

**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	Jacek Otwinowski, prof. dr hab., IFJ PAN, ul Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków jacek.otwinowski@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 własności materii jądrowej przy pomocy par leptonów Drell-Yan w zderzeniach proton-proton i proton-jądro przy pomocy detektora ALICE na LHC. Pomiary par leptonów Drell-Yan (DY) o małych masach w zderzeniach jądrowych są unikatowym badaniem funkcji rozkładu partonów PDF i partonowej struktury hadronów i jąder atomowych. Ten proces jest czuły na rozkłady kwarków „morza” w zderzeniach hadronów, ponieważ pary leptonów DY są głównie produkowane w procesach anihilacji kwarków i antykwarków. Główną motywacją do ich badania w zderzeniach p-Pb na LHC jest brak twardych i czystych próbników struktury materii jądrowej przy małych Q^2 i Bjorken x (do 10^{-5}), które niosą informację o stanie początkowym w zderzeniach jądrowych. Pomiary przeprowadzone zostaną przy użyciu zmodernizowanego detektora ALICE / CERN w latach 2022-2026. Proponujemy nowe podejście do pomiarów par leptonów Drell-Yan przy pomocy uczenia maszynowego (ML). Po pierwsze, dobre dane wejściowe będą wyselekcjonowane używając sieci neuronowych takich jak <i>kNN</i>, <i>Isolation Forest</i> i <i>Autoencoders</i>. Po drugie, zrekonstruowane parametry trajektorii i zdarzeń będą dopasowane do tych w danych używając np. <i>Boosted Decision Trees</i> czy <i>Generative Adversarial Networks</i>.

		Ostatecznie metody ML będą wykorzystywane do identyfikacji sygnałów.
4	Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)	Mgr fizyki ze specjalizacją fizyki jądrowej lub cząstek. Podstawowa znajomość narzędzi do analizy dużych ilości danych i uczenia maszynowego. Dobra umiejętność programowania w językach Python i C++.
5	Wskazanie możliwych źródeł i zakresu finansowania spoza subwencji, np. stypendium naukowego, kosztów badań, wyjazdów itp.	Grant Ministerstwo Edukacji i Nauki DIR-WSIB.92.11.2023 – konferencje naukowe i pobyty naukowe w CERNie

1	Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address	Jacek Otwinowski, prof. dr hab., IFJ PAN, ul Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków jacek.otwinowski@ifj.edu.pl
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation,e-mail address	
3	Research subject title Short description, up to 250 words	Study properties of nuclear matter with Drell-Yan lepton pairs in proton-proton and proton-lead collisions with the ALICE detector at the LHC. The measurement of Drell-Yan (DY) lepton pair production in nuclear collisions provides a unique tool for probing the parton distribution functions (PDFs) and partonic structure of hadrons and nuclei. This process is particularly sensitive to the sea quarks of colliding hadron, since DY pairs are mainly produced in the quark-antiquark annihilation process. The main motivation to measure low mass DY production in p-Pb collisions at the LHC is lack of hard and clear probe of nuclear matter at small Q^2 and x (down to 10^{-5}), which could provide information about initial stages in nuclear collisions. The measurements will be performed with the upgraded ALICE detector in 2022-2026. We propose a new approach to Drell-Yan measurements based on the machine learning (ML). First, data samples good for analysis will be selected based on the

		classification with neural networks such as Isolation Forest and Autoencoders. Secondly, the MC reconstructed event and track parameters, and detector response distributions will be reweighted to match the corresponding distributions in data using Boosted Decision Trees or Generative Adversarial Networks. Finally, the ML methods will be applied for the signal extraction.
4	Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)	M.Sc. in nuclear or particle physics. Basic knowledge of big data processing tools. Basic knowledge of machine learning methods. Good programming skills using Python and C++.
5	Possible sources of financing, other than subsidy, e.g., scientific scholarship, research and travel costs, etc.	Grant Ministerstwo Edukacji i Nauki DIR-WSIB.92.11.2023 – conferences and travel costs in CERN