

Uniwersytet Śląski w Katowicach

INSTYTUT CHEMII

40-006 Katowice, Szkolna 9, tel/fax. +48(32)259-99-78, ich.wnst@us.edu.pl

Prof. dr hab. Monika Musiał

Katowice, 1 marca 2024 r.

**Recenzja osiągnięć naukowych dr. Jacka Szczepkowskiego
zatytułowanych "Struktura elektronowa cząsteczki KCs" i "Struktura
energetyczna dimerów bipolarnych zawierających atom strontu"
oraz całokształtu dorobku naukowego,**
w związku z postępowaniem habilitacyjnym prowadzonym przez Radę
Naukową Instytutu Fizyki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie.

Dr Jacek Szczepkowski ukończył studia wyższe w Instytucie Fizyki Pomorskiej Akademii Pedagogicznej w Słupsku w roku 2001 uzyskując tytuł magistra fizyki. Praca magisterska została wykonana pod kierunkiem prof. dr. hab. Mirosława Bylickiego. W roku 2009 obronił pracę doktorską zatytułowaną „The cold collisions of lithium isotopes and sodium atoms in the magneto-optical trap”. Od roku 2009 jest zatrudniony w Instytucie Fizyki Polskiej Akademii Nauk w Warszawie na stanowisku adiunkta. Wcześniej był zatrudniony na stanowisku asystenta najpierw w Instytucie Matematyki a potem w Instytucie Fizyki Pomorskiej Akademii Pedagogicznej w Słupsku.

Dorobek naukowy dr. Jacka Szczepkowskiego zamyka się w 43 publikacjach, w tym 33 po doktoracie, opublikowanych w czasopismach o łącznym współczynniku wpływu $IF=98,770$. Indeks Hirscha Habilitanta wynosi 11 (wg bazy *Web of Science*), a Jego prace były cytowane 340 razy (wg tego samego źródła, bez autocytowań). Habilitant prezentował wyniki swoich badań na kilku konferencjach naukowych, krajowych i zagranicznych, wygłaszając również wykłady na zaproszenie.

Habilitant był kierownikiem dwóch grantów badawczych finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki (Miniatura) i Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (Polonium), a od roku 2022 jest kierownikiem zadania w

realizowanym projekcie w ramach konsorcjum: Wydział Fizyki UW i Instytut Fizyki PAN. Był także wykonawcą w kilku zrealizowanych projektach badawczych zarówno krajowych jak i zagranicznych.

Habilitant odbył kilka staży w instytucjach naukowych, m.in. w Innsbrucku (Institut für Quantenoptik und Quanteninformation ÖAW), w Grazu (Institut für Experimentalphysik TU) i w Toruniu (Krajowe Laboratorium Fizyki Atomowej, Molekularnej i Optycznej UMK). Dzięki stażom miał możliwość nawiązania międzynarodowej współpracy naukowej, czego rezultatem są prace zrealizowane w zespołach międzynarodowych. Badania prowadzone w laboratoriach krajowych i zagranicznych, w zespołach angażujących zarówno eksperymentatorów jak i teoretyków, zaowocowały wartościowymi wynikami, m.in. znakomitym rezultatem takiej współpracy jest praca opublikowana w 2018 roku w *Physical Chemistry Chemical Physics*.

Kandydat ma również doświadczenie w działalności recenzenckiej, m.in. brał udział w recenzowaniu prac dla wydawnictw *Journal of Molecular Structure* oraz *International Journal of Quantum Chemistry*. Był także recenzentem polskich eliminacji Konkursu Prac Młodych Naukowców EU (EU Contest for Young Scientists - EUCYS).

Ocena osiągnięć naukowych

Publikacje wchodzące w zakres osiągnięć naukowych to cykl spójnych tematycznie dziewięciu prac odnoszących się do pierwszego osiągnięcia, zatytułowanego „Struktura elektronowa cząsteczki KCs” oraz dwóch związanych z drugim osiągnięciem naukowym zatytułowanym „Struktura energetyczna dimerów bipolarnych zawierających atom strontu”. Prace te ukazały się w czasopismach z listy JCR (po jednej w *Spectrochimica Acta A*, *Physical Chemistry Chemical Physics*, *Journal of Molecular Spectroscopy*, trzy w *Chemical Physics Letters* oraz pięć w *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*), których współczynnik wpływu (IF) mieści się w przedziale od 1,5 do 4,1. W dziewięciu pracach Habilitant jest pierwszym autorem a we wszystkich jedenastu autorem korespondującym. W jednej pracy [A6] Kandydat jest jedynym autorem. Do wszystkich pozostałych prac dołączono stosowne oświadczenia współautorów odnośnie do ich udziału w pracy i z dokumentacji tej wynika istotna rola dr. Jacka Szczepkowskiego w ich powstawaniu.

Celem badań, składających się na pierwsze osiągnięcie naukowe, była kompleksowa charakterystyka struktury elektronowej cząsteczki KCs na dro-

dze eksperymentalnej. Badania te przeprowadzono przy użyciu metody spektroskopii polaryzacyjnej laserowego znakowania poziomów (PLS). Cząsteczki KCs były wytwarzane w liniowym piecu typu heat-pipe. Na podstawie zmierzonych położenia poziomów energetycznych wyznaczono krzywe energii potencjalnej dla kilkunastu wzbudzonych stanów elektronowych cząsteczki KCs, tj.: $4^1\Sigma^+$ [A1], $3^1\Pi$, $3^3\Pi$, $4^3\Sigma^+$ [A2], $4^1\Pi$ [A3], $6^1\Sigma^+$ [A4, A5], $4^3\Pi$ [A5], $5^1\Pi$ [A6], $2^3\Sigma^+$ [A7], $3^1\Sigma^+$ [A7, A8], $2^1\Pi$, $2^3\Pi$, $3^3\Sigma^+$ [A9]. Konstrukcja krzywych energii potencjalnej była oparta na metodzie odwrotnego podejścia perturbacyjnego (IPA - Inverted Perturbation Approach) także, co warto podkreślić, do opisu potencjałów o egzotycznych kształtach, np. krzywe z wieloma lokalnymi minimami. Badania przeprowadzono w warunkach pełnej rozdzielczości oscylacyjno-rotacyjnej, a w dwóch przypadkach (prace [A5,A9]) przeprowadzono skomplikowaną analizę oddziaływań pomiędzy sąsiadującymi stanami elektronowymi o multipletowości singletowej i trypletowej. W przeprowadzonych badaniach niezbędne było rozwinięcie i wykorzystanie komplementarnych technik pomiarowych, a także różnorodnych metod analizy danych. Prace te w znaczącym stopniu przyczyniły się do gruntownego poznania i charakterystyki badanych stanów, trudnego do opisu zarówno na drodze eksperymentalnej jak i teoretycznej, heteroatomowego dimeru KCs z powodu złożonej struktury energetycznej oraz obecności silnych oddziaływań pomiędzy stanami elektronowymi, czego rezultatem są lokalne jak i globalne zaburzenia położenia poziomów oscylacyjno-rotacyjnych. Badania wykonane przez Habilitanta mają dobrze zdefiniowane zastosowanie na potrzeby badań zimnej fizyki. Dzięki przeprowadzonym badaniom dr Jacek Szczepkowski stwierdził m.in., że nominalnie wzbronione, interkombinacyjne przejścia pomiędzy poziomami oscylacyjno-rotacyjnymi stanu podstawowego a poziomami stanów o multipletowości trypletowej, pozwalają na przejścia do poziomów energetycznych stanów o różnej multipletowości, co jest niezwykle istotne w próbach kontrolowania reakcji chemicznych na poziomie kwantowym w warunkach ultraniskich temperatur.

Celem badań, składających się na drugie osiągnięcie naukowe, była pogłębiona charakterystyka cząsteczek bipolarnych: KSr [B1] oraz RbSr [B2]. Badania dla cząsteczki KSr Kandydat przeprowadził dla stanu podstawowego oraz pierwszego stanu wzbudzonego o symetrii $^2\Sigma$ na podstawie widma termicznie wzbudzonej fluorescencji pomiędzy tymi stanami. Cząsteczki KSr wytwarzane były w trzystrefowym piecu typu heat-pipe. Do symulacji widma termicznie wzbudzonej fluorescencji został użyty autorski program Kandydata. Są to pierwsze doniesienia o stałych molekularnych i krzywych

energii potencjalnej, otrzymanych na drodze eksperymentalnej dla tego układu. Otrzymane doświadczalne krzywe energii potencjalnej mogą posłużyć do modelowania schematów produkcji ultrazimnych cząsteczek K₂Sr. W pracy [B2] dr Jacek Szczepkowski skupił się na badaniach spektroskopowych dla cząsteczki RbSr, prowadzonych w warunkach wysokich temperatur przy użyciu technik termicznie i laserowo wzbudzonej fluorescencji, zachodzącej pomiędzy stanami $B(2)^2\Sigma^+$ i $X(1)^2\Sigma^+$. Dzięki tym badaniom po raz pierwszy wyznaczono eksperymentalnie stałe spektroskopowe dla stanu wzbudzonego $B(2)^2\Sigma^+$.

Podsumowując moją opinię dotyczącą osiągnięć naukowych chcę powiedzieć, że jestem pełna uznania dla wyników uzyskanych przez dr. Jacka Szczepkowskiego. Wyniki tych badań dostarczyły nowych informacji i wartościowych odpowiedzi, m.in. z zakresu fizyki jak i chemii. Dodatkowym walorem tych rezultatów jest fakt, że znajdują one zastosowanie w bardzo atrakcyjnej, dynamicznie rozwijającej się, dziedzinie badań związanych z fizyką/chemią w ultraniskich temperaturach. Jest to bardzo perspektywiczny kierunek badań i można się spodziewać, że zapotrzebowanie na tego rodzaju dane będzie systematycznie rosło.

Chciałabym też rzec kilka ciepłych słów na temat warsztatu badawczego oraz osobistych kompetencji naukowych Habilitanta. Dysponuje on świetnym warsztatem badawczym, znakomicie radzi sobie nie tylko z fizyką ale również z zaawansowaną matematyką, ma pełne rozeznanie w zasobach metod matematycznych. Do tego należy jeszcze dołożyć biegłość w tworzeniu programów komputerowych. Wysoko oceniam kompetencje i uzdolnienia Habilitanta.

Ocena działalności badawczej Habilitanta nie włączonej do osiągnięć naukowych

Tematyka badawcza dr. Jacka Szczepkowskiego realizowana poza cyklem habilitacyjnym dotyczy również ważnych zagadnień. M.in. Habilitant był zaangażowany w projekty badawcze związane z analizą procesów zderzeniowych pomiędzy zimnymi atomami litu i sodu. Brał również udział w pracach doświadczalnych związanych generalnie z badaniem właściwości ultrazimnych gazów atomowych, w szczególności rubidu. Dzięki tym badaniom otrzymano po raz pierwszy w Polsce kondensat Bosego-Einsteina. Kandydat wspierał merytorycznie także działania związane z utworzeniem *Pracowni ultrazimnych cząsteczek* na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

Dr Jacek Szczepkowski był również zaangażowany w prace związane z

wyznaczaniem krzywych energii potencjalnej stanów elektronowych kilku innych dimerów metali alkalicznych (np. KLi, NaLi, LiCs, NaCs, Rb₂, Cs₂) oraz oddziaływań pomiędzy nimi na podstawie pomiarów spektroskopowych. Obecnie poszerzył zakres badanych molekuł o związki metali ziem alkalicznych, a także o układy KAg i CsAg w ramach realizowanego grantu NCN (konsorcjum Wydziału Fizyki UW i Instytutu Fizyki PAN).

Szereg wyników z badań poza głównym cyklem zostało opublikowanych w bardzo dobrych czasopismach: *Physical Review A*, *Journal of Chemical Physics* czy *Journal of Physical Chemistry A*. Moja ocena tych prac Habilitanta jest zdecydowanie pozytywna. Kandydat wykazuje się również istotną aktywnością naukową realizowaną w więcej niż jednej jednostce naukowej, dzięki odbytym stażom krajowym jak i zagranicznym. Kilka Jego prac zostało zrealizowanych właśnie dzięki nawiązanej współpracy z *Institut für Experimentalphysik TU* (Graz) oraz z *Institut für Quantenoptik und Quanteninformation* (Innsbruck) w Austrii, a także z Krajowym Laboratorium Fizyki Atomowej, Molekularnej i Optycznej w Toruniu.

Ocena działalności dydaktycznej, organizacyjnej i popularyzatorskiej

Dr Jacek Szczepkowski prowadził szereg zajęć laboratoryjnych oraz ćwiczeń z podstaw fizyki, fizyki atomowej i cząsteczkowej, fizyki współczesnej, a także metod matematycznych fizyki, analizy matematycznej, algorytmów i programowania, repetytoriów z matematyki dla fizyków, pracowni fizycznej, laboratorium komputerowego w tym języki programowania, multimedia i sieci komputerowe w Akademii Pomorskiej w Słupsku. Współprowadził również przedmiot: „Outreach Lab” w Warszawskiej Szkole Doktorskiej. Prowadził letnie praktyki zawodowe i roczne staże badawcze w zespole spektroskopii laserowej IF PAN dla studentów Uniwersytetu Warszawskiego i Politechniki Warszawskiej, a także laboratorium programowania C++ dla studentów fizyki Uniwersytetu Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie. Prowadził również warsztaty dla zdolnej młodzieży w ramach współpracy pomiędzy IF PAN a Krajowym Funduszem na rzecz Dzieci.

Habilitant udziela się również w działaniach organizacyjnych, m.in. był trzykrotnie członkiem komitetu organizacyjnego *International School & Conference on the Physics of Semiconductors* w Jaszowcu. Jak widać z powyższego zestawienia Habilitant jest zaangażowany zarówno w działalność organizacyjną jak i dydaktyczną i ten aspekt Jego aktywności akademickiej

oceniam pozytywnie. Dr Jacek Szczepkowski zajmuje się także szeroko działalnością popularyzatorską. M.in. był wykonawcą w projekcie *Popularyzacja Kwantowej Kryptografii* w ramach programu: „Społeczna odpowiedzialność nauki - Popularyzacja nauki i promocja sportu”. Współorganizował i prowadził serie warsztatów z „Kwantowej Dystrybucji Klucza Szyfrującego” dla młodzieży szkół średnich. Uczestniczył w pokazach doświadczeń i pracowni prowadzonych w ramach „Dnia otwartego IF PAN”, a także przeprowadził ponad 30 sesji pokazów doświadczeń, m.in. dla uczniów szkół podstawowych, średnich i słuchaczy Uniwersytetu III Wieku w ramach akcji „Spotkania z fizyką”. Wygłosił również wykłady popularnonaukowe podczas Bałtyckiego Festiwalu Nauki oraz III Międzynarodowego Sympozjum Nauki i Sztuki im. Gyorgy Kempesa w Eger na Węgrzech.

Podsumowanie

Wniosek dr. Jacka Szczepkowskiego spełnia wszystkie formalne wymagania ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce*. W szczególności Kandydat: i) posiada stopień doktora ii) nie ubiegał się wcześniej o nadanie stopnia doktora habilitowanego iii) przedstawił cykl powiązanych tematycznie artykułów opublikowanych w czasopiśmie naukowych iiii) wykazał się aktywnością naukową realizowaną poza macierzystą jednostką.

Biorąc to pod uwagę oraz całość dorobku naukowego i dydaktycznego stwierdzam, że dr Jacek Szczepkowski spełnia bez zastrzeżeń wymagania formalne i merytoryczne, wynikające z ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* z dnia 20 lipca 2018 roku, odnoszące się do prac habilitacyjnych, i w związku z tym wnoszę o dopuszczenie dr. Jacka Szczepkowskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

M. Muria