudzonych”**

Rozprawa doktorska mgr inż. Macieja Chomskiego zatytułowana „Właściwości magnetyczne holmu w stanach wzbudzonych” przedstawiona została jako spójny tematycznie zbiór sześciu artykułów. Wszystkie prace opublikowano w Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer (JQSRT), które jest znaczącym czasopismem z zakresu inżynierii materiałowej (100 punktów w punktacji MNiSW). Zbiorowi artykułów towarzyszy napisany w języku polskim przewodnik liczący razem z bibliografią 37 stron. Przewodnik poprzedzony jest abstraktem w języku angielskim oraz streszczeniem w języku polskim. Przewodnik zamknięty jest trzystronicowym rozdziałem „Wnioski”.

Rozprawa doktorska została napisana pod kierunkiem dr hab. Bogusława Furmanna, prof. PP. Cykl publikacji jest wynikiem pracy naukowej prowadzonej przez mgr inż. Macieja Chomskiego w Instytucie Badań Materiałowych i Inżynierii Kwantowej w Zakładzie Inżynierii i Metrologii Kwantowej na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej. Celem pracy była identyfikacja nieznanych przedtem poziomów elektronowych holmu poprzez analizę ich struktury nadsubtelnej, a także pomiary struktury nadsubtelnej znanych poziomów, dla których te dane nie były wcześniej znane. Dla wielu linii wyznaczono także po raz pierwszy współczynniki Landego.



Pomiary do swojej rozprawy Mgr Chomski przeprowadził w laboratorium spektroskopii laserowej kierowanym przez Promotora. Wynikiem badań było zidentyfikowanie 62 nieznanych dotąd poziomów elektronowych atomu holmu. Na podstawie badań ich struktury nadsubtelnej przypisano im wartości liczb kwantowych  $J$ . Znalaziono także wartości stałych struktury nadsubtelnej dla 27 znanych poziomów energetycznych oraz wyznaczono po raz pierwszy wartości współczynników Landego dla 51 poziomów elektronowych holmu.

Charakterystyczną cechą pierwiastków z grupy lantanowców, do której należy holm, jest otwarta powłoka 4f oraz bogata struktura energetyczna. Z punktu widzenia teorii przypadek holmu, jak i wszystkich atomów z otwartymi powłokami, jest bardzo trudny do opisu. Właściwie jedynym w miarę dokładnym sposobem opisu struktury tego pierwiastka są obliczenia półempiryczne, które bazują na danych eksperymentalnych. W tych metodach półempirycznych opisuje się strukturę atomu przy użyciu wolnych parametrów dopasowania opisujących wkłady od odpowiednich oddziaływań w atomie, a których wartości wyznacza się w wyniku dopasowania obliczanych energii poziomów do eksperymentalnych. Zatem w przypadku holmu pozyskanie dużej bazy doświadczalnej jest niezbędne, aby prawidłowo opisać strukturę tego atomu. W tym kontekście prace Doktoranta dostarczyły dużej liczby nowych danych eksperymentalnych, które będą bardzo pomocne w znalezieniu prawidłowej desygnacji poziomów elektronowych.

Bogata struktura holmu skutkuje dużą ilością linii widmowych, których znaczna część leży w zakresie widzialnym. Z tego powodu lantanowce znajdują liczne zastosowania przy produkcji źródeł światła oraz domieszkowaniu matryc ekranów LCD. Holm jest rozpatrywany również jako nośnik ultragęstej pamięci magnetycznej. Wspomina o tym Doktorant we wstępie do swojej rozprawy.

Wszystkie pomiary przedstawione w pracach wykonano techniką laserowo indukowanej fluorescencji (LIF), a źródłem swobodnych atomów była chłodzona ciekłym azotem katoda wnekowa (hollow cathode). Aby poprawić stosunek sygnału fluorescencji do szumu, stosowano fazoczułą detekcję. Swobodne atomy wzbudzano dwustopniowo. W pierwszym kroku były one wzbudzane za pomocą wyładowania w parach pierwiastka, a w następnym kroku stosowano pompowanie laserowe z wcześniej wzbudzonych poziomów. Taka technika pozwala na wzbudzenie stosunkowo wysoko położonych poziomów atomowych.

Chciałbym tu zauważyć, że układ pomiarowy składał się z bardzo wielu elementów zaawansowanej aparatury elektronicznej i optycznej, której obsługa wymagała od Doktoranta dużych umiejętności. W fizyce eksperymentalnej publikuje się prace, które są wynikami pomiarów na jednej komercyjnej aparaturze. W kontraście do tego należy docenić pracę eksperymentalną Doktoranta.



Zastosowanie chłodzenia katody pozwala ograniczyć szerokość dopplerowską obserwowanych linii widmowych do setek MHz. Jednak w większości przypadków chłodzenie nie pozwala na rozdzielenie wkładów od poszczególnych składowych struktury linii widmowej. W takiej sytuacji niezbędne jest użycie programów komputerowych symulujących kształt linii widmowej. W tym celu użyto programu „Fitter”. Wolnymi parametrami dopasowania w tym programie są stałe struktury nadsubtelnej oraz wolne parametry opisujące kształt linii widmowej. W przypadku badań efektu Zeemana wykorzystano oryginalny program komputerowy stworzony przez grupę badaczy poznańskich. Obserwacje efektu Zeemana były szczególnie istotne, ponieważ w przeciwieństwie do badań struktury nadsubtelnej, prac dotyczących wyznaczenia współczynników Landego jest stosunkowo niewiele. W przypadku holmu ten brak danych jest szczególnie duży. Ogólnie w fizyce atomowej jest niewiele prac eksperymentalnych, w których wyznacza się współczynniki Landego za pomocą precyzyjnego narzędzia, jakim jest laserowa spektroskopia absorpcyjna.

W programach symulujących kształt widma, które później dopasowywane jest do obserwowanego profilu przyjmuje się teoretyczne funkcje opisujące przewidywany kształt linii widmowej. Właściwy wybór tej funkcji ma wpływ na końcowy wynik dopasowań. W przewodniku dołączonym do cyklu publikacji nie ma żadnych informacji o użytych funkcjach kształtu linii, ani w ogóle o procedurze obliczeniowej. Także tylko w 2 pracach spośród 6 stanowiących podstawę rozprawy, znajduje się rozdział „Computational procedure”, z którego wynika, że w przypadku widm zeemanowskich użyto do dopasowań profilu Voigta. Jakie profile były stosowane w przypadku dopasowań wyników pomiarów struktury nadsubtelnej i dlaczego w przypadku widm zemanowskich użyto profilu Voigta? Proszę o ustosunkowanie się Doktoranta do tej uwagi.

Mimo swej kilkudziesięcioletniej historii badania struktury nadsubtelnej i zemanowskiej nadal są ważną tematyką badawczą. Poznanie struktury atomu jest podstawą dla wszystkich innych doświadczeń z zakresu fizyki atomowej. Badania te mają znaczenie także dla innych dziedzin fizyki jak np. fizyki ciała stałego, a także dla astrofizyki i chemii.

W trzech spośród sześciu prac wchodzących w skład cyklu będącego podstawą doktoratu mgr Chomski występuje jako pierwszy autor i w dwóch z tych prac jest autorem korespondencyjnym. Liczba autorów prac wynosi od 5 do 8 osób. Na podstawie oświadczeń współautorów prac zawartych w dokumentacji mgr Chomski uczestniczył w badaniach eksperymentalnych i w opracowaniu wyników pomiarów do wszystkich tych prac. Jednakże formalne oświadczenia Autora i współautorów prac są bardzo ogólne. Między innymi brak jest dokładnego określenia wkładu Autora w rozbudowę stosowanego układu doświadczalnego, czy też w rozwój stosowanego oprogramowania. Proszę o odniesienie się w czasie Obrony Rozprawy do tej uwagi.



Uważam, że dorobek publikacyjny Doktoranta jest znaczący. Podstawę rozprawy doktorskiej stanowi cykl sześciu spójnych tematycznie publikacji. Poza tym jednak Doktorant jest współautorem jeszcze 7 prac o podobnej tematyce opublikowanych w JQSRT w latach 2019-2023, które są wynikiem pomiarów na tym samym stanowisku pomiarowym.

**Cykl sześciu współautorskich prac stanowiących podstawę rozprawy doktorskiej mgr Chomskiego oceniam bardzo wysoko. Wyniki badań dostarczyły bardzo wielu nowych danych spektroskopowych. Uważam, że przedstawione w pracach wyniki stanowią istotny wkład do nauki.**

Konkludując uważam, że rozprawa doktorska mgr Macieja Chomskiego przedstawiony jako spójny tematycznie zbiór sześciu artykułów opatrzony przewodnikiem przedstawia dużą wartość naukową. Stanowi istotny wkład do rozwoju badań spektroskopowych lantanowców. Stwierdzam, że rozprawa doktorska Macieja Chomskiego zatytułowana „Własności magnetyczne holmu w stanach wzbudzonych” spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim określone ustawie z dnia 20 lipca 2018 r. „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” i wnioskuję o dopuszczenie Autora do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Wnoszę także o wyróżnienie Rozprawy z uwagi na dużą wartość naukową cyklu publikacji, które dostarczyły bardzo wielu nowych danych spektroskopowych. Uważam ponadto, że Doktorant wyróżnił się dużym osiągnięciem publikacyjnym, jakim jest 13 prac (wszystkie opublikowane w JQSRT - znaczącym czasopiśmie z zakresu inżynierii materiałowej).

