

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

**w Jednostce: Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego
Polskiej Akademii Nauk**

1	Nazwisko i imię promotora, tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	Izabela Ciepał, dr hab. IFJ PAN, NZ24 izabela.ciepal@ifj.edu.pl
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego (opcjonalnie), jednostka, adres e-mail	
3	Temat zagadnienia badawczego+ krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej	Badanie reakcji pion-węgiel z wykorzystaniem detektora HADES jako wzorzec modelowania reakcji ciężkojonowych oraz neutrino-jądro. Reakcje pion-jądro atomowe są źródłem informacji o materii jądrowej oraz jej zachowaniu i ewolucji pod wpływem oddziaływań związanych z przekazem energii i pędu do jądra. Badania oddziaływania pion-jądro są niezwykle ważne dla testowania dynamicznych modeli hadronowych, które są wykorzystywane w fizyce subatomowej do dokładnego opisu ewolucji systemu jądrowego. W fizyce hadronowej takie modele są używane w reakcjach z udziałem ciężkich jonów (p/p+A, A+A) w celu uzyskania informacji o gorącym i gęstym stanie takiego układu jądrowego. Z kolei, w eksperymentach badających oscylacje neutrin w obszarze energii ~ 1 GeV, dokładny opis oddziaływań neutrino-jądro w materiale detektorów jest niezbędny do rekonstrukcji energii neutrin. To z kolei, jest kluczowe w badaniu zjawisk oscylacji oraz łamania symetrii CP, ponieważ prawdopodobieństwo oscylacji zależy od

		energii neutrina. Celem pracy doktorskiej jest analiza danych z rozpraszania pionów ujemnych na tarczy węglowej przy pędach wiązki pionów z zakresu 0.6-0.8 GeV/c. Dane te, zostały zmierzone z wykorzystaniem detektora HADES (High Acceptance Dielectron Spectrometer) w GSI, Darmstadt. Analiza będzie polegać na porównaniu eksperymentalnych rozkładów kątowych, energii oraz widm brakującej masy, pędu itp., dla różnych topologii zdarzeń (inkluzywnej, ppi-, ppi+, pp, pi+pi-, pppi-,) z wynikami uzyskanymi za pomocą modeli transportu (GiBUU, SMASH, UrQMD), modelu kaskady wewnątrzjądrowej INCL oraz generatorów zdarzeń wykorzystywanych w fizyce neutrin (NuWro, GENIE, NEUT). <u>Ta praca doktorska ma na celu stworzenie połączenia pomiędzy fizyką hadronową oraz fizyką neutrin.</u> Analiza danych oraz symulacje będą przeprowadzone na klastrze obliczeniowym VIRGO, w GSI. Doktoranci będą mieć możliwość uczestniczenia w eksperymentach grupy HADES w GSI. Istnieje możliwość krótkoterminowych wyjazdów do IPN Orsay (Paryż) w ramach współpracy IFJ-IPNO-HADES.
4	Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)	1. dyplom magisterski z fizyki cząstek/hadronowej/jądrowej 2. umiejętność programowania w C/C++, 3. znajomość pakietu ROOT Cern, 4. znajomość języka angielskiego w stopniu komunikatywnym.
5	Wskazanie możliwych źródeł i zakresu finansowania spoza subwencji, np. stypendium naukowego, kosztów badań, wyjazdów itp.	

1	Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address	Izabela Ciepał, dr hab. IFJ PAN, NZ24 izabela.ciepal@ifj.edu.pl
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation,e-mail address	
3	Research subject title Short description, up to 250 words	Studies of pion-carbon interactions with HADES as a benchmark for heavy-ion and neutrino-nucleus reaction modeling. Pion-nucleus reactions are ideal sources of information about the response of the nuclear medium to a given momentum and energy transfer. Studies of pion-nucleus interactions are important for the evaluation of dynamical hadronic models which are used in various fields of subatomic physics for an accurate description of a nuclear system evolution. In hadronic physics such models are used to study heavy-ion collisions in order to extract information about the hot and dense hadronic phase. In the case of neutrino oscillation experiments in the 1 GeV range, an accurate description of neutrino-nucleus interactions in the detector material is needed to reconstruct the neutrino energy, which is crucial for studies of neutrino oscillations and CP-violation effects since the probability of the oscillations depends on the neutrino energy. Main goal of this PHD project is analysis of the data collected with the pion beam and the carbon target at pion beam momenta in the range of 0.6-0.8 GeV/c and the HADES (High Acceptance Dielectron Spectrometer) detector at GSI, in Darmstadt. In the analysis we will compare experimental angular, energy and missing mass or momenta spectra for various exit channel topologies (inclusive, ppi-, ppi+, pp, pi+pi-, pppi-,) with the transport models (GiBUU,

		SMASH,UrQMD), the INCL cascade model as well as with event generators used in neutrino physics (NuWro, GENIE, NEUT). <u>This PhD will bridge hadronic matter and neutrino physics fields.</u> Data analysis and simulations will be performed at the computing VIRGO cluster at GSI. PhD students will also take part in experiments performed by the HADES group. There is a possibility for visiting INP Orsay as a part of IFJ-IPNO-HADES collaboration.
4	Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)	1. master degree in particle/hadronic/nuclear physics, 2. C/C++ programming language, 3. ROOT Cern package.
5	Possible sources of financing, other than subsidy, e.g., scientific scholarship, research and travel costs, etc.	