

Daniel Jakubczyk

Instytut Fizyki
Polskiej Akademii Nauk
Warszawa 2014

Autoreferat

Spis treści

1. Przebieg pracy naukowej.....	2
1.1. <i>Przed uzyskaniem stopnia doktora.....</i>	2
1.2. <i>Po uzyskaniem stopnia doktora.....</i>	2
1.2.1. <i>Staż podoktorski.....</i>	2
1.2.2. <i>Dalsza praca w Instytucie Fizyki PAN.....</i>	3
2. Osiągnięcie będące podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.....	4
2.1. <i>Kontekst i tło naukowe badań.....</i>	5
2.2. <i>Streszczenie prac.....</i>	5
2.3. <i>Literatura.....</i>	8
3. Dane bibliometryczne.....	10
4. Spis publikacji nie wchodzących w skład osiągnięcia wymienionego w pkt 2. wraz z oświadczeniem o indywidualnym wkładzie w autorstwo prac zbiorowych.....	10
4.1. <i>Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie JRC.....</i>	10
4.2. <i>Monografie i publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazie JRC.....</i>	12
5. Wystąpienia konferencyjne.....	15
6. Działalność dydaktyczna.....	18
7. Udział w projektach badawczych.....	18
8. Działalność recenzencka.....	19
9. Nagrody za działalność naukową.....	19

1. Przebieg pracy naukowej

1.1. Przed uzyskaniem stopnia doktora

W 1991 roku, na Politechnice Warszawskiej, na Wydziale Fizyki Technicznej i Matematyki Stosowanej, w ramach specjalizacji „optyka zintegrowana”, wykonałem pod kierunkiem prof. Jana Petykiewicza pracę magisterską pod tytułem "Wpływ pola magnetycznego na działanie nieliniowej falowodowej wnęki rezonansowej". W teoretycznej pracy poszukiwaliśmy możliwości bi-stabilnej pracy tak zaprojektowanego elementu. Poszukiwania dały odpowiedź pozytywną. Stwierdzono możliwość działania bi- oraz wielo-stabilnego, co otwiera możliwości używania takich wnęk jako różnorodnych przełączników.

Jednocześnie, od początku 1991 roku podjąłem pracę jako laborant w Instytucie Fizyki PAN w zespole prof. Macieja Kolwasa, w grudniu tego roku rozpoczynając studia doktoranckie. Włączyłem się w badania, niedawno wtedy przez zespół odkrytej, wywoływanej światłem laserowym kondensacji par sodu. Analiza ewolucji powstającej w ten sposób chmury nano-kropel (klasterów) została tematem mojej rozprawy doktorskiej. Badania były prowadzone w komórce typu *heat-pipe* napełnionej mieszaniną gorących par sodu i helu. Kondensacja par sodu była wywoływana silną wiązką laserową, a powstająca chmura nano-kropel była sondowana przy pomocy słabej wiązki laserowej. Parametry rozproszonego światła analizowane były w ramach modelu Rayleigha-Gansa. W toku badań został skonstruowany model opisujący obserwowane efekty w języku równań transportu masy i ciepła i prostej termodynamiki. Równania modelu zostały rozwiązane analitycznie, co zwiększyło przejrzystość rezultatów i umożliwiło szybkie i stabilne obliczenia numeryczne. Skonstruowany aparat teoretyczny pozwolił na stwierdzenie, że przestrzenny rozkład koncentracji jonów Na^{2+} wraz z dyfuzją atomowej pary sodu są odpowiedzialne za przestrzenny rozkład koncentracji klasterów i dynamiki ewolucji na jej wczesnym etapie. Z kolei dyfuzja klasterów okazała się być odpowiedzialną za powstawanie maksimum koncentracji klasterów leżącego poza osią komórki na późniejszych etapach ewolucji. Analiza rezonansów widocznych w natężeniu światła rozproszonego umożliwiła zmierzenie ewolucji średniego rozmiaru klasterów, a co za tym idzie, także szybkości wzrostu klasterów i jej przestrzennego rozkładu. Opanowanie aparatu matematycznego równań transportu/dyfuzji umożliwiło w toku dalszych badań tworzenie modeli ewolucji kropli różnych cieczy i zawiesin parujących w różnych środowiskach gazowych.

1.2. Po uzyskaniu stopnia doktora

1.2.1. Staż podoktorski

Od sierpnia 1998 do sierpnia 1999 przebywałem na stażu podoktorskim w Photonics Research Laboratory (PRL) kierowanym przez prof. Parasa N. Prasada na Wydziale Chemii Uniwersytetu Stanu Nowy Jork w Buffalo. Uczestniczyłem tam w badaniach nad optycznymi zjawiskami nieliniowymi w nanoskali. Podstawowym narzędziem pracy był mikroskop bliskiego pola optycznego pracujący bądź w trybie NSOM (Near-field Scanning Optical Microscope), bądź w trybie PSTM (Photon Scanning Tunneling Microscope), przystosowany do współpracy z laserem (tytanowo-szafirowym) generującym impulsy femtosekundowe w bliskiej podczerwieni (800 nm). Pod koniec lat 90tych, techniki mikroskopii bliskiego pola umożliwiające przekroczenie dyfrakcyjnego ograniczenia rozdzielczości (kryterium Abbego) były nowe i nie okrzepnięte. Dostępne urządzenia pracowały w trybie transmisyjnym i nawet obserwację jednofotonowo pobudzonej fluorescencji uważano za trudną, ze względu na niskie poziomy uzyskiwanego sygnału. Moim głównym zadaniem było uzyskanie wiarygodnych obrazów jak najmniejszych obiektów pobudzanych dwufotonowo. Takie pobudzanie stwarza bowiem możliwość dalszego zwiększania rozdzielczości dzięki kwadratowej zależności od-

powiedzi optycznej w funkcji natężenia światła pobudzającego. Zadanie było bardzo trudne ze względu na konieczność operowania w skali mikro i nano światłem o gęstości mocy odpowiedniej do obserwacji zjawisk nieliniowych, udało się jednak skutecznie je rozwiązać. Obiektami badań były różnorakie nanoobiekty (głównie kuliste nanopróbniki) zawierające barwniki pobudzane dwufotonowo (upconversion) jak również nanokryształy substancji generujących drugą harmoniczną. Kolejnym zadaniem było wykorzystanie optycznego wybielania (fotochemicznego) barwników dwufotonowych w bliskim polu optycznym do zapisu informacji o gęstości rzędu 1.5 Gb/cm^2 . Podjęto też próby obserwacji bakterii znakowanych barwnikami pobudzonymi jedno- i dwufotonowo. Wykonywałem próbki z materiałów tworzonych w PRL oraz hodowanych przeze mnie nanokryształów. Jednocześnie prowadziłem obliczenia numeryczne rozkładu pola elektromagnetycznego w pobliżu sond NSOM/PSTM metodą wielokrotnych multipoli (MMP). Przy pomocy mikroskopu sił atomowych (AFM) prowadziłem też obserwacje kryształów fotonicznych uzyskiwanych w PRL oraz takich materiałów jak (nano)porowata krzemionka. W toku prac zaprojektowałem i wybudowałem kilka urządzeń elektronicznych (m. in. dedykowany, miniaturowy elektrometr oraz wzmacniacz dopasowujący), które umożliwiły zwiększenie dokładności pomiarów. Owocem rocznej pracy jest pięć publikacji [A6, A8-A11]. Wyniki naszych prac były też prezentowane na 218th ACS National Meeting 1999 [K9]. Na przełomie września i października 1998 uczestniczyłem też w konferencji Nanoscale Science & Technology Symposium zorganizowanej na Uniwersytecie w Buffalo. Dzięki szerokiemu zakresowi prac prowadzonych w PRL miałem okazję zetknąć się z różnorakimi problemami i technikami pomiarowymi z pogranicza fizyki, chemii i biologii.

1.2.2. Dalsza praca w Instytucie Fizyki PAN

Po powrocie ze stażu włączyłem się w badania elektrycznych właściwości nano-kropelek sodowych indukowanych światłem i związane z tym konstruowanie (elektro-optycznych) pułapek do lewitowania małych grup kropelek i pojedynczych kropelek sodu w komórce *heat-pipe*. Nabyte doświadczenie pozwoliło następnie budować pułapki elektrodynamiczne do utrzymywania pojedynczych kropelek wody i innych cieczy. To z kolei otworzyło drogę do badań nad termodynamiką procesów parowania, czemu poświęciłem najwięcej czasu i o czym piszę w dalszej części. Pojedyncze, lewitowane krople są też wdzięcznym obiektem do badań nad oddziaływaniem światła z materią. Wiąże się to z rozwijaniem metod optycznej charakteryzacji cząstek. W naszym przypadku jest to statyczne rozpraszanie światła analizowane głównie w ramach teorii Mie'go. Metoda pozwala na bardzo dokładne pomiary promienia kropli i dość dokładny pomiar współczynnika załamania. Wiąże się to z koniecznością rozwijania metod obliczeniowych. W ostatnim czasie, na przykład, rozwinięte i wdrożone zostało oprogramowanie wykorzystujące obliczenia równoległe na kartach graficznych. Badane było też rezonansowe oddziaływanie światła z kroplami zawieszin. Analiza takiego rozpraszania, między innymi poprzez badanie modów galerii szeptów, pozwala na ocenę wewnętrznej struktury kropli zawiesziny oraz jej ewolucji.

2. Osiągnięcie będące podstawą ubiegania się o stopień doktora habilitowanego

Jako osiągnięcie, w rozumieniu art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, wskazuję jednolite matematyczny cykl jedenastu publikacji zatytułowany:

„Badania termodynamiki parowania swobodnych, pojedynczych kropeł w skali mikro i nano”:

1. P. Markowicz, [D. Jakubczyk](#), K. Kolwas, M. Kolwas. **Trapping of light-induced sodium clusters in a modified quadrupole trap**, *J. Phys. B*, 33, 3605-3614 (2000).
2. [D. Jakubczyk](#), M. Zientara, W. Bazhan, M. Kolwas, K. Kolwas. **A device for light scatterometry on single levitated droplets**, *Opto-Electron. Rev.*, 9, 423-430 (2001).
3. [D. Jakubczyk](#), M. Zientara, K. Kolwas, M. Kolwas, **Temperature dependence of evaporation coefficient for water measured in droplets in nitrogen under atmospheric pressure**, *J. Atmos. Sci.*, 64, 996-1004 (2007), DOI: 10.1175/JAS3860.1.
4. M. Zientara, [D. Jakubczyk](#), K. Kolwas, M. Kolwas, **Temperature dependence of evaporation coefficient of water in air and in nitrogen under atmospheric pressure; study in water droplets**, *J. Phys. Chem. A*, 112, 5152-5158 (2008), DOI: 10.1021/jp7114324.
5. [D. Jakubczyk](#), M. Kolwas, G. Derkachov, K. Kolwas, **Surface states of micro-droplet of suspension**, *J. Phys. Chem. C*, 113, 10598-10602 (2009), DOI: 10.1021/jp9007812.
6. [D. Jakubczyk](#), G. Derkachov, T. Do Duc, K. Kolwas and M. Kolwas, **Coefficients of Evaporation and Gas Phase Diffusion of Low-Volatility Organic Solvents in Nitrogen from Interferometric Study of Evaporating Droplets**, *J. Phys. Chem. A*, 18, 114, 3483-3488 (2010), DOI: 10.1021/jp911466e.
7. [D. Jakubczyk](#), M. Kolwas, G. Derkachov, K. Kolwas and M. Zientara, **Evaporation of micro-droplets: the “radius-square-law” revisited**, *Acta Physica Polonica A*, 122, 709-716 (2012).
8. [D. Jakubczyk](#), G. Derkachov, M. Kolwas and K. Kolwas, **Combining weighting and scatterometry: application to a levitated droplet of suspension**, *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, 126, 99–104 (2013), DOI: 10.1016/j.jqsrt.2012.11.010.
9. M. Zientara, [D. Jakubczyk](#), M. Litniewski and R. Hołyst, **The transport of mass at the nano-scale during evaporation of droplets: the Hertz-Knudsen equation**, *J. Phys. Chem. C*, 117, 1146-1150 (2013), DOI: 10.1021/jp3091478.
10. R. Hołyst, M. Litniewski, [D. Jakubczyk](#), K. Kolwas, M. Kolwas, K. Kowalski, S. Migacz, S. Palesa and M. Zientara, **Evaporation of freely suspended single droplets: experiment, theory and computer simulations**, *Rep. Prog. Phys.*, 76, 034601 (19pp) (2013), DOI: 10.1088/0034-4885/76/3/034601.
11. R. Hołyst, M. Litniewski, [D. Jakubczyk](#), M. Zientara and M. Woźniak, **Nanoscale transport of energy and mass flux during evaporation of liquid droplets into inert gas: computer simulations and experiments**, *Soft Matter*, 9, 7766-7774 (2013), DOI: 10.1039/C3SM50997D.

2.1. Kontekst i tło naukowe badań

Krople – naturalny efekt rozdzielania płynnych faz – są wszechobecne, a proces ich parowania i kondensacji leży u podstaw wielu zjawisk fizycznych. Teoretyczne opisy parowania kropeł powstałe na przełomie XIX i XX wieku [D1,D2] sprawdzają się (w warunkach normalnych) od skali *makro* do skali *mikro*. Jednak zjawiska transportu masy i energii zachodzące w *submikro* i *nano*-skali, na samym styku cieczy i gazu, wymykały się poprawnemu opisowi analitycznemu. W dobie wielkiego zainteresowania procesami zachodzącymi w skali *nano* i szybkiego rozwoju nanotechnologii, niepewność co do rzędu wielkości przy przewidywaniu czasu parowania (nano-)kropli urasta do rangi istotnego problemu czekającego na rozwiązanie.

Podobne trudności napotyka się przy przewidywaniu temperatury parujących *mikro* i *nano*-kropeł. W 1999 roku, Fang i Ward [D3] w eleganckim doświadczeniu pokazali, że profil temperatury przy przechodzeniu przez granicę ciecz/gaz jest inny niż przewidywany przez teorię. Trudności teorii w skali *submikro* i *nano* manifestują się też wyraźnie przy pomiarach tzw. współczynnika parowania (wprowadzonego przez Knudsen [D4]), związanego z transportem balistycznym w bezpośredniej bliskości powierzchni. Wykonane przez różnych autorów na przestrzeni stulecia rozciągają się na 3 rzędy wielkości. W szczególności, współczesne wyniki starannych doświadczeń przy użyciu termometrii ramanowskiej, grupy z Berkeley [D5], dotyczące parowania kropeł w próżni wydają się nie zgadzać z równie starannymi, wykonanymi metodami izotopowymi, pomiarami wymiany masy między kroplą a parą będącymi w równowadze, wykonanymi przez grupę z Bostonu [D6].

Odnosi się wrażenie, że fundamentalna zasada rządząca zjawiskiem nie została jeszcze wskazana a komplikacja dostępnych modeli opisu przerasta złożoność obserwowanego zjawiska. Można się spodziewać, że zjawiska parowania i kondensacji mogą być opisane przy użyciu znacznie mniejszej liczby parametrów niż w dostępnych modelach teoretycznych, a ostatecznie - bezparametrowo.

Dobre zrozumienie fundamentalnych procesów parowania kropeł rodzi nadzieję na istotny postęp w wielu dziedzinach, nawet tak z pozoru od siebie odległych jak wieloskalowe modele pogody i ekonomiczna praca silników spalinowych. Należy się jednak liczyć ze skalą trudności nie rozwiązanego od stulecia problemu.

2.2. Streszczenie prac

W trakcie kończenia prac nad rozprawą doktorską, zaczął się krystalizować problem badania procesów transportu pary cieczy w gazach, w szczególności na zjawisku parowania kropeł. Pierwszy obiekt naszych badań nad parowaniem kropeł był dość egzotyczny¹ – indukowana światłem laserowym chmura nano-kropeł ciekłego sodu unosząca się w gorącej mieszaninie par sodu i helu [A7, A12-A15, A21-A24]. Posłużył on jednak jako cenne poletko doświadczenia. Okazało się bowiem, że skutkiem rezonansowego oddziaływania światła laserowego z dimerami sodu w helu tworzy się zimna plazma i unoszące się w niej nano-krople (klastery) sodu uzyskują ładunek elektryczny (zob.: [D7]). Zrodziło to myśl wykorzystania pułapki

¹Choć bynajmniej nie czysto akademicki. Badanie nano-kropeł sodu ma wartość praktyczną, ze względu na obecność sodu w ziemskiej atmosferze: w troposferze - pochodzącego z wody morskiej, i w warstwie sodowej w mezosferze - pochodzącego z meteoroidów, oraz w związku z zastosowaniami technicznymi: lampy wyładowcze, chłodziwo w reaktorach jądrowych, ciepłociągi, itp.

elektrodynamicznej do wydzielania pojedynczych kropeł, gdyż obserwacje prowadzone na pojedynczych kroplach są z natury rzeczy bardziej dokładne niż na chmurze [1]. Powstała liniowa (kwadрупolowa) pułapka elektro-optyczna, unikatowa, gdyż pracująca w agresywnym i przewodzącym środowisku, pozwalająca wydzielać niewielkie grupy a nawet pojedyncze nano-krople (zob.: [D8]).

Dalszym krokiem, wykonanym z myślą o zastosowaniach w fizyce atmosfery, było przejście od obiektów egzotycznych do najbardziej powszechnych, czyli do kropeł wody. Wymagało to skonstruowania nowej pułapki z trójwymiarowym minimum (pseudo)potencjału, jak również komory klimatycznej umożliwiającej tworzenie wymaganych warunków temperatury i wilgotności/składu atmosfery [2]. Należało rozwiązać wiele zagadnień konstrukcyjnych z wykorzystaniem nietypowych technologii. Powstała konstrukcja pozwoliła na przeprowadzenie wielu ciekawych pomiarów, zarówno czystych cieczy (woda, glikole) jak również wodnych zawiesin (nano-kulki krzemionkowe, nano-krystalicity fulerenowe). Analiza termodynamiki parowania oparta została na badaniu ewolucji promienia kropli, który nauczyliśmy się mierzyć metodami optycznymi z interferometryczną dokładnością (na początkowym etapie było to kilkadziesiąt nanometrów).

Na tym etapie, problematyka badawcza skupiała się głównie wokół termodynamiki parowania kropeł wody. Dotyczyła wartości i zależności temperaturowej tak zwanych masowego i temperaturowego współczynnika parowania. Te empirycznie znajdowane współczynniki szyczące kinetyczny i dyfuzyjny opis parowania są właśnie wyrazem pewnej bezradności istniejących teorii parowania. Klasycznie były one rozumiane jako prawdopodobieństwa przeniesienia parującej/kondensującej molekuly przez powierzchnię i kompletności przekazu energii przy jej zderzeniu z powierzchnią. Są niezwykle trudne do doświadczalnego zmierzenia. Wartości uzyskiwane na przestrzeni stulecia pokrywają 3 rzędy wielkości [D9].

Pierwsze pomiary temperaturowej zależności masowego współczynnika parowania [3] dały wyniki co do rzędu wielkości potwierdzające badania współczesnych autorów, co samo w sobie było cennym wkładem do dyskusji. Niestety, uzyskana zależność temperaturowa była obciążona dużą niepewnością i nie można jej było uzgodnić z żadnym proponowanym modelem takiej zależności.

Na dalszym etapie badań zauważyliśmy [4], że wszyscy dotychczasowi autorzy czynią dość istotne założenie upraszczające, które prowadzi do znacznego niedoszacowania masowego współczynnika parowania, w pewnych warunkach nawet o czynnik 2. Ten rezultat, wraz z ciągłym ulepszaniem układu i metod przetwarzania wyników pozwolił znaleźć bardziej wiarygodną zależność temperaturową, która ponadto okazała się doskonale przedłużać do wyższych temperatur wyniki innej grupy badawczej uzyskane całkowicie odmiennymi metodami [D6]. Wynik ten nadal pozostaje bardzo ważkim głosem w dyskusji nad mechanizmem parowania pojedynczej kropli wody.

Opanowanie teoretycznych i doświadczalnych narzędzi badania parowania kropli pozwoliło na wypróbowanie ich na kroplach zawiesin. Szczególnie interesującym wynikiem było zbadanie termodynamiki powierzchni parującej kropli zawiesiny nano-kulek (porównaj [D10]). Nano-kulki zlokalizowane na powierzchni mogą być traktowane jako swoista dwuwymiarowa substancja, która podlega przemianom fazowym. Takie przemiany fazowe udało się zaobserwować analizując zmiany promienia kropli [5].

Aby posunąć się dalej, posiadane narzędzia doświadczalne musiały być dalej ulepszone. Zgromadzono też już odpowiednią wiedzę i doświadczenie. Przystąpiono zatem do konstruowania układu, a w szczególności pułapki, który byłby wolny od napotkanych ograniczeń i

niedogodności. Projekt zakończył się sukcesem – powstała pułapka elektrodynamiczna o doskonałych właściwościach doświadczalnych (geometrycznych/mechanicznych i elektrycznych) wyposażona w aktywną stabilizację położenia kropli. Powstała też nowa komora klimatyczna, przeznaczona do wysokiej czystości pomiarów w suchej atmosferze azotowej, oraz szereg towarzyszących przyrządów, umożliwiających na przykład lepszą kontrolę wtrysku kropli. W nowym układzie bezwzględna dokładność pomiaru promienia kropli wzrosła bez mała o rząd wielkości, osiągając w sprzyjających warunkach około ± 10 nm. Taka dokładność badania ewolucji promienia, zbliżająca się już do rozciągłości obszaru zmiany gęstości na styku ciec-z-gaz, pozwala na niezwykle precyzyjne sondowanie wysuwanych hipotez, dotyczących, na przykład, modelu parowania. Otwiera to także możliwość badania nanoskopowych deformacji kropli, fal powierzchniowych itp.

Możliwości nowego układu zostały najpierw wykorzystane do badania bardzo wolno parujących kropli [6]. Analizując ewolucję takich kropli można znaleźć takie parametry termodynamiczne jak ciśnienie pary nasyconej (albo zamiennie współczynnik dyfuzji pary w gazie). W przypadku bardzo wolno parujących cieczy, takich jak na przykład gliceryna (porównaj [11]), ciśnienie pary nasyconej w niskich temperaturach (na przykład w temperaturze pokojowej) jest tak niskie, że jest niemożliwe lub bardzo trudne do zmierzenia innymi metodami. Ze względu na eksponencjalny charakter zależności, ekstrapolacja pomiarów z wyższych temperatur do niższych obarczona jest wielką niepewnością, podczas gdy w pułapce możliwe są bezpośrednie pomiary w temperaturach niskich (porównaj [D11]).

Na tym etapie, podsumowując zdobytą wiedzę i doświadczenie przeanalizowaliśmy zakres stosowalności tzw. „prawa kwadratu promienia” (radius-square law) [7]. Prawo to, wynikające z elementarnej analizy parowania, jest właśnie próbą poszukiwania prostego wytłumaczenia zjawiska (porównaj na przykład [D12]). Nie jest jednak uniwersalnym rozwiązaniem problemu, gdyż jest wiele odstępstw od jego stosowalności. W pracy [7] wykonano też analizę maskującego efektu jaki obecność zanieczyszczeń wywiera na pomiar masowego współczynnika parowania. Efekt ten był przewidywany przez niektórych autorów, ale wiązany głównie (jak się okazuje raczej niesłusznie) z rzeczywistymi zmianami współczynnika parowania powodowanymi przez substancje powierzchniowo-czynne. Analiza, którą wykonano, pokazuje niejako miarę niepewności znajdowania współczynników parowania na podstawie analizy ewolucji promienia mikronowych kropli. Wykorzystując tę analizę wyselekcjonowano spośród dokonanych pomiarów takie, w których efekty kinetyczne są bez wątpienia widoczne, i które nadają się do poszukiwania współczynników parowania. Zaprezentowano je w pracach [7,10,11].

Ważnym wnioskiem pracy [7] jest to, że analiza efektów kinetycznych wymaga używania w doświadczeniu jak najmniejszych kropli, bądź wydłużenia drogi swobodnej molekuł w gazie. Ponieważ istniejący układ doświadczalny umożliwiał badanie tylko kropli o promieniu większym niż $\sim 0,3$ μm pod ciśnieniem atmosferycznym, dalsze prace biegły dwutorowo: z jednej strony w kierunku rozszerzenia możliwości układu, a z drugiej strony w kierunku badania kropli symulowanych przy pomocy obliczeń MD.

W celu lepszego wykorzystania możliwości układu, wprowadzono technikę ważenia kropli i połączono ją z dotychczas używanymi metodami optycznymi. Wazenie odbywa się przez pomiar, odpowiednio skalibrowanego, napięcia stałego wykorzystywanego do stabilizacji położenia kropli [8]. Taka kombinowana metoda umożliwia badania kropli, dla których przestają działać lub tracą dokładność metody optyczne, a zatem, na przykład, kropli gęstych zawiesin lub kropli bardzo małych.

Drugi kierunek poszukiwań mogliśmy rozwijać dzięki współpracy nawiązanej z grupą z Instytutu Chemii Fizycznej PAN posiadającą stosowne narzędzia numeryczne, a przede wszystkim odpowiednie umiejętności i doświadczenie w obliczeniach MD (zobacz na przykład [D13]). Dalsze badania z wykorzystaniem tej techniki posuwały się w kilku kierunkach.

Po pierwsze, badano zakres stosowalności pojęć używanych do opisu makroskopowych ośrodków ciągłych w skali nano [9]. Podejście to okazało się owocne z praktycznego, inżynierskiego punktu widzenia. Po starannym dookreśleniu pojęć tak podstawowych jak promień (nano)kropki i znaczenie współczynników parowania w skali nano, możliwe jest stosowanie opisu do kropeł ekstremalnie małych – kilkunanometrowych. Innym ważnym efektem tych prac, zarówno teoretycznym jak i praktycznym, jest znalezienie pełniejszej postaci zależności napięcia powierzchniowego od promienia. Rzuca to nowe światło na opisujące ten efekt równanie Tolmana (zobacz [D14]).

Z drugiej strony, możliwym się stało zaprezentowanie w renomowanym czasopiśmie (w formie artykułu przeglądowego) całościowej wizji badanych zjawisk od skali mikro- do nano [10]. Uzyskane przez nas wyniki dla kropeł w skali mikro wraz z wynikami MD dla kropeł w skali nano były analizowane przy pomocy zarówno wypracowanego przez nas (w ramach klasycznych teorii ośrodków ciągłych) modelu jak i przy pomocy Statistical Rate Theory (SRT) zaproponowanego przez Fanga i Warda [D15]. Wypracowane podejście okazało się skuteczne w znacznie szerszym zakresie niż SRT.

Wykonana w pracy [10] analiza, wraz z kolejnymi wynikami naszych doświadczeń oraz dalszych obliczeń MD grupy z IChF, posłużyły naszym partnerom z IChF do zaproponowania nowej, bardzo eleganckiej i skutecznej parametryzacji modelu parowania [11]. Ten wynik połączenia naszych doświadczeń z pracami teoretyczno-modelowymi jest cennym rezultatem prowadzonych od wielu lat prac.

2.3. Literatura

- D1. J. Maxwell, *Collected Sci. Papers*, 11, 625 (1890)
- D2. I. Langmuir, The dissociation of hydrogen into atoms: II. Calculation of the degree of dissociation and the heat of formation, *J. Am. Chem. Soc.*, 37, 417 (1915)
- D3. G. Fang and C. Ward, Temperature measured close to the interface of an evaporating liquid, *Phys. Rev. E*, 59, 417 (1999)
- D4. M. Knudsen, *The Kinetic Theory of Gases: Some Modern Aspects* (London: Methuen, 1950)
- D5. J. Smith, C. Cappa, W. Drisdell, R. Cohen and R Saykally, Raman thermometry measurements of free evaporation from liquid water droplets, *J. Am. Chem. Soc.*, 128, 12892 (2006).
- D6. P. Davidovits, D. Worsnop, J. Jayne, C. Kolb, P. Winkler, A. Vrtala, P. Wagner, M. Kulmala, K. Lehtinen, T. Vesala and M. Mozurkewich, Mass accommodation coefficient of water vapor on liquid water *Geophys. Res. Lett.*, 31, L22111, (2004)
- D7. M. Synowiec, K. Kolwas, M. Kolwas, Large sodium clusters in an electrostatic field, *Zeitschrift fur Physik D*, 40, 271 (1997).
- D8. W. Bazhan, K. Kolwas, M. Kolwas, Depolarization of light scattered by a single sodium nanoparticle trapped in an electro-optical trap, *Opt. Com.*, 211, 171 (2002).
- D9. C. Kolb, R. Cox, J. Abbatt, M. Ammann, E. Davis, D. Donaldson, B. Garrett, C. George, P. Griffiths, D. Hanson, M. Kulmala, G. McFiggans, U. Pöschl, I. Riipinen, M. Rossi, Y.

- Rudich, P. Wagner, P. Winkler, D. Worsnop, C. O'Dowd, An overview of current issues in the uptake of atmospheric trace gases by aerosols and clouds, *Atmos. Chem. Phys.*, 10, 10561 (2010).
- D10. A. Adamson, and A. Gast, *Physical Chemistry of Surfaces* (New York: Wiley, 1997)
- D11. NIST Chemistry WebBook, NIST Standard Reference Database Number 69, <http://webbook.nist.gov/chemistry/>
- D12. H. Pruppacher and J. Klett, *Microphysics of Clouds and Precipitation* (Dordrecht: Kluwer, 1997)
- D13. R. Hołyst and M. Litniewski, Heat transfer at the nanoscale: evaporation of nanodroplets, *Phys. Rev. Lett.*, 100, 055701 (2008).
- D14. R. Tolman, The effect of droplet size on surface tension, *J. Chem. Phys.*, 17, 333 (1949)
- D15. C. Ward and G. Fang, Expression for predicting liquid evaporation flux: statistical rate theory approach, *Phys. Rev. E*, 59, 429 (1999).

Donal Joby

3. Dane bibliometryczne

- sumaryczny *impact factor* publikacji naukowych według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania (dla publikacji sprzed roku 2008 przyjęto IF2008, a dla publikacji z roku 2013 przyjęto IF2012) – **72,398**
- liczbę cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS) – **291** (bez autocytowań – **231**)
- indeks Hirscha opublikowanych publikacji według bazy WoS – **8**

4. Spis publikacji nie wchodzących w skład osiągnięcia wymienionego w pkt 2

4.1. Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JRC)

- A1. M. Kolwas, D. Jakubczyk, G. Derkachov, and K. Kolwas, Interaction of optical Whispering Gallery Modes with the surface layer of evaporating droplet of suspension, J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer, 131, 138 (2013), DOI: 10.1016/j.jqsrt.2013.03.009.

Współudział w analizie danych doświadczalnych (pomiar promienia kropli) i interpretacji wyników. Wiodący udział w wykonaniu pomiarów. Edycja pracy od strony merytorycznej i lingwistycznej. Swój całkowity udział oceniam na 50%.

- A2. G. Derkachov, K. Kolwas, D. Jakubczyk, M. Zientara, and M. Kolwas, Drying of a Microdroplet of Water Suspension of Nanoparticles: from Surface Aggregates to Microcrystal, J. Phys. Chem. C, 112, 16919 (2008), DOI: 10.1021/jp806349q.

Współudział w wykonaniu pomiarów, analizie danych doświadczalnych i interpretacji wyników. Edycja pracy od strony merytorycznej i lingwistycznej. Swój całkowity udział oceniam na 30%.

- A3. M. Zientara, D. Jakubczyk, G. Derkachov, K. Kolwas and M. Kolwas, Simultaneous determination of mass and thermal accommodation coefficients from temporal evolution of an evaporating water microdroplet, J. Phys. D: Appl. Phys, 38, 1978 (2005), DOI: 10.1088/0022-3727/38/12/018.

Współudział w sformułowaniu zadania, wykonaniu pomiarów, analizie danych doświadczalnych (pomiar promienia kropli) i interpretacji wyników przy pomocy równań transportu masy i ciepła. Edycja pracy od strony merytorycznej i lingwistycznej. Swój całkowity udział oceniam na 35%.

- A4. D. Jakubczyk, G. Derkachov, M. Zientara, M. Kolwas, K. Kolwas, Local-field resonance in light scattering by a single water droplet with spherical dielectric inclusions, JOSA A, 21, 2320 (2004)

Wiodący udział w sformułowaniu zadania. Współudział w wykonaniu pomiarów, analizie danych doświadczalnych (pomiar promienia kropli i jej współczynnika załamania) i interpretacji wyników przy pomocy równań transportu masy i ciepła. Edycja pracy od strony merytorycznej i lingwistycznej. Swój całkowity udział oceniam na 40%.

- A5. D. Jakubczyk, G. Derkachov, W. Bazhan, E. Łusakowska, K. Kolwas, M. Kolwas, Study of microscopic properties of water fullerene suspension by means of resonant light scattering analysis, *J. Phys. D: Appl. Phys.*, 37, 2918 (2004), DOI: 10.1088/0022-3727/37/20/021

Wiodący udział w sformułowaniu zadania. Współudział w wykonaniu pomiarów optycznych, w przygotowaniu próbek do mikroskopu sił atomowych (AFM), analizie danych doświadczalnych (pomiar promienia kropli i jej współczynnika załamania) i interpretacji wyników przy pomocy równań transportu masy i ciepła. Edycja pracy od strony merytorycznej i lingwistycznej. Swój całkowity udział oceniam na 40%.

- A6. Y. Shen, J. Swiatkiewicz, D. Jakubczyk, F. Xu, P.N. Prasad, Vaia RA, BA. Reinhardt, High-density optical data storage with one-photon and two-photon near-field fluorescence microscopy, *Appl. Opt.*, 40, 938 (2001).

Współudział w przygotowaniu układu doświadczalnego i próbek, w wykonaniu pomiarów przy pomocy mikroskopu bliskiego pola optycznego (NSOM/PSTM) i interpretacji wyników. Swój całkowity udział oceniam na 25%.

- A7. P. Markowicz, D. Jakubczyk, K. Kolwas, M. Kolwas, Evolution of size and charge of sodium nanoparticles in an electro-optical trap, *J. Phys. B*, 33, 5513 (2000).

Współudział w sformułowaniu zadania, przygotowaniu układu doświadczalnego (w tym napisaniu oprogramowania) wykonaniu pomiarów, analizie danych doświadczalnych i interpretacji wyników. Edycja pracy od strony merytorycznej i lingwistycznej. Swój całkowity udział oceniam na 40%.

- A8. Yuzhen Shen, Friend CS, Yan Jiang, D. Jakubczyk, J. Swiatkiewicz, P.N. Prasad, Nanophotonics: interactions, materials, and applications, *J. Phys. Chem. B*, 104, 7577 (2000).

Współudział w przygotowaniu układu doświadczalnego i próbek, w wykonaniu pomiarów przy pomocy mikroskopu bliskiego pola optycznego (NSOM/PSTM) oraz mikroskopu sił atomowych (AFM), analizie danych doświadczalnych i interpretacji wyników. Wiodący udział w pomiarach generacji drugiej harmonicznej i fluorescencji dwu-fotonowej w nanoskali i w obliczeniach rozkładu bliskiego pola metodą wielokrotnych multipoli (MMP). Swój całkowity udział oceniam na 30%.

- A9. Yan Jiang, D. Jakubczyk, Yuzhen Shen, J. Swiatkiewicz, and P.N. Prasad, Nanoscale nonlinear optical process: theoretical modelling of second-harmonic generation for both forbidden and allowed light, *Opt. Lett.*, 25, 640 (2000).

Współudział w przygotowaniu obliczeń rozkładu bliskiego pola metodą wielokrotnych multipoli (MMP) oraz edycji pracy od strony merytorycznej i lingwistycznej. Swój całkowity udział oceniam na 40%.

- A10. Yuzhen Shen, D. Jakubczyk, Faming Xu, J. Swiatkiewicz, P.N. Prasad, BA. Reinhardt, Two-photon fluorescence imaging and spectroscopy of nanostructured organic materials using a photon scanning tunneling microscope, *Appl. Phys. Lett.*, 76, 1 (2000).

Współudział w przygotowaniu układu doświadczalnego i próbek, w wykonaniu pomiarów przy pomocy mikroskopu bliskiego pola optycznego (NSOM/PSTM), analizie danych doświadczalnych i interpretacji wyników. Swój całkowity udział oceniam na 30%.

A11. D. Jakubczyk, Y. Shen, Lal M, Friend C, Kim KS, Świątkiewicz J, P.N. Prasad, Near-field probing of nanoscale nonlinear optical processes, Opt. Lett., 24, 1151 (1999).

Wiodący udział w przygotowaniu próbek i układu doświadczalnego, w wykonaniu pomiarów generacji drugiej harmonicznej i fluorescencji dwu-fotonowej w nanoskali przy pomocy mikroskopu bliskiego pola optycznego (NSOM/PSTM) oraz mikroskopu sił atomowych (AFM), a także w analizie danych doświadczalnych i interpretacji wyników oraz w edycji pracy od strony merytorycznej i lingwistycznej. Swój całkowity udział oceniam na 70%.

A12. D. Jakubczyk, M. Kolwas, K. Kolwas, Study of the formation and growth of light-induced sodium clusters, J. Phys. B, 30, 5567 (1997).

Wiodący udział w przygotowaniu układu doświadczalnego, w wykonaniu pomiarów, analizie danych doświadczalnych i interpretacji wyników. Edycja pracy od strony merytorycznej i lingwistycznej. Swój całkowity udział oceniam na 60%.

A13. M. Kolwas, K. Kolwas, D. Jakubczyk, Sodium clusters produced by laser light, Appl. Phys. B, 60, S173 (1995).

Współudział w przygotowaniu układu doświadczalnego, w wykonaniu pomiarów, analizie danych doświadczalnych i interpretacji wyników oraz w edycji pracy od strony lingwistycznej. Swój całkowity udział oceniam na 25%.

A14. M. Kolwas, K. Kolwas, D. Jakubczyk, Evolution of laser light induced sodium clusters, Acta Phys. Pol. A, 86, 257 (1994).

Współudział w przygotowaniu układu doświadczalnego, w wykonaniu pomiarów, analizie danych doświadczalnych i interpretacji wyników oraz w edycji pracy od strony merytorycznej i lingwistycznej. Swój całkowity udział oceniam na 20%.

A15. B. Hnat, D. Jakubczyk, K. Kolwas, M. Kolwas, Size evolution of the light induced sodium clusters, Acta Phys. Pol. A, 81, 629 (1992).

Współudział w przygotowaniu układu doświadczalnego, w wykonaniu pomiarów, analizie danych doświadczalnych i interpretacji wyników oraz w edycji pracy od strony merytorycznej i lingwistycznej. Swój całkowity udział oceniam na 25%.

4.2. Monografie i publikacje naukowe w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazie JRC

A16. S. Chudzyński, D. Jakubczyk, G. Karasiński, A. Kardaś, K. Kolwas, M. Kolwas, A. Schady, W. Skubiszak, T. Stacewicz, K. Stelmaszczyk, A. Szczurek, M. Zientara, A. Zwoździak, J. Zwoździak, Badania aerozolu miejskiego. Monografia Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, 2007. Rozdział 3: Rozpraszanie światła na pojedynczej cząstce.

Współudział w analizie danych doświadczalnych (pomiar promienia kropli) i interpretacji wyników przy pomocy równań transportu masy i ciepła. Wiodący udział w wykonaniu pomiarów. Edycja pracy od strony merytorycznej i lingwistycznej. Swój całkowity udział oceniam na 40%.

A17.D. Jakubczyk, G. Derkachov, W. Bazhan, E. Łusakowska, K. Kolwas and M. Kolwas, Effective refractive index of drying droplet of water fullerene suspension, Proc. SPIE, 5849, 158 (2005).

Wiodący udział w sformułowaniu zadania. Współudział w wykonaniu pomiarów optycznych, w przygotowaniu próbek do mikroskopu sił atomowych (AFM), analizie danych doświadczalnych (pomiar promienia kropli i jej współczynnika załamania) i interpretacji wyników przy pomocy równań transportu masy i ciepła. Edycja pracy od strony merytorycznej i lingwistycznej. Swój całkowity udział oceniam na 40%.

A18.D. Jakubczyk, G. Derkachov, M. Zientara, M. Kolwas, K. Kolwas, Determination of mass and thermal accommodation coefficients from evolution of evaporating water droplet, Proc. SPIE, 5849, 162 (2005).

Wiodący udział w sformułowaniu zadania. Współudział w wykonaniu pomiarów, analizie danych doświadczalnych (pomiar promienia kropli) i interpretacji wyników przy pomocy równań transportu masy i ciepła. Edycja pracy od strony merytorycznej i lingwistycznej. Swój całkowity udział oceniam na 60%.

A19.D. Jakubczyk, G. Derkachov, M. Zientara, M. Kolwas, K. Kolwas, Light scattering by microdroplets of water and water suspensions, Proc. SPIE, 5849, 62 (2005).

Wiodący udział w sformułowaniu zadania. Współudział w wykonaniu pomiarów, analizie danych doświadczalnych (pomiar promienia kropli i jej współczynnika załamania) i interpretacji wyników przy pomocy równań transportu masy i ciepła. Edycja pracy od strony merytorycznej i lingwistycznej. Swój całkowity udział oceniam na 50%.

A20.D. Jakubczyk, M. Zientara, G. Derkachov, K. Kolwas, M. Kolwas, Investigation of the evolution of charged water droplets in the electrodynamic trap, Proc. SPIE, 5397, 23 (2004)

Wiodący udział w sformułowaniu zadania. Współudział w wykonaniu pomiarów, analizie danych doświadczalnych (pomiar promienia kropli) i interpretacji wyników przy pomocy równań transportu masy i ciepła. Edycja pracy od strony merytorycznej i lingwistycznej. Swój całkowity udział oceniam na 50%.

A21.P. Markowicz, D. Jakubczyk, K. Kolwas and M. Kolwas, Experimental investigation of large sodium clusters in electro-optical trap, Słupskie Prace Matematyczno-Przyrodnicze 13a, 199 (2000).

Współudział w sformułowaniu zadania, przygotowaniu układu doświadczalnego (w tym napisaniu oprogramowania) wykonaniu pomiarów, analizie danych doświadczalnych i interpretacji wyników. Swój całkowity udział oceniam na 30%.

A22.M. Kolwas, K. Kolwas, D. Jakubczyk, Interaction of laser light with sodium clusters in *Laser technology IV: Research Trends, Instrumentation, and Applications in Metrology and Materials Processing*, Wiesław Woliński, Zdzisław Jankiewicz, Editors, Proc. SPIE, 2202, 453 (1995).

Współudział w przygotowaniu układu doświadczalnego, w wykonaniu pomiarów, analizie danych doświadczalnych i interpretacji wyników. Wiodący udział w edycji pracy od strony merytorycznej i lingwistycznej. Swój całkowity udział oceniam na 25%.

A23.D. Jakubczyk, K. Kolwas, M. Kolwas, Scatterometry of laser-light-induced sodium clusters, (Invited Paper) in *Diffractometry & Scatterometry*, Maksymilian Pluta, Mariusz Szyjer, Editors, Proc. SPIE, 1991, 207 (1994).

Wiodący udział w przygotowaniu układu doświadczalnego, w wykonaniu pomiarów, analizie danych doświadczalnych i interpretacji wyników oraz w edycji pracy od strony merytorycznej i lingwistycznej. Swój całkowity udział oceniam na 40%.

A24.B. Hnat, D. Jakubczyk, K. Kolwas, M. Kolwas, Evolution of laser-light-induced sodium clusters, in *High-Performance Spectroscopy*, Maksymilian Pluta, Aleksandra Kopystyńska, Mariusz Szyjer, Editors, Proc. SPIE, 1711, 185 (1993).

Współudział w przygotowaniu układu doświadczalnego, w wykonaniu pomiarów, analizie danych doświadczalnych i interpretacji wyników oraz w edycji pracy od strony merytorycznej i lingwistycznej. Swój całkowity udział oceniam na 25%.

5. Wystąpienia konferencyjne

- K1. B. Hnat, D. Jakubczyk, K. Kolwas, M. Kolwas, „The evolution of laser induced sodium clusters”, International Conference on High Performance Optical Spectrometry, Warsaw, June 1-5, 1992.
- K2. M. Kolwas, K. Kolwas, D. Jakubczyk, „Oddziaływanie światła laserowego z klasterami sodowymi”, Sympozjum Techniki Laserowej, Szczecin, wrzesień 1993.
- K3. M. Kolwas, K. Kolwas, D. Jakubczyk, „Evolution of Laser Light Induced Sodium Clusters” International Conference Quantum Optics III, Szczyrk, September 3-9, 1993.
- K4. D. Jakubczyk, K. Kolwas, M. Kolwas, „The evolution of the laser light induced sodium clusters” **invited lecture** at SPIE International Conference Diffractometry & Scatterometry, Warsaw, May 24-28, 1993.
- K5. D. Jakubczyk, K. Kolwas, M. Kolwas, „Diffusion Processes in the Cell Containing Laser Light Induced Sodium Clusters”, 26th EGAS Conference, Barcelona, July 12-15, 1994
- K6. K. Kolwas, M. Kolwas, D. Jakubczyk, „The dependence of sodium clusters radius on the laser light intensity inducing clusters”, 26th EGAS Conference, Barcelona, July 12-15, 1994.
- K7. M. Kolwas, K. Kolwas, D. Jakubczyk, „The dependence of the sodium cluster radius on the external conditions”, 10th European Conference on Dynamics of Molecular Collisions, Salamanca, 28 VIII – 2 IX 1994.
- K8. D. Jakubczyk, M. Kolwas, K. Kolwas, „Study of formation and growth of light induced sodium clusters”, Quantum Optics, Jaszowiec, June 17-24, 1997.
- K9. P. Markowicz, D. Jakubczyk, K. Kolwas, M. Kolwas, „Quadrupole Trap for Sodium Clusters in Conducting Medium”, ECAMP VI, Siena, July 14-18, 1998.
- K10. P.N. Prasad, M. Lal, C.S. Friend, A. Biswas, J. Swiatkiewicz, K. Kim, S.J. Chung, J.G. Winiarz, D. Jakubczyk, Y. Shen, T.C. Lin, „Organic and organic-inorganic hybrid materials for nanophotonics: Nanoscale optical science and technology” 218th ACS National Meeting American Chemical Society, New Orleans, Fall 1999.
- K11. Daniel Jakubczyk, Marcin Zientara, Wolodymyr Bazhan, Krystyna Kolwas, Maciej Kolwas, „A device for light scatterometry on single levitated droplets”, International Conference and Annual Meeting of European Optical Society: „From Quantum Optics to Photonics”, Zakopane, 28 June – 3 July 2001.
- K12. M. Zientara, D. Jakubczyk, W. Bazhan, M. Kolwas, K. Kolwas, „Dynamics of Evaporation of Water Microdroplet in Paul Trap”, EPS-12: General Conference: Trends in Physics, Budapest, August 26-30, 2002.
- K13. D. Jakubczyk, M. Zientara, G. Derkachow, K. Kolwas, M. Kolwas, „Observation of the formation of photonic crystals in electrodynamic levitator” Workshop on Quantum Chaos and Localisation Phenomena, Warsaw, May 24-25, 2003.

- K14. Daniel Jakubczyk, Marcin Zientara, Gennadij Derkachov, Krystyna Kolwas, Maciej Kolwas, „Investigation of the evolution of the charged water droplets in the electrodynamic trap” **invited talk** at X Joint International Symposium „Atmospheric and Ocean Optics. Atmospheric Physics”, Tomsk, June 24-28, 2003.
- K15. D. Jakubczyk, G. Derkachov, M. Zientara, M. Kolwas and K. Kolwas, „Manifestation of local-field resonance effect in effective refractive index of water droplet with spherical dielectric inclusions”, Fourth International Symposium on Theory of Atomic and Molecular Clusters, Toulouse, April 24-28, 2004.
- K16. D. Jakubczyk, G. Derkachov, W. Bazhan, E. Łusakowska, K. Kolwas and M. Kolwas „Investigation of resonant properties of water fullerene suspensions by means of laser light scattering analysis”, Workshop on Quantum Chaos and Localisation Phenomena, Warszawa, May 19-22, 2005.
- K17. M. Zientara, D. Jakubczyk, G. Derkachov and M. Kolwas, „Evaporation of Microdroplet of Water. The Mass and Thermal Accommodation Coefficients”, 13th General Conference of the European Physical Society “Beyond Einstein – Physics for the 21st Century” Bern, July 11-15, 2005.
- K18. D. Jakubczyk, G. Derkachov, W. Bazhan, E. Łusakowska, K. Kolwas i M. Kolwas, „Badanie rezonansowych właściwości rozpraszania światła laserowego na wodnej zawiesinie fulerenów”, XXXVIII Zjazd Fizyków Polskich, Sesja specjalistyczna: Fizyka atomowa, molekularna i optyka, Warszawa, 11-16 września 2005.
- K19. M. Zientara, D. Jakubczyk i M. Kolwas, „Parowanie mikrokropli wody. Współczynniki parowania.” XXXVIII Zjazd Fizyków Polskich, Sesja specjalistyczna: Fizyka atomowa, molekularna i optyka, Warszawa, 11-16 września 2005.
- K20. D. Jakubczyk, G. Derkachov, W. Bazhan, E. Łusakowska, K. Kolwas and M. Kolwas, „Effective refractive index of drying droplet of water fullerene suspension” V Warsztaty Fizyki Atomowej i Molekularnej (FAMO), Jurata, 16-18 września 2004.
- K21. M. Zientara, D. Jakubczyk, G. Derkachov, K. Kolwas and M. Kolwas, „Determination of mass and thermal accommodation coefficients from evolution of evaporating water droplet” V Warsztaty Fizyki Atomowej i Molekularnej (FAMO), Jurata, 16-18 września 2004 .
- K22. Daniel Jakubczyk, Marcin Zientara, Gennadij Derkachov, Krystyna Kolwas and Maciej Kolwas, „Light scattering by microdroplets of water and water suspensions” V Warsztaty Fizyki Atomowej i Molekularnej (FAMO), Jurata, 16-18 września 2004.
- K23. G. Derkachov, D. Jakubczyk, M. Zientara, K. Kolwas and M. Kolwas, „Formation of three-dimensional microcrystallites during the evaporation of water microdroplet with inclusions”, Wrocław, 2006.
- K24. G. Derkachov, K. Kolwas, D. Jakubczyk, M. Zientara and M. Kolwas, „Probing of surface properties of droplets of suspension with optical methods”, International School and Conference on Optics and Optical Materials, Belgrade, September 3-7, 2007.

- K25. M. Zientara, D. Jakubczyk, K. Kolwas and M. Kolwas, „The influence of thermal effusion on the evaporation of water micro-droplet”, The 20th International Symposium of Gas Kinetics, Manchester, July 20-25, 2008.
- K26. D. Jakubczyk, G. Derkachov, K. Kolwas, M. Kolwas, „Probing the composition of a drying microdroplet of water suspension of nanoparticles with optical methods”, Mie Theory 1908-2008. Present developments and interdisciplinary aspects of light scattering, Halle September 15-17, 2008.
- K27. G. Derkachov, A. Derkachova, D. Jakubczyk, K. Kolwas, M. Kolwas, „Light scattering by random structure object with arrangement changing in time”, The Ninth International Conference “Correlation Optics 2009”, Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine, September 20-24, 2009.
- K28. G. Derkachov, D. Jakubczyk, A. Derkachova, K. Kolwas, M. Kolwas, „The light scattering by drying droplet of suspension of spherical nanoparticles”, Workshop “Nano particles, nano structures and near field computation”, Institut für Werkstofftechnik, IWT, Bremen, March 11-12, 2010.
- K29. Gennadiy Derkachov, Anastasiya Derkachova, Daniel Jakubczyk, Krystyna Kolwas, Maciej Kolwas, „Optyczna diagnostyka parującej mikrokropki z nanoinkluzyjami i powstających mikrokryształitów”, Polska Konferencja Optyczna, Międzyzdroje 27.06.–01.07.2011.
- K30. D. Jakubczyk, G. Derkachov, M. Kolwas and K. Kolwas „Levitated droplet of suspension: to weigh or to measure?” Marie Skłodowska-Curie symposium on the Foundations of Physical Chemistry the Copernicus Science Centre, Warsaw, November 18-19, 2011.
- K31. D. Jakubczyk, G. Derkachov, M. Kolwas and K. Kolwas „Combining weighting and scatterometry: application to a levitated droplet of suspension”, LIP 2012 - Lasers and Interactions with Particles, INSA de Rouen - CORIA, March 26-30, 2012.
- K32. D. Jakubczyk, S. Migacz, G. Derkachov, M. Woźniak, J. Archer, K. Kolwas „Analysis of single droplet evaporation with Mie theory using parallel computing on graphic processing units”, Workshop "Scattering by aggregates (on surfaces)", Institut für Werkstofftechnik, Bremen, March 24- 25, 2014.

6. Działalność dydaktyczna

1. W latach 1999-2001 prowadziłem ćwiczenia „Architektura komputerów” w ramach Laboratorium Komputerowego dla studentów II go roku Niepaństwowej Szkoły Nauk Ścisłych.
2. W latach 2004-2006 oraz 2012 sprawowałem opiekę naukową nad studentami na miesięcznej praktyce wakacyjnej (łącznie 5cioro studentów). Praktyka z roku 2012 zaowocowała dalszą współpracą z panem Szymonem Migaczem i stworzeniem bardzo nowoczesnego oprogramowania równoległego liczącego na kartach graficznych.
3. W roku 2005 sprawowałem opiekę promotorską nad pracą licencjacką na UKSW: P. Deptuła „Program do sterowania laserem argonowym INNOVA 300”

7. Udział w projektach badawczych

- W latach 2010–2013 uczestniczyłem **jako główny wykonawca** w IF PAN w projekcie międzynarodowym niewspółfinansowanym „Zjawiska fizyczne w małych układach: parowanie w nano i mikroskali”, w ramach programu Europejskiej Fundacji Nauki (ESF), komitetu Physical and Engineering Sciences (PESC) „Exploring the Physics of Small Devices”
- Uczestniczyłem w realizacji **9** krajowych projektów badawczych:
 - ✓ **jako kierownik**
 1. „Badanie roli zjawisk dyfuzji w procesie tworzenia agregatów sodowych indukowanych światłem” (1995-1996), 2 P03B 048 08
 2. „Badanie dynamiki parowania naładowanych lewitujących kropeł cieczy” (2005-2008), 1 P03B 117 29
 - ✓ **jako wykonawca**
 3. „Dynamika wytwarzania światłem laserowym i ewolucji klastrów sodowych w środowisku gazowym” (1992-1994), 2 0485 91 01
 4. „Rezonansowe oddziaływanie światła laserowego z dużymi klastrami metali alkalicznych” (1994-1997), 2 P03B 058 08
 5. „Elektryczne pułapkowanie klastrów sodowych w środowisku gazowym” (1997-2000), 2 P03B 016 13
 6. “Badanie procesów wymiany pomiędzy zanieczyszczeniami gazowymi, aerozolami i chmurami” (1999-2001), 6 P04G 030017
 7. „Laserowa diagnostyka pojedynczych mikrocząstek węgla (sadzy) uwieczonych w pułapce elektrodynamicznej” (2002-2005), 2 P03B 102 22 **główny wykonawca**
 8. „Badanie aerozolu miejskiego”(2002-2005), 3 P04G 052 22
 9. “Parowanie swobodnej mikrokropki z nanoinkluzjami: od sferycznej nanowarstwy agregatów powierzchniowych do mikrokryształu (2009-2013) NN202 126837

8. Działalność recenzencka

Recenzowałem kilkanaście artykułów w międzynarodowych czasopismach, takich jak:

- The Journal of Physical Chemistry
- Journal of Physics D: Applied Physics
- Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer
- Measurement Science and Technology
- Journal of the Atmospheric Sciences

9. Nagrody za działalność naukową

W roku 2013 przyznano mi Srebrny Krzyż Zasługi „za wybitne zasługi w pracy naukowo-badawczej, dydaktycznej i organizacyjnej, za osiągnięcia w promowaniu polskiej myśli naukowej i technicznej”.

A handwritten signature in black ink, reading "Dawid Jolubczyk". The signature is written in a cursive, flowing style.