

**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	prof. dr. hab. Mariusz Witek, IFJ PAN, mariusz.witek@ifj.edu.pl
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego (opcjonalnie), jednostka, adres e-mail	dr inż. Agnieszka Dziurda, IFJ PAN, agnieszka.dziurda@ifj.edu.pl
3	Temat zagadnienia badawczego + krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej	Czterowymiarowa rekonstrukcja dla badań nad fizyką zapachu w erze HL-LHC i badanie rozpadów z przejściami $b \rightarrow cu\bar{q}$ w eksperymencie LHCb. Eksperyment LHCb jest doskonałym narzędziem do pośrednich badań Nowej Fizyki. Od 2029 odbędzie się modernizacja detektora LHCb w ramach projektów Upgrade Ib oraz Upgrade II, tak aby mogły one wydajnie pracować przy Wysokiej Świetności Wielkim Zderzaczem Hadronów (HL-LHC). Głównym wyzwaniem badawczym jest zwiększenie ilości zderzeń proton- proton. W latach 2010-2018 detektor LHCb operował przy średnio 1.2 widzialnych zderzeniach proton-proton. W czasie HL-LHC wielkość ta będzie zwiększona do około 25-50 zderzeń. W związku z tym konieczne jest rozważenie nowych algorytmów rekonstrukcji z uwzględnieniem informacji czasowej.

		Proponowany projekt badawczy skupia się na rozwinięciu algorytmów rekonstrukcji z uwzględnieniem informacji czasowej dla detektora VELO, oraz zmierzeniu wydajności rekonstrukcji (jak również wpływu na wyniki fizyczne) dla różnych rozwiązań sprzętowych. Jest to o tyle istotne, że detektor ten operuje tylko kilka milimetrów od wiązki i jego wydajność ma kluczowe znaczenie dla całego programu fizycznego eksperymentu LHCb. Przykładem może być błędna asocjacja śladów względem wierzchołków pierwotnych, która ma znaczący wpływ na pomiary zależne od czasu, a jej wzrost jest proporcjonalny do liczby zderzeń proton-proton. Eksperymentalne wyniki stosunków rozgałęzień rozpadów z przejściami $b \rightarrow cu\bar{q}$ nie zgadzają się z ich przewidywaniami Modelu Standardowego. Jednym z możliwych wyjaśnień tej anomalii są przyczynki spoza Modelu Standardowego. Proponowana praca badawcza zbada to zagadnienie przy użyciu powabnych rozpadów mezonów pięknych z rodziny $B \rightarrow DX$. Do analizy zostaną użyte dane zebrane przez detektor LHCb.
4	Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)	Wymagania: - praca magisterska z fizyki, - znajomość języka angielskiego na poziomie komunikatywnym, - bardzo dobra znajomość języków programowania python oraz C++, - znajomość środowiska LINUX/UNIX, - umiejętność pracy w zespole. Mile widziane znajomość: - język programowania CUDA - podstaw fizyki cząstek elementarnych, - podstawowa wiedza o eksperymencie LHCb
5	Wskazanie możliwych źródeł i zakresu finansowania spoza subwencji, np. stypendium naukowego, kosztów badań, wyjazdów itp.	Doktorat częściowo realizowany w ramach grantu OPUS-26, przewidywane dodatkowe stypendium naukowe oraz finansowanie wyjazdów naukowych.

1	Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address	prof. dr. hab. Mariusz Witek, IFJ PAN, mariusz.witek@ifj.edu.pl
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation,e-mail address	dr inż. Agnieszka Dziurda, IFJ PAN, agnieszka.dziurda@ifj.edu.pl
3	Research subject title Short description, up to 250 words	Four-dimensional reconstruction for the flavour physics in HL-LHC era and studies of decays involving $b \rightarrow cu\bar{q}$ transitions at the LHCb experiment An excellent tool to investigate indirect New Physics searches is the LHCb detector at CERN. The High-Luminosity LHC (HL-LHC) should be operational from 2029 onward with the LHCb Upgrade Ib and Upgrade II detectors. The large increase of proton-proton (pp) interactions is one of the main experimental challenges for the HL-LHC physics programme. In 2010-2018 the LHCb detector operated at the average number of visible pp interactions (also known as primary vertices, PV) of 1.2. In the HL-LHC era, the average number of pp interactions will reach about 25-50 at LHCb. Thus, the experiments must investigate the usage of timing information in their detectors. The proposed project focuses on establishing reconstruction algorithms evolving usage of the timing information in the VERtEX LOcator (VELO) and benchmarking its physics performance and impact to the measurements for a various detector's designs. The VELO detector operates only a few mm from the beam and its performance is critical for the excellent LHCb physics programme.

		An example is the wrong PV to track association which has a significant impact on sensitivity of decay-time-dependent measurements and increases proportional to the number of proton-proton collisions. Experimental results of the branching ratios of decays with $b \rightarrow cu\bar{q}$ transitions do not agree with their Standard Model predictions. One possible explanation for this anomaly are contributions from beyond the Standard Model. The proposed research project will investigate this issue using the charmed decays of beauty mesons from the $B \rightarrow DX$ family. For the analysis data collected by the LHCb detector will be used.
4	Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)	Requirements: - master degree in physics, - work in the Linux/Unix environment, - good knowledge of English, - good knowledge of python and C++ programming languages, - ability to work in team. Welcome: - knowledge of programming in CUDA - basic knowledge of the particle physics, - basic knowledge of the LHCb experiment.
5	Possible sources of financing, other than subsidy, e.g., scientific scholarship, research and travel costs, etc.	Partially founded by the NCN grant OPUS-26: additional scientific scholarship and travel costs