



Uniwersytet Łódzki

Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej

Prof. dr hab. Zbigniew Klusek  
Katedra Fizyki Ciała Stałego  
Zakład Fizyki i Technologii Struktur Nanometrowych  
Uniwersytet Łódzki  
ul. Pomorska 149/153  
90-236 Łódź

Łódź, dn. 03 lutego 2015

### **Recenzja w sprawie postępowania habilitacyjnego doktora Mariusza Zdrojka**

Doktor Mariusz Zdrojek urodzony w 1978 r. uzyskał w roku 2002 stopień magistra nauk fizycznych w zakresie fizyki technicznej na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej Politechniki Warszawskiej. W roku 2006 otrzymuje stopień doktora nauk fizycznych w zakresie fizyki na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej oraz stopień doktora nauk fizycznych w zakresie badań materiałowych na Uniwersytecie w Lille. Promotorami rozprawy doktorskiej „Properties of carbon nanotubes probed by electrostatic force microscopy and Raman spectroscopy” byli prof. nzw. dr hab. Leszek Adamowicz i prof. Didier Stievenard. Recenzentami w przewodzie doktorskim był prof. dr hab. Jerzy Garbaczek oraz prof. Philippe Lambin. Zarówno praca magisterska jak i doktorska zostały uznane za wyróżniające się. Począwszy od roku 2007 zatrudniony jest jako adiunkt na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej pełniąc funkcję kierownika pracowni nanostruktur. W okresie od 2007 do 2010 r. odbywa dwa staże podoktorskie w Barcelonie pierwszy z nich w CNN drugi w ICN.

Doktor Mariusz Zdrojek brał udział w 37 konferencjach o charakterze krajowym i międzynarodowym w których dominujący charakter miały wystąpienia w formie referatów (23) w tym 13 zaproszonych. Pozostałe wyniki prezentował w formie plakatowej. Istotnym osiągnięciem dr Zdrojka jest udział w projektach krajowych i międzynarodowych zwłaszcza tych w których pełnił rolę kierownika projektu. To właśnie te projekty dominują w karierze dr Zdrojka po uzyskaniu stopnia doktora. Działalność ta

niewątpliwie związana jest z uzyskanymi patentami i wdrożeniami oraz przyznanymi nagrodami i wyróżnieniami gdzie szczególnie należy podkreślić dwukrotne przyznanie Stypendium Ministra dla wybitnych młodych naukowców. Na wyróżnienie zasługuje również bardzo bogata i różnorodna działalność organizacyjna kandydata na stopień doktora habilitowanego co udokumentował w autoreferacie. W szczególności podkreślić należy też działalność dydaktyczną gdzie oprócz typowych zajęć ze studentami oraz opieką naukową nad studentami i doktorantami kandydat prowadził wykłady na Festiwalu Nauki, wykład dla laureatów olimpiady fizycznej czy też uczestników Uniwersytetu III Wieku. Był też osobą promującą polskie badania dotyczące grafenu między innymi w prasie i telewizji.

Doktor Mariusz Zdrojek posiada imponujący dorobek publikacyjny. W szczególności spis wszystkich publikacji nie stanowiących podstawy do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego obejmuje 32 prace w tym prace w tak prestiżowych czasopismach jak Physics Review Letters czy wielokrotnie w Applied Physics Letters. Całkowita liczba publikacji naukowych dr Zdrojka znajdująca się w bazie Journal Citation Reports wynosi 27, a ich sumaryczny Impact Factor zgodny z rokiem opublikowania jest na poziomie 108. Całkowita liczba cytowań bez autocytowań wynosi 336 a Index Hirsha równy jest 10. Należy podkreślić znaczący wzrost dorobku kandydata po uzyskaniu stopnia doktora związany między innymi ze znacznym poszerzeniem tematyki badawczej w stosunku do okresu przed doktoratem.

### **Ocena osiągnięcia naukowego dr Mariusza Zdrojka**

Doktor Mariusz Zdrojek jako osiągnięcie naukowe przedstawił cykl 6 wieloautorskich publikacji i jeden wniosek o udzielenie patentu pod wspólnym tytułem „**Badania własności pojedynczych nanorurek węglowych**”. Do spisu publikacji dołączony jest krótki opis wkładu habilitanta wraz z określeniem udziału procentowego który waha się od 10 % do 80 %. Należy podkreślić, że znaczny udział procentowy kandydata przypisany jest pracom w tak dobrych czasopismach jak Physical Review Letters (80 % i 60%) czy Physical Review B (70 %, 45 %) również wkład do wniosku patentowego na poziomie 40 % należy określić jako wysoki. Sumaryczny Impact Factor cyklu 6 prac wynosi 52.9 natomiast liczba cytowań szacowana jest na ok. 180.

Za szczególnie istotny rezultat składający się na osiągnięcie naukowe dr Mariusza Zdrojka pragnę w pierwszej kolejności wymienić obserwowane przez kandydata zjawisko ładowania się wewnętrznych ścian wielościennej nanorurki węglowej wraz z opracowaniem metodyki wstrzykiwania i detekcji ładunków za pomocą igły EFM. Uzyskany wynik pokazuje, że wielościenna nanorurka węglowa nie zachowuje się jak klasyczny cylindryczny kondensator. Kontynuacją prowadzonych badań było pokazanie nierównomiernego rozmieszczenia nadmiarowych ładunków elektrycznych z tendencją do ich akumulacji na końcach nanorurki. Uzyskany wynik eksperymentalny był zgodny z zaproponowanym modelem teoretycznym nie tylko na poziomie jakościowym ale i ilościowym. Uzyskane wyniki zostały opublikowane w serii dwóch prac w czasopiśmie Physical Review B.

Istotnym osiągnięciem naukowym kandydata było pokazanie, że nanorurka węglowa może pełnić funkcję detektora pojedynczych elektronów. Prowadzone prace w tej dziedzinie były rozszerzeniem wcześniejszych prac dotyczących mapowania niewielkich ilości ładunku elektrycznego w układach z nanorurkami węglowymi. Na uwagę zasługuje tu fakt zaprojektowania przez dr Zdrojka własnego układu pomiarowego w geometrii tranzystora gdzie badano własności kropki kwantowej z selenku kadmu. Główne rezultaty kandydat do stopnia doktora habilitowanego opublikował w czasopiśmie Physical Review Letters. Istotnym jest kontynuacja prac nad zastosowaniem pomysłu pomiaru detekcji pojedynczych elektronów nie tylko w niskich temperaturach ale również w temperaturze pokojowej.

W cyklu kolejnych dwóch prac opublikowanych w Nature Nanotechnology i Applied Physics Letters dr Zdrojek zajmuje się własnościami mechanicznymi nanorurek węglowych. Za najistotniejsze osiągnięcie naukowe dotyczące tej tematyki niewątpliwie należy wymienić opracowanie metodyki wytwarzania rezonatorów nanomechanicznych w oparciu o nanorurkę węglową zawieszoną na dwóch kontaktach metalicznych charakteryzująca się dużym naprężeniem. Godnym uwagi jest fakt, że dr Zdrojek jest tu współautorem publikacji w prestiżowym Nature Nanotechnology posiadającym w roku 2011 Impact Factor 27.27.

Kolejnym istotnym osiągnięciem naukowym dr Mariusza Zdrojka jest zidentyfikowanie tzw. efektu antenowego w pojedynczych wielościennych nanorurkach węglowych za pomocą spektroskopii ramanowskiej. Badania te umożliwiły również określenie zależności polaryzacyjnych widma ramanowskiego indywidualnych wielościennych nanorurek węglowych wraz z opracowaniem metody kontroli lokalnego

grzania laserowego nanorurek za pomocą sterowania polaryzacją światła. Istotnym jest to, że otrzymane i opublikowane w czasopiśmie Physical Review Letters wyniki stanowiły podstawę zgłoszenia patentowego dotyczącego grzania laserowego obiektów o rozmiarach nanometrycznych o znacznej anizotropii absorpcji optycznej. Zgłoszenie to stanowi niewątpliwie osiągnięcie naukowe dr Mariusza Zdrojka oraz może być przykładem potencjalnego transferu wiedzy od Nauki do Przemysłu.

### **Podsumowanie**

Nie mam wątpliwości, że zarówno osiągnięcia jak i wszechstronna aktywność naukowa, dydaktyczna i organizacyjna dr Mariusza Zdrojka charakteryzują go jako w pełni ukształtowanego i dojrzałego pracownika naukowego. Dorobek naukowy dr Mariusza Zdrojka przedstawiony przez niego jako osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego zawarty w cyklu 6 publikacji i jednego wniosku patentowego pod wspólnym tytułem „Badania własności pojedynczych nanorurek węglowych” jest udokumentowany w wiodących czasopismach o liczącej się światowej renomie w środowisku naukowym. W moim przekonaniu dorobek ten jest wyróżniający i wystarczający do nadania mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk fizycznych, w dyscyplinie fizyka.



Prof. dr hab. Zbigniew Klusek