

Prof. zw. dr hab. Stanisław Urban

Profesor Emerytowany

Instytut Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

O p i n i a

o dorobku naukowym i dydaktycznym Pani **dr Marioli Buczkowskiej** w związku z wnioskiem w sprawie przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego na podstawie monotematycznego cyklu publikacji i autoreferatu nt.

Wpływ właściwości fleksoelektrycznych na odkształcenia pola direktora w warstwach ciekłych kryształów nematycznych

Pani dr Mariola Buczkowska (z domu Felczak) całą swoją karierę naukową związała z Instytutem Fizyki Politechniki Łódzkiej. Studia fizyki ukończyła w 1998 roku przedstawiając pracę dyplomową pt. „Badanie właściwości dielektrycznych złącza p-n w zakresie niskich częstotliwości” (promotor Grzegorz Bąk). Dalsza działalność naukowa habilitantki dotyczy praktycznie jednego tematu z dziedziny ciekłych kryształów, a mianowicie zjawisk fleksoelektrycznych w nematykach. Praca doktorska pt. „Numeryczne badania zjawisk fleksoelektrycznych w wybranych układach ciekłokrystalicznych” obroniona została w 2005 roku (promotor Grzegorz Derfel). Łącznie z tej tematyki dr M. Buczkowska opublikowała 21 prace w recenzowanych czasopismach z listy *Journal Citation Reports*. Są to prace mono autorskie (4) i w parze z G. Derfelem (15). Ponadto 2 prace ukazały się z udziałem trzeciego autora. Prace te były cytowane ok. 107 razy (34 bez auto-cytowań) z czynnikiem $h = 7$ [stan na 12.06.2015]. Ponadto szereg prac ukazało się w innych wydawnictwach, przeważnie jako materiały pokonferencyjne.

Ze swego dorobku dr M. Buczkowska wybrała 17 monotematycznych prac jako podstawę habilitacji, dołączając do tego obszerny autoreferat. Prace te były publikowane w latach 2005 – 2013. Współautor 13 z tych prac, Grzegorz Derfel, oświadczył iż jego udział w

poszczególnych pracach wahał się pomiędzy 20% a 50%, pomimo iż 8 razy jego nazwisko jest na pierwszym miejscu.

Zainteresowania naukowe i dorobek twórczy

Działalność naukowa dr Marioli Buczkowskiej dotyczy badania specyficznych zjawisk fleksoelektrycznych w uporządkowanych warstwach nematyków. Ogólnie efektem fleksoelektrycznym nazywamy zjawisko powstawania polaryzacji elektrycznej pod wpływem mechanicznej deformacji układu. Efekty fleksoelektryczne w uporządkowanych nematykach są wywołane polem elektrycznym, które wywołuje sprężyste odkształcenia płasko-równoległej warstwy nematyka o różnej geometrii uporządkowania direktora (tzw. odkształcenia *bend* i *splay*). Odkształcenia takie prowadzą do indukcji polaryzacji elektrycznej próbki poprzez elastyczną deformację pola direktora. Celem badań jest poznanie roli i wpływu parametrów fleksoelektrycznych nematyka na powstawanie i formy odkształceń direktora. Tym samym umożliwia przewidywanie i określanie parametrów komórek w displejach ciekłokrystalicznych oraz sterowanie właściwościami optycznymi komórek odpowiednio dobranym polem elektrycznym.

Zachowanie warstw opisywane jest układem dziesięciu równań różniczkowych, wyprowadzonych na podstawie teorii kontinuum, o stopniu komplikacji uniemożliwiającym ich rozwiązanie analityczne. Zastosowana metoda badawcza polega na rozwiązywaniu równań na drodze symulacji komputerowej. Równania te zawierają dużą liczbę parametrów fizycznych, z których główną rolę odgrywają: wartości i znaki stałych fleksoelektrycznych nematyka, stałe elastyczne k_{11} i k_{33} nematyka, lepkość rotacyjna, anizotropia dielektryczna i optyczna, energie kotwiczenia molekuł na powierzchniach elektrod, gęstość i ruchliwość swobodnych nośników ładunków, natężenie i częstość pola elektrycznego, grubość warstwy nematyka, przewodnictwo elektrod, i inne. Dodatkowo, rozważana może być różna wyjściowa geometria warstwy nematyka: planarna lub homeotropowa na obu elektrodach, jak również hybrydowa kombinacja obu typów orientacji. Wszystko to sprawia, iż liczba możliwych do symulowania parametrów jest wprost nieograniczona. Oczywiście Autorka kierowała się przy doborze i kombinacjach parametrów ich wartościami i zakresem zmienności, znanymi z wyników typowych eksperymentów. Niemniej, nie udało mi się znaleźć w pracach bezpośredniego porównania wyników symulacji z konkretnymi wynikami eksperymentalnymi.

Z mojego rozeznania problematyki budowy i działania komórek elektrooptycznych na bazie warstw nematycznych, prace dr M. Buczkowskiej przyniosły opis i wyjaśnienie szeregu zjawisk. Najistotniejsze, moim zdaniem, aspekty badań są następujące:

- ✓ Przeanalizowano wszechstronnie rolę i wpływ gęstości ładunków przestrzennych i ich ruchliwość na deformację orientacji direktora przy różnych wyjściowych jego orientacjach i różnych znakach anizotropii dielektrycznej nematyka.
- ✓ Wykazano iż w ciekłym kryształach o wysokiej czystości, gdy ładunek przestrzenny jest niewielki, wpływ typowych właściwości fleksoelektrycznych ogranicza się do niewielkiej modyfikacji przewidzianego teoretycznie napięcia progowego na odkształcenia typu Frederiksa. Natomiast gdy nematyk posiada silne właściwości fleksoelektryczne, to nawet przy niskiej zawartości jonów typowej dla materiałów o wysokiej czystości, wkład fleksoelektryczności w zachowanie warstwy jest bardzo istotny.
- ✓ Zaproponowano model transportu ładunku jonowego w warstwie nematyka w oparciu o model słabego elektrolitu.
- ✓ Przeanalizowano rolę energii kotwiczenia molekuł na elektrodach przy różnych znakach anizotropii dielektrycznej, różnej gęstości ładunków oraz właściwościach kontaktów elektrodowych.
- ✓ Przeanalizowano wpływ natężenia i częstości pola elektrycznego na własności elektro-optyczne komórek nematycznych.
- ✓ Przeanalizowano wpływ grubości warstwy nematyka i jego parametrów fleksoelektrycznych na własności optyczne komórek i czasów przełączania.
- ✓ Przeanalizowano wpływ wielu parametrów warstwy nematycznej na wartości napięcia progowego.
- ✓ Zaproponowano metody wykrywania właściwości fleksoelektrycznych nematyków.

Prace habilitantki ukazały się w czasopiśmie o średniej i wysokiej randze naukowej, charakteryzowanej przez tzw. *impact factor IF*: *Liquid Crystals* – 10 prac (*IF* od 1.1 do 2.3 w zależności od roku), *Journal of Applied Physics* – 2 prace (*IF* = 2.18), *Journal of Chemical*

Physics – 1 praca ($IF = 3.33$), *Applied Physics Letters* – 1 praca ($IF = 3.52$), *Opto-Electronic Review* – 5 prac ($IF = 0.62$ do 1.28), *Molecular Crystals and Liquid Crystals* – 2 prace ($IF = 0.58$). Stwierdzam z przyjemnością, iż prace te napisane są klarownie i zrozumiale, także dla niespecjalistów w tej wąskiej dziedzinie fizyki ciekłych kryształów. Cele pracy i dobór parametrów do symulacji uzasadniany jest na ogół praktycznymi względami, zaś dyskusja wyników i wnioski formułowane są konkretnie i logicznie.

Wyniki dociekań naukowych dr Marioli Buczkowskiej wnoszą wiele dla zrozumienia i wyjaśnienia zjawisk fizycznych zachodzących w komórkach opartych na warstwie uporządkowanego nematyka poddanego działaniu pola elektrycznego. Jednakże nie czuję się kompetentnym do oceny ważności uzyskanych wyników symulacji dla praktycznych konstrukcji tego typu komórek, jak dobór składu chemicznego mieszanin nematycznych, grubości warstwy nematyka, sposobu orientacji direktora, gęstości ładunku elektrycznego, rodzaju elektrod i ich pokrycia, i innych.

Muszę ponadto zwrócić uwagę na niepokojące fakty. Dr M. Buczkowska nie odbyła żadnego stażu naukowego za granicą, ani nawet w kraju. Nie realizowała żadnego grantu badawczego. Metodycznie i naukowo skupiła się na wąskim, wręcz niszowym, zakresie fizyki ciekłych kryształów, co niewątpliwie rzutuje na liczbę cytowań jej prac. Nie wydaje mi się, aby taka sytuacja była właściwa do kontynuacji w dalszych latach jej aktywności naukowej. Nieco optymizmu wyniosłem z rozmowy z Habilitantką odnośnie planów badawczych na przyszłość. Zapewniła mnie, iż finalizuje kilka projektów badawczych z zainteresowanymi tą tematyką grupami badawczymi w kraju i zagranicą.

Działalność dydaktyczna i organizacyjna

Dr Mariola Buczkowska jest nauczycielem akademickim z uprawnieniami zdobytymi na stosownych kursach pedagogicznych. W toku zatrudnienia w Instytucie Fizyki Politechniki Łódzkiej prowadziła liczne zajęcia laboratoryjne na wielu wydziałach PŁ w ramach studiów dziennych i zaocznych (laboratoria z fizyki i elektroniki, ćwiczenia rachunkowe z fizyki oraz autorski wykład i zajęcia projektowe dla fizyków z przedmiotu "Fizyka sportu"). Jest autorką skryptu "Materiały dydaktyczne do zajęć wyrównawczych z fizyki" realizowanych w ramach projektu p.t. "Informatyka – kierunek zamawiany na Politechnice Łódzkiej", realizowanym przez Instytut Informatyki Politechniki Łódzkiej. Uczestniczyła wielokrotnie w akcji

rekrutacyjnej na kierunek Fizyka Techniczna. Zajmowała się również popularyzacją fizyki. Brała udział w dydaktycznych prezentacjach multimedialnych dla młodzieży i studentów w ramach „Festiwalu Nauki, Techniki i Sztuki” organizowanego corocznie przez Politechnikę Łódzką i Uniwersytet Łódzki wygłaszając referaty dotyczące zjawisk fizycznych w przyrodzie. Recenzowała trzy artykuły naukowe: do „Acta Physica Polonica” (2012), do "Liquid Crystals" (2014) i do „Journal of Chemical Physics” (2015). Jej działalność naukowa i dydaktyczna została wysoko oceniona w formie 7 nagród J.M. Rektora P.Ł. oraz brązowym medalem Za Długoletnią Służbę.

Poprosiłem dr M. Buczkowską o wygłoszenie w Instytucie Fizyki UJ referatu nt. prowadzonych przez nią badań. Jej wykład stał na dobrym naukowym poziomie. Zarówno cele i metodyka badań, jak również wyniki i konkluzje przedstawione zostały klarownie, ze swadą, co dobrze świadczy o Jej kwalifikacjach jako nauczyciela akademickiego.

Podsumowanie

Dr Mariola Buczkowska wyspecjalizowała się w symulacjach komputerowych procesów fizycznych zachodzących w uporządkowanych warstwach nematyków poddanych działaniu pola elektrycznego. Dobierając różne kombinacje parametrów fizycznych była ona w stanie opisać i wyjaśnić wiele efektów obserwowanych w tego typu komórkach.

Oryginalność i wartość naukowa dołączonych prac, liczba publikacji i wysoka na ogół ranga czasopism, w których się one ukazały, oraz zapewnienie o bliskim nawiązaniu kilku kooperacji badawczych z innymi grupami badawczymi, skłania mnie do postawienia wniosku o **dopuszczenie dr Marioli Buczkowskiej do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.**


/Prof. dr hab. Stanisław Urban/

Kraków, 15.06.2015 r.

