

Dziekanat Wydziału  
Fizyki UW  
Wpłynęło dn. 30.01.2013.  
.....  
.....

Prof. dr hab. Józef Szudy  
Instytut Fizyki  
Uniwersytetu Mikołaja Kopernika  
Toruń

28 stycznia 2013 r.

**OCENA OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH**  
**Pani dr Anny Grocholi**  
**w związku z postępowaniem habilitacyjnym**

Zainteresowania naukowe Pani dr Anny Grocholi od samego początku jej działalności jako nauczyciela akademickiego dotyczą podstawowych zagadnień fizyki atomowo-molekularnej i spektroskopii laserowej. Na początkowym etapie swej działalności naukowo-badawczej Anna Grochola – jeszcze jako studentka – skupiła swoją uwagę na badaniach zderzeń elektronów z atomami w plazmie niskotemperaturowej, które prowadziła pod kierunkiem prof. Tadeusza Stacewicza w Zakładzie Optyki Instytutu Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego. Wyniki tych badań zostały przedstawione w dwóch publikacjach oraz w jej pracy magisterskiej, którą ukończyła w 2001 r. Po magisterium, w ramach Studium Doktoranckiego włączyła się w nurt badań wzbudzonych stanów elektronowych dimerów metali alkalicznych prowadzonych w Zakładzie Optyki IFD UW pod kierunkiem prof. Pawła Kowalczyka. Stosując laserową metodę znakowania polaryzacyjnego pani Anna Grochola przeprowadziła wówczas niezwykle precyzyjne pomiary struktury oscylacyjno-rotacyjnej widm elektronowych dimerów homojądrowych ( $K_2$  i  $Na_2$ ) oraz heterojądrowych ( $NaK$  i  $KLi$ ) dokonując klasyfikacji kilku tysięcy linii i na tej podstawie wyznaczyła krzywe potencjalne dla badanych układów. Wyniki tych badań zostały przedstawione w 12 pracach opublikowanych w czasopiśmie z listy filadelfijskiej, z czego 7 weszło w skład rozprawy doktorskiej, na podstawie której w roku 2004 pani Anna Grochola uzyskała stopień doktora nauk fizycznych.

W okresie pierwszych trzech lat po doktoracie kontynuowała swe wcześniejsze badania dotyczące homojądrowych dimerów litu. Jej badania umożliwiły wyznaczenie krzywych potencjalnych dla stanów wzbudzonych  $C^1\Pi_u$ ,  $2^1\Sigma^+_u$ ,  $5^1\Pi_u$  i  $6^1\Pi_u$  oraz grupy stanów rydbergowskich cząsteczki  $Li_2$ . Przedmiotem jej eksperymentów były również heterojądrowe dimery  $NaLi$ , które są bardzo trudne do wytworzenia i z tego powodu te jej badania mają charakter pionierski, gdyż dostarczyły niezwykle cennych informacji o czterech stanach elektronowych cząsteczki  $NaLi$ :  $3^1\Pi$ ,  $4^1\Pi$ ,  $5^1\Sigma^+$  i  $6^1\Sigma^+$  umożliwiając wyznaczenie krzywych potencjalnych dla tych stanów. Wyniki tych badań zostały opisane w cyklu 9 publikacji, ogłoszonych w czasopiśmie międzynarodowych z listy filadelfijskiej.

W okresie od września 2007 r. do lutego 2009 r. dr Anna Grochola przebywała jako stypendystka Fundacji Humboldta na Uniwersytecie we Freiburgu, gdzie pracowała w grupie prof. Matthiasa Weidemüllera. Przedmiotem jej badań stała się teraz fizyka ultrazimnych dimerów metali alkalicznych. Wykorzystując zjawisko fotoasocjacji zespołowi, w którym pracowała we Freiburgu udało się – jako pierwszej grupie na świecie – znaleźć metodę

efektywnego tworzenia ultrazimnych cząsteczek LiCs oraz sprowadzić te cząsteczki do absolutnego stanu podstawowego odpowiadającego zerowym wartościom zarówno oscylacyjnej jak i rotacyjnej liczby kwantowej. Jest to wielkie osiągnięcie, gdyż wytworzenie cząsteczek w takim stanie stanowi niezbędny warunek do uzyskiwania molekularnego kondensatu Bosego-Einsteina. Problem chłodzenia i kondensacji heterojądrowych cząsteczek takich jak LiCs jest szczególnie ważny w chwili obecnej, gdyż ze względu na niezerową wartość momentu dipolowego ultrazimne cząsteczki LiCs stają się podatne na manipulacje przy użyciu zewnętrznych pól elektrycznego i magnetycznego. Wielkim osiągnięciem pani dr Grocholi jest to, że stosując metodę REMPI (Resonance Enhanced Multiphoton Ionisation) zbadała stany wzbudzone cząsteczki LiCs w warunkach ultrazimnych. Innym ważnym jej osiągnięciem było doświadczalne wyznaczenie – przy zastosowaniu zjawiska Starka – momentu dipolowego cząsteczki LiCs w stanie podstawowym.

Po powrocie do swojego macierzystego Instytutu na Wydziale Fizyki UW pani dr Anna Grochola kontynuowała badania spektroskopowe dimerów heterojądrowych metali alkalicznych (LiCs, NaCs) w celu nagromadzenia możliwie wielu informacji ważnych z punktu widzenia fizyki ultrazimnej materii.

Całkowity dorobek naukowy pani dr Anny Grocholi obejmuje 38 publikacji, w tym 36 publikacji znajdujących się w bazie JCR (*Journal Citation Reports*). Spośród nich 26 prac opublikowano po uzyskaniu przez nią stopnia naukowego doktora. Publikacje te ukazały się w najbardziej prestiżowych czasopismach międzynarodowych (*Physical Review Letters, Physical Review A, Journal of Molecular Spectroscopy, Journal of Chemical Physics, Journal of Physics B, Chemical Physics, Chemical Physics Letters, Molecular Physics*). Oprócz tego pani dr Grochola wyniki swych badań przedstawiała na dwunastu konferencjach międzynarodowych wygłaszając referaty lub przedstawiając postery, w tym tak prestiżowych konferencjach jak EGAS (2002, 2009, 2011, 2012), ECAMP (2004, 2011), HRMS (2003, 2010, 2011), Zjazdy Fizyków Niemieckich (2008, 2009) i Faraday Discussions (2006). Jej dorobek obejmuje ponadto dwie publikacje w materiałach konferencji międzynarodowych w ramach *Proceedings of SPIE*. Sumaryczny *impact factor* według listy JCR wynosi 71 336, liczba cytowań wynosi 339, zaś indeks Hirscha: 9.

Podstawą wszczęcia postępowania habilitacyjnego dr Anny Grocholi jest jednotematyczny cykl ośmiu prac, których wyniki stanowią osiągnięcie naukowe zatytułowane „*Badanie własności dimerów metali alkalicznych zawierających atomy cezu w warunkach wysokich i ultraniskich temperatur*”. Nie mam żadnych wątpliwości, że ten cykl prac powstałych po uzyskaniu przez panią dr Annę Grocholę stopnia doktora nauk fizycznych spełnia formalne wymogi Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14.03.2003 r., gdyż stanowi osiągnięcie naukowe w rozumieniu Art. 16, ust. 2 tej Ustawy. Pięć prac z tego cyklu zawiera wyniki uzyskane przez panią dr Grocholę w ramach jej badań cząsteczek LiCs wykonanych w warunkach ultraniskich temperatur (rzędu kilkuset mikrokelwinów) na Uniwersytecie we Freiburgu. Dwie z tych prac dotyczą zagadnień fotoasocjacji tych cząsteczek oraz ich – zakończonego sukcesem – sprowadzenia do absolutnego stanu podstawowego, o czym już wspominałem powyżej.

Pozostałe trzy prace zawierają opis wyników badań dotyczących własności i struktury energetycznej ultrazimnej cząsteczki LiCs. Ta struktura okazała się na tyle skomplikowana, że uniemożliwiła bezpośrednie chłodzenie cząsteczek metodami stosowanymi w przypadku atomów. Z tego powodu należy wyrazić ogromny podziw dla kunsztu eksperymentatorskiego pani dr Grocholi i innych członków zespołu we Freiburgu, którzy dzięki skonstruowaniu specjalnego typu pułapki magnetoptycznej wykazali, że możliwa jest fotoasocjacja nie tylko do poziomów położonych w pobliżu granicy dysocjacji, ale także – co stanowi wielką rewelację – możliwa jest bezpośrednia fotoasocjacja do poziomów oscylacyjno-rotacyjnych w pobliżu dna stanu elektronowego. Kluczową rolę w tych badaniach odegrała głęboka wiedza

dotycząca teorii struktury energetycznej dimerów metali alkalicznych, jaką pani dr Anna Grochola nabyła w zespole prof. Pawła Kowalczyka. Pozwoliło jej to na niezwykle trafną ocenę wartości czynników Francka-Condon i dobranie odpowiednich długości fali promieniowania laserowego do fotoasocjacji i fotojonizacji, co dzięki zastosowaniu tak wyrafinowanych technik badawczych jak spektroskopia typu REMPI i spektroskopia typu „depletion” doprowadziło do wytworzenia cząsteczek LiCs w najniższym poziomie oscylacyjnym ( $v = 0$ ) i najniższym poziomie rotacyjnym ( $J = 0$ ).

Drużga część cyklu prac stanowiących podstawę postępowania habilitacyjnego pani dr Grocholi obejmuje trzy prace, w których przedstawiono wyniki jej badań struktury energetycznej cząsteczek LiCs oraz NaCs, przeprowadzonych w Zakładzie Optyki IFD UW w warunkach temperatur wysokich. Badania te przeprowadzono stosując laserową metodę polaryzacyjnego znakowania poziomów, zaś same dimery LiCs i NaCs wytwarzano przy użyciu pieca typu „heat-pipe”. Celem tych badań było uzyskanie dokładnych danych o nieznanych dotąd stanach elektronowych tych cząsteczek, mogących mieć znaczenie w fizyce ultrazimnej materii. Jednym z ważnych wyników tych badań było stwierdzenie, że do prawidłowego opisu stanów elektronowych cząsteczki LiCs należy stosować opis zgodny ze sprzężeniem momentów pędu Hunda „typu c” zamiast sprzężenia Hunda „typu a” stosowanego do tej pory dla tej cząsteczki. Do ważnych wyników tych badań należy także zaliczyć wyznaczenie w oparciu o półklasyczną metodę RKR (Rydberg, Klein, Rees) i w pełni kwantowo-mechaniczną metodę odwrotnego podejścia perturbacyjnego krzywych potencjalnych dla kilku stanów elektronowych cząsteczek LiCs i NaCs.

Oprócz omówionych powyżej 8 prac stanowiących podstawę wszczęcia postępowania habilitacyjnego dorobek publikacyjny pani dr Anny Grocholi po doktoracie obejmuje 14 prac zawierających wyniki jej badań dotyczących własności i struktury energetycznej cząsteczek Li<sub>2</sub>, NaLi, KCs oraz KLi. Wśród prac z okresu po doktoracie znajduje się także praca opublikowana w roku 2011 – ze współautorami z grupy prof. Weidemüllera we Freiburgu – dotycząca własności ultrazimnych cząsteczek LiCs. Jest to ważna praca, gdyż zawiera wyniki pomiarów momentu dipolowego cząsteczki LiCs, w których brała udział pani dr Grochola. Z dokumentacji wniosku wynika, że habilitantka celowo nie włączyła tej pracy do cyklu, będącego podstawą jej postępowania habilitacyjnego, gdyż uznała, że praca ta w zasadniczej części powstała po jej wyjeździe z Niemiec. Moim zdaniem, habilitantka miała pełne prawo włączyć tę pracę do tego cyklu, tym bardziej, że wśród 6 współautorów jej nazwisko (w porządku niealfabetycznym) występuje na 3 miejscu.

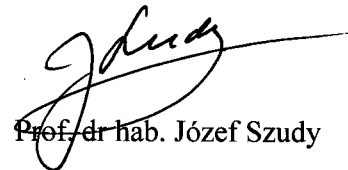
Wszystkie prace pani dr Anny Grocholi wchodzące do cyklu, będącego podstawą jej habilitacji są współautorskie, przy czym w czterech z nich jest ona pierwszym autorem. Z dołączonego do dokumentacji wniosku oświadczenia prof. Matthiasa Weidemüllera dotyczącego pięciu prac wykonanych w jego grupie we Freiburgu wynika, że pani dr Grochola odegrała istotną – niekiedy wiodącą – rolę w ich powstaniu. Również oświadczenia współautorów trzech prac powstałych w grupie prof. Pawła Kowalczyka w Warszawie pozwalają wnioskować, że habilitantka odegrała w tych pracach wiodącą rolę.

Cykl prac pani dr Anny Grocholi stanowiących podstawę jej postępowania habilitacyjnego a także cały jej dorobek naukowy oceniam bardzo wysoko. Uzyskane przez nią wyniki stanowią istotny wkład do spektroskopii dimerów metali alkalicznych oraz fizyki ultrazimnej materii. Mają one ponadto ważne znaczenie dla innych dziedzin takich jak fizyka kondensatów Bosego-Einsteina, metrologia, informatyka kwantowa, fotochemia, fotofizyka, fizyka chemiczna i biofizyka.

Pani dr Anna Grochola jest utalentowanym fizykiem, posiadającym uzdolnienia do prowadzenia samodzielnych badań naukowych i kierowania zespołami naukowymi. Brała udział jako wykonawca w dwóch grantach MNiSzW oraz w jednym grantie w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka. Obecnie kieruje jednym grantem

MNiSzW. Na podkreślenie zasługuje fakt, że wyniki jej badań zostały uzyskane w ramach ścisłej współpracy z najlepszymi światowymi ośrodkami zajmującymi się spektroskopią laserową i fizyką zimnej materii takimi jak uniwersytety we Freiburgu i Hanowerze w Niemczech, Uniwersytet w Rochester w USA a wcześniej także w Lyonie, we Francji.

W konkluzji, cykl publikacji pani dr Anny Grocholi będący podstawą postępowania habilitacyjnego a także cały jej dorobek naukowy oceniam bardzo wysoko. Stwierdzam, że jej osiągnięcia spełniają bez zastrzeżeń kryteria określone w Art. 16 Ustawy z dnia 14.03.2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki. Stawiam więc wniosek do Rady Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego o nadanie pani dr Annie Grocholi stopnia doktora habilitowanego nauk fizycznych w dyscyplinie fizyka.



Prof. dr hab. Józef Szudy