

Prof. dr hab. Jan Jadżyn
Instytut Fizyki Molekularnej PAN
Poznań

Poznań, 3 listopada 2015 r.

Recenzja osiągnięcia naukowego dra Stanisława Andrzeja Różańskiego
pt. „*Dynamika procesów molekularnych i kolektywnych w ciekłych*
***kryształach poddanych ograniczeniom geometrycznym*”**
oraz jego istotnej aktywności naukowej w związku z postępowaniem
habilitacyjnym

1. Sylwetka naukowa habilitanta

Dr Stanisław Różański jest absolwentem Wydziału Fizyki Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu. Stopień doktora uzyskał w Instytucie Fizyki Molekularnej PAN w 1985 roku po przedstawieniu rozprawy pt. „Własności optyczne ferroelektrycznych ciekłych kryształów”. Promotorem pracy był profesor Jerzy Małecki. Po krótkim (1 kwartał) zatrudnieniu w Katedrze Biofizyki Akademii Medycznej w Bydgoszczy, został zatrudniony jako adiunkt w Zakładzie Kryształów Molekularnych Instytutu Fizyki Molekularnej PAN. We wrześniu 1990 roku podjął pracę jako nauczyciel fizyki i informatyki w liceum ogólnokształcącym w Pile, w swoim rodzinnym mieście. Pracę tę wykonywał przez 11 lat. Jest to bardzo ważny okres w życiorysie naukowym habilitanta. W tym okresie około 8 razy przebywał na krótszych lub dłuższych zagranicznych stażach naukowych, głównie w Niemczech i Belgii oraz czynnie uczestniczył w 20 konferencjach krajowych i zagranicznych. Jeżeli do tego dodamy uzyskanie w tym okresie przez habilitanta trzech projektów badawczych finansowanych przez Komitet Badań Naukowych oraz zrealizowanie licznych projektów edukacyjnych finansowanych przez Fundację Batorego, to jawi się nam nauczyciel – uczony niezwykle.

Dr S. Różański jest autorem 30 publikacji z listy filadelfijskiej, w tym 28 po doktoracie. Trzy prace są samodzielne, a w przeważającej ilości prac zespołowych habilitant jest na pierwszym miejscu. Do dorobku należy dodać rozdziały w monografiach oraz liczne publikacje związane z dydaktyką fizyki i informatyki w szkole średniej. Publikacje S. Różańskiego były cytowane około 250 razy (bez autocytowań), a index Hirsha wynosi 11.

Dorobek naukowy habilitanta oceniam wysoko. Po powstaniu Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Stanisława Staszica dr S. Różański został tam zatrudniony jako profesor tej uczelni. Z powodzeniem prowadzi na tej Uczelni dydaktykę na poziomie szkoły wyższej oraz kontynuuje badania naukowe.

2. Ocena osiągnięcia naukowego

Wskazane przez dra S. Różańskiego osiągnięcie naukowe, które ma stanowić podstawę jego habilitacji, stanowi cykl 10 prac, z których 6 ukazało się w *Liquid Crystals* i po jednej w *Zeitschrift für Physikalische Chemie*, *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation* oraz *Journal of Non-Crystalline Solids*. Są to prace wieloautorskie, często dwuautorskie, opublikowane z bezpośrednim opiekunem zagranicznego stażu doktorskiego. We wszystkich 10 pracach S. Różański jest pierwszym autorem. W swoich oświadczeniach, współautorzy prac podkreślają wiodącą rolę habilitanta zarówno w fazie formułowania pomysłu naukowego, jak i jego realizacji. Publikacje będące podstawą habilitacji S. Różańskiego ukazały się w solidnych czasopismach, których impact factor może nie należy do najwyższych (około 1.5), ale poziom recenzentów, specjalistów w zakresie ciekłych kryształów, szczególnie skupionych wokół czasopisma *Liquid Crystals*, gwarantuje solidność i wysoki poziom prac tam publikowanych.

Wyniki zawarte w przedstawionym do oceny zestawie publikacji mają charakter badań podstawowych, chociaż perspektywiczne wykorzystanie w praktyce tych wyników jest prawdopodobne i ten praktyczny aspekt badań jest widoczny w tych publikacjach. Po okresie burzliwego rozwoju badań nad nematycznymi ciekłymi kryształami, które zostały uwieńczone spektakularnym ich zastosowaniem w wyświetlaczach, głównie w telewizorach, przyszedł czas na poszukiwanie nowych, bardziej wyrafinowanych zastosowań materiałów ciekłokrystalicznych. To poszukiwanie odbywa się dwutorowo: *i*) przez umieszczenie ciekłego kryształu w ośrodku, gdzie molekuly mezogenne skupione są w bardzo ograniczonych przestrzeniach, jak to jest np. w materiałach porowatych, oraz *ii*) przez domieszkowanie ciekłego kryształu innymi cząstkami (najczęściej nanocząstkami) o różnej naturze. W obu przypadkach oddziaływania molekuł ciekłokrystalicznych z rozbudowaną powierzchnią porów, bądź z powierzchnią nanocząstek, prowadzi do istotnej modyfikacji własności ciekłego kryształu, a często również do pojawienia się nowych właściwości. Tym niezwykle interesującym, ważnym i aktualnym problemom poświęcona jest rozprawa habilitacyjna dra S. Różańskiego.

Przedmiotem badań, których wyniki są przedstawione w rozprawie habilitacyjnej (prace oznaczone symbolami od H1 do H10), były materiały ciekłokrystaliczne występujące zasadniczo w trzech fazach: nematycznej, ferroelektrycznej i antyferroelektrycznej. Materiały te były odpowiednio spreparowane według metody opracowanej przez habilitanta, a następnie umieszczone w porowatych materiałach nieorganicznych (membrany Anapor) i organicznych (membrany Synpor) (H1-H4, H8, H10). Dla takich układów zbadane zostały ich własności dielektryczne, które dostarczyły informacji o dynamice molekularnej związków mezogennych w warunkach ograniczonej objętości. Ponadto badane były kompozyty ciekłych kryształów (głównie ferroelektryków) z hydrofobowymi i hydrofilowymi aerosilami. Celem tych badań było poznanie wpływu przypadkowego uporządkowania molekuł układu na wprowadzonych do niego nanocząstkach aerosilu, na dynamikę procesów kolektywnych w ferroelektrycznym ciekłym kryształach (H5-H7, H9).

Habilitant pokazał między innymi, że dyfuzja rotacyjna dipolowych molekuł nematycznego ciekłego kryształu, która jest rejestrowana w spektroskopii dielektrycznej jako pasmo absorpcji, stanowi ważne narzędzie do badania stanu uporządkowania molekularnego na granicy ciekły kryształ/powierzchnia porów. S. Różański pokazał, że w membranach Anapore molekuly nematogenne są zorientowane planarnie w przypadku, gdy powierzchnie porów nie są modyfikowane, natomiast prosta modyfikacja tej powierzchni przez pokrycie jej odpowiednim surfaktantem, prowadzi do orientacji prostopadłej do powierzchni porów. Ten fakt może mieć ważne znaczenie praktyczne.

Interesujące i ważne wyniki uzyskał habilitant w badaniach dotyczących dynamiki ferroelektrycznych ciekłych kryształów umieszczonych w porowatej matrycy. Mianowicie, zostało pokazane, że efektywne zmiany dynamiki modu miękkiego i modu Goldstone'a rejestrowane po umieszczeniu ferroelektryka w porach membrany Anapore, są wypadkową oddziaływań powierzchniowych ciekłego kryształu i oddziaływań międzycząsteczkowych badanego materiału. Interesującym zjawiskiem odkrytym przez S. Różańskiego jest możliwość spektroskopowej dezaktywacji obu wspomnianych wyżej modów poprzez oddziaływanie powierzchniowe, gdy prowadzą one do prostopadłej orientacji warstw smektycznych względem osi porów. Wówczas mierzące pole elektryczne, zorientowane również prostopadle do warstw smektycznych, nie rejestruje ruchów molekularnych, które nie wywołują zmian rzutu momentu dipolowego na kierunek pola. Taki efekt ma miejsce tylko dla idealnie prostopadłej orientacji warstw smektycznych do osi porów. Zwykle jednak obserwuje się tutaj odpowiednie pasmo absorpcji dielektrycznej, którego amplituda jest

zależna od kąta pochylenia warstw smektycznych. S. Różański zaproponował metodę wyznaczania tego kąta opartą właśnie na pomiarze tej amplitudy (H8).

Również interesujące i ważne wyniki uzyskał habilitant w badaniach mieszanin ferroelektrycznego ciekłego kryształu i aerosilu. Eksperyment pokazał, że wraz ze wzrostem stężenia aerosilu następuje kompresja warstw smektycznych prowadząca do stopniowego wzrostu różnicy pomiędzy częstościami odpowiadającymi modowi miękkiemu i modowi Goldstone'a. Równocześnie zmniejsza się inkrement dielektryczny obu procesów relaksacji, a dla pewnej krytycznej wartości stężenia nanocząstek mod Goldstone'a zanika. Interpretacja tego zjawiska jako wynik stopniowego podziału układu na coraz mniejsze, przypadkowo zorientowane domeny ferroelektryczne, co w końcu prowadzi do pełnego zaniku superstruktury helikoidalnej, jest ważnym wynikiem habilitanta.

Cykl publikacji dra S. Różańskiego oznaczonych symbolami od H1 do H10 dokumentuje wyniki naukowe dotyczące jednolitego programu badawczego i spełnia w tym względzie wymagania ustawowe. Realizacja tego programu, który jest oryginalnym pomysłem dra S. Różańskiego, wymagała wielokrotnego wyjazdu do ośrodków zagranicznych dysponujących odpowiednią bazą aparaturową. Stąd bierze się wieloautorstwo tych prac. Nie mam żadnych wątpliwości, że zarówno pod względem koncepcyjnym, jak i realizatorskim, prace te stanowią duże indywidualne osiągnięcie naukowe S. Różańskiego. Habilitant zapoczątkował badania dynamiki molekuł mezogennych w warunkach silnie rozbudowanej powierzchni kontaktu materiału ciekłokrystalicznego z fazą stałą, która w eksperymencie S. Różańskiego jest albo materiałem porowatym albo ma postać nanocząstek. W obu przypadkach oddziaływanie pomiędzy fazą ciekłokrystaliczną i fazą stałą modyfikuje strukturę ciekłego kryształu oraz dynamikę molekuł mezogennych, bądź indywidualnych, jak to jest w fazie nematycznej, bądź zespolonych w duże struktury o dominujących oddziaływaniach kooperatywnych, jak to jest w fazach ferro- i antyferroelektrycznych. S. Różański te modyfikacje strukturalne i dynamiczne, które ujawniają się w spektroskopii dielektrycznej, zidentyfikował i zinterpretował. Uzyskane informacje są podstawowe dla ewentualnych zastosowań badanych układów, a według najnowszych doniesień układy z domieszkowanymi nanocząstkami, zdolnymi do tworzenia periodycznej sieci w środowisku ciekłokrystalicznym, są obiecującym materiałem dla fotoniki.

Osiągnięcie w postaci zawartości naukowej w zbiorze prac H1 –H10, jest istotnym wkładem habilitanta do rozwoju fizyki molekularnej stanu ciekłokrystalicznego.

Przedstawione osiągnięcie naukowe bardzo dobrze spełnia wymagania stawiane w postępowaniu habilitacyjnym.

3. Ocena istotnej aktywności naukowej

Całkowity dorobek naukowy dra S. Różańskiego, obejmujący 30 prac opublikowanych w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym, oprócz omówionych powyżej zagadnień wchodzących w cykl habilitacyjny, zawiera również inne, ciekawe i wartościowe wyniki, które dowodzą wszechstronności i pełnej samodzielności kandydata.

Zdolności twórcze S. Różańskiego objawiły się już w okresie gdy odbywał studia doktoranckie w IFM PAN. Najciekawsze wówczas było odkrycie przez ówczesnego doktoranta S. Różańskiego ciekawego zjawiska elektrooptycznego w ferroelektrycznym ciekłym kryształach, w którym pole elektryczne indukuje zmianę położenia osi optycznych, analogicznie do znanego efektu termiczno-optycznego obserwowanego w niektórych kryształach dwuosiowych.

Okres pracy w Zakładzie Kryształów Molekularnych IFM PAN (1986-1990) zaowocował kilkoma ważnymi publikacjami z zakresu własności magnetycznych soli jonorodnikowych oraz nadprzewodników organicznych. Z powodzeniem stosował w tych badaniach spektroskopię w podczerwieni oraz elektronowy rezonans paramagnetyczny.

W czasie swojego pierwszego pobytu zagranicznego w Max-Planck-Institute for Polymer Research w Moguncji w 1992 roku, a więc gdy był nauczycielem w liceum, zajmował się badaniem elektrolitów polimerowych. Badania dotyczyły przenikalności elektrycznej, przewodnictwa jonowego oraz tworzenia się warstw podwójnych w pobliżu blokujących elektrod komórek pomiarowych. Publikacja: Różański, S. A., Kremer, F., Köberle, P., Laschewsky, A. *Relaxation and charge transport in mixtures of zwitterionic polymers and inorganic salts* ukazała się w *Macromolecular Chemical Physics* w 1995 roku.

W czasie dwuletniego (1999-2001) pobytu w Department of Electronics and Information Systems - ELIS, University of Ghent, (Belgia), dr S. Różański zajmował się badaniami własności elektrooptycznych antyferroelektrycznych ciekłych kryształów w celu znalezienia optymalnego sterowania skalą szarości wyświetlaczy ciekłokrystalicznych. Oprócz tego zajmował się on wykorzystaniem przestrzennych modulatorów światła zbudowanych na bazie ferroelektrycznych ciekłych kryształów w układach przeznaczonych do rozpoznawania obrazów.

Są to tylko wybrane fakty z działalności naukowej dra S. Różańskiego. Dowodzą one wszechstronności habilitanta i jego wyjątkowego zaangażowania w rozwiązywanie ważnych problemów naukowych.

Podsumowanie

Osiągnięcia dra Stanisława Andrzeja Różańskiego w zakresie działalności naukowo-badawczej, kierowanie projektami badawczymi, referaty i inne wystąpienia na konferencjach naukowych, zasługują na wysoką ocenę. Dorobek habilitanta w zakresie działalności dydaktycznej i popularyzatorskiej jest wybitny. Lista nagród i wyróżnień w tym zakresie jest imponująca na czele z Medalem Komisji Edukacji Narodowej z roku 2013 oraz nagrodą Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej w konkursie eNgage z roku 2014. Na uznanie zasługują również międzynarodowe kontakty naukowe habilitanta.

Dr S. Różański bardzo dobrze spełnia wymagania warunkujące nadanie stopnia doktora habilitowanego i z pełnym przekonaniem popieram wnioski o nadanie mu tego stopnia naukowego.

Jan Jadzyn

