

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

1	Nazwisko i imię promotora, tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	prof. dr hab. Jacek Niemiec Instytut Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego PAN ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków Jacek.Niemiec@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>Przyspieszanie cząstek na falach uderzeniowych w plazmie kosmicznej</p> <p>Badania dotyczą procesów, które prowadzą do przyspieszania naładowanych cząstek do wysokich energii w falach uderzeniowych w plazmie kosmicznej. Cząstki te generują silną nietermiczną emisję promieniowania radiowego, rentgenowskiego i gamma obserwowaną w obiektach astronomicznych. Są one również rejestrowane na Ziemi jako promieniowanie kosmiczne.</p> <p>Badane są nierelatywistyczne i relatywistyczne szoki astrofizyczne. W przypadku szoków nierelatywistycznych analizowane są procesy wstępnego przyspieszania elektronów i protonów plazmy termicznej w mikroturbulencji generowanej w sąsiedztwie fali uderzeniowej. Zakładane parametry plazmy odpowiadają warunkom fizycznym w wielkoskalowych falach uderzeniowych powstałych podczas zderzeń gromad galaktyk, warunkom w heliosferze lub szokach pozostałości po wybuchach supernowych. W badaniach relatywistycznych fal uderzeniowych interesują nas procesy, które umożliwiają elektronom i protonom uzyskanie ogromnych energii w oddziaływaniach z falami elektromagnetycznymi o dużej amplitudzie, które mogą formować się z przodu fali uderzeniowej. Takie relatywistyczne</p>

		<p>fale uderzeniowe występują w dżetach aktywnych galaktyk lub błyskach gamma, w których plazma może być zmagnetyzowana.</p> <p>Głównym narzędziem badawczym jest nowoczesna metoda symulacji kinetycznych particle-in-cell (PIC). Przeprowadzone zostaną dwuwymiarowe i trójwymiarowe eksperymenty numeryczne wielkiej skali i dużej rozdzielczości na masowo równoległych superkomputerach o wysokiej wydajności. W zależności od zainteresowań kandydata doktorat może być także częściowo związany z rozwiązywaniem zagadnień informatycznych, dotyczących rozwijania i optymalizacji kodu numerycznego. Badania będą prowadzone we współpracy międzynarodowej z zespołami z Uniwersytetu w Tokio oraz Uniwersytetu Kiusiu w Japonii oraz Uniwersytetu Poczdamskiego i DESY-Zeuthen w Niemczech.</p>
4	Wymagania w stosunku do kandydata	<p>Stopień magistra fizyki, astronomii lub równoważny w dziedzinie pokrewnej. Dobra znajomość elektrodynamiki oraz podstawowa wiedza w zakresie astrofizyki. Ze względu na stosowane metody badawcze i wykorzystanie superkomputerów, niezbędna jest umiejętność pracy w systemie operacyjnym Linux oraz dobra znajomość programowania w języku C lub Fortran. Dobra znajomość języka angielskiego.</p>
5	Wskazanie źródeł finansowania	<p>NCN OPUS 17, kierownik prof. dr hab. Jacek Niemiec, 2020-2024, 36 mies.</p>

1	Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address	<p>prof. dr hab. Jacek Niemiec</p> <p>H. Niewodniczański Institute of Nuclear Physics Polish Academy of Sciences</p> <p>ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków</p> <p>Jacek.Niemiec@ifj.edu.pl</p>
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation, e-mail address	-
3	Research subject Title Short description, up to 250 words	<p>Particle acceleration in shocks waves in cosmic plasmas</p> <p>Research concerns processes that lead to the acceleration of charged particles to high energies in shock waves in cosmic plasmas. These particles generate strong non-thermal emission of radio, X, and gamma radiation observed in astronomical objects. They are also registered on Earth as cosmic rays.</p>

		<p>Non-relativistic and relativistic astrophysical shocks are investigated. In the case of non-relativistic shocks, the processes of pre-acceleration of electrons and protons of thermal plasma in the microturbulence generated in the vicinity of the shock wave are analyzed. The assumed plasma parameters correspond to physical conditions in large-scale shocks formed during collisions of galaxy clusters, shocks in the heliosphere and in supernova remnants. In the study of relativistic shock waves, we are interested in processes that allow electrons and protons to obtain enormous energies in their interactions with high-amplitude electromagnetic waves that can form upstream of the shock. Such relativistic shock waves occur in jets of active galaxies or gamma-ray bursts in which the plasma can be magnetized.</p> <p>The main research tool is a modern method of first-principles state-of-the-art kinetic Particle-In-Cell (PIC) simulations. Large-scale, high-resolution two-dimensional and three-dimensional numerical experiments will be performed on massively parallel high-performance supercomputers. Depending on the interests of the candidate the PhD work may partially involve solving the computing issues related to the development and optimization of the numerical code. Research will be performed in international cooperation with teams from the University of Tokyo and Kyushu University in Japan and Universitaet Potsdam and DESY-Zeuthen in Germany.</p>
4	Additional requirements to the candidate	M.Sc. in physics, astronomy or equivalent in related fields. Good knowledge of electrodynamics and a basic knowledge in the field of astrophysics. Due to the applied research methods and the use of supercomputers the ability to work in a Linux operating system and a good knowledge of C or Fortran programming language is required. Good command of English.
5	Sources of financing	NCN OPUS 17, PI prof. dr hab. Jacek Niemiec, 2020-2022, 36 months

