

<p>Nauki fizyczne temat nr 20</p>	<p>Physical sciences topic No. 20</p>
<p><b>Transport materii pasywnej i aktywnej w układach złożonych</b></p>	<p><b>Driven transport of passive and active matter in complex environments</b></p>
<p>PhD supervisor: <b>dr hab. Jakub Spiechowicz, prof. UŚ</b> <a href="https://zft.us.edu.pl/index.php/people/13-staff/35-mgr-jakub-spiechowicz">https://zft.us.edu.pl/index.php/people/13-staff/35-mgr-jakub-spiechowicz</a></p>	
<p><b>Krótką charakterystyką założeń i celów badawczych</b></p> <p>Zafascynowani złożonością i niewielkimi rozmiarami żywej komórki, w proponowanym projekcie chcemy zbadać transport materii pasywnej i aktywnej w układach złożonych. Transport wewnątrzkomórkowy jest realizowany przez maleńkie białka zwane motorami molekularnymi (np. kinezyna), które poruszają się wzdłuż mikrotubul, czyli przestrzenie periodycznych, polimeryzowanych włókien. Są to silniki izotermiczne, działające z dala od stanu równowagi termodynamicznej, ale swoją sprawnością wciąż przewyższają każdą maszynę, którą jesteśmy w stanie wyprodukować.</p> <p>Będziemy je modelować za pomocą uogólnionego stochastycznego równania całkowo-różniczkowego Langevina jako motory Brownowskie, a mianowicie klasyczną cząstkę Browna oddalony od stanu równowagi termodynamicznej, poruszającą się w przestrzenie periodycznym potencjale. W szczególności skupimy się na indywidualnym i zbiorowym wpływie (i) bezwładności; (ii) lepkości ośrodka, pamięci hydrodynamicznej i korelacji szumu termicznego; (iii) nieGaussowskich nierównowagowych fluktuacji aktywnych; na właściwości transportowe, a także sprawność termodynamiczną badanego układu.</p> <p>Głównym celem naukowym proponowanego projektu jest zastosowanie metod współczesnej teoretycznej fizyki statystycznej do pogłębienia</p>	<p><b>Brief description of research assumptions and goals</b></p> <p>Fascinated by the complexity and smallness of the living cell in the proposed project we want to study driven transport of passive and active matter in complex environments. The intracellular transport in this highly sophisticated system is powered by tiny proteins known as molecular motors (e.g. a kinesin) which move along the microtubules that are spatially periodic polymerized filaments. They are isothermal engines working far away from thermodynamic equilibrium but still outperform any machine which we are able to manufacture. We will model them in terms of the generalized Langevin stochastic integro-differential equation as Brownian motors, namely, classical Brownian particles far away from thermodynamic equilibrium traveling in a spatially periodic potential. In particular, we will focus on the individual and collective impact of (i) inertia; (ii) viscoelasticity of the solvent, hydrodynamic memory and correlations of thermal noise; (iii) non-Gaussian nonequilibrium active fluctuations; on transport properties as well as thermodynamic efficiency of the studied systems.</p> <p>The main scientific goal of the proposed project is to apply methods of modern theoretical statistical physics to push further our current understanding of nonequilibrium transport in complex environments as well as to develop its new control strategies and novel applications. For this purpose we will analyze e.g. the average velocity, velocity</p>



<p>naszej obecnej wiedzy na temat transportu nierównowagowego w układach złożonych, a także opracowanie nowych strategii jego kontroli i nowatorskich zastosowań. W tym celu przeanalizujemy np. prędkość średnią, fluktuacje prędkości, energię kinetyczną, sprawność termodynamiczną konwersji energii, a także naruszenie twierdzenia o fluktuacji-dysypacji i ekwipartycji energii.</p> <p>Nasze wyniki teoretyczne mogą zostać zweryfikowane eksperymentalnie w wielu różnych układach fizycznych. Po pierwsze, obecnie możliwe jest przeprowadzanie eksperymentów in vitro bezpośrednio na motorach biologicznych, takich jak kinezyzna lub dyneina. Po drugie, proponowany model posiada wiele czysto sztucznych implementacji. W szczególności najważniejsze są złącza Josephsona i ich układy (SQUID), cząstki koloidalne znajdujące się w okresowych potencjałach generowanych przez światło laserowe oraz zimne atomy w sieciach optycznych.</p>	<p>fluctuations, kinetic energy, thermodynamic efficiency of the energy conversion as well as violation of the fluctuation-dissipation and energy equipartition theorem.</p> <p>Our theoretical results may be validated experimentally in many different physical systems. Firstly, nowadays it is possible to perform in vitro experiments directly on single-molecule motors such as a kinesin or dynein. Secondly, the proposed model possesses many purely artificial implementations. In particular, the most important are Josephson junctions and their systems (SQUIDs), colloidal particles dwelling in periodic potentials created by laser light fields and cold atoms in optical lattices.</p>
<p><b>Planowany wkład w rozwój dyscypliny</b></p> <p>Badania planowane w ramach tego projektu pozwolą zmierzyć się z szeregiem fundamentalnych wyzwań w dziedzinie nierównowagowej fizyki statystycznej, termodynamiki i teorii transportu w skali mikro i nano. Z drugiej strony, projekt jest obiecujący również pod względem potencjalnych przyszłych zastosowań, takich jak efektywna strategia separacji materii pasywnej i aktywnej, a także projektowanie i wytwarzanie mikro- i nanosilników inspirowanych biologicznie.</p>	<p><b>Planned contribution to the development of the discipline</b></p> <p>Research planned in this project will allow to face a number of fundamental challenges in nonequilibrium statistical physics, thermodynamics and theory of transport in the micro and nanoscale domain. On the other hand this proposal is promising also in terms of its potential future applications such as efficient strategy for separating of passive and active matter as well as designing and fabricating biologically inspired micro and nano motors.</p>
<p><b>Opis wymagań – wiedza, umiejętności i kompetencje społeczne kandydata</b></p>	<p><b>Description of requirements – knowledge, skills and social competences of the candidate</b></p>

