



Prof. dr hab. Michał Banaszak
Wydział Fizyki,
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
Zakład Fizyki Materiałów Funkcjonalnych

20 kwietnia 2024 r.

Ocena dorobku naukowego i osiągnięcia habilitacyjnego pt. "Wpływ nanostruktur na dwuwarstwę fosfolipidową" przedstawionego do oceny przez dr. Przemysława Raczyńskiego

Jako osiągnięcie habilitacyjne dr Przemysław Raczyński przedłożył do oceny cykl publikacji pt. "Wpływ nanostruktur na dwuwarstwę fosfolipidową", składający się z 13 publikacji. Z załączonych oświadczeń współautorów jednoznacznie wynika, że Habilitant miał wiodący udział w tych pracach naukowych. Cykl prac poświęcony jest badaniom złożonych układów fosfolipidowych za pomocą symulacji molekularnych. W szczególności zbadano potencjalne wykorzystanie nanostruktur jako nośników umożliwiających dostarczanie leków i innych substancji do komórki przez błonę komórkową. Jest to niezwykle ważne i intensywnie badane zagadnienie. Wybór metody symulacyjnej również dobrze wpisuje się w aktualne kierunki badawcze rozwijane w najlepszych ośrodkach akademickich.

Pierwsze cztery publikacje z serii [46, 47, 48, 49] poświęcone są badaniom interakcji między klastrami cząsteczek cholesterolu w obecności wody i bez wody z nanorurkami węglowymi, węglowo-krzemowymi oraz azotkiem boru. Pozostałe 9 prac dotyczy zagadnienia indentacji dwuwarstwy fosfolipidowej przez różne nanostruktury takie jak nanorurki węglowe [37, 38, 50, 51] i węglowo-krzemowe [26, 39], grafen [34] oraz nanostożki krzemowe [ABB]. Ostatnia praca z serii, oznaczona jako [Springer], poświęcona jest kwestii samoregeneracji dwuwarstwy fosfolipidowej po usunięciu z niej nanostruktury. Wszystkie badania zostały przeprowadzone przy użyciu symulacji molekularnych dużych układów zawierających ponad 10^5 atomów. Symulacje przeprowadzone z wykorzystaniem pakietu Nanoscale Molecular Dynamics oraz popularnego pola siłowego o urokliwej nazwie CHARMM.

W pracy [46] systematycznie badano metodą dynamiki molekularnej wpływ nanorurek węglowych i węglowo-krzemowych na domenę cholesterolową na powierzchni białka

śródbłonka. Badania te wskazały na możliwość redukcji rozmiaru domeny cholesterolowej. Habilitant wykazał również, że efektywność ekstrakcji cząsteczek cholesterolu zależy od orientacji i rodzaju nanorurek, przy czym nanorurki węglowo-krzemowe są bardziej efektywne. W kolejnej pracy z serii [47] Habilitant badał układy składające się z cząsteczek cholesterolu i fosfolipidów pokrywających nanorurki węglowe oraz węglowo-krzemowe bardzo cienką warstwą zarówno w obecności wody, jak i bez wody. Dr Raczyński wykazał, że rozmieszczenie cząsteczek cholesterolu w badanych układach zależy od obecności wody. Cząsteczki cholesterolu i fosfolipidów charakteryzują się większą mobilnością w wodzie. Co więcej, obecność nanorurek w układzie zmniejsza mobilność cholesterolu i wody.

Dwie kolejne prace oznaczone [48] i [49] zawierają wyniki badań cienkich warstw cholesterolu i fosfolipidów otaczających nanorurki z azotkiem boru oraz klastrów cholesterolu. Habilitant wykazał, że cząsteczki fosfolipidów otaczające nanorurki z azotkiem boru mają większą dynamikę translacyjną niż nanorurki węglowe i nanorurki węglowo-krzemowe.

Dalsze prace opisują indentację dwuwarstwy fosfolipidowej przez różne nanostruktury [26, 34, 37, 38, 39, 50]. Pierwszą pracą z tej serii jest publikacja oznaczona jako [37], w której przedstawiono wyniki dotyczące indentacji dwuwarstwy fosfolipidowej za pomocą nanorurki węglowej. Habilitant przedstawił tutaj wyniki penetracji dwuwarstwy zarówno przy użyciu otwartej nanorurki jak i zamkniętej, a ponadto zbadał wyciąganie nanorurek z dwuwarstwy. Wyniki tych badań wskazują, że otwarte i zamknięte nanorurki mogą penetrować błonę bez znaczącego uszkodzenia dwuwarstwy. Z drugiej strony zamknięta nanorurka w mniejszym stopniu ingeruje w strukturę membrany. W kolejnej pracy [50] Habilitant bada proces przecięcia dwuwarstwy fosfolipidowej i dostarczania cząsteczek tlenu azotu za pomocą nanorurek węglowych wypełnionych cząsteczkami tlenu azotu. Przeprowadzone symulacje wykazały, że nanorurki mogą przenikać przez błonę bez niszczenia struktury. Jest to ważny wynik pokazujący potencjalną możliwość dostarczania leków do komórek za pomocą nanorurek węglowych. W pracach [38, 51] opisane są wpływy średnicy nanorurek na strukturę membrany podczas procesów indentacji. Praca [38] przedstawia wyniki symulacji komputerowych procesów penetracji dwuwarstwy fosfolipidowej z wykorzystaniem nanorurek węglowych o różnych rozmiarach i różnych średnicach oraz przy różnych prędkościach, a także ekstrakcję nanorurek z dwuwarstwy fosfolipidowej. Badania te wykazały, że w większości przypadków indentacja błony przy użyciu nanorurki o większej średnicy wymaga większej siły. Zależność między średnicą nanorurek a siłą jest konsekwencją złożonej struktury dwuwarstwy. W pracy [26] Habilitant porównał również wyniki badań dotyczące nanorurek węglowych i węglowo-krzemowych. Niewątpliwie w rzeczywistości trudno byłoby stworzyć sytuację, aby nanoindenter poruszał się dokładnie prostopadle do membrany. Dlatego dalsze badania indentacji Habilitant przeprowadził poprzez przekłuwanie lub cięcie dwuwarstwy fosfolipidowej pod różnymi kątami [39], odbiegającymi od prostopadłych. Symulacje komputerowe pozwoliły zaobserwować, że we wszystkich badanych przypadkach odchylenie kąta nanorurki od pionu i zwiększenie prędkości nanoindentera skutkuje stosowaniem większej siły niezbędnej do penetracji błony. Ponadto porównanie przypadków przebicia i przecięcia nanorurek wykazały różnicę w mechanizmie penetracji. Oprócz nanorurek, modelowano

również proces indentacji dwuwarstwy fosfolipidowej z wykorzystaniem grafenu o różnych rozmiarach oraz proces samoregeneracji błony.

Wszystkie badania zostały przeprowadzone przy użyciu podobnych metod symulacji komputerowej. Większość wniosków sprowadza się do porównania ilościowego obserwowanych wielkości fizyczne w badanych układach i ich porównanie z wynikami z poprzednich prac. Cykl badań poświęconych indentacji dwuwarstwy fosfolipidowej kończy się pracą oznaczoną jako [ABB]. Wyniki tych badań pokazują, że średnia siła i praca są znacznie większe podczas wycofywania się z większych głębokości co jest zgodne z oczekiwaniami.

Moim zdaniem przedstawiony przez Habilitanta cykl prac naukowych jest spójny i monotematyczny oraz stanowi ważne osiągnięcie naukowe dotyczące procesów indentacji dwuwarstwy fosfolipidowej za pomocą nanostruktur., posiadające znaczny potencjał aplikacyjny w medycynie.

Ocena osiągnięć naukowych, organizacyjnych i dydaktycznych

W 2000 r. dr Przemysław Raczyński uzyskał tytuł zawodowy licencjata fizyki na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Śląskiego, a dwa lata później ukończył studia magisterskie z informatyki. W 2008 na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Śląskiego, dr Raczyński obronił pracę doktorską i uzyskał stopień naukowy doktora. Promotorem rozprawy doktorskiej był prof. dr hab. Zygmunt Gburski. W latach 2010-2015 Habilitant pracował jako fizyk na Wydziale Matematyki i Fizyki i Chemii, a od 2015 r. do dziś jest zatrudniony na stanowisku adiunkta na Wydziale Nauk Ścisłych i Technicznych Uniwersytetu Śląskiego.

Dr Przemysław Raczyński jest autorem i współautorem 53 publikacji naukowych, z których 35 zostało opublikowanych po uzyskaniu stopnia doktora. Publikacje te w dużej mierze są zbliżone tematycznie do badań habilitacyjnych i dotyczą badań oddziaływań między biologicznie ważnymi układami z różnymi nanostrukturami z wykorzystaniem symulacji komputerowych.

Po uzyskaniu stopnia doktora, dr Raczyński wygłosił pięć wykładów na konferencjach krajowych i międzynarodowych, w tym jeden wykład na zaproszenie, a także ośmiokrotnie prezentował wyniki swoich badań w formie plakatów. W przypadku konferencji nie mogłem doszukać się informacji, gdzie te konferencje się odbywały, a taka informacja powinna się znaleźć w autoreferacie.

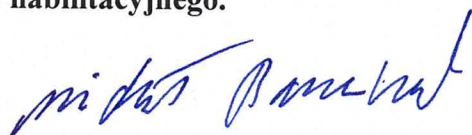
Habilitant współpracował z prof. dr. hab. Z. Gburskim oraz dr hab. Z. Dendzikiem z Uniwersytetu Śląskiego. Nawiązał również współpracę międzynarodową, której owocem były wspólne publikacje publikacje z prof. J Samiosem z Uniwersytetu w Atenach, oraz z prof. T. Poschelem z Uniwersytetu w Erlangen .

Dr Przemysław Raczyński posiada bogate doświadczenie w pracy ze studentami. Habilitant pełnił też funkcję promotora pomocniczego w postępowaniu doktorskim Mateusza

Pabiszczaka. Habilitant był również sekretarzem komisji rekrutacyjnej. W latach 2010-2018 Habilitant pracował jako nauczyciel fizyki w II Liceum Ogólnokształcącym w Katowicach.

Wniosek końcowy

Dorobek badawczy dr. Raczyńskiego oceniam pozytywnie i uważam, że cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych prezentujących badania wpływu nanostruktur na dwuwarstwę fosfolipidową, jak również inne jego prace, wnoszą znaczący wkład w rozwój dyscypliny. W mojej ocenie osiągnięcia naukowe Habilitanta spełniają ustawowe wymagania stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego. Zatem wnoszę o dopuszczenie dr. Przemysława Raczyńskiego do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.



Prof. dr hab. Michał Banaszak
Prorektor Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza
ds. cyfryzacji i współpracy z gospodarką
kierujący Szkołą Nauk Ścisłych