

Kraków, 03.01.2024 r.



UNIWERSYTET  
JAGIELLOŃSKI  
W KRAKOWIE

## Ocena osiągnięć dr. Przemysława Głowackiego w związku z postępowaniem o nadanie stopnia doktora habilitowanego

Doktor Przemysław Głowacki jest zatrudniony na stanowisku adiunkta na Wydziale Inżynierii Materiałowej i Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej. Stopień doktora nauk fizycznych otrzymał również na Politechnice Poznańskiej w 2009 r. broniąc rozprawę doktorską pt. „*Badanie struktury nadsubtelnej wybranych pierwiastków z otwartą podpowłoką nd metodami spektroskopii laserowej w katodzie wnękowej i na strumieniu atomowym*” przygotowaną pod kierunkiem prof. dr hab. Jerzego Dembczyńskiego. W 2014 roku, przez ponad sześć miesięcy, odbywał staż podoktorski w National Physical Laboratory (NPL) Teddington w Wielkiej Brytani. Następnie, do końca 2017 roku, pracował w Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) Brunshwik w Niemczech również jako stażysta podoktorski. Od 2019 roku jest zatrudniony jako adiunkt na Politechnice Poznańskiej.

Instytut Fizyki

imienia

Mariana Smoluchowskiego

Zakład Optyki Atomowej

Przedstawione osiągnięcie naukowe nosi tytuł: „*Badania struktury elektronowej wybranych pierwiastków pod kątem zastosowań w zegarach optycznych*” i składa się z cyklu 10 powiązanych tematycznie artykułów. Wszystkie artykuły, z wyjątkiem pracy H1, zostały opublikowane w czasopismach z bazy Institute for Scientific Information (ISI). Z oświadczenia przedstawionego przez habilitanta wynika, że jego wkład procentowy w każdym przypadku nie był mniejszy niż 100% podzielone przez liczbę autorów, a w większości przypadków był dominujący. Z wyjątkiem artykułów H1-H2, wszystkie zostały opublikowane w czasopismach o tzw. Impact Factor większym niż 1.8. Artykuł H9 ukazał się w czasopiśmie Nature (Impact Factor 43), co jest prawdziwym unikatem wśród polskich naukowców. Wkład w przygotowanie tego artykułu habilitant ocenił na 20%, co wskazuje, że wśród dziewięciu autorów miał bardzo istotny przyczynek w powstanie tej publikacji. Oświadczenia przedstawione przez współautorów wszystkich prac nie podważają wkładu przedstawionego przez habilitanta.

W przedstawionym cyklu publikacji można wyodrębnić dwa osiągnięcia naukowe związane z zegarami atomowymi (prace H1-H8) oraz optycznymi zegarami nuklearnymi (H9, H10).

W dziedzinie zegarów atomowych trwają poszukiwania poziomów atomowych, które pozwolą zrealizować przejścia zegarowe charakteryzujące się wysokim współczynnikiem dobroci, tzn. stosunkiem częstości przejścia do naturalnej szerokości przejścia. Prace H1-H4 dotyczą eksperymentalnych badań atomu chromu. Pan Przemysław Głowacki sformułował problem i cel

ul. prof. Stanisława

Łojasiewicza 11

PL 30-348 Kraków

tel. +48(12) 664-47-79

fax +48(12) 633-84-94

e-mail:

krzysztof.sacha@uj.edu.pl

badawczy prac H1-H3, a w pracy H4 koordynował badania. We wszystkich tych pracach wykonywał pomiary samodzielnie lub we współpracy z innymi współautorami, opracowywał wyniki eksperymentalne i redagował teksty artykułów. Badania przyniosły nowe dane eksperymentalne dotyczące struktury nadsubtelnej oraz przesunięć izotopowych w atomie chromu. Wyznaczono również pierwszy raz stałe struktury nadsubtelnej pewnych poziomów energetycznych. Eksperymentalna baza danych została wzbogacona o znacznie precyzyjniejsze dane, ale również poszerzona o nowe dane. Zwieńczeniem tej części pierwszego osiągnięcia naukowego jest praca H4, gdzie zaproponowano przejście zegarowe w atomie chromu, które wydaje się równie atrakcyjne jak przejścia zegarowe w istniejących zegarach atomowych.

Baza danych eksperymentalnych została znacząco wzbogacona w przypadku drugiego pierwiastka, manganu, który badał Pan Przemysław Głowacki w pracach H5-H8. Podobnie jak w badaniach atomu chromu, habilitant sformułował problem i cel badawczy prac H5, H6 i H8 oraz koordynował badaniami nad powstaniem wszystkich artykułów dotyczących atomu manganu. We wszystkich pracach przeprowadził badania eksperymentalne we współpracy z innymi współautorami. Zajmował się również redakcją artykułów. Rezultatem tych prac było zbadanie struktury nadsubtelnej 92 poziomów elektronowych oraz wyznaczenie stałych struktury nadsubtelnej dla 59 poziomów oraz poprawienie dokładności stałych struktury dla 25 poziomów. Otrzymane wyniki eksperymentalne oraz ich analiza pozwoliły na zaproponowanie trzech przejść zegarowych w atomie manganu, które opisano w pracy H7. Istotną kwestią w budowie zegarów atomowych jest problem chłodzenia i pułapkowania atomów, który również poddano wnikliwej analizie w pracy H7 wskazując, że dwa z zaproponowanych przejść zegarowych są korzystne do chłodzenia laserowego ze stanu podstawowego. Praca H7 stanowi podsumowanie i zwieńczenie tej części pierwszego osiągnięcia naukowego.

Drugie osiągnięcie naukowe związane jest z optycznymi zegarami nuklearnymi, które bazują na zmianie stanu energetycznego jądra atomowego. W optycznych zegarach nuklearnych konieczne jest znalezienie takiego jądra atomowego, dla którego energia przejścia między stanem podstawowym i pierwszym wzbudzonym odpowiada fotonom bliskim optycznemu zakresowi widma. Znany jest jeden taki przypadek: izotop Th-229, który posiada nisko leżący stan izomerowy Th-229m. Historię badań nad tym izomerem Pan Przemysław Głowacki opisuje w autoreferacie w sposób ciekawy i „trzymający w napięciu”. Krok milowy w kierunku budowy



optycznego zegara nuklearnego został opisany w pracy H9. Metodami spektroskopii laserowej przeprowadzono badania podwójnie zjonizowanych jonów toru 229. Pozwoliło to na wyznaczenie własności izomeru toru 229. Wyniki otwierają możliwość wzbudzenia laserowego stanu izomerowego jądra toru z wykorzystaniem rezonansu elektronowo-jądrowego, a w przyszłości budowy optycznego zegara nuklearnego. Praca H9 została opublikowana w czasopiśmie Nature i była wynikiem współpracy dziewięciu naukowców, a same eksperymenty przeprowadzono w laboratoriach PTB Brunshwik oraz Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) w Monachium. Uczestnictwo Pana Przemysława Głowackiego w tych badaniach polegało na: modyfikacji stanowiska pomiarowego w laboratorium LMU w Monachium, współudziale w rozwiązaniu problemu stabilizacji miernika długości fali, współudziale w przeprowadzeniu wszystkich pomiarów oraz współudziale w opracowaniu wyników i dyskusjach oraz redakcji artykułu. Pozwala to stwierdzić, że praca H9 stanowi osiągnięcie naukowe habilitanta otrzymane w zbiorowej pracy naukowców.

Praca H10 również dotyczy osiągnięcia naukowego związanego z optycznym zegarem nuklearnym. Pan Przemysław Głowacki analizuje w niej możliwość implementacji zegara w kryształ domieszkowanym powierzchniowo jonami toru. Zamiast jonów toru w eksperymentach opisanych w artykule H10 użyto potrójnie zjonizowanych jonów europu i terbu. Wyniki pokazały, że jony osadzone na powierzchni nie zmieniają stopnia zjonizowania i posiadają korzystne własności fluorescencyjne w porównaniu z roztworami wodnymi oraz że można w badaniach użyć diody LED zamiast diod laserowych. Konkluzja płynąca z tych badań napawa optymizmem, jeśli chodzi o realizację podobnych eksperymentów, ale z jonami toru. Sformułowanie problemu i celu badawczego oraz wszystkie prace eksperymentalne były dziełem habilitanta. Drugi współautor uczestniczył jedynie w dyskusji wyników oraz w przygotowaniu artykułu.

Badania eksperymentalne, które składają się na osiągnięcia naukowe dra Przemysława Głowackiego i opisane w pracach H1-H10 wnoszą istotny wkład w dziedzinę zegarów atomowych i optycznych zegarów nuklearnych. Granice dokładności pomiarów czasu i częstotliwości przesuwane są w kierunku coraz większej liczby znaczących cyfr i stale istnieje potrzeba poszukiwania nowych rozwiązań zegarów. Dokładniejsze pomiary czasu i częstotliwości pozwolą na nowe zastosowania. Aby nowe zegary mogły być zbudowane konieczna jest żmudna praca wielu naukowców, która krok po kroku prowadzi do końcowego sukcesu. Osiągnięcia opisane w pracach H1-H10 stanowią kolejny kroki w tej podróży. Kulminacją osiągnięcia dotyczącego

zegarów atomowych było zaproponowanie nowych przejść zegarowych w atomach chromu i manganu. W przypadku osiągnięcia dotyczącego optycznego zegara nuklearnego poczyniony krok był krokiem milowym, co potwierdza prestiż czasopisma, w którym wyniki zostały opublikowane (praca H9 w czasopiśmie Nature). Nikt wcześniej nie przeprowadził charakteryzacji stanu izomerowego jądra toru 229 metodami spektroskopii laserowej. Nie mam wątpliwości, że przedstawione osiągnięcia naukowe stanowią istotny wkład w rozwój dyscypliny nauki fizyczne, w której o nadanie stopnia doktora habilitowanego Pan Przemysław Głowacki się ubiega.

Warunkiem nadania stopnia doktora habilitowanego jest również wykazanie się aktywnością naukową w więcej niż jednej instytucji naukowej, który Pan Przemysław Głowacki spełnia bez wątpliwości. Po otrzymaniu stopnia doktora prowadził badania w trzech instytucjach naukowych. Najdłużej przebywał w PTB Brunshwik w Niemczech, gdzie w sumie przez ponad dwa lata prowadził badania, których efektem było 7 oryginalnych artykułów naukowych i 13 publikacji konferencyjnych. Ponad pół roku prowadził badania w NPL Teddington w Wielkiej Brytanii, których wyniki zostały opublikowane w jednym artykule i 3 publikacjach konferencyjnych. Dwa miesiące spędził w Uniwersytecie Technicznym w Grazu publikując 2 artykuły oryginalne oraz 2 artykuły konferencyjne.

Na koniec chciałbym dodać, że Pan Przemysław Głowacki wygłosił 11 referatów na konferencjach naukowych oraz 25 razy prezentował wyniki w formie plakatów. W sumie opublikował 41 artykułów, które były cytowane ponad 300 razy (h-index: 9). Otrzymał 4 nagrody JM Rektora Politechniki Poznańskiej za osiągnięcia naukowe. Był kierownikiem 2 projektów badawczych i brał udział jako wykonawca w 4 projektach naukowych. Prowadził wykłady oraz ćwiczenia rachunkowe i laboratoryjne na Politechnice Poznańskiej. Był promotorem 5 prac magisterskich oraz 9 prac inżynierskich. Udzielał się jako recenzent artykułów naukowych i jako popularyzator nauki.

Podsumowując stwierdzam, że Pan dr Przemysław Głowacki spełnia wszystkie warunki konieczne do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne.



Prof. Krzysztof Sacha