

Dr hab. Irena Deperasińska, prof. IF PAN
Instytut Fizyki PAN
Al.Lotników 32/46, 02-668 Warszawa
deper@ifpan.edu.pl

Warszawa, 31 marca 2020 r.

**Recenzja wniosku habilitacyjnego pani dr Iwony Olejniczak
pt. „Spektroskopowe badania stanów podstawowych niskowymiarowych przewodników
organicznych: lokalizacja ładunku, nadprzewodnictwo, dwufunkcyjność”**

Sylwetka pani dr Iwony Olejniczak

Pani dr Iwona Olejniczak uzyskała dyplom magistra fizyki na Uniwersytecie im. Adama Mickiewicza w Poznaniu w 1988r. Od 1989 roku jest zatrudniona w Instytucie Fizyki Molekularnej PAN w Poznaniu. W 1994 roku uzyskała dyplom doktora nauk fizycznych (specjalność fizyka – spektroskopia molekularna). Jej promotorem był prof. dr hab. A.Graja. W latach 1998/1999 odbyła staż podoktorski w State University of New York at Binghamton w USA, a ponadto przebywała jeszcze na 4 krótszych stażach naukowych w różnych krajach (Niemcy, USA i Grecja). W momencie składania wniosku habilitacyjnego na dorobek naukowy pani dr Iwony Olejniczak składało się 59 artykułów w czasopismach, znajdujących się w bazie JCR i 5 kolejnych w innych wydawnictwach naukowych.

Osiągnięcie habilitacyjne

Osiągnięcie habilitacyjne pani dr Iwony Olejniczak pt. *„Spektroskopowe badania stanów podstawowych niskowymiarowych przewodników organicznych: lokalizacja ładunku, nadprzewodnictwo, dwufunkcyjność”* tworzy dziesięć publikacji, oznaczonych we wniosku jako [H1]-[H10]. Są to artykuły podpisane zazwyczaj przez kilku naukowców. Pani dr I.Olejniczak jest autorem korespondencyjnym w sześciu z tych artykułów. Odpowiednie oświadczenia współautorów o ich wkładzie do wspólnych prac są załączone do wniosku habilitacyjnego. Publikacje te ukazały się w latach 1999-2017, w cenionych czasopismach naukowych z listy filadelfijskiej (*4xPhys.Rev.B*, *2xChem.Mat*, *Phys.Chem.Chem.Phys*, *ChemPhysChem*, *J.Am.Chem.Soc* i *J.Phys.Chem.C*). Publikacja w *Chem.Phys.Chem* została wyróżniona jako artykuł z okładki.

W opisie swojego osiągnięcia habilitacyjnego, zawartym w autoreferacie, pani dr I.Olejniczak jasno i czytelnie przedstawiła cele naukowe podjęcia tych prac, wskazując ich miejsce na mapie współczesnych kierunków badań w dziedzinie przewodników organicznych 2D. Są to kryształy donorowo-akceptorowe, z reguły o złożonej budowie, w związku z czym ich własności są uzależnione od różnego typu oddziaływań międzymolekularnych w tym kryształach, czasem o niespodziewanych skutkach. Podstawą eksperymentów, których wyniki przedstawiono i przedyskutowano w pracach [H1]-[H10] były pomiary z wykorzystaniem różnych technik spektroskopii w podczerwieni i Ramana w szerokim zakresie temperatur. Zostały one podjęte w poszukiwaniu odpowiedzi na pytania o rozkłady ładunku w badanych kryształach i jego zmiany, zachodzące w funkcji temperatury. Rozkład ładunku jest cechą charakteryzującą strukturę badanego obiektu w określonych warunkach fizycznych, zmiany w tym rozkładzie oznaczają zmianę własności przewodzących tego obiektu. W języku teorii Hubbarda przypadkami granicznymi przewodników organicznych ze względu na rozkład ładunku są: izolator z uporządkowaniem ładunku i izolator dimerowy Motta i te dwa typy izolatorów oraz ich przejścia fazowe do stanu nadprzewodnictwa są punktem odniesienia w dyskusjach własności przewodników organicznych. Kolejnym, naturalnym pytaniem, które przyświeca współczesnym badaniom w dziedzinie przewodników organicznych jest pytanie o zmiany w rozkładach ładunku, jakie można spowodować przez wprowadzanie rozmaitych modyfikacji struktury przewodników. Prace pani I.Olejniczak są raportem o wynikach badań kilkunastu zmodyfikowanych układów. Modyfikacje realizowane były drogą rozmaitych podstawień.

Określenie „spektroskopowe badania”, użyte w tytule wniosku habilitacyjnego, brzmi dość skromnie, tymczasem kryje informację o użyciu wielu różnych technik spektroskopii w podczerwieni i Ramana, wraz z wyspecjalizowanymi analizami widm zmierzonych w różnych warunkach. W autoreferacie pani dr Olejniczak można znaleźć poglądowe wprowadzenie do analizy widm IR kryształów przewodników organicznych, zadania skomplikowanego ze względu na współlistnienie w tych widmach pasm oscylacyjnych i pasm elektronowych (związanych z przeniesieniem ładunku w badanych kryształach), często nakrywających się. Co więcej w tych widmach zapisane są informacje o sprzężeniach elektron - drganie wewnątrz-molekularne. Tak więc analiza widm IR umożliwia wnioskowanie o wielkościach ważnych parametrów charakteryzujących przewodniki, jak przerwa energetyczna, całki przeniesienia, oddziaływania Coulomba, a w szczególności o rozkładzie gęstości ładunku na cząsteczkach. Tym samym staje się zrozumiałe, że metody spektroskopowe, wskazane w tytule

osiągnięcia habilitacyjnego, to niestandardowe, ważne i użyteczne narzędzie w badaniach struktury i procesów, zachodzących w przewodnikach organicznych.

Ilustracją tej tezy są wyniki badań przedstawione w pracach [H1-H3], gdzie pokazano jak w widmach oscylacyjnych nadprzewodnika odzwierciedlane jest przejście fazowe tego nadprzewodnika ze stanu nadprzewodnictwa do stanu normalnego. Badania objęły grupę przewodników o sumarycznym wzorze κ -(BEDT-TTF) $2X$ i znanych temperaturach krytycznych. Okolicznością zasługującą na określenie tych badań jako unikalnych jest fakt, że pomiary wykonano w polu magnetycznym o kontrolowanym natężeniu, a oddziaływanie nadprzewodnika z polem było czynnikiem przeprowadzającym układ z jednego do drugiego stanu przewodnictwa. Analiza widm oscylacyjnych zarejestrowanych dla różnych natężeń pola magnetycznego objęła pasma kilku drgań pełnosymetrycznych w macierzystej cząsteczce BEDT-TTF. Co ciekawe, pasma te pojawiają się w widmie przewodników dzięki sprzężeniu elektronowo - oscylacyjnemu, łamiącemu symetrię macierzystej cząsteczki. Najcenniejszym jednak wynikiem było tu bezpośrednie, doświadczalne pokazanie, że istnieje korelacja natężeniem pasm oscylacyjnych i natężeniem pola magnetycznego i ta korelacja ulega wyraźnej zmianie dla pewnej wartości natężenia pola, charakterystycznej dla danego układu - wartości pola krytycznego.

Metody spektroskopowe były też podstawą badań w pracach [H4-H7], połączonych w autoreferacie w drugą grupę artykułów. Ich tematyka krąży wokół problemów lokalizacji ładunku w nadprzewodnikach z dużymi anionami organicznymi. Ta grupa prac jest przykładem tzw. współczesnych trendów w badaniach przewodników, czyli intensywnych poszukiwań materiałowych. Punktem odniesienia jest zazwyczaj jeden związek o znanych właściwościach. Wprowadzenie mniejszych lub większych modyfikacji strukturalnych, powodujące zmiany w oddziaływaniach intermolekularnych w kryształach, wywołuje czasem oczekiwane, a czasem nieoczekiwane efekty. Prace [H4-H7] dotyczyły aż siedmiu soli BEDT-TTF, krystalizujących w fazie β'' , zróżnicowanych ze względu na aniony (cztery cząsteczki z grupą sulfonową w różnych ustawieniach oraz trzy triszczerwawiane żelazowe różniące się molekułami rozpuszczalników wbudowanych w ich obręb). Niektóre z tych soli charakteryzowało przewodnictwo metaliczne w temperaturze pokojowej, inne były półprzewodnikami, a wszystkie razem stworzyły prawdziwy gąszcz problemów do rozwiązania. W tych badaniach przydatne okazały się pomiary polaryzacyjnych widm odbiciowych w funkcji temperatury i przewodnictwa optycznego. Bardzo szczegółowe analizy zmian obserwowanych w widmach w funkcji temperatury pozwoliły pogrupować badane sole ze względu na typy rozkładu ładunku

na nich i z pewnym prawdopodobieństwem wskazać mechanizmy ich tworzenia (nieporządek strukturalny, fluktuacje z przypisaniem detalom struktur i oddziaływań intermolekularnych).

Wspólną cechą prac [H8-H10] były badania przewodników organicznych, w których donorami są chiralne pochodne tetratiafulwalenu. Wprowadzenie chiralnych cząsteczek do niskowymiarowych przewodników organicznych jest uważane za drogę prowadzącą do uzyskania materiałów wielofunkcyjnych. W widmach przewodnictwa optycznego soli τ -(EDO-(S,S)-DMEDTTTF)₂(AuBr₂)(AuBr₂)_y zidentyfikowano dwa pasma elektronowe, z których jedno w miarę obniżania temperatury ulegało rozszczepieniu na dwie składowe. W późniejszych obliczeniach teoretycznych okazało się to cechą izolatora dimerowego Motta. Analiza widma soli (rac-DM-EDT-TTF)₂PF₆ pozwoliła zidentyfikować ją także jako izolator Motta, ale tylko w temperaturach poniżej temperatury przejścia metal-izolator. Natomiast badania analogicznych związków, w których chiralność donorów była jednorodna, ((S,S)-DM-EDT-TTF)₂PF₆ (S,S), ((R,R)-DM-EDTTTF)₂PF₆ (R,R), okazały się izolatorami z uporządkowanym ładunkiem.

Cykl dziesięciu publikacji [H1]-[H10] składający się na osiągnięcie habilitacyjne pani I.Olejniczak jest w mojej ocenie zbiorem artykułów powiązanych ze sobą wspólną tematyką. Są one także dowodem konsekwencji w poszukiwaniu odpowiedzi na postawione sobie pytania naukowe. Wybór tych artykułów spośród dużego dorobku Autorki uważam za reprezentatywny i celny.

Jedyna moja drobna uwaga – odniosłam wrażenie, że w dziedzinie badań przewodników organicznych zaczyna brakować ściślejszych reguł, pozwalających na systematykę przewodników wg ich własności, co przy ogromnym tempie wykrywania coraz to nowych przypadków zagraża chaosem. Jest to jednak uwaga poboczna.

W podsumowaniu, uważam, że grupa prac [H1] – [H10] spełnia zarówno warunki merytoryczne, jak i formalne stawiane osiągnięciom habilitacyjnym.

Pozostała działalność w nauce

Jak już wspomniałam, w momencie składania wniosku habilitacyjnego, na dorobek naukowy pani dr Iwony Olejniczak składało się 59 artykułów w czasopismach, znajdujących się w bazie JCR i 5 kolejnych publikacji w innych wydawnictwach naukowych. Ponadto wygłosiła ona 12 referatów na międzynarodowych i krajowych konferencjach tematycznych oraz 7 referatów w innych ośrodkach naukowych (5xUSA, Niemcy, Francja).

Do wniosku habilitacyjnego dołączone są oświadczenia współautorów publikacji wspólnych z panią dr I.Olejniczak, o ich wkładzie w poszczególne prace. Także i ona sama, w dokumentacji własnego dorobku dokonała samooceny w odniesieniu do każdego z 59-u artykułów. Niezależnie od szacunków procentowych z tych opisów wyłania się aktywny naukowiec, świetnie współpracujący w grupie, wysokiej klasy specjalistka w dziedzinie pomiarów spektroskopowych, planująca niestandardowe pomiary, dyskutująca ich wyniki, a w miarę upływu lat wprowadzająca młodzież w tematykę i zapewne w tajniki eksperymentatora. Składy grup autorskich zmieniały się przez lata, co świadczy o umiejętności współpracy z naukowcami z wielu ośrodków na całym świecie.

Należy tu dodać, że eksperymentalne badania przewodników organicznych z natury rzeczy są zadaniami do rozwiązywania przez zespoły ludzi, wyspecjalizowanych w swoich dziedzinach. Można to prześledzić na przykładzie kryształów. Hodowla kryształów jest sztuką w sztuce – w pracach [H1]-[H10] opisane są własności kryształów pochodzących z różnych ośrodków naukowych w USA, Rosji, Grecji i Francji.

Wskaźniki bibliometryczne dla prac pani dr I.Olejniczak to:

- | | |
|---|-------------|
| - sumaryczny impact factor według listy JCR | - 118.771 |
| - liczba cytowani według WoS | - 408 (342) |
| - indeks Hirscha | - 11 |

Ich wartości dowodzą rozpoznawalności jej prac w środowisku naukowym.

Świadczy o tym także fakt, że pani dr I.Olejniczak była recenzentem 25 publikacji w cenionych czasopismach międzynarodowych.

Działalność organizacyjna

Pani dr Iwona Olejniczak była kierownikiem dwu projektów badawczych, a wykonawcą przy realizacji kolejnych dziesięciu projektów. Tak więc ma duże doświadczenie w zarządzaniu badaniami naukowymi. Ponadto pani dr I.Olejniczak pracowała w komitetach organizacyjnych aż dziewięciu międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych, z reguły kierując biurem konferencyjnym

Działalność dydaktyczna

Dorobek pani dr I. Olejniczak w zakresie dydaktyki jest imponujący, obejmuje wieloletnie, regularnie prowadzone zajęcia ze studentami, czym było prowadzenie tzw. II

pracowni, specjalistycznej i magisterskiej dla studentów Politechniki. Ponadto była autorką licznych pokazów dla uczniów, interaktywnych demonstracji na Festiwalu Nauki czy Nocy Naukowców. Pod opieką pani dr I. Olejniczak wykonano 8 prac magisterskich i kilka inżynierskich. Była też promotorem pomocniczym doktoratu.

Podsumowanie

Wniosek habilitacyjny pani dr Iwony Olejniczak oparty jest na jasno opisanym cyklu publikacji, będących oryginalnym osiągnięciem naukowym i stanowiących znaczny wkład w rozwój fizyki w dziedzinie półprzewodników organicznych. Działalność naukową Habilitantki dokumentuje wiele, dobrze cytowanych publikacji. Ponadto wykazuje się ona aktywnością zarówno jako uczestnik, jak i jako organizator w nauce, a wreszcie jako nauczyciel fizyki.

Z tych wszystkich, wymienionych powyżej względów uważam, że spełnione są zarówno formalne, jak i zwyczajowe wymagania stawiane kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk fizycznych. Popieram wniosek o nadanie pani dr Iwonie Olejniczak stopnia naukowego doktora habilitowanego.

J. Depański