

Prof. dr hab. Marek Moszyński
Narodowe Centrum Badań Jądrowych
05-400 Świerk-Otwock

Warszawa, 1.02.2022

RECENZJA
dorobku naukowego i rozprawy habilitacyjnej
dr Marka Pietrowa

1. Ocena dorobku naukowego

Dr Marek Pietrow ukończył studia na Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie w 1998 r.. W 2008 r. uzyskał doktorat nauk fizycznych, obroniony przed Radą Wydziału Matematyki, Fizyki i Informatyki UMCS, oparty o rozprawę zatytułowaną „Tworzenie pozytu w węglowodorach i ich pochodnych”. Po uzyskaniu doktoratu dr Pietrow otrzymuje stanowisko adiunkta w Zakładzie Metod Jądrowych (Katedrze Fizyki Materiałowej po przemianowaniu) Instytutu Fizyki UMCS w Lublinie.

Wcześniej, w latach 1998 – 2008 dr Pietrow był zatrudniony jako pracownik naukowy w Instytucie Agrofizyki PAN im. B. Dobrzańskiego w Lublinie, asystent w Katedrze Fizyki Teoretycznej (Zakład Fizyki Matematycznej) Instytutu Fizyki UMCS w Lublinie oraz jako asystent w Zakładzie Metod Jądrowych Instytutu Fizyki UMCS w Lublinie

Dr Pietrow jest autorem, lub współautorem 26 prac opublikowanych w czasopismach o zasięgu międzynarodowym oraz 15 raportów czy komunikatów naukowych. Po doktoracie, dr Pietrow opublikował 17 prac w czasopismach z Listy Filadelfijskiej oraz 13 nierecenzowanych komunikatów, z licznych międzynarodowych konferencji oraz raportów. Warto podkreślić pracę A2, z cyklu habilitacyjnego, „An experimental investigation of light emission produced in the process of positronium formation in matter”, opublikowaną w *Physical Chemistry Chemical Physics*, wyróżnioną przez redakcję jako „2021 HOT PCCP article”. Również ważnym osiągnięciem Dra Pietrowa są 3 przyznane patenty w Polsce i następnie ich zgłoszenie o patenty międzynarodowe. Prace Dra Pietrowa były cytowane 103 razy, wg ISI WEB Citation Index, a indeks H wynosi 7, co wskazuje na raczej niszową tematykę badań.

Po uzyskaniu doktoratu, dr Pietrow uczestniczy w realizacji czterech projektów badawczych, w tym jednego projektu międzynarodowego. W latach 2019 – 2020 był kierownikiem projektu objętego wsparciem przedwdrożeniowym wyników badań naukowych i prac rozwojowych w ramach projektu „Inkubator Innowacyjności 2.0” dotyczącego *Konstrukcji urządzenia do badania zafałszowań wosku pszczelego*. Warto podkreślić, że projekt ten wymagał koordynowania prac zespołu, którego działania wykraczały poza zasięg jednej dyscypliny naukowej i pokazały umiejętność kierowania takim zespołem oraz podejmowania trafnych działań naukowych, które mogą mieć istotny zasięg w sferze technologicznej.

Aktywność naukowa dra Pietrowa jest głównie związana z badaniami pozytonium oraz wykorzystaniem pozytonium w nauce i w technikach oznaczania czystości różnych

materialów. Badania oparte o pomiary czasów życia pozytonium (PALS), stały się podstawą rozprawy doktorskiej i następnie wniosku habilitacyjnego.

Aktywność naukowa dra Pietrowa obejmuje również badania stosowane jak np. testy wpływu zafałszowań wosków na biologię rodziny pszczołej. Dr Pietrow jest pomysłodawcą idei technicznej i jednym z konstruktorów nowatorskiego urządzenia elektromechanicznego *Waxo* pozwalającego badać próbkę wosku w celu sprawdzenia jej podobieństwa w stosunku do naturalnego wosku pszczelego w kontekście właściwości fizycznych kształtowanych przez skład chemiczny. Urządzenie pozwala wykryć zafałszowania dodatkiem w ilości 5%-10% fałszującej substancji (w zależności od jej rodzaju). Urządzenie jest aktualnie na najwyższym, 9 poziomie gotowości technologicznej (w fazie gotowości do produkcji) i pozwala wykonywać zlecane badania jakości i jest chronione trzema patentami.

Warto również odnotować bogatą działalność dydaktyczną, tak w ramach pracy w UMCS, obejmującą zajęcia konwersatoryjne, laboratoryjne i wykłady dla studentów studiów stacjonarnych I i II stopnia (m. in. kierunki: Fizyka, Fizyka techniczna, Inż. Nowocz. Materiałów, Informatyka, Matematyka, Matematyka Finansowa, Biomatematyka, Matematyka Statystyczna, Matematyka z Informatyką, Chemia, Analityka Chemiczna, Chemia Kryminalistyczna, Chemia Środków Bioaktywnych, Biologia, Biotechnologia, Ochrona Środowiska), jak również w ramach projektów współfinansowanych ze środków Unii Europejskiej.

Znaczącą pozycję dra Pietrowa w polskiej nauce podkreśla bogaty udział w organizowaniu szeregu konferencji naukowych w roli współorganizatora, czy sekretarza Komitetu Organizacyjnego oraz w konsekwencji pełnienie funkcji zaproszonego edytora (Guest Editor) w publikowanych materiałach konferencji..

Dr Pietrow był uhonorowany szeregiem nagród i dyplomów, tak na poziomie Uczelni, jak również przyznanych przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

2. Ocena rozprawy habilitacyjnej

Rozprawa habilitacyjna zatytułowana „Badanie wpływu oddziaływania pary $e^+ - e^-$ z materią w okolicy wolnych objętości w ośrodku skondensowanym na tworzenie atomu pozytu” jest zszywką 9 publikacji, opublikowanych w wiodących pismach z zakresu chemii fizycznej, jak np. *Journal of Chemical Physics*, *Physical Chemistry Chemical Physics*, czy *Radiation Physical Chemistry*. Zestaw publikacji jest uzupełniony obszernym autoreferatem, stanowiącym podsumowanie prezentowanych prac.

Zebrane prace miały na celu zbadanie i wykazanie znaczenia niektórych zjawisk występujących w trakcie tworzenia pozytonium (Ps) w ośrodkach skondensowanych, w których oddziaływanie pary $e^+ - e^-$ z ośrodkiem powinny być traktowane za porównywalnie silne w stosunku do oddziaływania wewnątrz samej pary. Zazwyczaj w takich sytuacjach należy dążyć do stosowania kwantowego opisu układu wielu ciał. W ten sposób nie jest dokonywane uproszczenie polegające na zredukowaniu Ps w materii do stanu niepodzielnego obiektu w studni uśrednionego potencjału. Taka zmiana opisu Ps może zmienić przewidywania odnośnie ewolucji stanu pary $e^+ - e^-$ w trakcie tworzenia Ps i wpłynąć na interpretacje eksperymentalnych wyników w technice PALS.

Wyniki prac pozwalają na bardziej ściśle określenie warunków energetycznych bezpośrednio przed i po utworzeniu Ps i w konsekwencji na bardziej precyzyjne

określenie bilansu energetycznego w procesie tworzenia Ps w ośrodku. Dzięki zastosowaniu podejścia wielociałowego możliwe jest również bardziej precyzyjne odwołanie się do lokalnych właściwości danego ośrodka (np. uwzględnienie obecności nieplanarnych konformerów molekuł).

Przedstawiony cykl prac zmierzał do zbadania możliwości zaistnienia deekscytacji fotonowej w trakcie tworzenia Ps w ośrodku. Istnienie tych hipotetycznych fotonów mogłoby mieć duże znaczenie praktyczne, gdyż parametry fizyczne (m.in. energia) fotonów powinny być związane z właściwościami ośrodka. Spektroskopia tego promieniowania mogłaby być używana jako nowa technika do badania właściwości ośrodka.

Badanie emisji światła podczas tworzenia Ps zostało podsumowane w pracy A2. Przedstawiono tam wyniki eksperymentu mającego na celu zweryfikowanie postawionej przez Dra Pietrowa hipotezy, wg. której w trakcie tworzenia Ps może zachodzić emisja światła. Na podstawie szacowań z pracy [A4] dotyczących bilansu energetycznego w trakcie tworzenia Ps w alkanach opracowano pomiar ilości fotonów emitowanych w trakcie życia pozytonu w próbce. Eksperyment ten stanowi pierwszą próbę zarejestrowania hipotetycznych kwantów światła produkowanych w trakcie tworzenia Ps w jednym z alkanów prostych (n-oktanie, C₈) oraz w porowatej krzemionce.

W pracy [A4] Dr Pietrow proponuje numeryczny model pułapkowania e^+ oraz e^- w materii skondensowanej. Zbudowany model numeryczny umożliwia w prosty sposób uwzględnienie w strukturze zmian wywołanych przez zmianę konformacji molekuł. Wydaje się, iż rosnące stężenie konformerów nie-płaskich wiąże się z większą ilością miejsc, w których cząstka może być sputapkowana. Jednak, jak pokazują wykonane symulacje, geometria dipoli związanych z zagięciami łańcucha węglowodorowego wpływa destruktywnie na kierunek pola wytwarzanego przez większość dipoli. W związku z tym, wraz ze wzrastającą ilością nieliniowych konformerów maleje energia wiązania ładunku. Tłumaczy to znany doświadczalnie fakt, iż wraz ze wzrastającą temperaturą, a co za tym idzie rosnącą gęstością nieliniowych konformerów, pułapki elektronowe są stopniowo opróżniane [B1].

Z kolei, głównym celem pracy [A3] jest pokazanie, że w pełni kwantowy opis pary $e^+ - e^-$ w wolnej objętości może być zapożyczony od rozwijanego od długiego czasu w teorii materii skondensowanej modelu ekscytanu w kropce kwantowej. Z obliczeń opartych na numerycznym rozwiązaniu równania Schrödingera dla pary $e^+ - e^-$ w skończonej studni potencjału wynika, że energia pary we względnie małej wolnej objętości w znaczny sposób zależy od rozmiaru wolnej objętości i wartości stałej dielektrycznej otaczającego ośrodka.

Badane w rozprawie habilitacyjnej zjawiska wpływają na warunki tworzenia się Ps, w tym m.in. na ilość energii emitowanej podczas tworzenia oraz na prawdopodobieństwo tworzenia Ps. Badania miały na celu rozpatrzenie oddziaływań pary $e^+ - e^-$ w możliwie ścisłym opisie niezależnych cząstek. Obok rozważań teoretycznych wykonano szereg eksperymentów, które weryfikowały wyniki teoretycznych przewidywań i wysuwane tezy.

Wśród najbardziej znaczących osiągnięć można wyróżnić:

- Gruntowne i systematyczne zbadanie eksperymentalne właściwości pułapek elektronowych w alkanach. Przeprowadzone obliczenia numeryczne dowodzą poprawności teoretycznego opisu natury tych pułapek.

- Wyniki eksperymentu przeprowadzonego na wiązce powolnych pozytonów, który może stać się początkiem nowego spektroskopowego badania właściwości elektronowych ośrodków molekularnych.
- Próba wskazania wpływu zjawisk kwantowych (dekoherencja oraz wielociałowy model pary $e^+ - e^-$ w ośrodku skondensowanym) na wyniki pomiarów otrzymywanych w metodzie PALS.

Reasumując, prace stanowiące podstawę rozprawy habilitacyjnej stanowią istotny wkład w poszerzenie wiedzy o procesach fizycznych towarzyszących deekscytacji pozytonium.

3. Podsumowanie

Podsumowując całokształt dorobku naukowego i rozprawę habilitacyjną stwierdzam, że dr Pietrow zgromadził obszerny i wartościowy dorobek naukowy i naukowo-techniczny. Dr Pietrow w pełni udowodnił swoją dojrzałość naukową, a w dziedzinie fizyki pozytonium stał się znaczącą postacią na rynku naukowym. Stawiam wniosek o dopuszczenie doktora Marka Pietrowa do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Prof. dr hab. Marek Moszyński