

**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	Marcin Kucharczyk, prof. dr hab. Inż., Zakład NZ17 IFJ PAN, marcin.kucharczyk@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	<p>Poszukiwanie zjawisk nowej fizyki w eksperymencie MUonE.</p> <p>Zmierzona masa bozonu Higgsa oraz bezpośrednie poszukiwania produkcji cząstek spoza Modelu Standardowego przy akceleratorze LHC sugerują, że skala energii bezpośredniej obserwacji cząstek spoza Modelu Standardowego jest znacznie wyższa niż zakładano. Z tego względu wzrosło znaczenie precyzyjnych pomiarów pośrednich mogących dostarczyć wskazówek na temat nowych teorii będących rozszerzeniem Modelu Standardowego w sposób alternatywny do badań na LHC. Przykładem badań zmierzających w tym kierunku jest eksperyment MUonE, którego przeprowadzenie planowane jest przy akceleratorze SPS w CERN. Ten planowany na lata 2025-2035 eksperyment na wiązce mionów, dedykowany jest precyzyjnym pomiarom przyczynku hadronowego do anomalnego momentu magnetycznego mionu. Obserwowane w eksperymentach Fermilab-E989 oraz BNL-E821 odstępstwo zmierzonego anomalnego momentu magnetycznego od wartości przewidzianej w Modelu Standardowym na poziomie 4.2σ sugeruje możliwość występowania zjawisk Nowej Fizyki. Ponieważ nowe eksperymenty dedykowane wysoce precyzyjnym pomiarom anomalnego momentu magnetycznego mionu pozwolą na zmierzenie wartości momentu z dokładnością około 0.5%, poważnym ograniczeniem jeśli chodzi o zwiększenie znacząco ewentualnego odkrycia będzie błąd teoretyczny, zdominowany przez niepewności od przyczynków hadronowych, których nie</p>

		można wyznaczyć przy użyciu perturbacyjnych metod QCD. Aby potwierdzić obserwowaną rozbieżność w sposób ostateczny, konieczne jest poprawienie dokładności pomiaru tej wielkości wykorzystując proces elastycznego rozpraszania mionu na elektronie, który umożliwi dokładne oszacowanie przyczynków hadronowych ograniczających precyzję przewidywań teoretycznych. Realizacja tego programu wymaga opracowania precyzyjnych, wydajnych i dobrze zoptymalizowanych narzędzi służących zarówno pełnej symulacji i pozycjonowania docelowego detektora, jak i algorytmów rekonstrukcji w trybie online i offline zapewni skuteczną kontrolę efektów systematycznych, których redukcja ma krytyczne znaczenie dla powodzenia wykonania precyzyjnego pomiaru przyczynku hadronowego do anomalnego momentu magnetycznego mionu.
4	Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)	Znajomość C++, Python; mile widziana znajomość pakietów Root, RooFit; znajomość języka angielskiego; umiejętność pracy w grupie
5	Wskazanie możliwych źródeł i zakresu finansowania spoza subwencji, np. stypendium naukowego, kosztów badań, wyjazdów itp.	Możliwe finansowanie z grantu NCN OPUS

1	Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address	Marcin Kucharczyk, prof. dr hab. Inż. , Department NZ17 IFJ PAN, marcin.kucharczyk@ifj.edu.pl
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation,e-mail address	
3	Research subject title Short description, up to 250 words	Search for New Physics in the MUonE experiment. The major goal of this proposal is to search for the New Physics (NP) phenomena within MUonE experiment. The physics program includes first the precise measurement of the hadronic contribution to the anomalous magnetic moment of the muon, which may lead to the observation of a significant discrepancy with respect to the Standard Model (SM) predictions. Secondly, it includes the search for dark matter candidates, predicted by a number of SM extensions. The MUonE project provides a great potential to search for NP in the sector of anomalous muon magnetic moment a_μ , independently from the searches at LHC. The discrepancy between the most accurate determination of a_μ and SM predictions is 4.2σ , being a basis for a series of pioneering experiments expected to

		<p>improve the precision of a μ determination by a factor of 4. Nevertheless, an analogous improvement is therefore required in the precision of theoretical prediction, dominated by uncertainty related to hadronic contribution, expected to be the main limitation of potential discovery. MUonE experiment, planned to be operating at SPS in 2025-2035, will allow for a precise determination of hadronic contribution to a μ employing the measurement of shape of differential cross section for $\mu e \rightarrow \mu e$ elastic process. This would help to increase the significance of observed discrepancy to the level of 7σ. As one of the major challenges that MuonE has to face is to control systematic effects, especially those related to event reconstruction efficiencies as well as software alignment and particle identification, a crucial issue is the precise simulation and alignment of the experimental apparatus as well as very good precision and efficiency of the track and vertex reconstruction.</p>
4	Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)	<p>Knowledge of C++, Python; welcomed the knowledge of Root, RooFit; knowledge of English; the ability to work in collaboration</p>
5	Possible sources of financing, other than subsidy, e.g., scientific scholarship, research and travel costs, etc.	<p>Possible financing from the NCN Grant OPUS</p>

