

AUTOREFERAT

W niniejszym „Autoreferacie” są cytowane pozycje ze spisu publikacji w załączonym „Wykazie Osiągnięć w Pracy Naukowo-Badawczej”.

Przebieg pracy naukowo-badawczej

W latach 1976-1978, na czwartym i piątym roku moich studiów na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego zdecydowałem się na specjalizację w dziedzinie fizyki statystycznej. Pracowałem wówczas pod kierunkiem Prof. Jarosława Piaseckiego. Badaliśmy zastosowania równanie Boltzmanna w modelu Lorentza do opisu przewodnictwa elektrycznego. W szczególności opisałem zachowanie się gazu Lorentza w obecności zewnętrznego jednorodnego pola. Uzyskałem ścisłą postać rozkładu prędkości w dowolnej liczbie wymiarów. Pokazałem, że układ absorbuje energię od zewnętrznego pola, co wykluczało istnienie, zwykle powszechnie przyjmowanego, stanu stacjonarnego ze skończoną gęstością energii termicznej. Następnie uogólniłem wyniki na dowolny, a nie tylko lorentzowski (stały), różniczkowy przekrój czynny. Tematyka ta była przedmiotem mojej pracy magisterskiej w roku 1978 oraz doktorskiej pt. „Równanie Boltzmanna dla Ruchu Cząstki Próbnej w ośrodku Rozpraszającym” w roku 1983. Została także zaprezentowana w publikacjach [75,76,77].

Ważnym zagadnieniem, którym zajmowałem się w latach 1986-1989 były procesy stochastyczne. Rozpocząłem współpracę z Prof. Stanisławem Janeczko. Badaliśmy uogólniony stochastyczny dynamiczny układ Langevina i jego stacjonarne gęstości prawdopodobieństwa. Założyliśmy, że stochastyczne pole jest osobliwe z kilkoma prostymi osobliwościami a stochastyczne szумы są dychotomicznymi szumami Markowa. W rezultacie otrzymaliśmy generyczną klasyfikację diagramów bifurkacyjnych. Pokazaliśmy, że równania na stacjonarny rozkład prawdopodobieństwa sprowadza się do równań z tak zwanymi regularnymi punktami osobliwymi. Wyniki zostały przedstawione w pracach [74].

W ramach badań procesów stochastycznych współpracowałem także z Prof. Markiem Kusiem i Prof. Krzysztofem Wódkiewiczem. W latach 1989-1991 pracowaliśmy nad problemem średniego czasu pierwszego przejścia (The Mean First-Passage Time, MFPT) w obecności kolorowego szumu. Wyprowadziliśmy ścisłe rozwiązanie dla MFPT dla dowolnego jednowymiarowego układu napędzanego kolorowym szumem Ornsteina-Uhlenbecka. Pokazaliśmy, że to ścisłe rozwiązanie może być interpretowane w sposób systematyczny za pomocą szumu telegraficznego. Następnie zbudowaliśmy ścisłą teorię MFPT dla dowolnego układu dynamicznego sterowanego multiplikatywnym zewnętrznym szumem ze skończonym czasem korelacji (szумы kolorowe). Badaliśmy różne przykłady kolorowych szumów takie

jak np. szum telegraficzny, szum Gaussowski, szum Ornsteina-Uhlenbecka. Używając szumu telegraficznego jako narzędzia w pełni rozwiązaliśmy problem niemarkowskich warunków brzegowych. Analityczne rozwiązanie z tymi warunkami brzegowymi pozwoliło nam uzyskać pełne rozwiązanie dla czasu ucieczki w obecności kolorowego szumu. Wyniki zostały zaprezentowane w [72, 73].

W latach 1991-1992 z Dr Januszem Szczepańskim badaliśmy bardzo ważny problem wpływu warunków brzegowych na ścianie na ruchy nie oddziałujących cząstek w gazach rozrzedzonych. Badaliśmy problem przekazywania takich własności praw odbicia od brzegu jak: ergodyczność, chaotyczność, periodyczność do pełnego układu dynamicznego opisującego ruch cząstki.

Pokazaliśmy, że istnieją obszary, w których własności te przenoszą się bezpośrednio, ale dla pewnej klasy zbiorników okazało się, że ergodyczne a nawet chaotyczne prawo odbicia może implikować periodyczny ruch cząstki, zaś periodyczność może powodować nawet chaotyczny ruch cząstki. Analizowaliśmy również pewne makroskopowe własności rozkładu wynikające z mikroskopowej dynamiki takie jak np. długoczasowe zachowanie się funkcji rozkładu gazu Knudsen (analityczność). Nasze rezultaty zaprezentowaliśmy w [71, 68].

Bardzo owocna okazała się moja współpraca z Prof. J. S. Dahlerem z Uniwersytetu Stanowego w Minneapolis, USA. Rozpocząłem ją w 1992 roku dwuletnim pobytem w USA, następnie kontynuowanym od 1995 roku przez kolejne dwa lata. Naszym celem było uogólnieniem konwencjonalnej, globalnej termodynamiki na niejednorodne układy i jednocześnie skonstruowaniem komplementarnej statystycznej, mikroskopowej teorii. Staraliśmy się zrealizować ten cel używając możliwie jak najmniej dodatkowych postulatów, założeń i przybliżeń.

Wbrew pozorom niewiele prób systematycznego podejścia do problemu było podjętych wcześniej. Jednocześnie literatura naukowa obfituje w równania opisujące termodynamiczne własności układów nierównowagowych. Te równania były otrzymane zarówno ze statystycznej mechaniki jak i z fenomenologicznych rozważań. Wspólne dla wszystkich tych prezentacji było (milczące) założenie że istnieją dobrze zdefiniowane lokalne odpowiedniki wszystkich standartowych zmiennych termodynamicznych takich jak np. energii wewnętrznej, entropii, temperatury, ciśnienia i pojemności cieplnych i że te lokalne zmienne oraz ich pochodne są powiązane oczywistymi lokalnymi odpowiednikami tradycyjnej globalnej termodynamiki. Naszym celem było pokazanie do jakiego stopnia te założenia są prawdziwe. W naszej teorii pokazaliśmy, że lokalizacja praw globalnych wykracza poza proste zastąpienie zmiennych intensywnych takich jak temperatura i ciśnienie odpowiednimi skalarnymi polami oraz prosta obserwację, że można zdefiniować punktowa gęstość $m(\mathbf{r})$ dowolnej ekstensywnej zmiennej $M(\Omega)$ (związanej z objętością Ω) jako granice ilorazu $M(\Omega_i) / \Omega_i$ gdzie Ω_i jest ciągiem zagnieżdżających się obszarów otaczających punkt \mathbf{r} .

Musieliśmy także wziąć pod uwagę fakt, że globalna termodynamika w sposób nieunikniony jest sformułowana w kategoriach makroskopowych, niemal jednorodnych układów podczas gdy termodynamiczna teoria pola operuje wielkościami zmieniającymi się w sposób ciągły od punktu do punktu. W związku z tym zmienne opisujące jeden punkt lub „komórkę” niejednorodnego układu są skorelowane ze zmiennymi opisującymi inną „komórkę”. Jednocześnie, kierując się analogią globalnej termodynamiki spodziewamy się, że istnieje minimalny układ niezależnych obserwacji za pomocą których wszystkie inne termodynamiczne obserwacje są wyznaczone. Ilość niezależnych zmiennych zależy od liczby więzów nałożonych na układ. I tak np. założyliśmy, że niejednorodny układ składający się z c

chemicznych składników jest scharakteryzowany przez c gęstości parcjalnych oraz dodatkowo przez gęstość energii. Wszystkie pozostałe pola termodynamiczne takie jak temperatura, ciśnienie i potencjały chemiczne składników są funkcjonalami bazowych pól. Używając tych narzędzi skonstruowaliśmy termodynamiczną teorię pola, która w granicznym jednorodnym przypadku sprowadza się do tradycyjnej statystyczno-fenomenologicznej termodynamiki.

Gdy układ makroskopowy jest w termodynamicznej równowadze ze swoim otoczeniem jego własności intensywne takie jak temperatura i chemiczne potencjały są na ogół jednorodne. Jednak na skutek spontanicznej wymiany cząsteczek i energii między przylegającymi komórkami lokalne chwilowe wartości gęstości cząsteczek i energii różnią się od swoich wartości równowagowych. Ze względu na funkcjonalne zależności, które istnieją między wszystkimi polami termodynamicznymi obserwujemy też fluktuacje czysto „termicznych” wielkości takich jak temperatura i potencjały chemiczne składników. W naszej pracy skonstruowaliśmy mechaniczne, mikroskopowe wyrażenia dla tych „czysto termicznych” fluktuacji. Uważam, że jest to największe osiągnięcie naszej pracy. Stosując ten formalizm otrzymaliśmy kontynuacyjne uogólnienia takich relacji jak tożsamość Gibbsa-Duhema oraz skonstruowaliśmy nielocalne ciepła właściwe, współczynniki izotermicznej ściśliwości i termicznej rozszerzalności. I tak np. $C_v(\mathbf{r}, \mathbf{r}')$ jest zmiana gęstości energii układu w punkcie \mathbf{r} na skutek zmiany temperatury w punkcie \mathbf{r}' .

Praca została opublikowana jako 85-cio stronicowa monografia w renomowanym wydawnictwie książkowym „Advances in Chemical Physics” pod redakcją I. Prigogine’a i S. A. Rice’a [69] oraz w artykule [67].

Niezależnie od wspomnianych wyżej zagadnień w 1987 roku rozpocząłem pracę nad oddziaływaniami hydrodynamicznymi w zawiesinach. Jest to bardzo ważna dziedzina fizyki, gdyż cząstki zawieszone bądź lub rozproszone w ciekłym ośrodku występują bardzo powszechnie zarówno w naturalnych jak i stworzonych przez człowieka układach, takich jak koloidy polimery, białka, układy ceramiczne. Centralnym teoretycznym i praktycznym zagadnieniem jest zrozumienie i teoretyczne wyjaśnienie makroskopowych własności tych wielofazowych materiałów na podstawie ich mikroskopowej mechaniki. Makroskopowe własności to takie jak np. tempo sedymentacji lub agregacji, współczynnik samodyfuzji, przewodnictwo cieplne i elektryczne, efektywna lepkość. Na ogół badając zawiesinę mamy do czynienia z ruchem cząsteczek ciała stałego (choć mogą to być także krople cieczy) w lepkiej zawieszynie. Zawieszyna ta jest nieściśliwa i dla małych liczb Reynoldsa opisywana jest zlinearyzowanym równaniem Naviera-Stokesa, (równaniem Stokesa.). Ruch każdej z cząsteczek zawieszyny wywołuje elementarny przepływ, który z kolei wpływa na ruch innych cząstek. Wynika z tego, że dynamika układu cząstek zanurzonych w cieczy jest scharakteryzowana przez hydrodynamiczne oddziaływania przenoszone przez ciecz. W praktycznych przypadkach na wystarczająco wolnej skali czasu przyspieszenie cieczy może być zaniedbane. Całkowity przepływ jest ustanawiany natychmiastowo i w zerowym czasie dopasowuje się do aktualnej konfiguracji cząstek. W tej skali czasu pole prędkości i pole ciśnienia cieczy są opisane przez tak zwany przepływ pełzający.

Oddziaływania hydrodynamiczne zdefiniowane są za pomocą macierzy tarcia albo, częściej, za pomocą odwrotnej do niej macierzy mobilności. Macierz mobilności jest kluczowym obiektem, za pomocą którego zdefiniowane są takie fizyczne wielkości jak np. efektywna lepkość zawieszyny lub współczynnik samodyfuzji.

Pracę nad oddziaływaniami hydrodynamicznymi i własnościami zawiesin rozpocząłem od skonstruowania efektywnych numerycznych schematów liczących elementy macierzy mobilności. Istnieją trzy fundamentalne trudności przy liczeniu oddziaływań

hydrodynamicznych. Po pierwsze hydrodynamiczne oddziaływania są daleko zasięgowe. Pole prędkości wywołane przez pojedynczą cząstkę zanika jak odwrotna potęga odległości. Po drugie oddziaływania hydrodynamiczne mają istotnie wielociałowy charakter. Problem N -ciałowych nie daje się zredukować do sumy problemów dwu-, trój- czy nawet $(N-1)$ -ciałowych. Całkowity przepływ dla N cząstek ma postać wieloodbiciowego szeregu rozproszeniowego. Po trzecie funkcje tarcia są osobliwe dla konfiguracji w których cząstki niemal dotykają się. Jest to wywołane silnymi gradientami przepływu cieczy wokół cząstek poruszających się względnym ruchem. Są to tak zwane efekty lubrykacyjne.

Opracowałem dwa typy schematów numerycznych produkujących macierze tarcia i mobilności dla dowolnej konfiguracji cząstek. Pierwszy liczy funkcje hydrodynamiczne dla dwu sferycznych cząstek. Wszystkie elementy macierzy mobilności lub tarcia są otrzymane w postaci rozwinięć w odwrotnościach odległości między środkami cząsteczek. Metoda ta stosuje się do cząstek o różnych promieniach i dla dowolnych warunków brzegowych. Nawet komputer typu PC pozwala uzyskać do 1000 członów rozwinięcia. Znane z analitycznych rozważań wyrażenia na współczynniki tarcia w granicy styku połączone z numerycznym szeregiem pozwalają uzyskać bardzo precyzyjne wyrażenia na macierze tarcia i mobilności dla dwu ciał.

W celu numerycznego wyznaczenia N -ciałowych macierzy tarcia zastosowałem metodę obcięcia do skończonej liczby multipoli, a następnie wynik zostaje poprawiony za pomocą superpozycji ścisłych dwuciałowych elementów macierzy tarcia. Metoda ta jest bardzo szybko zbieżna z liczbą uwzględnionych multipoli i już dla czterech najniższych multipoli uzyskujemy dokładność co najmniej jednopromilową.

Wszystkie kody numeryczne zostały napisane w FORTRANIE 95, z wykorzystaniem standartowych bibliotek algebry liniowej i zgrupowane we wciąż uaktualnianym pakiecie numerycznym HYDROMULTIPOLE. Podstawy metody multipolowej zostały opisane w 130 razy cytowanej do dnia dzisiejszego pracy [70].

Niezależnie od zastosowania skonstruowanych schematów numerycznych w zagadnieniach badanych przeze mnie, schematy te zostały już użyte w pracach innych autorów (J. Bławdziewicz, M. Loewenberg, U. Felderhof, B. Jones, M. L. Ekiel-Jezewska).

Jednym z głównych zastosowań oddziaływań hydrodynamicznych w moich badaniach było użycie ich w rozwiniętej przeze mnie teorii efektywnej lepkości zawieszin. Teoria ta powstawała podczas mojego drugiego dwuletniego pobytu w USA na Uniwersytecie Stanowym w Minneapolis, USA w latach 1995-1997 i była zasadniczym elementem mojej habilitacji.

Punktem startu badania efektywnej lepkości zawieszin były prace G.K. Batchelora, w których podał on podstawowe hipotezy dotyczące hydrodynamiki zawieszin oraz zasadnicze formuły. Jego teoria oparta była na bogatym doświadczeniu i świetnie rozwiniętej intuicji badawczej autora, natomiast brak było formalnego matematycznego uzasadnienia. W tej dziedzinie moim pierwszym krokiem było nadanie tym koncepcjom charakteru teorii matematycznej, z której wynikały wszystkie własności podane przez Batchelora, a która jednocześnie pozwalała policzyć numerycznie wartości interesujących wielkości.

Przedmiotem mojej pracy była wówczas formalnie ścisła i numerycznie stosowalna teoria Newtonowskiej lepkości ciekłej zawiesziny. Główne założenia są takie jak w większości tradycyjnych podejść. W szczególności przyjmuję, że zawieszina składa się z identycznych, недеformowalnych cząsteczek zanurzonych w nieściśliwej Newtonowskiej cieczy. Oddziaływania pomiędzy cieczą a pojedynczymi cząstkami są jednoznacznie zdefiniowane

przez „jądro tarcia” wprowadzone przez Prof. U. Felderhofa. Dzięki zastosowaniu tego formalizmu można rozwijać formalną teorię dla dowolnych warunków brzegowych (warunków oddziaływania) na granicy cząstka-ciecz. Konkretny wybór tych warunków jest dokonywany dopiero na etapie rachunków numerycznych. Niezależnie od propagowanych przez ciecz oddziaływań hydrodynamicznych, cząstki mogą oddziaływać także za pomocą mechanicznych zachowawczych sił potencjalnych.

Rozpatrując zawiesiny założyłem, że skala czasu obserwacji (doświadczenia) jest znacznie większa niż czas potrzebny cząstkom do osiągnięcia kwazi-stacjonarnej prędkości. W konsekwencji efekty inercjalne są pominięte i masy cząsteczek nie pojawiają się w teoretycznych wyrażeniach. Ta cecha jest wspólna dla wszystkich teorii zawiesin, z wyjątkiem tych, które są oparte na równaniu Fokkera-Plancka dla rozkładu prawdopodobieństwa cząsteczek w przestrzeni fazowej. W mojej teorii konfiguracyjna funkcja rozkładu cząsteczek zawiesiny jest opisana przez wielociałowe równanie Smoluchowskiego, zawierające tensor dyfuzji (mobilności), który jest jawnie policzony numerycznie za pomocą skonstruowanego przeze mnie pakietu programów hydrodynamicznych.

Lepkość obliczona w ramach mojej teorii jest wyrażona za pomocą (wirialnego) rozwinięcia w potęgach ułamka objętościowego ϕ wtrąconych cząsteczek. Człon proporcjonalny do ϕ jest niezależny od potencjału oddziaływania międzycząstkowego. Odpowiedni współczynnik wirialny b_1 jest policzony ściśle za pomocą momentów jednocząstkowego operatora tarcia. Jest on specyficzny dla sposobu oddziaływania cząstki z cieczą. Dla cząsteczek sferycznych i dla warunków brzegowych przylegania $b_1 = 5/2$ zgodnie z teorią Einsteina. Otrzymałem także ściśle wyrażenia dla drugiego współczynnika wirialnego b_2 . Jest on sumą dwu składników, części hydrodynamicznej i brownowskiej. Chociaż formuły uzyskane dla b_2 są analogiczne do otrzymanych przez Batchelora to moja teoria jest skonstruowana w sposób pozwalający stosować ją do bardzo szerokiej (praktycznie dowolnej) klasy zawiesin, np. do zawiesin cząstek oddziałujących mechanicznie bądź do zawiesin polidispersyjnych z dowolnym rozkładem wielkości cząsteczek. Teoria w połączeniu z hydrodynamicznym pakietem numerycznym pozwala praktycznie ściśle policzyć współczynnik b_2 dla dowolnej zawiesiny tak dla najczęściej rozpatrywanej monodispersyjnej zawiesiny sztywnych kulek z warunkami brzegowymi przylegania (Stick Boundary Conditions, **SBC**). Dla takiej zawiesiny w miejsce wyniku $b_2 = 6.2$ otrzymanego przez Batchelora otrzymałem $b_2 = 5.9148$. Powodem tej niedokładności u Batchelora był brak możliwości generowania dokładnych dwuciałowych mobilności.

Potraktujmy *monodispersyjną* zawiesinę *nieoddziałujących* cząstek opisanych przez warunki brzegowe przylegania (**SBC**) jako układ odniesienia. Układ ten od lat badany był przez wielu autorów. W swoich badaniach uzyskałem wyniki teoretyczne i numeryczne odchodzące od tego układu odniesienia w trzech niezależnych kierunkach:

- Pierwszy kierunek to *monodispersyjne* zawiesiny *nieoddziałujących* cząstek z różnymi od przylegania warunkami brzegowymi (*nie SBC*).
- Drugi kierunek to *monodispersyjne* zawiesiny *oddziałujących* cząstek z warunkami brzegowymi przylegania (**SBC**)
- Trzeci kierunek to *polidispersyjne* zawiesiny *nieoddziałujących* cząstek z warunkami brzegowymi przylegania (**SBC**)

Pokazałem także w jaki sposób moja teoria efektywnej lepkości zawiesin może być zastosowana do obliczenia trzeciego współczynnika wirialnego w szeregu rozwinięcia lepkości.

Wyniki teoretyczne dotyczące teorii zawieszin oraz rezultaty numeryczne uzyskane po zastosowaniu tej teorii i pakietu programów hydrodynamicznych zostały opublikowane jako kolejna monografia w renomowanym wydawnictwie książkowym „Advances in Chemical Physics” pod redakcją I. I. Prigogine’a i S. A. Rice’a [66] oraz w [64, 65] oraz przedstawione na wielu konferencjach międzynarodowych. Publikacja w „Advances in Chemical Physics” była główną treścią mojej rozprawy habilitacyjnej zatytułowanej „Efektywna lepkość zawieszin Koloidalnych”. Jeszcze w okresie tuż przed habilitacją ukazało się pięć prac z moim udziałem wykorzystujących mój pakiet hydrodynamiczny. Prace te dotyczyły walidacji innych metod hydrodynamicznych (metoda współrzędnych bisferycznych) [15], zawieszin stabilizowanych elektrostatycznie i polimerycznie [60, 61], poprawki lubrykacyjnej odtwarzającej poprawną dwucząstkową, dalekozasięgową asymptotykę [62] oraz oddziaływania cząstek pokrytych surfaktantem [59]. W 1999 roku uzyskałem stopień doktora habilitowanego i wkrótce zostałem zatrudniony na stanowisku docenta w IPPT PAN.

W okresie po uzyskaniu stopnia doktora habilitowanego rozwijany przeze mnie pakiet programów hydrodynamicznych HYDROMULTIPOLE był wykorzystywany [53, 56] do obliczania rozwinięć wirialnych efektywnych współczynników transportu w zawieszinach takich jak samodyfuzja (promienie hydrodynamiczne), dyfuzja kolektywna, współczynnik sedimentacji i lepkość efektywna. Pakiet HYDROMULTIPOLE uwzględnia wkłady wielociałowe, które po raz pierwszy są liczone za pomocą szybko zbieżnej w liczbie hydrodynamicznych multipoli metody FFM (Fast Multipole Method). Jednocześnie w pakiecie uwzględnione są nieanalityczne i często syngularne wkłady do funkcji hydrodynamicznych pochodzące od konfiguracji cząstek i powierzchni ograniczających płyn dla których odległości między powierzchniami są bardzo małe.

Istotnym i nowatorskim uogólnieniem pakietu programów hydrodynamicznych było uwzględnienie w funkcjach hydrodynamicznych dla wielu cząstek obecności płaskiej ściany lub granicy ośrodków. Był to pierwszy znany mi program, który pozwalał traktować to zagadnienie z zadawalającą i kontrolowalną dokładnością. Konstruując nowe programy wykorzystalem analityczne wyniki uzyskane przeze mnie wraz z profesorami B. Cichockim oraz R. B. Jonesem [57]. Programy te pozwalają na numeryczną analizę dynamiki cząstek w przepływie w obecności ściany [46, 47]. Ostatnio zagadnienie to jest przedmiotem wielkiego zainteresowania. Metody rozpraszania światła i nowoczesne formy mikroskopii są stosowane do badania ruchu cząsteczek w lepkiej cieczy w pobliżu płaszczyzny, która jest ścianą naczynia lub powierzchnią międzyfazową [21].

W kolejnych latach pakiet numeryczny HYDROMULTIPOLE był rozbudowywany na przypadek periodycznych warunków brzegowych. Pozwoliło to na symulacje dynamiki cząstek w zawieszinie oraz modelowanie zjawiska termokapilarnego. Było to przedmiotem mojej współpracy z profesorem U. Felderhofem z Instytutu Fizyki Teoretycznej Politechniki w Akwizgranie (RWTH Aachen) w trakcie mojego dwuletniego pobytu naukowego w Aachen w latach 1998-2000.

Symulacje periodyczne zaowocowały w kolejnych latach serią publikacji dotyczących efektywnych własności zawieszin dla skończonych, dużych koncentracji (ułamek objętościowych) cząstek o różnorodnej strukturze powierzchniowej i wewnętrznej. W szczególności od trzech lat we współpracy z profesorem Gerhardem Naegle z Institute of Complex Systems, Soft Matter Division, Research Centre, Juelich, Germany oraz z profesorem z profesorem Bogdanem Cichockim z Wydziału Fizyki Uniwersytetu

Warszawskiego badamy właściwości zawiesin koloidalnych złożonych z cząstek porowatych a także cząstek składających się z porowatej otoczki i twardego rdzenia. Obliczyliśmy rozwinięcie wirialne, tzn. rozwinięcie w potęgach koncentracji lub ułamka objętościowego, współczynników sedymentacji, translacyjnej i rotacyjnej dyfuzji własnej oraz efektywnej lepkości dla takich cząstek. Jednocześnie wykonaliśmy symulacje równowagowe układów periodycznych zawiesin w całym zakresie koncentracji aż do wartości 45%. Uzyskaliśmy bardzo dokładne numeryczne wartości współczynnika translacyjnej dyfuzji własnej dla cząstek porowatych oraz znaleźliśmy skalowania tego współczynnika. Przeprowadziliśmy także obliczenia współczynników sedymentacji, translacyjnej i rotacyjnej dyfuzji własnej oraz efektywnej lepkości dla cząstek składających się z porowatej otoczki i twardego rdzenia. Wyniki numeryczne zostały uzyskane dla szerokiej klasy stopnia przepuszczalności wnętrza cząstek oraz wielkości twardego rdzenia i służą eksperymentatorom do wyznaczania własności fizykochemicznych cząstek zawiesin, a w szczególności dotyczy to współczynnika dyfuzji, promienia hydrodynamicznego oraz lepkości wewnętrznej zawiesin białek. Wyniki tych badań zostały opublikowane w cyklu prac [1, 7, 9, 16, 17, 22, 24].

Bardzo ważącą w mojej karierze naukowej okazała się współpraca z profesorem Jerzym Bławdziewiczem z Yale University związana z wizytą naukową w New Haven, USA w latach 2003-2004. Skonstruowaliśmy wówczas algorytmy dla wielocząstkowych oddziaływań hydrodynamicznych w obszarach ograniczonych takich jak obszar międzyfazowy oraz wąska (nano) szczelina [42, 43]. Główną ideą konstrukcji było opisanie oddziaływań hydrodynamicznych z cząstkami sferycznymi za pomocą sferycznego fundamentalnego układu Stokesowskich przepływów, zaś oddziaływania z płaską granicą ośrodków za pomocą dwuwymiarowego Fourierowskiego fundamentalnego układu Stokesowskich przepływów. Istotą algorytmu były związki transformacyjne między oboma fundamentalnymi układami. W wyniku tej współpracy powstało piętnaście publikacji dotyczących hydrodynamiki cząstek w mikrokanale [2, 6, 14, 15, 21, 27, 28, 29, 31, 34, 36, 38, 40, 42, 43].

Obecnie powstają kolejne prace dotyczące ruchu giętkich polimerów w wąskim mikrokanale pod wpływem przepływu parabolicznego i ścinającego [3]. Badana jest między innymi agregacja długich giętkich polimerów pozwalająca na praktyczną segregację polimerów o różnej długości.

Wzbogacony o oddziaływania w wąskim kanale pakiet HYDROMULTIPOLE pozwolił także zbadać wpływ koncentracji cząstek napylnych na powierzchnię oraz ξ - potencjału powierzchniowego na przepływ w kanale. Otrzymaliśmy wyniki teoretyczne i numeryczne zgodne z wynikami doświadczeń przeprowadzonych dla powierzchni miki pokrytej mikrocząstkami lateksu przez prof. Zbigniewa Adamczyka z Instytutu Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN. Badania te są istotne przy analizie procesów osadzania cząstek na powierzchniach w kontekście zastosowań medycznych. Wyniki te zostały wspólnie opublikowane [23, 26, 30].

Najnowsza aktualizacja pakietu HYDROMULTIPOLE polega na dołączeniu możliwości obliczania oddziaływań hydrodynamicznych w cylindrycznym mikrokanale. Ta aktualizacja była przedmiotem pracy doktorskiej mojego doktoranta Marcina Kędzierskiego i została opisana w dwu publikacjach [4, 13].

Moje aktualne plany badawcze koncentrują się na wpływie ruchów Browna na oddziaływania hydrodynamiczne. Badania są wielokierunkowe i dotyczą:

1. Wpływu temperatury (mała liczba Pecleta) na własności efektywne zawiesin koloidalnych, czyli takich w których efekty Brownowskie są istotne.
2. Dynamiki polimerów białkowych prowadzących do procesu koagulacji łańcuchów białek w przepływach ścinających. Stwierdzono, że oddziaływania hydrodynamiczne mogą prowadzić do przyspieszenia łączenia się łańcuchów białek.
3. Brownowskich oddziaływań helis białkowych prowadzące do zmiany konformacji
4. Porównania Brownowskiej i Stokesowskiej dynamiki dla przepływu włókien w przepływie ścinającym i parabolicznym w mikrokanale.

Niezależnie od hydrodynamicznej teorii zawiesin od ponad dziesięciu lat zajmuję się we współpracy z prof. Januszem Szczepańskim z IPPT oraz z profesorem M. V. Sanchez-Vives, prof. J.M. Amigo z Miguel Hernandez University, Alicante, Spain, badaniem efektywności transmisji grup neuronów opartą na teorii informacji. Od wielu lat w wynikach publikacji naukowych z dziedziny neuronauki (neuroscience) wykorzystywany jest kod numeryczny napisany przeze mnie służący do obliczania transmisji informacji za pomocą złożoności zakodowanego sygnału neuronowego [48, 50, 51, 52, 54, 55]. W pracach używane jest pojęcie Informacji Wzajemnej i Redundancji, którą badamy metodami numerycznymi w oparciu o dane eksperymentalne. Badania w których uczestniczę wykazują że transmisja informacji w sieciach charakteryzuje się dużą elastycznością, transmisją w oparciu o wiodący neuron lub efekt synergii grup i odpornością na szum [11, 33].

Publikacje

Przed uzyskaniem stopnia doktora habilitowanego opublikowałem **20** artykułów w czasopiśmie z listy filadelfijskiej i 6 prac w materiałach konferencyjnych. Po habilitacji opublikowałem **57** artykułów w czasopiśmie z listy filadelfijskiej oraz kilkanaście publikacji w materiałach konferencyjnych.

Ogółem opublikowałem **77** artykułów naukowych o zasięgu światowym w renomowanych czasopiśmie takich jak Physical Review Letters, Physica, Journal of Physical Chemistry, Physics of Fluids, Journal of Fluids Mechanics, Advances in Colloid and Interface Science, Neural Computation oraz prawie **40 publikacji** na konferencjach krajowych i zagranicznych.

Jestem współautorem 3 rozdziałów w książkach o zasięgu światowym:

1. E.Wajnryb, A.R.Altenberger and J.S.Dahler, The Phenomenological and Statistical Thermodynamics of Nonuniform Systems, Advances in Chemical Physics, John Wiley & Sons, Volume **XCI** (1995), p.155-239
2. E.Wajnryb and J.S.Dahler, The Newtonian Viscosity of a Moderately Dense Suspension, Advances in Chemical Physics, John Wiley & Sons, Volume **102** (1997), p.193-313
3. Maria L Ekiel-Jezewska and Eligiusz Wajnryb, Precise multipole method for calculating hydrodynamic interactions between spherical particles in the Stokes flow, Theoretical Methods for Micro Scale Viscous Flows, 2009: 127-172 ISBN: 978-81-7895-400-4 Editors: François Feuillebois and Antoine Sellier

Liczba cytowań moich prac wynosi **859**

Sumaryczny Impact Factor publikacji: **193.647**

Indeks Hirsha: 15

Działalność dydaktyczna

W Uniwersytecie Warszawskim oraz w Filii Uniwersytetu Warszawskiego w Białymstoku prowadziłem wykłady i ćwiczenia z fizyki statystycznej, mechaniki teoretycznej, mechaniki kwantowej oraz metod matematycznych fizyki dla studentów Wydziału Fizyki.

Na Uniwersytecie Stanowym w Minneapolis, USA oraz w RWTH Aachen, Niemcy prowadziłem cykl seminariów poświęconych oddziaływaniom hydrodynamicznym w zawieszinach.

Jestem promotorem zakończonej pracy doktorskiej mgr inż. Marcina Kędzińskiego zatytułowanej „Zastosowanie metody multipolowej do analizy oddziaływań hydrodynamicznych w cylindrycznym mikrokanale”.

Brałem także czynny udział w przygotowaniu zakończonych prac doktorskich pięciu magistrów:

- Andre Colleta, RWTH Aachen, Niemcy, 2000
- Hansa Guntera, RWTH Aachen, Niemcy, 2000
- Piotra Szymczaka, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski, 2001
- Gao Gue-Jie, Yale University, New Haven, USA, 2003
- Gustavo Abade, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski, 2010

Załączam podziękowania dr hab. Piotra Szymczaka oraz dr hab. Gustavo Abade, potwierdzające mój istotny udział w przygotowaniu ich rozpraw doktorskich.

Kierownictwo Projektów Badawczych

Projekt badawczy „Analiza oddziaływań hydrodynamicznych w strukturze chmurowej”, KBN: 5 T07A 052 24

Projekt badawczy „Własności zawiesiny koloidalnej w ograniczonych geometriach”, N501 020 32/1994

Projekt badawczy „Przepływy wielofazowe i zjawiska transportu w mikrokanałach”, KBN: N N501 156538.

Główny wykonawca w kilkunastu innych projektach krajowych i międzynarodowych.

Doświadczenia naukowe zdobyte za granicą

1. **1992-1994** oraz **1995-1997**, USA, University of Minnesota. Współpraca z prof. J. Dahlerem w dziedzinie termodynamiki układów niejednorodnych oraz badań własności efektywnych zawieszin koloidalnych.
2. **1998-2000**, RWTH, Aachen, Niemcy. Współpraca z prof. B. U. Felderhofem dotycząca przepływów w układach periodycznych.
3. **2003-2004**, Yale University, USA. Współpraca z prof. Jerzym Blawdziewiczem w dziedzinie przepływów w nanoszczelinach.

Działalność organizacyjna

Od ponad dwóch lat jestem kierownikiem Zakładu Mechaniki i Fizyki Płynów oraz kierownikiem Pracowni Płynów Złożonych w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN.

Współpraca z zagranicznymi ośrodkami

Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Science de l'Ingénieur (LIMSI), Francja, Francois Feuillebois. Współpraca koncentruje się wokół efektywnych własności zawiesiny koloidalnej cząstek sferycznych oraz elipsoidalnych w przepływie Poiseuille oraz pod wpływem grawitacji [8] w wąskim kanale. Zostało sformułowane ściśle wyrażenie na lepkość efektywną takiej zawiesiny w kategoriach składowych momentu dipolowego wyindukowanego na cząstkach zawiesiny. Uzyskano wyniki numeryczne dla pierwszego współczynnika wirialnego lepkości, czyli tzw. lepkości wewnętrznej (intrinsic viscosity) w zależności od szerokości kanału. Ponadto badania dotyczą metody separacji cząstek unoszonych przez przepływ Poiseuille'a [6, 28]. Wyniki numeryczne są istotne dla zastosowań w przemyśle chemicznym. Współpraca z prof. Feuillebois prowadzona jest w ramach projektu PICS „Oddziaływania hydrodynamiczne cząstek zawiesiny”, będącego częścią współpracy między PAN a CNRS. z IPPT.

Laboratoire d'Hydrodynamique (LadHyX) Ecole Polytechnique, Francja, profesor Antoine Sellier. Współpraca dotyczy dynamiki oraz efektywnej lepkości zawiesiny w przepływie ścinającym w mikrokanale w szczególności w zależności od kształtu cząstek oraz od wielkości mikrokanala. Drugim tematem współpracy jest mobilność cząstek w pobliżu płaskiej granicy cieczy dla przypadku kontrolowanych warunków poślizgu cieczy zarówno na powierzchni ściany jak i cząstki. Współpraca w ramach projektu PICS.

Institute of Complex Systems, Soft Matter Division, Research Centre, Juelich, Germany, profesor Gerhardem Naegele. Współpraca dotyczy właściwości zawiesin koloidalnych złożonych z cząstek przepuszczających płyn, także cząstek składających się z porowatej otoczki i twardego rdzenia. Uzyskaliśmy rozwinięcie wirialne współczynników sedymentacji, translacyjnej i rotacyjnej dyfuzji własnej oraz efektywnej lepkości dla takich cząstek. Wykonano symulacje równowagowe układów periodycznych zawiesin w całym zakresie, aż do 45%, ułamka objętościowego, wykorzystując rozwijany przeze mnie pakiet obliczeniowy HYDROMULTIPOLE. Otrzymane wyniki zostały opublikowane w cyklu prac [1, 7, 9, 16, 17, 22, 24].

Yale University oraz Texas Tech University, Lubbock, USA, profesor Jerzy Bławzdziwicz. W ramach tej współpracy wykonywane są badania dotyczące ruchu cząstek w mikrokanalach oraz pobliżu powierzchni międzyfazowych [36, 37, 38, 44, 45, 48, 50, 51, 53, 65].

Miguel Hernandez University, Alicante, Hiszpania, Professor. J.M. Amigo. Współpraca dotyczy analizy przesyłania informacji w korze mózgowej, realizowanych przy pomocy tzw. *spike trains*, pod wpływem stymulacji wizualnej (*Information-Theoretical and Cryptographic Aspects of Neuronal Discharge*) [48, 50, 51, 52, 54, 55].

ICREA-Institut d'Investigacions Biomediques August Pi y Sunyer (IDIBAPS), 08036 Barcelona, Hiszpania, Profesor M. V. Sanchez-Vives. Badania dotyczą modelowania działania neuronów za pomocą modelu Poissona. Dane z modelowych strumieni informacji (*spike trans*) są porównywane z danymi doświadczalnymi uzyskanymi w laboratorium Profesor M. V. Sanchez-Vives [11, 48]

Rheinisch-Westfaelische Technische Hochschule, Aachen, Germany, professor B. U. Felderhof, współpraca na temat teoretycznych podstaw oddziaływań hydrodynamicznych dla małych liczb Reynoldsa [70].

Research Center Jülich IFF-7, Weiche Materie D-52425 Jülich, Niemcy, Profesor J. K. G. Dhont, współpraca dotyczy rozpraszania światła na powierzchni międzyfazowej odgraniczającej zawieszinę koloidalną hydrodynamicznie oddziałujących cząstek. Algorytm numeryczny rozwinięty przeze mnie [21] pozwoli na interpretację wyników doświadczeń przeprowadzonych w Jülich.

WYKAZ OSIĄGNIĘĆ W PRACY NAUKOWO BADAWCZEJ

Publikacje po habilitacji:

1. "Diffusion, sedimentation, and rheology of concentrated suspensions of core-shell particles"
Abade G.C.; Cichocki Bogdan; Ekiel-Jezewska Maria L., Naeyele G, Wajnryb E.,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS, **136** Issue: 4 Article Number: 104902,
Published: 2012,
Times Cited: 0, **IF=2.928**
2. "Layering Instability in a Confined Suspension Flow",
Zurita-Gotor M.; Bławdziewicz J.; Wajnryb E.
PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: **108** Issue: 6 Article Number: 068301,
Published: FEB 10 2012
Times Cited: 0, **IF=7.621**
3. "Dynamics of fibers in a wide microchannel"
Słowicka Agnieszka M.; Ekiel-Jezewska Maria L.; Sadlej Krzysztof; Wajnryb E.
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS, **136** Issue: 4 Article Number: 044904,
Published: JAN 28 2012,
Times Cited: 0, **IF=2.928**
4. "Short-time self-diffusion coefficient of a particle in a colloidal suspension bounded by a microchannel: Virial expansions and simulation",
Kedzierski Marcin, Wajnryb Eligiusz
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS, **135** Issue: 16, Article Number: 164104,
Published: OCT 28 2011,
Times Cited: 0, **IF=2.928**
5. "General inequalities for multipoint Pade approximants to a Stieltjes function expanded at real points",
MATHEMATICAL INEQUALITIES AND APPLICATIONS, **14** (4) , pp. 977-988,
Published: APR 2011,
Times Cited: 0, **IF=0.524**
6. "Motion of a sphere parallel to plane walls in a Poiseuille flow. Application to field-flow fractionation and hydrodynamic chromatography",
Pasol L.; Martin M.; Ekiel-Jezewska M. L., Wajnryb E. ; Bławdziewicz J.,

- Feuillebois F.,
CHEMICAL ENGINEERING SCIENCE Volume: **66** Issue: 18 Pages: 4078-4089,
Published: SEP 15 2011,
Times Cited: 0, **IF=2.379**
7. "First-order virial expansion of short-time diffusion and sedimentation coefficients of permeable particles suspensions",
Cichocki Bogdan; Ekiel-Jezewska Maria L.; Naegele G, Wajnryb E.,
PHYSICS OF FLUIDS, Volume: **23** Issue: 8, Published: AUG 2011,
Times Cited: 0, **IF=1.722**
8. "Motion of a spherocylindrical particle in a viscous fluid in confined geometry",
Mongruel A.; Lecoq N.; Wajnryb E., Feuillebois F, Cichocki B.,
EUROPEAN JOURNAL OF MECHANICS B-FLUIDS, Volume: **30** Issue: 4
Pages: 405-408, Published: JUL-AUG 2011,
Times Cited: 1, **IF=1.068**
9. "Rotational and translational self-diffusion in concentrated suspensions of permeable particles",
Abade G.C.; Cichocki Bogdan; Ekiel-Jezewska Maria L., Naegele G, Wajnryb E.,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS, Volume: **134** Issue: 24, Published: JUN 28
2011,
Times Cited: 2, **IF=2.928**
10. "Lifetime of a cluster of spheres settling under gravity in Stokes flow",
Ekiel-Jezewska Maria L.; Wajnryb Eligiusz
PHYSICAL REVIEW E Volume: 83 Issue: 6 Article Number: 067301 Physical
Review E.**83**.067301 Part: Part 2 Published: JUN 6 2011,
Times Cited: 2, **IF=2.352**
11. "Mutual information and redundancy in spontaneous communication between cortical neurons",
Szczepanski J.; Arnold M.; Wajnryb E.; Amigo, JM; Sanchez-Vives, MV
BIOLOGICAL CYBERNETICS Volume: **104** Issue: 3 Pages: 161-174, Published:
MAR 2011,
Times Cited: 0, **IF=1.667**
12. "Dynamics of nanofibres conveyed by low Reynolds number flow in a microchannel",
Sadlej K.; Wajnryb E.; Ekiel-Jezewska M. L., Lamparska, D, Kowalewski, TA,
Conference on Modelling Fluid Flow (CMFF 09) Location: Budapest Univ Technol &
Econ, Budapest, HUNGARY Date: SEP 09-12, 2009
INTERNATIONAL JOURNAL OF HEAT AND FLUID FLOW Volume: 31 Issue:
6 Special Issue: **SI** Pages: 996-1004, Published: DEC 2010,
Times Cited: 1, **IF=1.802**
13. "Precise multipole method for calculating many-body hydrodynamic interactions in a microchannel",
Kedzierski Marcin; Wajnryb Eligiusz,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS Volume: **133** Issue: 15 Article Number:

154105, Published: OCT 21 2010,
Times Cited: 1, **IF=2.928**

14. "Hydrodynamic coupling of spherical particles to a planar fluid-fluid interface: Theoretical analysis",
Blawdziewicz J.; Ekiel-Jezewska M. L.; Wajnryb E.,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS Volume: **133** Issue: 11 Article Number:
114703, Published: SEP 21 2010,
Times Cited: 2, **IF=2.928**
15. "Motion of a spherical particle near a planar fluid-fluid interface: The effect of surface incompressibility",
Blawdziewicz J.; Ekiel-Jezewska M. L.; Wajnryb E.,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS Volume: 133 Issue: 11 Article Number:
114702, Published: SEP 21 2010,
Times Cited: 1, **IF=2.928**
16. "High-frequency viscosity of concentrated porous particles suspensions"
Abade Gustavo C.; Cichocki Bogdan; Ekiel-Jezewska Maria L.; Naegele G, Wajnryb E.,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS Volume: **133** Issue: 8 Article Number:
084906, Published: AUG 28 2010,
Times Cited: 4, **IF=2.928**
17. "High-frequency viscosity and generalized Stokes-Einstein relations in dense suspensions of porous particles",
Abade Gustavo C.; Cichocki Bogdan; Ekiel-Jezewska Maria L.; et al.
JOURNAL OF PHYSICS-CONDENSED MATTER Volume: **22** Issue: 32 Article
Number: 322101, Published: AUG 18 2010,
Times Cited: 6, **IF=2.332**
18. "Hydrodynamic interactions suppress deformation of suspension drops in Poiseuille flow"
Sadlej Krzysztof; Wajnryb Eligiusz; Ekiel-Jezewska Maria L.,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS Volume: **133** Issue: 5 Article Number:
054901, Published: AUG 7 2010,
Times Cited: 0, **IF=2.928**
19. "Hydrodynamic radii and diffusion coefficients of particle aggregates derived from the bead model"
Adamczyk Zbigniew; Sadlej Krzysztof; Wajnryb Eligiusz; Ekiel-Jezewska, ML;
Warszynski, P,
JOURNAL OF COLLOID AND INTERFACE SCIENCE Volume: **347** Issue: 2
Pages: 192-201, Published: JUL 15 2010,
Times Cited: 2, **IF=3.066**
20. "Nonlinear hydrodynamic phenomena in Stokes flow regime",
Blawdziewicz J.; Goodman R. H.; Khurana N.; Wajnryb, E; Young, YN,
International Symposium on Fluid Science and Turbulence Location: Johns Hopkins

Univ, Homewood Campus, Baltimore, MD Date: MAY 30-31, 2008
PHYSICA D-NONLINEAR PHENOMENA Volume: **239** Issue: 14 Pages: 1214-1224, Published: JUL 15 2010,
Times Cited: 4, **IF=1.555**

21. "The intensity correlation function in evanescent wave scattering",
Cichocki B.; Wajnryb E.; Blawdziewicz J., Dhont, JKG; Lang, PR,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS Volume: **132** Issue: 7 Article Number:
074704, Published: FEB 21 2010,
Times Cited: 4, **IF=2.928**
22. "Dynamics of permeable particles in concentrated suspensions",
Abade Gustavo C.; Cichocki Bogdan; Ekiel-Jezewska Maria L.; Nagele, G; Wajnryb,
PHYSICAL REVIEW E Volume: **81** Issue: 2 Article Number:
020404, Published: FEB 2010,
Times Cited: 2, IF=2.352
23. "Streaming potential studies of colloid, polyelectrolyte and protein deposition",
Adamczyk Z.; Sadlej K.; Wajnryb E.; Nattich M., Ekiel-Jezewska M.L.,
Blawdziewicz J.
Source: ADVANCES IN COLLOID AND INTERFACE SCIENCE Volume: 153
Issue: 1-2 Pages: 1-29 DOI: 10.1016/j.cis.2009.09.004 Published: JAN 15 2010,
Times Cited: 13, IF=8.660
24. "Short-time dynamics of permeable particles in concentrated suspensions",
Abade Gustavo C.; Cichocki Bogdan; Ekiel-Jezewska Maria L., Nagele, G; Wajnryb,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS Volume: **132** Issue: 1 Article Number:
014503, Published: JAN 7 2010,
Times Cited: 10, **IF=2.928**
25. "Hydrodynamic orienting of asymmetric microobjects under gravity",
Ekiel-Jezewska Maria L.; Wajnryb Eligiusz,
JOURNAL OF PHYSICS-CONDENSED MATTER Volume: **21** Issue: 20 Article
Number: 204102, Published: MAY 20 2009,
Times Cited: 3, **IF=2.332**
26. "Streaming current and streaming potential for particle covered surfaces: Virial
expansion and simulations",
Sadlej Krzysztof; Wajnryb Eligiusz; Blawdziewicz Jerzy, Ekiel-Jezewska, ML;
Adamczyk, Z,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS Volume: **130** Issue: 14 Article Number:
144706, Published: APR 14 2009,
Times Cited: 5, **IF=3.093**
27. "Equilibrium and nonequilibrium thermodynamics of particle-stabilized thin liquid
films",
Blawdziewicz J.; Wajnryb E.,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS Volume: **129** Issue: 19 Article Number:
194509, Published: NOV 21 2008,

Times Cited: 3, **IF=2.928**

28. "Lubrication approximation for microparticles moving along parallel walls",
Ekiel-Jezewska Maria L.; Wajnryb Eligiusz; Blawdziewicz Jerzy, Feuillebois, F,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS Volume: **129** Issue: 18 Article Number:
181102, Published: NOV 14 2008,
Times Cited: 1, **IF=2.928**
29. "An analysis of the far-field response to external forcing of a suspension in the Stokes
flow in a parallel-wall channel",
Blawdziewicz J.; Wajnryb E.,
PHYSICS OF FLUIDS Volume: **20** Issue: 9 Article Number: 093303, Published:
SEP 2008,
Times Cited: 8, **IF=1.722**
30. "Friction of rodlike particles adsorbed to a planar surface in shear flow",
Ekiel-Jezewska Maria L.; Sadlej Krzysztof; Wajnryb Eligiusz,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS Volume: **129** Issue: 4 Article Number:
041104, Published: JUL 28 2008,
Times Cited: 5, **IF=2.928**
31. "Hydrodynamic crystals: Collective dynamics of regular arrays of spherical particles in
a parallel-wall channel",
Baron M.; Blawdziewicz J.; Wajnryb E.,
PHYSICAL REVIEW LETTERS Volume: **100** Issue: 17 Article Number:
174502, Published: MAY 2 2008,
Times Cited: 12, **IF=7.621**
32. "The short-time self-diffusion coefficient of a sphere in a suspension of rigid rods",
Guzowski J.; Cichocki B.; Wajnryb E.; Abade, GC,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS Volume: **128** Issue: 9 Article Number:
094502, Published: MAR 7 2008,
Times Cited: 3, **IF=2.928**
33. "Interpreting non-random signatures in biomedical signals with Lempel-Ziv
complexity",
Nagarajan Radhakrishnan; Szczepanski Janusz; Wajnryb Eligiusz,
PHYSICA D-NONLINEAR PHENOMENA Volume: **237** Issue: 3 Pages: 359-364,
Published: MAR 2008,
Times Cited: 1, **IF=1.555**
34. "Swapping trajectories: A new wall-induced cross-streamline particle migration
mechanism in a dilute suspension of spheres",
Zurita-Gotor M.; Blawdziewicz J.; Wajnryb E.,
JOURNAL OF FLUID MECHANICS Volume: **592** Pages: 447-469, Published:
DEC 10 2007,
Times Cited: 21, **IF=2.453**

35. "Hydrodynamic interactions between spheres in a viscous fluid with a flat free surface or hard wall",
Cichocki Bogdan; Ekiel-Jezewska Maria L.; Wajnryb Eligiusz,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS Volume: **126** Issue: 18 Article Number:
184704, Published: MAY 14 2007,
Times Cited: 3, **IF=2.928**
36. "Motion of a rod-like particle between parallel walls with application to suspension rheology",
Zurita-Gotor M.; Blawdziewicz J.; Wajnryb E.,
JOURNAL OF RHEOLOGY Volume: **51** Issue: 1 Pages: 71-97, Published: JAN-
FEB 2007,
Times Cited: 8, **IF=3.117**
37. "Accuracy of the multipole expansion applied to a sphere in a creeping flow parallel to a wall",
Ekiel-Jezewska M. L.; Wajnryb E.,
QUARTERLY JOURNAL OF MECHANICS AND APPLIED
MATHEMATICS Volume: **59** Pages: 563-585, Published: NOV 2006,
Times Cited: 9, **IF=0.964**
38. "Hydrodynamic interactions of spherical particles in Poiseuille flow between two parallel walls",
Bhattacharya S; Blawdziewicz J; Wajnryb E.,
PHYSICS OF FLUIDS Volume: **18** Issue: 5 Article Number: 053301, Published:
MAY 2006,
Times Cited: 23, **IF=1.722**
39. "Equilibria for the relative motion of three heavy spheres in Stokes fluid flow",
Ekiel-Jezewska ML; Wajnryb E.,
PHYSICAL REVIEW E Volume: **73** Issue: 4 Article Number: 046309, Part 2
Published: APR 2006,
Times Cited: 5, **IF=2.352**
40. "Far-field approximation for hydrodynamic interactions in parallel-wall geometry",
Bhattacharya S; Blawdziewicz J; Wajnryb E.,
JOURNAL OF COMPUTATIONAL PHYSICS Volume: **212** Issue: 2 Pages: 718-
738, Published: MAR 1 2006,
Times Cited: 25, **IF=2.345**
41. "Three-particle motion under gravity in Stokes flow: an equilibrium for spheres in contrast to "an end-of-world" for point particles",
Ekiel-Jezewska M. L.; Wajnryb E.
International Conference on Continuous and Discrete Modelling in Mechanics
Location: Warsaw, POLAND Date: SEP 05-09, 2005
ARCHIVES OF MECHANICS Volume: **58** Issue: 4-5 Pages: 489-494 Published:
2006,
Times Cited: 1, **IF=0.469**

42. "Hydrodynamic interactions of spherical particles in suspensions confined between two planar walls",
Bhattacharya S; Blawdziewicz J; Wajnryb E.,
JOURNAL OF FLUID MECHANICS Volume: **541** Pages: 263-292, Published:
OCT 25 2005,
Times Cited: 43, **IF=2.453**
43. "Many-particle hydrodynamic interactions in parallel-wall geometry: Cartesian-representation method",
Bhattacharya S; Blawdziewicz J; Wajnryb E.,
PHYSICA A-STATISTICAL MECHANICS AND ITS APPLICATIONS Volume:
356 Issue: 2-4 Pages: 294-340, Published: OCT 15 2005,
Times Cited: 36, **IF=1.521**
44. "Phase equilibria in stratified thin liquid films stabilized by colloidal particles",
Blawdziewicz J; Wajnryb E.,
EUROPHYSICS LETTERS Volume: **71** Issue: 2 Pages: 269-275, Published: JUL
2005,
Times Cited: 5, **IF=2.753**
45. "Sharp scalar and tensor bounds on the hydrodynamic friction and mobility of arbitrarily shaped bodies in Stokes flow",
Blawdziewicz J; Wajnryb E; Given JA; Hubbard, JB,
PHYSICS OF FLUIDS Volume: **17** Issue: 3 Article Number: 033602, Published:
MAR 2005,
Times Cited: 6, **IF=1.722**
46. "Hydrodynamic interactions between widely separated particles at a free surface",
Cichocki B; Ekiel-Jezewska ML; Nagele G; Wajnryb E.,
EUROPHYSICS LETTERS Volume: **67** Issue: 3 Pages: 383-389, Published:
AUG 2004,
Times Cited: 6, **IF=2.753**
47. "Motion of spheres along a fluid-gas interface",
Cichocki B; Ekiel-Jezewska ML; Nagele G; Wajnryb E.,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS Volume: **121** Issue: 5 Pages: 2305-2316,
Published: AUG 1 2004,
Times Cited: 7, **IF=2.928**
48. "Characterizing spike trains with Lempel-Ziv complexity",
Szczepanski J; Amigo JM; Wajnryb E; Sanchez-Vives, A,
12th Annual Computational Neuroscience Meeting (CSN 03) Location: Alicante,
SPAIN Date: JUL 05-09, 2003
NEUROCOMPUTING Volume: **58** Pages: 79-84, Published: JUN 2004,
Times Cited: 8, **IF=1.429**
49. "Brownian dynamics: divergence of mobility tensor",
Wajnryb E; Szymczak P; Cichocki B,
PHYSICA A-STATISTICAL MECHANICS AND ITS APPLICATIONS Volume:

- 335** Issue: 3-4 Pages: 339-358, Published: APR 15 2004,
Times Cited: 14, **IF=1.521**
50. "Estimating the entropy rate of spike trains via Lempel-Ziv complexity",
Amigo JM; Szczepanski J; Wajnryb E; Sanchez-Vives, MV,
NEURAL COMPUTATION Volume: **16** Issue: 4 Pages: 717-736, Published:
APR 2004,
Times Cited: 31, **IF=2.29**
51. "Biometric random number generators",
Szczepanski J; Wajnryb E; Amigo JM; Sanchez-Vives, MV (Sanchez-Vives, MV);
Slater, M,
COMPUTERS & SECURITY Volume: 23 Issue: 1 Pages: 77-84, Published:
2004,
Times Cited: 4, **IF=0.889**
52. "Characterizing spike trains with Lempel-Ziv complexity",
Szczepanski J; Amigo JM; Wajnryb E; Sanchez-Vives, M.,
Editor(s): DeSchutter E
12th Annual Computational Neuroscience Meeting (CNS 03) Location: Alicante,
SPAIN Date: JUL 05-09, 2003
COMPUTATIONAL NEUROSCIENCE: TRENDS IN RESEARCH 2004 Pages: 79-
84, Published: 2004,
Times Cited: 0, IF=2.325
53. "Three-particle contribution to effective viscosity of hard-sphere suspensions",
Cichocki B; Ekiel-Jezewska ML; Wajnryb E,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS Volume: **119** Issue: 1 Pages: 606-619,
Published: JUL 1 2003,
Times Cited: 11, **IF=2.928**
54. "Application of Lempel-Ziv complexity to the analysis of neural discharges",
Szczepanski J; Amigo JM; Wajnryb E; Sanchez-Vives, MV,
NETWORK-COMPUTATION IN NEURAL SYSTEMS Volume: **14** Issue: 2
Pages: 335-350 Article Number: PII S0954-898X(03)61063-8, Published: MAY
2003,
Times Cited: 19, **IF=1.333**
55. "On the number of states of the neuronal sources",
Amigo JM; Szczepanski J; Wajnryb E; Sanchez-Vives, MV,
BIOSYSTEMS Volume: **68** Issue: 1 Pages: 57-66 Article Number: PII S0303-
2647(02)00156-9, Published: JAN 2003,
Times Cited: 10, **IF =1.478**
56. "Three-particle contribution to sedimentation and collective diffusion in hard-sphere
suspensions",
Cichocki B; Ekiel-Jezewska ML; Szymczak P; Wajnryb E.,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS Volume: **117** Issue: 3 Pages: 1231-1241,
Published: JUL 15 2002,

Times Cited: 20, **IF=2.928**

57. "Friction and mobility for colloidal spheres in Stokes flow near a boundary: The multipole method and applications",
Cichocki B; Jones RB; Kutteh R; Wajnryb E.,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS Volume: **112** Issue: 5 Pages: 25,
Published: FEB 1 2000,
Times Cited: 66, **IF=2.928**

Publikacje przed habilitacją:

58. "Hydrodynamic interactions between two spheres at contact",
Ekiel-Jezewska ML; Feuillebois F; Lecoq N; Masmoudi, K; Anthore, R; Bostel, F;
Wajnryb, E,
PHYSICAL REVIEW E Volume: **60** Issue: 4 Pages: 4994-4994, Part b Published:
OCT 1999,
Times Cited: 1, **IF=2.352**
59. "Hydrodynamic interactions and collision efficiencies of spherical drops covered with an incompressible surfactant film",
Blawdziewicz J; Wajnryb E; Loewenberg M,
JOURNAL OF FLUID MECHANICS Volume: 395 Pages: 29-59, Published: SEP 25 1999,
Times Cited: 33, **IF=2.453**
60. "The viscosity of electrostatically stabilized dispersions of spherical colloid particles",
Wajnryb E; Dahler JS,
JOURNAL OF COLLOID AND INTERFACE SCIENCE Volume: **217** Issue: 2
Pages: 249-258, Published: SEP 15 1999,
Times Cited: 2, **IF=3.066**
61. "The viscosity of polymerically stabilized dispersions of spherical colloid particles",
Wajnryb E; Dahler JS,
JOURNAL OF COLLOID AND INTERFACE SCIENCE Volume: **217** Issue: 2
Pages: 259-268, Published: SEP 15 1999,
Times Cited: 2, **IF=3.066**
62. "Lubrication corrections for three-particle contribution to short-time self-diffusion coefficients in colloidal dispersions",
Cichocki B; Ekiel-Jezewska ML; Wajnryb E,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS Volume: **111** Issue: 7 Pages: 32,
Published: AUG 15 1999,
Times Cited: 51, **IF=2.928**
63. "Hydrodynamic interactions between two spheres at contact",
Ekiel-Jezewska ML; Feuillebois F; Lecoq N; Masmoudi, K; Anthore, R; Bostel, F;
Wajnryb, E,

PHYSICAL REVIEW E Volume: **59** Issue: 3 Pages: 3182-3191, Part b Published: MAR 1999,
Times Cited: 13, **IF=2.352**

64. "The viscosity of a moderately dense, polydisperse suspension of spherical particles",
Wajnryb E; Dahler JS,
PHYSICA A Volume: **253** Issue: 1-4 Pages: 77-104, Published: MAY 1 1998,
Times Cited: 5, **IF=1.521**
65. "The viscosity of a moderately dense suspension of particles with piece-wise constant potentials of interaction"
Wajnryb E; Dahler JS,
PHYSICA A Volume: **250** Issue: 1-4 Pages: 142-166, Published: FEB 15 1998,
Times Cited: 4, **IF=1.521**
66. "THE NEWTONIAN VISCOSITY OF A MODERATELY DENSE SUSPENSION"
Wajnryb Eligiusz; Dahler John S.,
ADVANCES IN CHEMICAL PHYSICS Volume: 102 Pages: 193-313, Published: 1997,
Times Cited: 4, **IF=2.828**
67. "UNIQUENESS OF THE MICROSCOPIC STRESS TENSOR",
WAJNRYB E; ALTENBERGER AR; DAHLER JS,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS Volume: **103** Issue: 22 Pages: 9782-9787,
Published: DEC 8 1995,
Times Cited: 23, **IF=2.928**
68. "DO ERGODIC OR CHAOTIC PROPERTIES OF THE REFLECTION LAW IMPLY ERGODICITY OR CHAOTIC BEHAVIOR OF A PARTICLES MOTION",
SZCZEPANSKI J; WAJNRYB E,
CHAOS SOLITONS & FRACTALS Volume: 5 Issue: 1 Pages: 77-89, Published: JAN 1995,
Times Cited: 5, **IF=2.042**
69. "The phenomenological and statistical thermodynamics of nonuniform systems",
Wajnryb E; Altenberger AR; Dahler JS,
ADVANCES IN CHEMICAL PHYSICS, VOL 91 Book Series: ADVANCES IN CHEMICAL PHYSICS Volume: 91 Pages: 155-239, Published: 1995,
Times Cited: 0, **IF=2.828**
70. "FRICTION AND MOBILITY OF MANY SPHERES IN STOKES-FLOW",
CICHOCKI B; FELDERHOF BU; HINSEN K; WAJNRYB, E;
BLAWZDZIEWICZ J,
JOURNAL OF CHEMICAL PHYSICS Volume: **100** Issue: 5 Pages: 3780-3790,
Published: MAR 1 1994,
Times Cited: 130, **IF=2.928**
71. "LONG-TIME BEHAVIOR OF THE ONE-PARTICLE DISTRIBUTION FUNCTION FOR THE KNUDSEN GAS IN A CONVEX DOMAIN",

SZCZEPANSKI J; WAJNRYB E,
PHYSICAL REVIEW A Volume: **44** Issue: 6 Pages: 3615-3621, Published:
SEP 15 1991,
Times Cited: 4, **IF=2.861**

72. "MEAN 1ST-PASSAGE TIME IN THE PRESENCE OF COLORED NOISE - A
RANDOM-TELEGRAPH-SIGNAL APPROACH",
KUS M; WAJNRYB E; WODKIEWICZ K,
PHYSICAL REVIEW A Volume: **43** Issue: 8 Pages: 41, Published: APR 15 1991,
Times Cited: 22, **IF=2.861**

73. "MEAN 1ST-PASSAGE TIME IN THE PRESENCE OF COLORED NOISE - AN
EXACT THEORY",
KUS M; WAJNRYB E; WODKIEWICZ K,
PHYSICAL REVIEW A Volume: **42** Issue: 12 Pages: 75, Published:
DEC 15 1990,
Times Cited: 6, **IF=2.861**

74. "BIFURCATIONS IN STOCHASTIC DYNAMICAL-SYSTEMS WITH SIMPLE
SINGULARITIES",
JANECZKO S; WAJNRYB E,
STOCHASTIC PROCESSES AND THEIR APPLICATIONS Volume: **31** Issue: 1
Pages: 71-88, Published: MAR 1989,
Times Cited: 1, **IF=1.381**

75. "THE LORENTZ MODEL FOR NEUTRINOS - EXACT SOLUTION",
PIASECKI J; WAJNRYB E,
PHYSICA A Volume: **133** Issue: 1-2 Pages: 291-301, Published: 1985,
Times Cited: 6, **IF=1.521**

76. "THE BOLTZMANN-EQUATION FOR THE GENERALIZED LORENTZ GAS",
WAJNRYB E,
ACTA PHYSICA POLONICA A Volume: **65** Issue: 2 Pages: 107-120, Published:
1984,
Times Cited: 2, **IF=0.467**

77. "LONG-TIME BEHAVIOR OF THE LORENTZ ELECTRON-GAS IN A
CONSTANT, UNIFORM ELECTRIC-FIELD",
PIASECKI J; WAJNRYB E,
JOURNAL OF STATISTICAL PHYSICS Volume: 21 Issue: 5 Pages: 549-559,
Published: 1979,
Times Cited: 24, **IF=1.534**

Udział w konferencjach w okresie po habilitacji:

1. E. Wajnryb, J.M. Amigo, J. Szczepański i M. V. Sanchez-Vives, "On the Number of States of the Sources as Defined by Neuron Responses of Primary Visual Cortex" World Congress on Neuroinformatics, Wien, September 24-29, 2001.
2. E. Wajnryb, M. V. Sanchez-Vives, J. Szczepański, J.M. Amigo, "Measurement of the Information Content in the Neuron Responses of Primary Visual Cortex", IX Congreso de la Sociedad Española de Neurociencias, Santiago de Compostela, Spain, September 9-11, 2001.
3. J. Szczepański, J.M. Amigo, E. Wajnryb, M.V. Sanchez-Vives, "Characterizing spike trains with Lempel-Ziv complexity", 12th Annual Computational Neuroscience Meeting (CSN 03) Location: Alicante, SPAIN Date: JUL 05-09, 2003.
4. Janusz Szczepański, Eligiusz Wajnryb, José M. Amigó, María V. Sanchez-Vives, "Construction of Random Number Generators via Biometric Methods" Mel Slater, 5th NATO Regional Conference on Military Communications and Information Systems 2001 – Partnership for CIS Interoperability", Zegrze, Poland, October 8th – 10th, 2003.
5. E. Wajnryb, J. Bławdziewicz, "Rigorous relations between hydrodynamic friction coefficients and Electrostatic capacitance", New England Fluid Conference, New Haven, USA, 2003.
6. E. Wajnryb, J. Bławdziewicz, "Rigorous relations between hydrodynamic friction coefficients and Electrostatic capacitance" American Institute of Chemical Engineers, Annual Meeting 2003.
7. E. Wajnryb, J. Bławdziewicz, "Hydrodynamics of particle-stabilized thin liquid film" American Institute of Chemical Engineers, Annual Meeting 2003.
8. E. Wajnryb, J. Bławdziewicz, "High-frequency linear viscosity of emulsions composed of two viscoelastic fluids", 56th Annual Meeting of the Division of Fluid Dynamics, USA, 2003.
9. M.M. Arnold, J. Szczepański, N. Montejo, E. Wajnryb, M.V. Sanchez-Vives Prezentacja na konferencji, "Information content of cortical spike trans during different brain states", 35th Meeting of Society for Neuroscience in Washington, Nov. 12-16, 2005.
10. E. Wajnryb, J. Bławdziewicz, S. Bhattacharya, "Many-particle hydrodynamic interactions in parallel-wall geometry: Cartesian-representation method", 1st Warsaw School of Statistical Physics Kazimierz Dolny, Poland, June 10-17, 2005.
11. M.L. Ekiel-Jeżewska, E. Wajnryb, "Three particles settling under gravity in Stokes flow: an equilibrium for spheres in contrast to "an end-of-world" for point particles", International Conference on Continuous and Discrete Modelling in Mechanics

Location: Warsaw, POLAND Date: SEP 05-09, 2005, Conference in memory of Prof. Henryk Zorski, Warsaw, 2005.

12. J. Bławdziewicz, E. Wajnryb, "Multiparticle hydrodynamic interactions in parabolic creeping flow between two parallel planar walls", American Physical Society, Division of Fluid Dynamics Annual Meeting in Chicago, 2005.
13. E. Wajnryb, J. Bławdziewicz, "Near wall dynamics of a large particle in a highly bidisperse colloidal Solution", American Physical Society, Division of Fluid Dynamics Annual Meeting in Chicago, 2005.
14. J. Bławdziewicz, E. Wajnryb, "Boltzmann Monte-Carlo simulations of a suspension of non-spherical particles in a parallel-wall channel", American Physical Society, Division of Fluid Dynamics Annual Meeting in Chicago, 2005.
15. Bławdziewicz, J., Wajnryb, E., Given, J.A., Hubbard, "Electrostatic bounds on the hydrodynamic friction and mobility of arbitrarily shaped bodies in stokes flow", 2005 AIChE (American Institute of Chemical Engineers) Annual Meeting, Conference Proceedings , pp. 986
16. Rheology of a dilute suspension of non-spherical particles in parallel-wall geometry Zurita-Gotor, M., Bławdziewicz, J., Wajnryb, E. 2005 AIChE (American Institute of Chemical Engineers) Annual Meeting, Conference Proceedings , pp. 1044 0
17. Equilibrium and constrained-equilibrium states in stratified particle-stabilized thin liquid film Bławdziewicz, J., Wajnryb, E. 2005 AIChE (American Institute of Chemical Engineers) Annual Meeting, Conference Proceedings , pp. 212 0
18. Many-particle hydrodynamic interactions in parallel-wall geometry: The role of the far-field flow Bhattacharya, S., Bławdziewicz, J., Wajnryb, E. 2005 AIChE (American Institute of Chemical Engineers) Annual Meeting, Conference Proceedings , pp. 874 0
19. J Szczepański, M.M. Arnold, E. Wajnryb, M.V. Sanchez-Vives, "Mutual Information and Redundancy in Cortical Spike Trains During the Awake States", 15th Annual Computational Neuroscience Meeting CNS*2006, Edinburgh, Scotland, July 16-20, 2006.
20. J. Bławdziewicz , E. Wajnryb, "Hydrodynamic Interactions of Spherical Particles between Two Planar Walls: Accelerated Stokesian-Dynamics Algorithm", American Institute of Chemical Engineers 2006 Annual Meeting, November 12-17, 2006 San Francisco, California
21. Mauricio Zurita-Gotor, J. Bławdziewicz , E. Wajnryb, "Wall-Induced Particle Migration and Ordering Mechanisms in Dilute Suspensions of Spherical Particles in Creeping Flow Conditions", American Institute of Chemical Engineers 2006 Annual Meeting, November 12-17, 2006 San Francisco, California

22. E. Wajnryb, J. Bławdziewicz, “Hydrodynamic interactions of spherical particles between two planar walls: accelerated Stoksonian-dynamics algorithm”, Second Warsaw School of Statistical Physics, Kazimierz Dolny, Poland, June 2007.
23. E. Wajnryb, “Many-particle hydrodynamic interactions in parallel-wall geometry: Cartesian-representation method and asymptotic formalism”, International Soft Matter Conference 2007, Aachen, Germany
24. M. L. Jeżewska, E. Wajnryb, “Clustering of particles in low Reynolds numbers”, International Soft Matter Conference 2007, Aachen, Germany
25. J. Bławdziewicz, E. Wajnryb, “Hydrodynamic Crystals: Collective Dynamics Of Quasi-Two-Dimensional Regular Arrays Of Spherical Particles In Stokes Flow Between Two Parallel Walls”, American Institute of Chemical Engineers 2007 Annual Meeting, Salt Lake City, November 4 -9, 2007.
26. J. Bławdziewicz, E. Wajnryb, “Pairing And Collective Dynamics Of Particles And Deformable Drops In Parallel-Wall Channels”, American Institute of Chemical Engineers 2007 Annual Meeting, Salt Lake City, November 4 -9, 2007.
27. E. Wajnryb, “Hydrodynamic crystals: collective dynamics of regular arrays of spherical particles in a parallel-wall channel”, ICTAM 2008, Adelaide Australia, August 2008.
28. E. Wajnryb, M. L. Ekiel-Jeżewska, “Microparticles in narrow micro channels – lubrication approximation”, 16th European Conference on Information Systems (ECIS), Kraków, Polska, 2008.
29. E. Wajnryb, “Hydrodynamic crystals: collective dynamics of regular arrays of spherical particles in a parallel wall channel”, 16th European Conference on Information Systems (ECIS), Kraków, Polska, 2008.
30. Bławdziewicz J.; Goodman R. H.; Khurana N. „Nonlinear hydrodynamic phenomena in Stokes flow regime”, International Symposium on Fluid Science and Turbulence Location: Johns Hopkins Univ, Homewood Campus, Baltimore, MD Date: MAY 30-31, 2008
31. J. Bławdziewicz, E. Wajnryb, “Buckling transition in wall-bounded hydrodynamic crystals”, The Society of Rheology 81st Annual Meeting, Madison, Wisconsin, USA, October 18-22, 2009.
32. Sadlej K.; Wajnryb E.; Ekiel-Jeżewska M. L, “Dynamics of nanofibres conveyed by low Reynolds number flow in a microchannel”, Conference on Modelling Fluid Flow (CMFF 09) Location: Budapest Univ Technol & Econ, Budapest, HUNGARY Date: SEP 09-12, 2009
33. M. L. Ekiel-Jeżewska, E. Wajnryb, J. Bławdziewicz, and F. Feuillebois, “Microparticles in narrow microchannels - lubrication approximation” 3rd Warsaw School of Statistical Physics, , Kazimierz Dolny, Poland, 27 June – 4 July 2011.

34. Gustavo C. Abade, Bogdan Cichocki, Maria L. Ekiel-Jeżewska, Gerhard Naegele, and Eligiusz Wajnryb, “Hydrodynamics of permeable particles suspensions, Microparticles in Stokes Flows”, Symposium in Honor of Francois Feuillebois' 65th Birthday, Warsaw, August 21-24, 2011
35. Bogdan Cichocki, Maria L. Ekiel-Jeżewska, and Eligiusz Wajnryb, “Suspensions of arbitrary-shaped particles - Brownian contribution to intrinsic viscosity”, Microparticles in Stokes Flows, Symposium in Honor of Francois Feuillebois' 65th Birthday, Warsaw, August 21-24, 2011
36. Agnieszka M. Słowicka, Maria L. Ekiel-Jeżewska, Krzysztof Sadlej, and Eligiusz Wajnryb, Dynamics of fibers in a wide micro channel, Microparticles in Stokes Flows, Symposium in Honor of Francois Feuillebois' 65th Birthday, Warsaw, August 21-24, 2011
37. E. Wajnryb, M. Kedzierski, Hydrodynamic interactions in microchannel, Symposium in Honor of Francois Feuillebois' 65th Birthday, Warsaw, August 21-24, 2011
38. E. Wajnryb, M. Kedzierski, Hydrodynamic interactions in microchannel 4th Warsaw School of Statistical Physics, Kazimierz Dolny, Poland, 25 June – 2 July 2011.