

O C E N A

rozprawy habilitacyjnej
i dorobku naukowego
doktora Przemysława Kędziory

Przedstawioną do oceny rozprawę habilitacyjną stanowi zbiór 11 opublikowanych prac wraz z 36-stronnicowym omówieniem. Wszystkie prace opublikowane zostały w recenzowanych, renomowanych czasopismach naukowych o międzynarodowym zasięgu. Wśród tych prac dwie są samodzielne a pozostałe mają trzech lub czterech autorów. Do opracowania dołączone są oświadczenia współautorów, z których wynika, że udział doktora Kędziory w przeprowadzeniu wszystkich eksperymentów był dominujący. Jeden z autorów ocenia na 50 procent swój wkład do innych elementów prac współautorskich – od pomysłu, poprzez interpretację wyników do redakcji tekstu.

Wszystkie prace wchodzące w skład rozprawy dotyczą własności molekuł mezogennych poddanych działaniu silnego pola elektrycznego. Badania wykonywane były w roztworach, w ich fazie izotropowej. Najwięcej badań wykonano dla dwu nematogenów: heksylocyjanobifenylu (6CB) i heksylocykloheksyloizotiocyjanatobenzenu (6CHBT). Ograniczenie badań do fazy izotropowej wymuszone było przez stosowaną metodę pomiarową. Była nią obserwacja zjawiska nasycenia dielektrycznego, zwanego ostatnio „nieliniowym efektem dielektrycznym” i oznaczanego skrótem NDE (od angielskiego wyrażenia *Nonlinear Dielectric Effect*). Metoda ta, która jest specjalnością wielkopolskich fizyków i rozwijana była przez kilkadziesiąt lat m. in. przez Piekarę, Kielicha, Małeckiego, Chelkowskiego i ich uczniów, ciągle jeszcze nie straciła znaczenia, czego dowodem są, między innymi, wyniki uzyskane przez doktora Kędziorę i przedstawione w pracach wchodzących w skład jego rozprawy habilitacyjnej.

W pracy, oznaczonej H1 przedstawiono wyniki badań rozcieńczonych roztworów dwu wymienionych nematycznych ciekłych kryształów: 6CB i 6CHBT. Stężenie molekuł nematogenów było na tyle małe (rzędu 1/100 mola), że oddziaływania dipolowe mogły być zaniedbane. Wyniki badań dało się precyzyjnie dopasować do teorii Coffeya. W ten sposób teoria Coffeya uzyskała po raz pierwszy przekonujące doświadczalne potwierdzenie.

Obserwowana w opisanym doświadczeniu relaksacja nieliniowej podatności elektrycznej drugiego rzędu związana jest z obrotami cząsteczek wokół ich krótkich osi i w zasadzie powinna być też obserwowana w badaniach liniowych własności dielektrycznych. Próba znalezienia takiej korelacji dokonana została w pracy H2. Okazało się jednak, że porównanie czasów relaksacji zmierzonych w fazie nematycznej i w rozcieńczonym roztworze jest niemożliwe ze względu na różnice lepkości i różnice w otoczeniu badanych molekuł. W pracy H3 pokazano wyniki pomiarów nieliniowego efektu dielektrycznego w roztworach 6CB o większych stężeniach. W tym przypadku nie można już zaniedbać dipolowych oddziaływań między cząsteczkami nematogenu i obserwowane nasycenie dielektryczne ma dwa źródła: oprócz porządkowania dipoli silnym polem elektrycznym, czyli tzw. efektu Langevine'a, występuje tzw. efekt relaksacji chemicznej związanej ze zmianą równowagi monomerów i dimerów. Ta zmiana jest wywołana silnym polem elektrycznym, które faworyzuje monomery jako struktury bardziej polarne. Uzyskana stężeniowa zależność intensywności nieliniowego efektu dielektrycznego pozwoliła na rozdzielenie obydwu wymienionych efektów. Podobny wynik uzyskany dla roztworów 6CHBT w benzenie opisano w pracy H4.

W pracy H5 badano roztwory innych molekuł mezogennych (10TPEB), które różniły się od wcześniej badanych kierunkiem momentu dipolowego. Tym razem dipol skierowany był skośnie w stosunku do długiej osi molekularnej, a nie równoległe jak przedtem. Wynik też był zupełnie inny – obserwowano dwa pasma absorpcji dielektrycznej drugiego rzędu. Oba pasma znów dały się dobrze opisać teorią Coffeya. Te pasma próbowano przypisać obrotom cząsteczki wokół długiej i krótkiej osi. Jednak ta hipoteza nie została przekonująco uzasadniona.

Praca H6 stanowi rodzaj podsumowania wcześniejszych badań roztworów nematogenów z dipolem skierowanym wzdłuż długiej osi cząsteczki. W pracach H7 i H8 badano roztwory tych samych substancji, jednak stosowano znacznie większe stężenia. Dzięki temu badania były prowadzone blisko punktu klarowania. Pozwoliło to na zaobserwowanie zjawisk przedprzejściowych polegających na tworzeniu się domen fazy nematycznej w zakresie stężeń, w którym stabilna jest faza izotropowa. Obserwowane zjawiska dały się doskonale opisać przy pomocy teorii pola średniego Landaua-de Gennesa. Autorzy zaproponowali taką modyfikację tej teorii (choć bez uzasadnienia fizycznego), że opisuje ona również badania w funkcji stężenia roztworu prowadzone w stałej temperaturze. Badania zjawisk przedprzejściowych opisane są również w pracach H9 i H10, tym razem w roztworach kwasów karboksylowych, których dimery mogą być mezogenne.

Ostatnia praca rozprawy, oznaczona H11, opisuje badania nasycenia dielektrycznego w roztworach substancji, która bez rozpuszczalnika tworzy fazę smektyczną A. Nieoczekiwanie, również ten materiał wykazuje bardzo silne efekty nieliniowe w fazie izotropowej, które jednak różnią się znacznie od podobnych efektów występujących w pobliżu przejścia do fazy nematycznej. Autor tłumaczy tę obserwację obecnością zarodki fazy smektycznej. Te pionierskie badania z pewnością zasługują na kontynuację.

Wszystkie badania opisane są w załączonym do pracy przewodniku. Przewodnik ten napisany jest w sposób prosty i klarowny. Autor nie ustrzegł się jednak pewnych niedociągnięć. Czasami brak jest objaśnień użytych oznaczeń wielkości fizycznych występujących we wzorach. Nieraz stosowane oznaczenia są na tyle utrwalone zwyczajowo, że można domyślić się, o co chodzi. Ale nie zawsze. Na przykład na str. 6 użyto symbolu \bar{E} . Kreska nad symbolem oznacza najczęściej wartość średnią. Jednak nie w tym przypadku. Po przeczytaniu kilku kolejnych stron dowiadujemy się (na str. 13), że chodzi o wektor pola elektrycznego. Bywają też objaśnienia wprowadzające w błąd. Np. na str. 7 iloczyn ciśnienia i objętości nazwany został momentem dipolowym, a za chwilę – stałą równowagi. Nie wiadomo, co autor miał na myśli pisząc na str. 8, że ξ_c to "skład chemiczny" albo na str. 10, że „dla układów izotropowych nie występuje polaryzacja stała”. Na tej samej stronie pomyłono energię z natężeniem pola elektrycznego. Spotyka się nieprecyzyjne sformułowania, np. na str. 23 napisano, że „dynamika roztworów jest podobna do zjawisk...” a na str. 7 jest mowa o „termodynamicznym rozwiązaniu zjawiska...”. Trudno się zgodzić z twierdzeniem autora (str 13), że ujemny znak współczynnika nasycenia dielektrycznego wynika ze zmniejszenia uporządkowania dipoli w silnym polu elektrycznym. Chyba jest odwrotnie. Nie bardzo wiadomo, jaka to „interferencja” ogranicza możliwości pomiarów nasycenia dielektrycznego (str. 27).

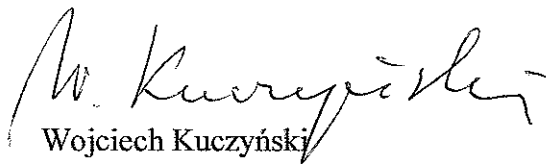
Wymienione usterki mają jednak charakter błędów redakcyjnych i nie umniejszają zbyt wiele wartości omawianego przewodnika, który z powodzeniem można uznać za niezłe wprowadzenie do spektroskopii nieliniowych zjawisk dielektrycznych.

Badania opisane w pracach wchodzących w skład rozprawy habilitacyjnej doktora Kędziory wniosły wiele do zrozumienia dielektrycznych zjawisk nieliniowych. Przyniosły pierwsze całościowe potwierdzenie teorii Coffeya. Dostarczyły wiele cennych informacji, które pozwolą lepiej poznać mechanizmy powstawania faz ciekłokrystalicznych. Szczególnie cenne jest zbadanie zjawisk przedprzejściowych w mezogenach różnego typu (klasycznych i dimerowych). Dużym osiągnięciem jest zastosowana z powodzeniem zamiana badań temperaturowych na stężeniowe. Stanowi to znaczne ułatwienie w prowadzeniu

eksperymentu i pewnie przyczyni się do rozwoju badań zjawisk przedprzejściowych. Szczególnym osiągnięciem są pierwsze badania nieliniowych zjawisk dielektrycznych w fazie smektycznej, których nie można przecież zaliczyć do efektów przedprzejściowych. Jest to jedno z tych zagadnień, które zasługują na dokładniejsze zbadanie. Takich zagadnień, dla badania których inspiracją jest praca habilitacyjna pana Kędziory, jest więcej. Można do nich zaliczyć problem drugiego (niskoczęstotliwościowego) pasma relaksacji chemicznej, do tej pory nie obserwowanego przez autora. Interesujące byłoby też porównanie czasów relaksacji efektów liniowych i nieliniowych, zmierzonych w tych samych roztworach. Badania liniowych własności dielektrycznych mogłyby też przyczynić się do weryfikacji hipotezy dotyczącej dwu pasm absorpcji nieliniowej w molekułach, które mają skośnie usytuowany dipol elektryczny.

Oprócz prac wchodzących w skład rozprawy habilitacyjnej dr Kędziora opublikował jeszcze 30 prac w czasopismach naukowych. Swoje wyniki prezentował też na wielu konferencjach, głównie międzynarodowych. Wszystkie prace dotyczą dielektrycznych badań liniowych i nieliniowych własności roztworów oddziałujących molekuł. Początkowe jego prace dotyczyły asocjacji molekuł w rozcieńczonych roztworach a głównym narzędziem było badanie statycznych własności dielektrycznych. Później rozszerzył swoje zainteresowania na oddziaływanie molekuł mezogennych, a metody badawcze uzupełnił dielektryczną spektroskopią liniową i nieliniową. Prace doktora Kędziory zyskały duże uznanie środowisku badaczy oddziaływań molekularnych, o czym świadczą m.in. liczne cytowania (ponad 150 razy). Pan Kędziora uczestniczy aktywnie w pracach organizacyjnych. Był kierownikiem jednego grantu KBN, a w trzech był głównym wykonawcą. Uczestniczył w międzynarodowych grantach, które umożliwiły mu wielokrotne wizyty badawcze na Katolickim Uniwersytecie w Leuven w Belgii, gdzie przeprowadził większość badań doświadczalnych opisanych w pracach wchodzących w skład rozprawy habilitacyjnej.

Stwierdzam, że zarówno rozprawa habilitacyjna doktora Przemysława Kędziory jak i jego dorobek naukowy spełniają wymogi obowiązującej ustawy o stopniach i tytułach naukowych i wnoszę o dopuszczenie doktora Kędziory do dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.


Wojciech Kuczyński