

Zgłoszenie tematu badawczego realizowanego w Krakowskiej Interdyscyplinarnej Szkole Doktorskiej w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, dyscyplina nauki fizyczne

1	Nazwisko i imię promotora, tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	Dr hab. Katarzyna Górską; IFJ PAN; katarzyna.gorska@ifj.edu.pl
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego (opcjonalnie), jednostka, adres e-mail	
3	Temat pracy badawczej + krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej	<p>Tytuł: Uogólnione równanie Cattaneo jako narzędzie do opisu anomalnej dyfuzji ze skończoną prędkością propagacji.</p> <p>Rozwiązanie standardowego równania dyfuzji otrzymane dla zlokalizowanego warunku początkowego jest dane funkcją Gaussa różną od zera na wszystkich $x \in \mathbb{R}$. Tę samą cechę mają rozwiązania równań dyfuzji anomalnej modelujące procesy dyfuzji uwzględniające wpływ pamięci na ewolucję czasową układu. Obserwacyjnie jest wszakże oczywiste, że dyfundujące cząstki są zawsze znajdowane na skończonym obszarze, czyli $x \in \Delta(x, t)$. Jest to spełnione przez rozwiązanie równania falowego, bądź równania Cattaneo. Równanie Cattaneo jest formalnie identyczne ze znanym z elektromagnetyki równaniem telegrafistów ale jego rozwiązania muszą dopuszczać interpretację gęstości rozkładów prawdopodobieństwa czyli być nieujemne i normowalne na \mathbb{R}. Różni je to w zasadniczy sposób</p>

		<p>od równania telegrafistów którego rozwiązaniem jest także fala płaska mająca część ujemną. Przejście do dyfuzji anomalnej realizujemy poprzez wprowadzenie pamięci rozmywając obecne w równaniu pochodne czasowe - otrzymane w ten sposób równanie nazywamy uogólnionym równaniem Cattaneo.</p> <p>Zasadniczym pytaniem które pojawia się przy poszukiwaniu jego rozwiązań jest czy wprowadzone czynniki pamięci modyfikują niezerowy obszar rozwiązania oraz czy wpływają na nie ujemność rozwiązań. Pytanie dotyczy procesów zachodzących 1-, 2-, oraz 3-ch wymiarach przestrzennych, przy czym dla 1 wymiaru odpowiedź na nie jest praktycznie znana. Do rozwiązania problem w 2- i 3 wymiarach i najbardziej obiecującą metodą prowadząca do tego celu jest zastosowanie formalizmu tzw. <i>persistent time random walk</i> uogólniającego standardowe błądzenie przypadkowe. Znalezienie, w oparciu o tę metodę, rozkładu prawdopodobieństwa dla czasu oczekiwania umożliwi wykazanie dodatniości rozwiązań poprzez zapisanie ich w postaci odpowiednich rozkładów całkowych.</p>
4	Wymagania w stosunku do kandydata	<ul style="list-style-type: none"> - magisterium z fizyki bądź matematyki, zainteresowanie fizyką matematyczną - znajomość fizyki klasycznej oraz mechaniki kwantowej na poziomie studiów uniwersyteckich, przyjęcie do KISD wymaga zdania egzaminu wstępnego z mechaniki kwantowej - znajomość języka angielskiego minimum na poziomie B2.
5	Wskazanie źródeł finansowania	Stypendium doktoranckie w ramach grantu NCN Preludium Bis 2

1	Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address	Dr hab. Katarzyna Górska; IFJ PAN; katarzyna.gorska@ifj.edu.pl
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation, e-mail address	
3	Research subject Title Short description, up to 250 words	<p>Title: Generalized Cattaneo equation as a tool to describe anomalous diffusion with finite velocity of propagation.</p> <p>Solution of standard diffusion (heat) equation obtained for the localized initial condition is given by the Gaussian function which is non-zero for all $x \in \mathbb{R}$. The same feature is observed for the solutions of anomalous diffusion equation which includes the memory effect. Nevertheless, it is obvious that the diffusing particles are always found in a compact region, i.e. $x \in \Delta(x, t)$. That is fulfilled by the solutions of wave and Cattaneo equations. The Cattaneo equation is formally identical to the telegrapher's equation but the solutions of Cattaneo equation should be the probability density function (PDF). It means that they are normalizable and nonnegative. This significantly differs it from the telegrapher's equation whose solution can be also given by a plane wave and have a negative part. The passage to anomalous diffusion is realized by introducing memory functions which present the smearing of time derivatives. Obtained equation is called the generalized Cattaneo equation.</p> <p>The main objective is related to the questions: what kind of memory functions should be taken to obtain the non-zero solution in the compact region and when is this solution non-negative? The problem concerned the processes taking place in 1-, 2-, and 3- dimensions, but in 1-dimension it is practically solved. Thus, we will deal with 2- and 3-dimensions. The most promising method for realizing this goal is using the <i>persistent time random walk</i> technique. We believe that based on this method we can find PDF.</p>

4	Additional requirements to the candidate	<ul style="list-style-type: none"> - master's degree in physics or mathematics, interest in mathematical physics; - knowledge of classical physics and quantum mechanics at university level, administration of KISD requires passing an entrance examination in quantum mechanics; - knowledge of English at least at B2 level.
5	Sources of financing	The PhD scholarship is guaranteed by the NCN grant: Preludium Bis 2