

Recenzja rozprawy doktorskiej pt. „Dynamics of nano objects suspended in liquids: experimental analysis” mgr. Inż. Sylwii Pawłowskiej przygotowanej w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN

Rozprawa doktorska mgr. Sylwii Pawłowskiej, napisana po angielsku, dotyczy ruchu małych obiektów (od 10 nm do mikrometrów) w cieczach. Autorka bada zarówno ruch wywołany przez fluktuacje termiczne jak i ten spowodowany przez przepływ w układach mikro-przepływowych. Mgr. Pawłowska opublikowała wyniki swoich wszystkich prac naukowych w 7-miu dobrych (np. Plos One) ci bardzo dobrych czasopismach (np. Macromolecules). Dlatego już w tym miejscu mojej recenzji mogę ją skonkludować, zanim zaczną ją krytykować. Podsumowując: rozprawa doktorska mgr. inż. Sylwii Pawłowskiej spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Stawiam wniosek o dopuszczenie mgr. inż. Sylwii Pawłowskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Praca jest zlepkiem kilku tematów, mieszczących się w ogólności w sformułowanym tytule pracy. Autorka bada rozmiar hydrodynamiczny kulek o różnych średnicach w buforach o różnej sile jonowej i różnym stężeniu soli; wykonuje syntezy hydrożeli; bada oddziaływania kulek polistyrenowych ze ścianą naczynia; wyznacza moduł Younga hydrożeli; wyznacza współczynniki dyfuzji giętkich pałeczek hydrożeli; analizuje zachowanie hydrożeli w przepływie. Praca jest eksperymentalna i zawiera standardową analizę teoretyczną.

Profesjonalne pastwienie się nad pracą doktorską rozpocznę o błędów metodologicznych i językowych, na które natknąłem się w części literaturowej. Jako pierwszy opisał ilościowo ruchy Browna australijski fizyk William Sutherland (1859–1911), Phil. Mag. 1905, S6, 9, 781 na kilka miesięcy przed Albertem Einsteinem. Brak informacji o tym fakcie we wstępie literaturowym uważam za błąd. Na stronie 8 Autorka podaje wzór na współczynnik dyfuzji, ale nie pisze przy jakich warunkach brzegowych ten wzór jest słuszny (mimo, że omawia w pracy

slip boundary conditions). Otóż opór hydrodynamiczny użyty we wzorze (2) może zawierać czynnik $6\pi R$ (gdy prędkość styczna znika na brzegu kuli o promieniu R) lub $4\pi R$ (gdy prędkość nie znika) lub $5\pi R$ gdy do wyprowadzenia oporu hydrodynamicznego użyjemy teorii atomistycznej dla gęstych gazów (Enskoga/Boltzmann). Oznacza to, że już przy tym wzorze używanym do wyznaczenia promienia hydrodynamicznego możemy popełnić błąd 150 procentowy, jeśli warunki brzegowe na powierzchni naszych kulek są inne niż te użyte do wyprowadzenia konkretnego wzoru. Na stronie 21 Autorka używa określenia, którego ze świecą szukać w literaturze: „irreversible hydrodynamic interactions”. Irreversible (czyli nieodwracalny/nieodwracalna) może być przemiana termodynamiczna, ale nie oddziaływanie. Wujek Google znalazł dosłownie 4 strony (poza IPPT PAN), gdzie użyto tego określenia. Dla porównania 133 000 stron używa określenia „hydrodynamic interactions” bez dodatku. Czy Autorka mogłaby wyjaśnić co miała na myśli? Zakończę pastwienie się nad wstępem, bo całkiem szczerze recenzja mogłaby być dłuższa niż tekst wstępu. Autorka nie przejmuje się złożeniem materiału wstępnego w logiczną całość. Nie zachowuje należytej staranności językowej. Nie dba o właściwy przekaz trudnych pojęć matematycznych i fizycznych, często mieszając ścisłe pojęcia w sosie żargonów. Dla przykładu: Na stronie 13 autorka definiuje dwa typy dyfuzji: „molecular diffusion” i „tracer diffusion”. I pisze tak: „Diffusion coefficient for these two types of dispersion are generally different because the diffusion coefficient for molecular dispersal is **binary** and includes the effect of the movement of different diffusing species”. Co Autorka ma na myśli pisząc binarny w odniesieniu do współczynnika dyfuzji? Przy okazji te dwa różne współczynniki powinny być nazwane „collective diffusion” i „self-diffusion”. Przy okazji zadam pytanie. Kiedy przy użyciu dynamicznego rozpraszania światła mierzymy współczynnik dyfuzji kolektywnej a kiedy mierzymy współczynnik samo-dyfuzji? Na szczęście dzisiaj w szkole dwójka zalicza i niech tak

będzie i w przypadku wstępu: zaliczam, choć swoim uczniom sugerowałbym gruntowne przepisanie tej części pracy.

W rozdziale opisującym wyniki (rozdział 3), już na stronie 34 natykamy się na zdanie, którego nie rozumiem: „Concentration obtained by diluting 1% solid initial value”. Pomijam, że zdanie ma niepoprawną składnię angielską, ale także niezrozumiałą treść. Takie dziwaczne konstrukcje językowe przewijają się w całej pracy, utrudniając proces recenzji i zrozumienia pracy oraz metodologii badawczej. Celem rozdziału nr 3 było opisanie sposobu wyznaczania promienia hydrodynamicznego nanocząstek z danych eksperymentalnych opartych o pomiar współczynnika samo-dyfuzji z analizą danych z użyciem wzoru Stokesa-Sutherlanda-Einsteina (bez analizy warunków brzegowych, które omawiałam wcześniej). Promień cząstek był wyznaczany także za pomocą mikroskopu elektronowego (tzw. promień fizyczny). Pierwsza niespodzianka pojawia się w tabeli nr. 3.2. Podane są dwa promienie tych samych nanocząstek różniące się nawet 3 razy. Promień hydrodynamiczny jest znacząco większy niż promień fizyczny. Przy czym nie ma żadnego błędu przy promieniu fizycznym co sugeruje, że został on wyznaczony z nieskończoną precyzją, oraz, że wszystkie nanocząstki miały ten sam promień. Ani jedno, ani drugie nie jest możliwe. Zdumiewa w całym rozdziale to, że pomimo takich różnic w średnim promieniu Autorka nie podaje rozkładu rozmiarów w funkcji promienia. Moje doświadczenie z pracą z urządzeniem NanoSightem używanym do śledzenia ruchu pojedynczych obiektów w cieczy (także używane przez Autorkę) pozwala mi stwierdzić, że nie było żadnego problemu aby dostać takie rozkłady i pokazać je w pracy. Ogromna różnica w promieniach jest wręcz na pewno spowodowana przez agregację nanocząstek. Sam robiłem eksperymenty na kulkach i dostawałem rozkład rozmiarów z dwoma maksimami. Jedno z nich pojawiało się jako wynik agregacji. Niestety brak rozkładów rozmiarów w pracy kończy dyskusję. Dodam, że sposób podawania próbki w urządzeniu Nanosight ma wpływ na liczbę

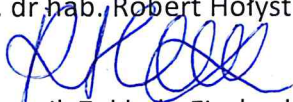
agregatów w zależności od rozmiarów nanoobjektów – im większe obiekty tym łatwiej rozbić agregat przy podawaniu próbki. Stąd duże obiekty mają podobny promień hydrodynamiczny i fizyczny, a te małe już nie. Można zmienić prędkość podawania nawet 20-30 razy na pompie perystaltycznej. Liczba agregatów zależy od tej prędkości. Za ogromną pracę włożoną w wykonanie eksperymentów stawiam 4, za analizę 1. Średnia wynosi 2,5. Kolejnym niedokończonym tematem w rozdziale 3 jest wyznaczenie oddziaływania kulek ze ścianą za pomocą pencety optycznej. Spuszczę zasłonę milczenia: liczba eksperymentów robi wrażenie, analiza już nie.

Pozostałe rozdziały mają te same wady co poprzednie. Autorka pokazuje dużo eksperymentów z giętkimi żelowymi pręcikami w przepływie i kompletnie ignoruje całą literaturę teoretyczną poświęconą sprzężeniu zwrotnemu – obiekt-przepływ-obiekt. Sporo w hydrodynamice można policzyć: jak obiekt o danych rozmiarach zaburza przepływ, jak następnie zmieniony przepływ wpływa na obiekt etc. Jak zrozumiałem z pracy, Autorka po prostu nie potrafiła tego zrobić i dlatego zadowolili się czystą obserwacją różnych zjawisk, bez głębszego ich zrozumienia. I znów mogę postawić 4 za włożoną pracę w eksperymenty i 1 za analizę tych eksperymentów.

Zdumiewa mnie jeszcze jeden fakt organizacyjny. Praca doktorska Pani Sylwii Pawłowskiej jak najbardziej mieści się w dziedzinie nauk technicznych w dyscyplinie mechanika i inżynieria materiałowa, co pasuje do profilu IPPT PAN. Znacznie gorzej pasuje do dziedziny nauk technicznych z dyscypliny biocybernetyka i inżynieria biomedyczna czyli profilu IBIB PAN. Skąd więc wybór Rady Naukowej IBIB PAN do przeprowadzenia przewodu doktorskiego?

Podsumowując: pomimo wymienionych wad i ogólnej oceny 2,5 (w skali od 1 do 6), rozprawa spełnia wymagania stawiane rozprawom doktorskim. Stawiam wniosek o dopuszczenie mgr. inż. Sylwii Pawłowskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Prof. dr hab. Robert Hołyst



Kierownik Zakładu Fizykochemii Miękkiej Materii

Instytut Chemii Fizycznej PAN

Kasprzaka 44/52, 01-224 Warszawa

<http://groups.ichf.edu.pl/holyst>

rhozyst@ichf.edu.pl

