



**Instytut Fizyki Molekularnej
Polskiej Akademii Nauk**
Mariana Smoluchowskiego 17, 60-179 Poznań
tel. 61 8695 112, 234, fax 61 8684 524
www.ifmpan.poznan.pl

Prof. dr hab. Arkadiusz Brańka

Poznań, 5 lutego 2025

Ocena osiągnięć i dorobku naukowego dra Jeffreya Evertsa w związku z postępowaniem w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego

Pan dr Jeffrey Everts ukończył studia magisterskie z wyróżnieniem w 2012 roku na Uniwersytecie Utrechckim w Holandii. Stopień doktora uzyskał w roku 2016 na Wydziale Nauk Ścisłych Uniwersytetu Utrechckiego po obronie pracy doktorskiej zatytułowanej „Colloidal dispersions of repulsive nanoparticles: tunable effective interactions, phase behaviour and anisotropy”. Promotorem rozprawy doktorskiej był Prof. René van Roij. W kolejnych latach dr Everts odbywał staże podoktorskie na Uniwersytecie w Lublanie na Wydziale Matematyki i Fizyki i w Instytucie Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk. Od 2022 jest adiunktem naukowo-dydaktycznym w Instytucie Fizyki Teoretycznej na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.

Postępowanie habilitacyjne dra Evertsa zostało wszczęte 13 sierpnia 2024 roku w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, w dyscyplinie nauk fizycznych. Jako osiągnięcie naukowe stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego, dr Everts przedstawił cykl pięciu publikacji zatytułowany: „*Elektryczne warstwy podwójne w płynach anizotropowych*”. Do wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego dołączone zostały: autoreferat, wykaz osiągnięć naukowych, publikacje będące podstawą osiągnięcia naukowego, stosowne oświadczenia współautorów publikacji oraz odpis dyplomu doktorskiego.

W autoreferacie zawarte zostało syntetyczne przedstawienie osiągnięć badawczych habilitanta. Omówiono: cele naukowe osiągnięcia, zastosowane metody badawcze, osiągnięte wyniki oraz możliwość ich potencjalnego wykorzystania. W autoreferacie podana została informacja o aktywności naukowej kandydata oraz jego osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę.

Wykaz osiągnięć naukowych zawiera m.in. informacje o wkładzie habilitanta w powstanie poszczególnych publikacji, zestawienie wszystkich opublikowanych prac kandydata z podziałem na publikacje przed i po doktoracie, informacje o wystąpieniach na – konferencjach naukowych, o wygłoszonych seminariach, o uczestnictwie w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów, o odbytych stażach badawczych oraz o działalności recenzenckiej. Zawiera również dane naukometryczne.

Przedstawione dokumenty (do których dołączono stosowne tłumaczenia na język polski) spełniają wymagania formalne wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Przedmiotem oceny są: cykl pięciu publikacji wskazany przez habilitanta jako osiągnięcie naukowe, aktywność naukowa, która obejmuje dorobek naukowy, a także aktywność dydaktyczna, organizatorska i popularyzatorska habilitanta.

Ocena osiągnięcia naukowego

Na cykl publikacji stanowiących podstawę postępowania habilitacyjnego składa się pięć oryginalnych prac naukowych opublikowanych w czasopismach, znajdujących się na liście Journal Citation Reports (JCR). Prace opublikowane zostały w okresie czterech lat (w latach 2020-2023) i oznaczone zostały literą A z numerami od 1 do 5. Wszystkie prace są wieloautorskie z liczbą autorów zmieniającą się od 2 do 5. W trzech pracach habilitant jest pierwszym autorem i, co należy podkreślić, również w większości prac jest autorem korespondencyjnym.

Prace składające się na osiągnięcie naukowe rozprawy habilitacyjnej opublikowane zostały w czasopismach o bardzo wysokiej renomie naukowej, w tym dwie w jednym najbardziej prestiżowych czasopism naukowych, *Physical Review Letters*. Wszystkie publikacje, poza A4, mają bardzo wysoki czynnik wpływu (impact factor, IF), a średnia wartość IF na pracę wynosi ponad 9. Sumaryczna liczba cytowań to ok. 28 (średnio ponad 5 na pracę). Biorąc pod uwagę, że prace zostały opublikowane niedawno to ich oddźwięk w literaturze należy ocenić jako duży. Zatem charakterystyka wskaźnikowa cyklu publikacji wypada bardzo pozytywnie.

Ze względu na to, że w powstanie publikacji zaangażowanych było 6 współautorów i Prof. M. Rawnik jest współautorem wszystkich publikacji, to kwestia indywidualnego wkładu habilitanta została szczegółowo przeanalizowana. Z materiałów postępowania habilitacyjnego, w których habilitant określa wkład własny w powstanie artykułu, oraz z faktu pełnienia roli autora korespondencyjnego w większości publikacji można wnioskować, że habilitant miał znaczący wkład w powstanie cyklu publikacji. W załączonych oświadczeniach wkład poszczególnych współautorów w powstanie publikacji został podany dla każdej publikacji. W większości publikacji (A2, A4, A5) habilitant zaangażowany był we wszystkie istotne etapy powstawania pracy, takie jak koncepcja i przeprowadzenie badań teoretycznych, wykonanie obliczeń, interpretacja i opracowanie wyników, przygotowanie i wysłanie manuskryptu do druku. Wkład habilitanta w powstanie pracy A3 można uznać za znaczący. Dr Everts wniósł kluczowe dla powstania tej pracy doświadczenie badawcze, które udokumentowane jest m.in. w jego publikacji *Physical Review Research* (2020). W przypadku publikacji A1, jak może wskazywać przyjęty porządek alfabetyczny nazwisk autorów oraz załączone oświadczenia autorów, mamy do czynienia wyraźnie z pracą całego zespołu i w tym przypadku nie można mówić o wiodącej roli habilitanta.

Przedmiotem badań cyklu publikacji osiągnięcia są głównie fazy ciekłych kryształów (CK), w szczególności fazy nematyczne tworzone przez zespoły cząsteczek o anizotropowych oddziaływaniach i prostej symetrii molekuly, typu symetrycznego pręta. Fazę nematyczną charakteryzuje anizotropia dielektryczna i porządek orientacyjny (przy zachowaniu symetrii translacyjnej) najczęściej definiowany za pomocą średniej orientacji mezogenów (tzw. direktora). Faza nematyczna to jedna z najbardziej podstawowych, najprostszych i najszerzej badanych mezofaz CK, stanowiąca jednocześnie układ generyczny dla cieczy anizotropowych.

Fazy CK (zarówno termo-, jak i liotropowe) to najczęściej układy wieloskładnikowe, których charakterystyczną cechą jest obecność jonów. Z reguły dąży się do minimalizowania stężenia jonów w fazach CK traktując je jako zanieczyszczenie mezofazy. Z tego też powodu rola jonów w tych układach nie jest dostatecznie poznana i często pomijana. Z drugiej strony nawet małe stężenie jonów może modyfikować lub wręcz wpływać na własności fizyczne całego układu, szczególnie w obecności pola elektrycznego. Znanym przykładem jest tworzenie się warstwy podwójnej w elektrolitach izotropowych cieczy w kontakcie z naładowanymi powierzchniami, tzn. tworzenie się warstwy ładunku na powierzchni i powstawanie warstwy dyfuzyjnej jonów o ładunku przeciwnym do ładunku powierzchniowego.

Celem osiągnięcia jest zbadanie konsekwencji wynikających z wzajemnego oddziaływania anizotropowej (nematycznej) cieczy z ich komponentem jonowym. W szczególności badanie struktur przestrzennych typu podwójnych warstw elektrycznych mogących się tworzyć w ciekłych kryształach nematycznych. Moim zdaniem jest to dobrze określony, złożony i bardzo ambitny cel

badawczy mający znaczenie m.in. dla szeroko pojętej miękkiej materii oraz dla rozwoju elektrolitów nematycznych.

Osiągnięcie naukowe można odczytać jako badania kilku powiązanych aspektów ogólnego problemu, które przedstawione zostały w poszczególnych publikacjach. Praca A4 bada wpływ ekranowanych pól elektrycznych na orientację mezogenów w pobliżu naładowanej powierzchni. W pracach A2, A5 analizowane jest tworzenie się warstw podwójnych wokół defektów topologicznych nematyka. Z kolei, publikacja A3 obejmuje badania nad anizotropowym ekranowaniem – wpływem utworzonej warstwy podwójnej na efektywne oddziaływanie między naładowanymi obiektami mezoskopowymi (cząsteczkami koloidalnymi) w ośrodku nematycznym. Praca A1 poświęcona jest efektom dynamicznym (nierównowagowym) wiążącym elektrokinetykę jonów i dynamikę ciekłych kryształów. Należy dodać, że prace A1, A3, A5 uzupełnione są obszernym materiałem dodatkowym. W mojej ocenie, ogólny cel rozprawy realizowany jest wyraźnie we wszystkich pięciu pracach, zatem wymóg powiązania tematycznego cyklu publikacji jest spełniony.

Dla osiągnięcia założonego celu, badania prowadzone były za pomocą wielu modeli analitycznych, metod obliczeniowych oraz technik pomiarowych. Należy nadmienić, że w cyklu prac udział habilitanta koncentrował się na części teoretycznej i obliczeniowej, i że eksperymentalna część pracy A3 nie była prowadzona przez habilitanta.

Z uwagi na dużą złożoność badanych układów przyjęto podejście formułowania minimalnych modeli, mogących opisać kluczowe procesy i efekty fizyczne. Z reguły porządek nematyczny był opisywany za pomocą tensorowego (kwadrupolowego) parametru porządku. W przypadku efektów równowagowych nematyczny elektrolit traktowany był na poziomie mezoskopowym ośrodka ciągłego za pomocą całkowitej energii swobodnej złożonej z różnych składowych: nematycznej, jonowej, elektrostatycznej. Nematyczna energia swobodna definiowana była w standardowej postaci Landaua - de Gennesa z kwadrupolowym parametrem porządku i w przybliżeniu jednej stałej elastycznej. Jonowa energia swobodna, obejmująca wszystkie nieelektrostatyczne efekty jon-jon i jon-mezogen, została przyjęta w uzasadnionym przybliżeniu bardzo słabych stężeń jonów (w postaci gazu doskonałego). Składowa elektrostatyczna stosowana była głównie w postaci energii swobodnej pola średniego z częścią fleksoelektryczną (w przybliżeniu jednoparametrowym).

Należy podkreślić, że zestawienie wszystkich tych składowych jest najprostszym modelem opisującym elektrolit nematyczny i zostało zaproponowane i nazwane w pracach habilitanta teorią Poissona-Boltzmanna-Landaua-de Gennesa (PBLdG). Trzeba zaznaczyć, że tak zaproponowany model mimo wprowadzonych uproszczeń pozostaje bardzo złożonym modelem i uzyskanie wyników z procedury minimalizacji funkcjonału wymagało, w większości przypadków, odpowiednich, złożonych, obliczeń numerycznych. Podstawową techniką obliczeniową wykorzystaną w pracach cyklu była metoda elementów skończonych (FEM) realizowana za pomocą komercyjnego programu COMSOL Multiphysics.

W celu zbadania efektów dynamicznych w nematycznym elektrolicie, zastosowana została zasada wariacyjna najmniejszego rozproszenia (pozwalająca uzyskać uogólnione równania Eulera-Lagrange'a). W ramach tego podejścia przyjęto przypadek jednoosiowego płynu oraz skonstruowane zostały (poza energią swobodną) odpowiednie wkłady dyssypacyjne (Rayleighana-y), uwzględniające m.in. dyssypacyjne sprzężenie nematycznego komponentu ze strumieniami jonowymi.

Ponadto w osiągnięciu, w kontekście prac nad efektywnym oddziaływaniem dwucząstkowym cząsteczek koloidowych, prowadzone były analizy anizotropowego równania Poissona-Boltzmanna oraz stosowane były różne techniki analityczne (metody funkcji Greena, rozwinięcia multipolowe, sferyczne przybliżenie warstwowe SSA).

Można zauważyć, że prawie we wszystkich publikacjach, w konkluzjach jest zamieszczona stosunkowo obszerna dyskusja potencjalnych możliwości wynikających z otrzymanych wyników badań lub kierunków ich kontynuacji.

Praca A4 bada możliwość zmiany orientacji mezogenów w pobliżu naładowanej powierzchni przez modyfikacje ekranowanego pola elektrycznego. W artykule rozważa się warunki typowej komórki CK, w której (cienka) warstwa ciekłego kryształu jest umieszczona między dwoma ograniczającymi (zwykle szklanymi) płytkami. Rozważana jest sytuacja, w której dolna powierzchnia jest naładowana i wymusza słabe zakotwiczenie planarne, a górna z silnym zakotwiczeniem homeotropowym jest nienaładowana. W ogólnym formalizmie obliczeniowym dla powyższego układu efekty zakotwiczenia uwzględnione zostały przez dodanie powierzchniowej energii swobodnej, która na poziomie równań Eulera-Lagrange'a nakłada odpowiednie warunki brzegowe. W wyniku systematycznych badań wykazano, że regulując zawartość jonów (długość ekranowania Debye'a) można efektywnie modyfikować siłę zakotwiczenia na powierzchni, tzn. wpływać na orientację direktora na dolnej płycie. Przeanalizowane zostały również efekty związane ze zmianą gęstość ładunku powierzchniowego na dolnej płycie oraz wpływ fleksoelektryczności. Wykazano, że wpływ fleksoelektryczności jest względnie słaby i jako dodatkowy mechanizm kontroli zakotwiczenia powierzchniowego zjawisko to może mieć znaczenie jedynie teoretyczne.

Wykazany przez habilitanta efekt przestrajania zakotwiczenia (nie tylko co do wartości siły kotwiczenia, ale również typu np. z planarnego na skręcony) za pomocą naładowanej powierzchni i towarzyszącej jej podwójnej warstwy, należy uznać za znaczące osiągnięcie badawcze. Wskazuje ono na niezaniebdywalne znaczenie jonów w modyfikowaniu własności kotwiczenia naładowanych powierzchni w komórkach. W szczególności (przynajmniej teoretycznie) praca wskazuje na możliwość dostrajania direktora na powierzchni przez kontrolowanie stężenia jonów w układzie. W mojej ocenie, praca stanowi przykład rozwiązania interesującego i dobrze postawionego problemu badawczego.

W artykułach A2, A5 zbadano rolę defektów topologicznych nematyka w tworzeniu się obszarów lokalnej separacji jonów. Badania prowadzone były za pomocą metod analitycznych i numerycznych i pełnej teorii PBLdG, z tym że w publikacji A5, podobnie jak w A4, w formalizmie uwzględniana była również powierzchniowa energia swobodna.

W publikacji A2 możliwość lokalnej separacji ładunkowej jonów w obszarach tworzenia się defektów topologicznych badana była dla kilku układów objętościowego nematyka.

Należy docenić wielość i istotne zróżnicowanie badanych przez habilitanta układów: od najprostszej geometrii interfejsu izotropowo-nematycznego, dla której możliwe było uzyskanie rozwiązań analitycznych przez radialne defekty jeżowe, dyslokacje klinowe po defekty tworzące się wokół sferycznej cząstki koloidalnej z homeotropowym zakotwiczeniem (defekty punktowe i typu pierścienia Saturna). Szczegółowa analiza tych przypadków pokazała, że sprzężenie jonów ze strukturą nematyka jest szczególnie silne w obszarze defektu topologicznego i prowadzi do koncentracji ładunku w rdzeniu defektu, który jest następnie ekranowany za pomocą warstw ładunku jonowego (w efekcie rejon defektu pozostaje elektrycznie neutralny). Otrzymane profile ładunków zostały powiązane z długością ekranowania Debye'a (mniejsza długość realizuje silniejszą lokalizację swobodnych ładunków jonowych). Ponadto znaleziono, że rozkłady ładunku mogą być bardzo zróżnicowane w zależności od rodzaju defektu, co dobrze zostało zilustrowane na rysunkach 5,6,8. Spektakularnym wydaje się odkrycie możliwości tworzenia się złożonych rozkładów przestrzennych ładunków jonowych wokół nienaładowanych koloidalnych sfer (Rys. 11). Pokazany efekt jest istotny, ponieważ może (w tym przypadku) wpływać na kształtowanie efektywnego oddziaływania między cząsteczkami koloidalnymi.

Interesującym i ważnym wydaje się uwzględnienie w przeprowadzonych obliczeniach energii typu solwatacji jako dodatkowego wkładu energii swobodnej, realizującej sprzężenie jonowo-nematyczne (określające koszt energetyczny przeniesienia jonu do fazy nematycznej z cieczy) i nadanie mu postaci zewnętrznego potencjału. Przeprowadzona analiza tego wkładu (parametry g) w zestawieniu z udziałem flexoelektryczności (wartością parametru G) wskazała na kluczowe znaczenie tego mechanizmu sprzężenia na efekt koncentracji ładunku w defektach topologicznych nematyka i towarzyszącej lokalnej separacji ładunkowej jonów.

Poza ewidentnym wkładem otrzymanych wyników w poszerzenie wiedzy na temat anizotropowych elektrolitów habilitant przewiduje również ich wymiar aplikacyjny: przewiduje, że defekty topologiczne mogą działać jako nośniki ładunku jonowego lub jako rozproszone kondensatory

jonowe. Warto też podkreślić, że publikacja A2, zgodnie z profilem i kryteriami czasopisma Physical Review X, ma charakter pracy mogącej potencjalnie wpłynąć na obecne i przyszłe badania oraz wyrzec długotrwały i głęboki wpływ na postęp w pokrewnych dziedzinach wiedzy.

Praca A5 podobnie jak A2 poświęcona jest głównie badaniom roli topologicznych defektów w tworzeniu się obszarów lokalnej separacji jonów w nematycznych elektrolitach. Badania w A2 koncentrowały się na strukturze objętościowej, natomiast badania A5 poświęcone były tworzeniu się niejednorodnych rozkładów ładunków w komórkach CK związanych głównie z obecnością naładowanych powierzchni. Zatem powiązanie A5 również z pracą A4 jest znaczne.

Górna płytki komórki CK charakteryzuje się przestrajalną homeotropową siłą kotwiczenia i nie posiada ładunku powierzchniowego. Dolna płytki jest naładowana, z możliwością regulacji ładunku. Kluczową jej cechą jest osadzona i zakotwiczona na niej powierzchniowa struktura nematyczna, która powoduje, że w zależności od siły kotwiczenia górnej płytki tworzy się defekt o przestrajalnym położeniu. Wytworzona jest zatem sytuacja, w której możliwe jest kontrolowane przemieszczanie defektu z powierzchni górnej płytki (defekt powierzchniowy) w kierunku dolnej płytki (defekt objętościowy). Odkryto, że położenie defektu wpływa znacząco na rozkład jonowego ładunku w komórce CK. Co bardziej istotne i ciekawe, pokazano, że przesunięcie defektu bliżej dolnej (naładowanej) powierzchni, lokalnie zmienia rozkład ładunku powierzchniowego w zależności od bliskości defektu topologicznego. Czyli położeniem defektu można wprowadzić lokalną zmianę koncentracji ładunku na powierzchni - innymi słowy lokalizacja i rodzaj defektu koduje precyzyjny rozkład ładunków powierzchniowych. W mojej opinii to bardzo spektakularny efekt, który jak wykazano, jest jeszcze bardziej wyraźny, gdy uwzględniona jest fleksoelektryczność.

W pracy przeprowadzone zostały również badania dla innych bardziej złożonych układów (komórki z warunkami kotwiczenia na obu powierzchniach tworzących linie defektów oraz naładowane cząsteczki koloidalne z defektem punktowym i defektem pierścienia Saturna). W badaniach pokazano, że możliwe jest manipulowanie rozkładem ładunku powierzchniowego na zewnętrznej ścianie lub cząsteczce, gdy istnieje prostopadły gradient kierunku (direktora), który zmienia się na powierzchni. Uważam, że ustalenie tej ogólnej zasady jest dużym osiągnięciem habilitanta. Wskazuje to na możliwość ciekawego, innego podejścia do kontrolowania ładunków na powierzchniach zewnętrznych bez zmiany chemii powierzchni. Ogólnie wyniki pokazują, że defekty topologiczne w elektrolitach nematycznych można wykorzystać do kontrolowania i manipulowania ładunkami powierzchniowymi w szeroki i rozległy sposób, co można dodatkowo wzmocnić przez działanie fleksoelektryczności.

Publikacja A1 jest kolejną znaczącą publikacją osiągnięcia naukowego habilitanta, która uwidacznia możliwe, jakościowo nowe efekty w elektrolitach nematycznych. Poszerza badania A4, A2 i A5 przez rozważania stanu nierównowagi wywołanego za pomocą prądów ładunku jonowego. Przedmiotem badań jest nematyk, którego struktura opisana jest przez pole direktora. Inspirowana spintroniką kluczowa idea autorów polega na analizowaniu wzajemnego sprzężenia ruchu tekstury nematycznej i prądu jonowego (w przyjętej analogii spin jest zastąpiony przez nematyczny direktor, a ładunki elektryczne są ładunkami jonowymi). Prąd jonowy ładunku (wywołany przyłożonym zewnętrznym napięciem) przepływa przez strukturę nematyczną i wywołuje ruch-obrót pola direktora, można powiedzieć napędza teksturę nematyczną. Z drugiej strony ruch tekstury nematycznej prowadzi do powstania prądu ładunku jonowego. Idea ta jest prezentowana w A1 jako wynik obliczeń opartych na zasadzie najmniejszego rozproszenia energii. W ramach tej zasady, dla uzyskania równań opisujących powiązanie dynamiki struktury nematycznej i jonowego przepływu, skonstruowane zostały (poza energią swobodną) odpowiednie wyrażenia dyssypacyjne (Rayleighan-y) reprezentujące m.in. efekty lepkościowe (tarcie) związane z przepływem i obrotem direktora oraz efekt sprzężenia jonów i struktury nematycznej. Zastosowano przybliżenie jednej stałej elastycznej Franka i przedyskutowano konsekwencje tego przybliżenia. Można przypuszczać, że sformułowany model i uzyskane równania będą stanowić trwały wkład w dziedzinę nematycznych elektrolitów.

Zaproponowany opis przeanalizowany został dla dwóch układów. W pierwszym przypadku rozpatrzono przykład komórki CK z warstwą nematyka i silnymi warunkami zakotwiczenia na obu płytkach (homeotropowym na górnej i planarnym na dolnej). Pokazano jak nematyczna skręcona

struktura pod wpływem przepuszczania przez próbkę wolno zmieniającego się prądu, zmienia skręcenie (dobrze zilustrowane na rysunku 2). Z kolei reakcja wsteczna nematyka powoduje efektywną różnicę potencjałów elektrycznych między płytkami komórki.

W drugim przykładzie rozpatrywany był układ nematycznej komórki CK z warunkami kotwiczenia tworzącymi defekt topologiczny typu linowej dysklinacji, który może być przemieszczany za pomocą prądu ładowania. Wykazano, że w tego typu układzie prędkość przemieszczania defektu zależy liniowo od prądu jonowego, co może pozwolić zmierzyć nieznaną wartość stałej sprzężenia jonowo-nematycznego.

Przewidziane w publikacji efekty, wynikające z powiązań dynamiki struktury nematycznej i jonowego przepływu ładunku w nematycznych elektrolitach, wydają się bardzo interesujące poznawczo i przez analogię do spintroniki mogą mieć również potencjalne możliwości wykorzystania praktycznego. Autorzy spodziewają się, że dalsze badania oparte na wynikach uzyskanych w A1 mogą przyczynić się do rozwoju nowej dziedziny nematotroniki.

Praca A3 rozważa nieco inny i bardziej ogólny aspekt badań związanych z elektrycznymi warstwami podwójnymi w płynach anizotropowych i jest ważnym dopełnieniem pozostałych publikacji cyklu osiągnięcia. Przedmiotem jej rozważań jest mianowicie anizotropowe ekranowanie elektrostatyczne naładowanych cząsteczek koloidalnych w elektrolicie nematycznym. Stanowi ono podstawę opisu efektywnych oddziaływań w wielu układach miękkiej materii. Publikacja wraz z zawartym w niej materiałem dodatkowym stanowi bardzo wnikliwą i wszechstronną analizę tematu. Do przedstawienia i weryfikacji tez badawczych autorzy wykorzystują praktycznie wszystkie możliwe metody badawcze: teorie analityczne, obliczenia numeryczne oraz odpowiednio przygotowane eksperymenty.

Punktem wyjścia i odniesienia jest naładowana (sferyczna) cząsteczka z tworzącą się elektryczną warstwą podwójną w ośrodku izotropowym oraz jej opis teorią Poissona-Boltzmana. W publikacji badane jest uogólnienie tej sytuacji na przypadek, w którym sferyczna naładowana cząsteczka znajduje się w płynie anizotropowym o symetrii nematyka - czyli przypadek gdy symetria płynu i zanurzonej cząsteczki są różne. Obliczany jest numerycznie anizotropowy potencjał elektrostatyczny w podejściu pola średniego, z wykorzystaniem anizotropowego równania Poissona-Boltzmana. W obliczeniach zastosowano parametry konkretnego nematyka (5CB) i wytworzonych quasi-sferycznych cząsteczek koloidalnych. Przetestowano też warianty jednolitego i z defektem pierścienia Saturna pola wokół sfery.

Za niezwykle cenne i duże osiągnięcie należy uznać obliczenia analityczne formuły potencjału elektrostatycznego (równanie 6), które dobrze opisuje postać potencjału poza obszarem bliskim sferze. W szczególności bardzo interesująca jest postać zachowania asymptotycznego potencjału. Uzyskane równanie pokazuje, że kątowa zależność potencjału pozostaje obecna na dowolnie dalekiej odległości od sferycznej cząsteczki i wynika to z pojawienia się anizotropowej długości Debye'a.

Co więcej dla tej anizotropowej długości Debye'a zostało obliczone wyrażenie dokładne. Można spodziewać się zatem, że otrzymane równanie asymptotyczne znajdzie trwałe miejsce w szerokiej literaturze przedmiotu. Tym bardziej, że w dalszej części A3 obliczone zostało efektywne anizotropowe oddziaływanie elektrostatyczne między parą naładowanych kulistych cząsteczek. Pokazano, że dla określonych warunków oddziaływanie to przyjmuje formę oddziaływania Yukawy z anizotropową długością ekranowania Debye'a. W obliczeniach wykorzystano metody z publikacji habilitanta *Phys. Rev. Research* oraz wykonano obliczenia funkcji Greena i wyrażeń rozwinięcia wielobiegunowego. Otrzymane wyniki dla efektywnego potencjału oddziaływania zweryfikowano numerycznie (FEM) pokazując, że odchylenia występują praktycznie jedynie w rejonie bliskiego kontaktu sfer. Ponadto w opisie oddziaływania uwzględniono (przyjmując założenie liniowej addytywności) nematyczne oddziaływanie elastyczne i oddziaływanie van der Waalsa. W konsekwencji dwucząsteczkowe oddziaływanie koloidalnych kul może być bardzo złożone. W zależności od parametrów układu, cząsteczki mogą się odpychać, mogą wytworzyć lokalne minimum, mogą się też kierunkowo przyciągać.

W mojej opinii, niezwykle silną stroną publikacji są też przeprowadzone badania eksperymentalne, w których w dużej mierze potwierdzone zostały przewidywania zachowań oddziałujących cząsteczek w

płynie anizotropowym. Wytworzone naładowane, prawie kuliste cząstki koloidalne umieszczono w ośrodku nematycznym i pokazano (w tym za pomocą filmów) istnienie wzajemnego kierunkowego przyciągania i lokalnego minimum. Stworzony eksperymentalny system pokazał, że cząsteczki wykazują anizotropowe oddziaływanie elektrostatyczne w CK. Lektura publikacji A3 wskazuje na możliwe duże znaczenie przeprowadzonych badań, ich duży potencjał koncepcyjny i że badania są warte kontynuacji. Badania przeprowadzone zostały z dużą starannością i można oczekiwać, że uzyskane wyniki będą znajdować oddźwięk w literaturze.

Podsumowując tę część opinii, stwierdzam, że w rezultacie przeprowadzonych badań (zawartych w cyklu publikacji A1-A5) dr Everts uzyskał szereg istotnych wyników dotyczących podwójnych warstw elektrycznych w anizotropowych płynach nematycznych. Przedstawił koncepcje, zaproponował odpowiednie modele teoretyczne, przeprowadził zaawansowane obliczenia służące opisowi fizycznych efektów w elektrolitach nematycznych. We wszystkich przypadkach złożoność opisu została świadomie ograniczona w ten sposób, aby możliwym było otrzymanie kluczowych mechanizmów fizycznych i przeprowadzenie kompletnego (dającego rozwiązanie) procesu obliczeniowego zaproponowanego modelu. W mojej ocenie, kluczowym i trwałym wkładem przedłożonego głównego osiągnięcia w dyscyplinę nauk fizycznych są: (a) sformułowanie modelu PBLdG, (b) pokazanie możliwości wzajemnego wpływu anizotropowej struktury płynu i rozkładu ładunku jonowego w tym w szczególności możliwości koncentracji ładunków jonowych i tworzenie się warstw podwójnych wokół defektów topologicznych, (c) przeanalizowanie w sytuacjach nierównowagowych nematyczno-jonowych sprzężeń dyssypacyjnych, (d) uzyskanie formuł opisujących efektywne oddziaływanie między naładowanymi sferycznymi obiektami mezoskopowymi w ośrodku nematycznym oraz uzyskanie rozwiązań asymptotycznych. Prezentowane koncepcje, dobór odpowiednich metod badawczych, a także zaawansowane analizy uzyskanych wyników świadczą niewątpliwie o dużych umiejętnościach i samodzielności naukowej habilitanta.

Opinia o istotnej aktywności naukowej, działalności dydaktycznej, organizacyjnej oraz popularyzatorskiej

Dr Jeffrey Everts jest autorem i współautorem 18 publikacji. Z tej liczby 7 prac zostało opublikowanych przed uzyskaniem stopnia doktora. Wszystkie prace opublikowane zostały w czasopiśmie z listy JCR w większości o bardzo wysokim czynniku wpływu. Należy odnotować znaczną liczbę wystąpień konferencyjnych (11 ustnych i 10 paktów) habilitanta, w tym wygłoszenie trzech wykładów na zaproszenie oraz szereg (13) referatów seminaryjnych na zaproszenie.

Jeffrey Everts swoją karierę badawczą rozpoczął bardzo wcześnie, bo już w okresie studiów uniwersyteckich. W tym czasie aktywnie uczestniczył w projektach eksperymentalnych, koncentrujących się na chemicznych aspektach samoorganizacji supramolekularnej oraz uczestniczył w badaniach teoretycznych 2D izolatorów topologicznych. W okresie doktoratu pod kierunkiem prof. René van Roija, głównym obszarem działalności badawczej habilitanta stała się miękka materia skondensowana w szczególności fizyka cząsteczek koloidalnych stabilizowanych ładunkiem. Osiągnięcia tego okresu zostały opublikowane w siedmiu publikacjach i spotykają się z dużym oddźwiękiem w literaturze.

Po doktoracie główne zainteresowania naukowe habilitanta w naturalny sposób związane są z tematyką habilitacji. Część prac w dorobku naukowym stanowi rozszerzenie, kontynuację lub uzupełnienie prac A1-A5. W mojej ocenie można to postrzegać jako przejaw konsekwentnego i dojrzałego podejścia habilitanta do rozwiązywania problemów badawczych.

Obszar zainteresowań i osiągnięć naukowych dr Evertsa nie ogranicza się jednak tylko do tematyki habilitacji. Przedmiotem przeprowadzonych przez niego badań były również: regulacja elektrostatyczna oddziaływań na granicy (interfejsie) olej-woda, efekt orzecha brazylijskiego w naładowanych koloidach oraz samodyfuzja kulistej cząstki sondy w złożonej cieczy składającej się z zagęszczających się cząsteczek. Najnowsze badania habilitanta dotyczą efektów w aktywnych

chiralnych płynach tworzonych przez samowirujące cząsteczki, które podobnie jak CK są płynami anizotropowymi.

W dorobku naukowym habilitanta zauważyć należy samodzielnie opublikowaną pracę, która stanowi podstawę metod analitycznych zastosowanych w innych publikacjach. Zauważyć też warto, jako ważny element aktywności naukowej habilitanta jego szeroką międzynarodową współpracę badawczą. Wskaźniki dokonań naukowych są bardzo wysokie. Sumaryczny czynnik wpływu wynosi ~ 106 . Średni IF publikacji wynosi zatem nieomal 6, co można określić jako bardzo znaczną wartość. Liczba cytowań według bazy Web of Science, jak podaje habilitant, wynosi ~ 340 (bez autocytowań), a indeks Hirscha 10. Oba te wskaźniki można uznać, za wynik dobry w postępowaniach habilitacyjnych w naukach fizycznych. Całościowa ocena aktywności naukowych jest zatem pozytywna.

Dr Everts realizował projekty finansowane w drodze konkursów: stypendium indywidualne z programu EU Marie Skłodowska-Curie oraz projekt Narodowej Agencji Wymiany Akademickiej w ramach Programu Ulam. Obecnie realizuje grant Narodowego Centrum Nauki, Sonata BIS, w którym pełni rolę Kierownika Projektu.

Odbył dwa staże podoktorskie, na Uniwersytecie w Lublanie i w Instytucie Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk. Ponadto przebywał na dwumiesięcznym stażu na Uniwersytecie w Cambridge w Isaac Newton Institute for Mathematical Sciences. Był recenzentem ponad dziesięciu artykułów w czasopiśmie międzynarodowych. Powyższa aktywność jest dobrym prognostykiem dalszego pomyślnego rozwoju kariery naukowej habilitanta. Ten fragment opinii wypada bardzo pozytywnie.

Pozytywnie przedstawia się również aktywność dydaktyczna, organizatorska i popularyzacyjna habilitanta. Przed doktoratem na macierzystej uczelni, na Uniwersytecie Utrechckim w okresie 2011-2014, pełnił rolę asystenta dydaktycznego kursów wykładowych: Fizyka Statystyczna, Statystyczna Teoria Pola, Kwantowa Teoria Pola oraz Mechanika Relatywistyczna i Klasyczna. Był członkiem komitetu doradczego ds. edukacji na Wydziale Fizyki i uczestniczył w organizowaniu zadań edukacyjnych dla programu magisterskiego. Obecnie aktywnie uczestniczy w procesie dydaktycznym na Uniwersytecie Warszawskim. Prowadzi zajęcia, wykłady i ćwiczenia na pierwszym roku studiów magisterskich i jest promotorem pracy magisterskiej. W okresie studiów magisterskich i doktoranckich dr Everts angażował się w inicjatywy popularyzujące naukę: opracowanie materiałów do nauki dla szkoły podstawowej („De Hovenier”, Montfort, Niderlandy), realizacja projektu dla uczniów szkół średnich dotyczącego materiałów ciekłokrystalicznych, organizacja seminarium PLaneT „PhD Lunch and non-expert Talk”. Po doktoracie brał udział w wydarzeniach popularyzujących badania naukowe w ramach Europejskiej Nocy Naukowców-2019 w Lublanie oraz „Physics in Ljubljana” (2023).

Należy też odnotować, że dr Everts był laureatem prestiżowej nagrody Ministerstwa Edukacji i Nauki dla Wybitnego Młodego Naukowca (2022).

Reasumując chciałbym stwierdzić, że wyniki zawarte w przedstawionym do oceny cyklu powiązanych tematycznie pięciu publikacjach stanowią znaczny wkład habilitanta w rozwój nauk fizycznych. Moja ocena aktywności naukowej habilitanta jest również pozytywna. Tym samym w mojej opinii aktywność i osiągnięcia naukowe dr Evertsa spełniają ustawowe warunki stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego. Mając powyższe na uwadze, wnioskuję o dopuszczenie dra Jeffreya Evertsa do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

Arkadiusz Brańka