

## Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej

prof. dr hab. inż. Bartłomiej Szafran

Kraków, 30.10.2017

Recenzja dorobku naukowego  
Pana dr hab. inż. Grzegorza Sęka  
w postępowaniu o nadanie tytułu profesora

Rolą recenzenta w postępowaniu jest stwierdzenie, czy kandydat spełnia wymagania określone w art. 26 Ustawy z dnia 14 marca 2003r o stopniach naukowych

Art. 26. 1. Tytuł profesora może być nadany osobie, która (...) posiada osiągnięcia naukowe znacznie przekraczające wymagania stawiane w postępowaniu habilitacyjnym; 2) posiada doświadczenie w kierowaniu zespołami badawczymi realizującymi projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych lub odbyła staże naukowe w instytucjach naukowych, w tym zagranicznych, lub prowadziła prace naukowe w instytucjach naukowych, w tym zagranicznych; 3) posiada osiągnięcia w opiece naukowej – uczestniczyła co najmniej: a) raz w charakterze promotora w przewodzie doktorskim zakończonym nadaniem stopnia oraz b) raz w charakterze promotora pomocniczego w przewodzie doktorskim zakończonym nadaniem stopnia lub uczestniczy w charakterze promotora w otwartym przewodzie doktorskim, oraz c) dwa razy w charakterze recenzenta w przewodzie doktorskim lub w przewodzie habilitacyjnym lub w postępowaniu habilitacyjnym.

### **Staż naukowe w zagranicznych instytucjach naukowych oraz prace w instytucjach naukowych (Art.26.1.2).**

Pan Dr hab inż. Grzegorz Sęk prowadzi na Politechnice Wrocławskiej prace naukowe dotyczące właściwości optycznych nanostruktur półprzewodnikowych od 1994 roku. Pracę doktorską pt. "Spektroskopia fotoodbiciowa kropek kwantowych" przygotowaną pod opieką prof. Jana Misiewicza, kandydat obronił w roku 2001. Praca została wyróżniona Nagrodą Prezesa Rady Ministrów RP.

**Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie |  
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej**

al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków  
tel. +48 12 617 2951, +48 12 633 3740, fax +48 12 634 00 10  
e-mail: fizagh@ftj.agh.edu.pl, www.ftj.agh.edu.pl/



Dr Grzegorz Sęk pracował na Uniwersytecie w Wuerzburgu na stażu podoktorskim w grupie prof. A. Forchela. Kandydat poświęcił staż na badanie oddziaływania ekscyton-foton w pojedynczych kropkach kwantowych wbudowanych w rezonator pola elektromagnetycznego. Działania Kandydata doprowadziły do odkrycia rozszczepienia Rabięgo wynikającego ze sprzężenia ekscyton-foton. Kandydat był osobiście zaangażowany w centralny punkt badań, to jest w poszukiwanie oznak spektralnych sprzężenia między pojedynczym ekscytonem w kropce kwantowej a pojedynczym fotonem uwięzionym we wnęce rezonansowej. Odkrycie sprzężenia ogłoszono w publikacji, która ukazała się w Nature w roku 2004 roku pt. *Strong coupling in a single quantum dot-semiconductor microcavity system*. Do dziś praca została zacytowana ponad 1180 razy.

Wniosek: Kandydat pracował owocnie w instytucjach naukowych krajowych (patrz również niżej) i zagranicznych oraz odbył staż podoktorski osiągając wyniki o wybitnym znaczeniu.

#### **Kierowanie zespołami badawczymi realizującymi projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych (wciaż Art. 26.1.2)**

Po powrocie ze stażu podoktorskiego na Politechnikę Wrocławską, a przed habilitacją Kandydat pracował owocnie w wielu grantach jako członek zespołu badawczego (projekt WideLase FP7, grant na współpracę międzynarodową MNiSW LIPOLATE, granty NCN OPUS, HARMONIA, MAESTRO). Kandydat był głównym wykonawcą w grantie MNiSW 6, w projektach z Siódmego Programu Ramowego UE. Projekt FP7 ZODIAC dotyczył transferu energii w strukturach tunelowych, układów polaryzacyjnie niezależnych emiterów, wpływu geometrii i rozkładów naprężeń na polaryzację emitowanego światła. Kandydat był również głównym wykonawcą w innym projekcie z Siódmego Programu Ramowego: SensHy, którego efektem są między innymi pierwsze przestrajalne lasery półprzewodnikowe – obecnie wprowadzone do sprzedaży przez partnera przemysłowego projektu, jak również wdrażane do produkcji układy do detekcji węglowodorów, w szczególności do poszukiwania złóż paliw kopalnych.

Po habilitacji kandydat objął funkcję kierowniczą w zespole badawczym “Nanostruktury epitaksjalne dla fotoniki podczerwieni” działającym w ramach Laboratorium Optycznej Spektroskopii Nanostruktur w Katedrze Fizyki Doświadczalnej Politechniki Wrocławskiej. Zespół koncentruje swoją uwagę na zastosowaniu nanostruktur epitaksjalnych w nanofotonice, komunikacji kwantowej, w tym na produkcji źródeł fotonów pojedynczych oraz fotonów splątanych, jak również bada złożone układy hybrydowe o różnej wymiarowości dla optymalizacji wydajności świetlnej w tym laserowej oraz na nowych materiałach i strukturach półprzewodnikowych do detekcji gazów. Zespół zajmuje się również problemami elektrodynamiki kwantowej w ciele stałym, w tym polarytonami oraz kondensacją ekscytonów. Na wszystkich kierunkach badawczych zespół osiąga znaczące wyniki naukowe dokumentowane publikacjami w renomowanych czasopismach międzynarodowych. Badania prowadzone są w ramach

wielu krajowych oraz europejskich projektów badawczych, z których większość jest kierowana przez dr hab. inż. Grzegorza Sęka.

Kandydat już po habilitacji rozliczył grant własny MNiSW, oraz grant OPUS NCN, *Badania kompleksów ekscytonowych w zero-wymiarowych strukturach nowego typu z wykorzystaniem spektroskopii korelacyjnej w zakresie bliskiej podczerwieni powyżej 1  $\mu\text{m}$* . Recenzent zapoznał się z wynikami publikacyjnymi grantu OPUS na podstawie rekordów z podziękowaniami do tego grantu w bazie Web of Science. Badania projektowe dotyczyły emisji światła z rekombinacji par elektron-dziura w anizotropowych epitaksjalnych kropkach kwantowych, w tym kolumnach oraz kreskach kwantowych. Układy badano pod kątem emisji światła o barwie w zakresie pasm telekomunikacyjnych. Prace dotyczyły identyfikacji kompleksów będących źródłem światła, korelacji polaryzacji kolejnych fotonów z rozdzielczością czasową rzędu 100 ps, skąd wydobywano informacje o dynamice i relaksacji nośników. Prace dotyczyły również nieklasycznych cech kropek kwantowych jako źródeł światła. W ramach grantu stwierdzono po raz pierwszy jednofotonowy charakter emisji z kropek InGaAlAs. Grant zakończył się bardzo dobrym wynikiem publikacyjnym z czterema publikacjami w Applied Physics Letters oraz jedną pracą w Physical Review B.

Obecnie Kandydat kieruje projektem UE *In-line cascade laser spectrometer for process control – iCspec*, projektem polsko – niemieckim z finansowaniem NCBR *Fibre-coupled semiconductor single-photon source for secure quantum communication in the 1.3 range FI-SEQR* oraz grantem Harmonia NCN, *Investigation of fundamental physical properties of coupled quantum well-quantum dot systems emitting in the near infrared range of 1.3-1.55  $\mu\text{m}$* .

Członkowie zespołu Grzegorza Sęka uzyskują finansowanie badań. W szczególności doktoranci uzyskali 3 granty PRELUDIUM NCN, oraz 1 DIAMENTOWY GRANT MNiSW.

Wniosek: Kandydat ma wybitne osiągnięcia jeśli chodzi o kierowanie zespołami badawczymi realizującymi projekty badawcze. Poziom badań, ich aktualność, znaczenie naukowe oraz potencjalne możliwości zastosowania pozwala grupie zdobywać granty nie tylko krajowe, lecz i międzynarodowe. Wyniki projektów publikowane są w renomowanych czasopismach. Mają również duże znaczenie praktyczne. Część z nich wdrożono i skomercjonalizowano. Kandydat przy realizacji grantów prowadzi współpracę ze świetnymi grupami badawczymi z kraju (Instytut Technologii Elektronowej, prof. Bugajski, dr Strupiński) i zagranicy (prof. Forchel, prof. Hoefling, prof. Reithemeier, Wuerzburg, prof. Rouillard, Montpellier, prof. Reithmaier, Kassel, prof. Fiore, EPFL Lausanne).

## Osiągnięcia po habilitacji (Art. 26.1)

Wskaźniki bibliometryczne kandydata (204 prace, około 2100 cytowań bez autocytowań oraz indeks Hirscha 26) przekraczają znacznie przeciętny poziom wniosków profesorskich w dziedzinie nauk fizycznych dla badaczy zajmujących się fizyką ciała stałego. Po habilitacji kandydat w ciągu 6 lat opublikował 76 prac oraz uzyskał wiele grantów badawczych, o czym recenzent pisał powyżej. Po habilitacji kandydat wygłosił zaproszone referaty na 15 konferencjach, w większości międzynarodowych, co świadczy o dużym uznaniu jego badań jakimi się one cieszą w środowisku.

Kandydat w dokumentacji wniosku wskazał jako najważniejsze osiągnięcie uzyskane po habilitacji: zbadanie właściwości optycznych oraz emisji jednofotonowej nanostruktur epitaksjalnych o anizotropowej geometrii. Kandydat ze współpracownikami wskazał zależność polaryzacji światła z kresek kwantowych od warunków wzbudzenia oraz temperatury, co wyjaśniono istnieniem w ramach anizotropowych kresek mniejszych izotropowych pułapek nośników. Ważna część badań została poświęcona na dyskusję emisji z pojedynczej, wyselekcjonowanej nanostruktury, względem światła emitowanego przez niejednorodny zbiór kropek kwantowych. Wskazano możliwość intencjonalnej zmiany polaryzacji emitowanego światła już po etapie wzrostu przez modyfikację otoczenia dielektrycznego oraz przez manipulację rozkładem pola elektromagnetycznego. Przeprowadzone zostały badania dekoherencji stanów ekscytonowych ze wskazaniem, iż procesem rządzi sprzężenie z fononami akustycznymi oraz pokazano, że anizotropia nanostruktur znacznie ogranicza defazację na tym kanale. Cennym wynikiem prac Kandydata jest zbadanie kaskadowej rekombinacji kompleksów ekscytonowych wraz z korelacją polaryzacji fotonów z kolejnych stadiów procesu. W badaniach nad kreskami kwantowymi znaleziono emisję jednofotonową w zakresie okna telekomunikacyjnego oraz wskazano, że dla kresek już stosunkowo niewielkie pole magnetyczne w płaszczyźnie próbki pozwala na redukcję rozszczepienia między jasnymi stanami ekscytonu poniżej naturalnej szerokości linii, co otwiera drogę do zastosowania układów jako źródeł fotonów o splątanych polaryzacjach.

Kandydat pracował przy organizacji konferencji, pracował w zespołach eksperckich, recenzował wiele prac naukowych. Na macierzystym wydziale dr Sęk jest zaangażowany w komisje rekrutacyjne, stypendialne i programowe dla studiów doktoranckich. W zakresie dydaktyki kandydat prowadził wykłady z fizyki ogólnej, z fizyki nanostruktur, nowoczesnych materiałów oraz spektroskopii optycznej. Kandydat jest współautorem e-podręcznika nt spektroskopii nanostruktur oraz wykazał się dużą aktywnością w zakresie popularyzacji nauki (wykłady popularnonaukowe dla studentów i uczniów, audycje radiowe, opieka nad kołami naukowymi).

Wniosek: Osiągnięcia kandydata uzyskane po habilitacji znacznie przekraczają wymagania stawiane w postępowaniu habilitacyjnym.

### **Osiągnięcia w opiece naukowej (Art. 26.3)**

Kandydat był promotorem w trzech zakończonych przewodach doktorskich (2 z wyróżnieniem) (Art. 26.3.a) oraz pełni rolę promotora w trzech otwartych przewodach (Art. 26.3.b). Ponadto dr Grzegorz Sęk recenzował trzy doktoraty na renomowanych uczelniach: na Uniwersytecie Warszawski, na Uniwersytecie w Sheffield oraz na Uniwersytecie Technicznym w Eindhoven (Art. 26.3.c). Kandydat był trzykrotnie powoływany jako członek komisji habilitacyjnej.

Wniosek: wymagania Art. 26.3. są z naddatkiem spełnione

### **Podsumowanie**

Pan dr hab. inż. Grzegorz Sęk jest dojrzałym badaczem o wybitnym dorobku naukowym, cenionym specjalistą w zakresie spektroskopii optycznej nanostruktur półprzewodnikowych oraz fizyki sprzężenia układów uwięzionych nośników z promieniowaniem elektromagnetycznym.

W związku ze wszczętym przez Radę Wydziału Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej postępowaniem w sprawie nadania Panu dr hab. inż. Grzegorzowi Sękowi tytułu naukowego profesora stwierdzam, że dorobek Kandydata spełnia z dużym nadmiarem ustawowe i zwyczajowe wymagania stawiane profesorom tytularnym. Z pełnym przekonaniem rekomenduję wystąpienie z wnioskiem o tytuł profesora dla dr hab. inż. Grzegorza Sęka.

Prof. dr hab. inż. Bartłomiej Szafran

