

**Zgłoszenie zagadnienia badawczego realizowanego  
w Krakowskiej Interdyscyplinarnej Szkole Doktorskiej  
w dyscyplinie nauki fizyczne**

**w Jednostce: astrofizyka teoretyczna**

1	<b>Nazwisko i imię promotora,</b> tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	dr. hab. Robert Kamiński, Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego, Robert.Kaminski@ifj.edu.pl, ul. Radzikowskiego 152 31-342 Kraków.
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego (opcjonalnie), jednostka, adres e-mail	dr. David Alvarez Castillo, Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego, dalvarez@ifj.edu.pl, ul. Radzikowskiego 152 31-342 Kraków.
3	<b>Temat zagadnienia badawczego+</b> krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej	<i>Badanie wnętrza gwiazd neutronowych poprzez astronomię wielokanałową i relatywistyczne zderzenia ciężkich jonów</i>  W ramach projektu opracowane zostaną teoretyczne modele równania stanu gwiazd neutronowych. Modele te zostaną udoskonalone z wykorzystaniem danych z obecnych i przyszłych obserwacji gwiazd neutronowych w wielu różnych kanałach, takich jak promieniowanie elektromagnetyczne i grawitacyjne, a także detekcja promieni kosmicznych i neutrin. Ponadto relatywistyczne zderzenia ciężkich jonów mogą pomóc w określeniu właściwości gęstej materii podobnych do tej, która występuje we wnętrzu gwiazd neutronowych. Badanie właściwości materii gwiazd neutronowych pomoże również w badaniu diagramu fazowego QCD, a także innych aspektów fizyki podstawowej, takich jak badanie alternatywnych teorii grawitacji lub skutków dodatkowych wymiarów przewidywanych przez teorie wykraczające poza standardowy model fizyki cząstek elementarnych. Aby osiągnąć te cele, zostaną wdrożone nowoczesne numeryczne metody obliczeniowe, narzędzia uczenia maszynowego i analizy Bayesa.
4	Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)	Podstawowa znajomość programowania komputerowego
5	Wskazanie możliwych źródeł i zakresu finansowania spoza subwencji, np. stypendium	Przyszłe granty NCN, stypendia NAWA dla studentów zagranicznych

	naukowego, kosztów badań, wyjazdów itp.	
--	-----------------------------------------	--

1	<b>Supervisor: name/surname,</b> degree, affiliation, e-mail address	dr. hab. Robert Kaminski, Institute of Nuclear Physics PAS, <a href="mailto:Robert.Kaminski@ifj.edu.pl">Robert.Kaminski@ifj.edu.pl</a> , ul. Radzikowskiego 152 31-342 Kraków.
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation, e-mail address	dr. David Alvarez Castillo, Institute of Nuclear Physics PAS, <a href="mailto:dalvarez@ifj.edu.pl">dalvarez@ifj.edu.pl</a> , ul. Radzikowskiego 152 31-342 Kraków.
3	<b>Research subject title</b> Short description, up to 250 words	<i>Studying the interior of neutron stars through multi-messenger astronomy and relativistic heavy ion collisions</i>  Within this project theoretical models for the equation of state of neutron stars will be developed. Those models will be improved using data from present and future observations of neutron stars in many multiple channels like electromagnetic and gravitational radiation as well as with the detection of cosmic rays and neutrinos. Additionally, relativistic heavy ion collisions can help to pin down properties of dense matter similar to the one in the interior of neutron stars. The study of the properties of neutron star matter will as well help to study the QCD phase diagram as well as other aspects of fundamental physics, like probing alternative theories of gravity or the effects of extra dimensions predicted by theories beyond the standard model of particle physics. To achieve those goals, modern numerical computational methods as well as machine learning tools and Bayesian analyses will be implemented.
4	Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)	Basic programming knowledge
5	Possible sources of financing, other than subsidy, e.g., scientific scholarship, research and travel costs, etc.	Future NCN grants, NAWA scholarships for foreign students