



**Recenzja osiągnięcia naukowego i aktywności naukowej
dr. inż. Łukasza Kłosowskiego
w związku z postępowaniem w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne**

I. Charakterystyka Kandydata

Dr inż. Łukasz Kłosowski, od 2009 r. adiunkt na stanowisku naukowo-dydaktycznym w Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu, pracuje w Instytucie Fizyki wchodzącym w skład Katedry Fizyki Atomowej, Molekularnej i Optycznej Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej. Tytuł zawodowy magistra inżyniera fizyki technicznej otrzymał w 2004 roku na Politechnice Gdańskiej, a stopień doktora nauk fizycznych w roku 2008 na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu. Odnotować należy 15-miesięczną (luty 2014 - maj 2015) przerwę zatrudnieniu z powodów zdrowotnych.

Publikacyjny dorobek naukowy dr. inż. Łukasza Kłosowskiego cechuje się następującymi wskaźnikami naukowymi:

- **29**, w tym 22 po doktoracie - liczba artykułów naukowych opublikowanych w czasopismach z listy *Journal Citation Reports (JCR) Science Edition*,
- **86.663 (2.988 na artykuł)**, w tym 75.574 po doktoracie - sumaryczny *impact factor*,
- **2170 (74.8 na artykuł)**, w tym 1620 po doktoracie - suma punktów MNSW wg wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych z dnia 31.07.2019 r.,
- **154** (211 z autocytowaniami) - liczba cytowań wg Web of Science,
- **9** - indeks Hirscha wg Web of Science,
- **5** - średnia liczba autorów na artykuł,
- **11** - liczba artykułów z Kandydatem, jako pierwszym autorem.

Są to wskaźniki średnie, jak na niespełna 17 letnią karierę naukową dr. inż. Łukasza Kłosowskiego. W dorobku publikacyjnym Kandydata znajduje się 29 artykułów opublikowanych w średnio i słabo punktowanych czasopismach (za wyjątkiem artykułów w *Nature* i *Physical Review Letters*), w tym 8 artykułów w *Journal of Physics: Conference Series*, publikującym *de facto* raporty pokonferencyjne oraz 4 artykuły

o *impact factor* równym zero (*The European Physical Journal Special Topics* przed rokiem 2007 i wcześniej wymieniony *Journal of Physics: Conference Series* przed rokiem 2012). Zainteresowanie pracami dr. inż. Łukasza Kłosowskiego i publikowanymi w nich wynikami jest małe, co raczej zastanawia, biorąc pod uwagę dwa artykuły (*Nature*, *PRL*) powstałe w wyniku badań przeprowadzonych na Uniwersytecie w Aarhus w bardzo dobrej grupie prof. Michaela Drewsena. Zastanawiającym jest również zauważalne zwolnienie w aktywności publikacyjnej, wyrażające się całkowitym (!) brakiem artykułów opublikowanych w roku 2019 i tylko jednym, który ukazał się w roku 2020, ale w tym ostatnim przypadku usprawiedliwieniem jest fakt wnioskowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego w kwietniu 2020 roku.

II. Ocena osiągnięcia naukowego „Wybrane zjawiska zderzeniowe i rezonansowe w pułapkach jonowych” w myśl ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce art. 219 ust. 1 pkt 2 z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.).

Przedstawione do oceny osiągnięcie naukowe „Wybrane zjawiska zderzeniowe i rezonansowe w pułapkach jonowych” to cykl pięciu artykułów (w tym cztery z Kandydatem jako pierwszym autorem) opublikowanych w czasopiśmie z listy *JCR Science Edition*. Artykuły te dotyczą doświadczalnych, teoretycznych i numerycznych badań zjawisk z udziałem jonów w pułapkach Paula. Cyklowi artykułów towarzyszy, zawarte w Autoreferacie, 11-stronicowe omówienie osiągnięcia naukowego oraz oświadczenia części współautorów o ich wkładzie w powstanie przedstawionych do oceny prac. Jeden z pięciu artykułów [1] był wynikiem udziału Kandydata w eksperymencie przeprowadzonym na Uniwersytecie w Aarhus (grupa prof. Michaela Drewsena), pozostałe cztery [2-5] są wynikiem eksperymentów wykonanych

w Krajowym Laboratorium Fizyki Atomowej Molekularnej i Optycznej (KL FAMO) w Toruniu, w grupie badawczej kierowanej przez Kandydata, który z sukcesem zaimplementował wiedzę zdobytą podczas pobytów zagranicznych laboratoriach do swojej krajowej działalności badawczej.

Przejdę do omówienia wkładu dr. inż. Łukasza Kłosowskiego do każdego z pięciu artykułów.

[1] Hansen et al. "Efficient rotational cooling of Coulomb-crystallized molecular ions by helium buffer gas" (plus materiał dodatkowy), *Nature* 508 (2014) 76-79.

Artykuł w formie listu prezentujący studium nad rotacyjnym chłodzeniem jonów MgH^+ w wyniku zderzeń z helem, jako gazem buforowym, w temperaturach kriogenicznych, które zostały translacyjnie schłodzone w liniowej pułapce Paula w wyniku jednoczesnego kulombowskiego oddziaływania z laserowo schłodzonymi jonami Mg^+ .

Wkład Kandydata w powstanie tego 10-autorskiego artykułu, zgodnie z jego oświadczeniem, to przeprowadzenie części eksperymentu (obsadzenie poziomów rotacyjnych jonów molekularnych w różnych warunkach chłodzenia) oraz analiza danych polegająca na zaproponowaniu przez Kandydata sposobu określenia temperatury rotacyjnej z danych doświadczalnych, wyprowadzeniu zależności średniej energii zderzenia jon-atom od temperatury gazu buforowego i geometrii kryształu jonowego oraz analitycznym opisie rozkładu statystycznego prędkości zderzeń atom-jon (opublikowane w materiale dodatkowym *Nature*). Wkład Kandydata został potwierdzony w oświadczeniu jednego ze współautorów, prof. Michaela Drewsena, który pełnił również rolę autora korespondenta.

Osiągnięcie dokonane w tych badaniach było ważne, stanowiło swego rodzaju rekord w osiąganiu niskich temperatur rotacyjnych (do ok. 7K) w pułapce Paula, w zderzeniach z gazem buforowym z dużą wydajnością. Technika ta pozwoliła na zastosowanie chłodzenia rotacyjnego np. do adresowania pojedynczych stanów molekularnych w molekułach o znaczeniu biologicznym lub w eksperymentach spektroskopii z użyciem logiki kwantowej (quantum-logic spectroscopy).

[2] Ł. Kłosowski et al., "Nonlinear resonances in linear segmented Paul trap of short central segment", *Journal of Mass Spectrometry* 53 (2018) 541-547.

Artykuł opisujący projekt, budowę, uruchomienie i testy zbudowanej od podstaw w KL FAMO liniowej segmentowanej pułapki Paula dedykowanej spektroskopii masowej jonów wapnia.

Wkład Kandydata w powstanie tego 5-autorskiego artykułu, zgodnie z jego oświadczeniem, dotyczył koncepcji badań, zaprojektowania i budowy układu doświadczalnego, realizacji większości prac eksperymentalnych, łącznie z testami pracy pułapki i wykonaniem analiz danych. Analizy polegały na przygotowaniu modelu opisującego zjawisko rezonansu dla stosowanej geometrii potencjału, przygotowaniu modelu numerycznego, zaimplementowaniu go i przeprowadzeniu symulacji w celu interpretacji wyników. Oświadczenia czworga współautorów dotyczą ich wkładu

w powstanie pozostałych części pracy tj. uczestnictwa w formułowaniu założeń badań, przygotowywaniu aparatury, uczestnictwa w pomiarach i udziale w postawianiu artykułu.

Osiągnięcie opisane w powyższym artykule jest ważne z punktu widzenia wprowadzania nowej, własnej tematyki badawczej do istniejących struktur KL FAMO. Dotyczy uruchomienia pułapki Paula własnego projektu i konstrukcji. Niewątpliwie, Kandydat dominował w tych badaniach wykorzystując w pracy doświadczenia zdobyte podczas staży w laboratoriach w Aarhus (grupa prof. Drewsena) i Innsbrucku (grupa prof. Blatta).

[3] Ł. Kłosowski et al., "Measurement of electron-calcium ionization integral cross section using an ion trap with a low-energy, pulsed electron gun", *Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena* 228 (2018) 13-19.

Artykuł opisujący rozbudowę parku aparaturowego w laboratorium kierowanym przez Kandydata w KL FAMO, a dotyczącą nowego układu doświadczalnego do wytwarzania jonów atomów i molekuł w liniowej pułapce Paula za pomocą zderzeń z niskoenergetycznymi elektronami emitowanymi z działa o pracy impulsowej. Układ eksperymentalny posłużył do testowego pomiaru przekrojów czynnych na jonizację atomów Ca w zderzeniach z elektronami.

Wkład Kandydata w powstanie tego 4-autorskiego artykułu, zgodnie z jego oświadczeniem, dotyczył koncepcji pracy, dostosowania układu pomiarowego, wykonania zasadniczej części eksperymentu i analizy wyników. Kandydat jest autorem procedury numerycznych obliczeń ruchu elektronu w polu pułapki i jego symulacji. Podobnie jak w [2], oświadczenia trojga współautorów dotyczyły ich wkładu

w powstanie pozostałych części pracy. Wkład Kandydata jest dominujący.

Artykuł w przekonujący sposób ilustruje wykorzystanie z sukcesem nowopowstałego układu eksperymentalnego do prowadzenia badań w pułapce jonowej.

[4] Ł. Kłosowski and M. Piwiński, "Energy transfer in elastic collision between electrons and trapped ions", *Physics of Plasmas* 25 (2018) 102114.

Artykuł prezentuje model opisujący proces grzania spułapkowanych jonów w liniowej pułapce Paula w wyniku oddziaływania ze swobodnymi elektronami obecnymi w pułapce oraz jego obserwację, której wyniki potwierdziły zaproponowany model.

Wkład Kandydata w powstanie tego 2-autorskiego artykułu, zgodnie z jego oświadczeniem, dotyczył koncepcji pracy, adaptacji układu eksperymentalnego i wykonania zasadniczej części pomiarów. Kandydat był odpowiedzialny za opracowanie modelu analitycznego przekazu energii i pędu w zderzeniach sprężystych elektron-jon, przygotował model numeryczny i wykonał symulacje konieczne do interpretacji wyników. Oświadczenie współautora dotyczące jego wkładu w powstanie pozostałych części pracy podkreśla fakt dominującej roli Kandydata w badaniach prezentowanych nie tylko w artykule [4], ale również w pozostałych artykułach [2,3,5].

[5] Ł. Kłosowski and M. Piwiński, "Attraction between trapped ions and beams of electrons", *AIP Advances* 10 (2020) 015028.

Artykuł opisuje eksperymentalne studia zjawiska przyciągania pomiędzy wiązką niskoenergetycznych elektronów i chmurą sfałkowaną jonów wapnia wraz z pozytywną konfrontacją wyników z zaproponowanym modelem opisującym zjawisko, oraz podkreśleniem znaczenia tego procesu w propagacji elektronów przez plazmę.

Wkład Kandydata w powstanie tego 2-autorskiego artykułu, zgodnie z jego oświadczeniem, dotyczył koncepcji pracy, adaptacji układu eksperymentalnego i wykonania zasadniczej części pomiarów. Kandydat był odpowiedzialny również za powstanie modelu analitycznego opisującego badane zjawisko oraz wykonanie symulacji koniecznych do interpretacji wyników. Podobnie jak w [4], oświadczenie współautora dotyczyło jego wkładu w powstanie pozostałych części pracy.

Oba artykuły [4,5] są bardzo interesującym przykładem wykorzystania zbudowanego układu eksperymentalnego zawierającego liniową pułpkę Paula do badania ciekawych efektów oddziaływania elektron-jon oraz porównania doświadczenia z teorią i symulacjami numerycznymi.

We wszystkich artykułach powstałych w wyniku badań prowadzonych w KL FAMO [2-5], dr inż. Łukasz Kłosowski był autorem korespondentem.

III. Ocena aktywności naukowej w myśl ustawy *Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* art. 219 ust. 1 pkt 2 z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.)

Dr inż. Łukasz Kłosowski odbył kilka staży w ośrodkach badawczych za granicą. Najdłuższy z nich, 10-miesięczny (10.2011 - 08.2012), miał miejsce na Uniwersytecie w Aarhus (Dania) w grupie prof. Michaela Drewsena współpracującej z grupą prof. Jose Crespo Lopez-Urrutia (Uniwersytet w Heidelbergu). To tam Kandydat zaangażował się w badania, które zaowocowały publikacją w *Nature* [1] (wchodzącą w skład tu ocenianego osiągnięcia), *Physical Review Letters* (Versolato et al., *PRL* 111 (2013) 053002) i kilkoma artykułami pokonferencyjnymi. Ponadto dr inż. Kłosowski trzykrotnie odbył krótkie staże, w grupie prof. Rainera Blattla na Uniwersytecie w Innsbrucku oraz w Instytucie Optyki Kwantowej i Informacji Kwantowej tamże, łącznie trwające 4 miesiące (lata 2010 i 2011). Staże dedykowane były szkoleniu z zakresu technologii pułpek jonowych i testowaniu aparatury dla KL FAMO. Z późniejszego rozwoju działalności naukowej Kandydata należy wnioskować o dużym znaczeniu tych wyjazdów na profil jego przyszłej aktywności naukowej.

Dorobek publikacyjny dr. inż. Łukasza Kłosowskiego przed i po doktoracie, inny niż przedstawiony do procedury habilitacyjnej, to odpowiednio, 7 i 17 artykułów opublikowanych w czasopiśmie z *Listy JCR Science Edition*, m in. we wspomnianych już wyżej *Physical Review Letters*, a także w *Physical Review A*, *Journal of Chemical Physics*, *Journal of Physics B* i *Acta Physica Polonica A*. Wszystkie są kilku-autorskimi artykułami, głównie poświęconymi zjawiskom rozproszeniowym i zderzeniowym elektronów z atomami i molekułami. W siedmiu z nich Kandydat wystąpił jako pierwszy autor.

Dr inż. Łukasz Kłosowski prezentował wyniki swoich badań naukowych na kilku konferencjach i naukowych spotkaniach krajowych i międzynarodowych, w tym na pięciu organizowanych za granicą. Kandydat wygłosił jeden wykład na zaproszenie i kilkanaście referatów w formule kolokwium lub seminariów. Ponadto, w 2006 roku,

dr inż. Łukasz Kłosowski był członkiem komitetu organizacyjnego II Warsztatów Naukowych KL FAMO pod nazwą "Zimne Atomy". Od 2018 roku Kandydat jest członkiem komitetu zarządzającego w projekcie "Trapped Ions: Progress in classical and quantum applications" w ramach programu eCOST (European Cooperation in Science and Technology), członkiem grupy roboczej Tools and Infrastructure i koordynatorem do spraw Short Term Scientific Missions.

Dr inż. Łukasz Kłosowski realizował projekty naukowe finansowane w drodze konkursów krajowych. I tak, pełnił rolę kierownika projektu w ramach programu Iuventus Plus "Koincydencyjne badania niesprężystych zderzeń elektron-atom" (2010-2011), projektu badawczego NCN OPUS "Jony molekularne w pułapkach" (2015-2018), wykonawcy w granicie promotorskim "Koincydencyjne badania niesprężystych zderzeń elektron-atom helu w pełnym zakresie kątów rozpraszania z zastosowaniem metody lokalnego pola magnetycznego do zmiany toru ruchu elektronów" (2007-2008) oraz kierownika i wykonawcy w, odpowiednio, jednym i trzech grantach wewnętrznych UMK (2007-2010). Obecnie, jako wykonawca, Kandydat bierze udział w realizacji przedsięwzięcia NLPQT - Narodowe Laboratorium Fotoniki i Technologii Kwantowych w ramach POIR 4.2 (2014-2020) oraz jest członkiem zespołu priorytetowego "Quantum systems for fundamental research group" w programie Inicjatywa Doskonałości - Uczelnia Badawcza na UMK.

W różnych okresach swojej działalności badawczej, przed i po doktoracie, dr inż. Łukasz Kłosowski prowadził i prowadzi aktywną współpracę międzynarodową i krajową, do której należy zaliczyć zarówno współpracę z teoretykami z Cutin University w Perth (Australia), Indian Institute of Technology w Roorkee (Indie), jak i z grupami doświadczalnymi - wspomniane wyżej grupy prof. Drewsena (Aarhus), prof. Blatta (Wiedeń) i prof. Crespo Lopez-Urrutia (Heidelberg) - a także z Uniwersytetu w Ołomuńcu, Instytutu Fizyki PAN, Politechniki Poznańskiej i Politechniki Gdańskiej.

Podsumowanie

Biorąc pod uwagę powyższą analizę, niniejszym konkluduję, że osiągnięcie naukowe „Wybrane zjawiska zderzeniowe i rezonansowe w pułapkach jonowych”, będące cyklem powiązanych tematycznie pięciu artykułów opublikowanych w czasopiśmie z listy JCR Science Edition oraz aktywność naukowa dr. inż. Łukasza Kłosowskiego, realizowana w więcej niż jednej uczelni, **stanowią znaczny wkład w rozwój dyscypliny nauki fizyczne i tym samym spełniają wymagania określone w art. 219 ust. 1 pkt 2 ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce** (Dz. U. z 2018 r. poz. 1668 z późn. zm.).

Wnoszę zatem o poddanie wniosku dr. inż. Łukasza Kłosowskiego kolejnym etapom zmierzającym do nadania stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki fizyczne.



Prof. dr hab. Jarosław Koperski

Kraków, dnia 20 listopada 2020 r.