

**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	Wachała Tomasz , dr hab., Zakład Promieni Kosmicznych i Neutrin, tomasz.wachala@ifj.edu.pl
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego (opcjonalnie), jednostka, adres e-mail	Grzegorz Żarnecki, dr, Zakład Promieni Kosmicznych i Neutrin, grzegorz.zarnecki@ifj.edu.pl
3	Temat zagadnienia badawczego+ krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej	Badania oscylacji neutrin i ich oddziaływań w eksperymentach T2K i Hyper-Kamiokande T2K to eksperyment z tzw. długą bazą pomiarową, który bada zjawisko oscylacji neutrin. Eksperyment znajduje się w Japonii i wykorzystuje się w nim wiązkę neutrin akceleratorowych produkowaną w ośrodku J-PARC. Pomiaru na wiązce dokonywane są przy pomocy detektora bliskiego, umieszczonego w odległości 280 metrów od źródła neutrin oraz detektora dalekiego, który oddalony jest o 295 km od źródła. Porównanie pomiarów z detektora bliskiego i dalekiego pozwala badać zjawisko oscylacji neutrin. W eksperymencie mierzone są również przekroje czynne na oddziaływania neutrin z materią, które stanowią istotny przyczynek do lepszego zrozumienia niepewności systematycznych w pomiarach oscylacji. Drugi ze wspomnianych w temacie zagadnienia projektów, czyli Hyper-Kamiokande jest kontynuacją eksperymentu T2K i rozpocznie zbieranie danych po roku 2028, ale ze zmodernizowaną wiązką neutrin, większym detektorem dalekim oraz dodatkowym

		detektorem pośrednim. Obecnie trwają prace przy instalacji detektora dalekiego, w których będą brać udział naukowcy z Polski. Grupa krakowska, która stanowi część tzw. Polskiej Grupy Neutrinowej, bierze aktywnie udział w obydwu eksperymentach zarówno od strony analizy danych, tworzenia oprogramowania, jak i budowy, testowania i instalacji elektroniki, fotopowielaczy itp. Kandydat zaangażowany byłby w prace przy instalacji detektora dalekiego Hyper-Kamiokande w Japonii, które rozpoczną się w roku 2026, dyżury przy detektorze bliskim eksperymentu T2K w Japonii, analizę danych w eksperymencie T2K pod kątem badania oddziaływań neutrin oraz w budowę oprogramowania i infrastruktury obliczeniowej dla eksperymentu Hyper-Kamiokande.
4	Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)	Wymagania: znajomość języka angielskiego minimum w stopniu średnio-zaawansowanym, znajomość podstaw programowania. Mile widziane: znajomość języków programowania C/C++ i Python, doświadczenie w pracy w środowisku Linux/Unix, znajomość podstaw fizyki cząstek elementarnych.
5	Wskazanie możliwych źródeł i zakresu finansowania spoza subwencji, np. stypendium naukowego, kosztów badań, wyjazdów itp.	Wyjazdy na dyżury przy detektorach, zebrania współpracy w Japonii, spotkania i warsztaty grup roboczych w ramach eksperymentów T2K i Hyper-Kamiokande oraz konferencje finansowane są z dwóch grantów MNiSW, które są w trakcie realizacji (do roku 2027). Planowane są wystąpienia o kontynuację wyżej wymienionych grantów po roku 2027 w ramach Polskiej Grupy Neutrinowej. W planach jest również wystąpienie o dodatkowe finansowanie z Narodowego Centrum Nauki.

1	Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address	Tomasz Wachała , dr hab., Department of Cosmic Rays and Neutrinos, tomasz.wachala@ifj.edu.pl
---	--	---

2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation,e-mail address	Grzegorz Żarnecki, dr, Department of Cosmic Rays and Neutrinos, grzegorz.zarnecki@ifj.edu.pl
3	Research subject title Short description, up to 250 words	Studies of neutrino oscillations and their interactions with matter in the T2K and Hyper-Kamiokande experiments T2K is a long-baseline experiment that studies the phenomenon of neutrino oscillations. The experiment is located in Japan and uses a beam of accelerator neutrinos produced at the J-PARC complex. Neutrino beam properties are measured at the near detector, located 280 metres from the neutrino source, and the far detector, located 295 km from the source. Comparing measurements from the near and far detectors allows the phenomenon of neutrino oscillations to be studied. The experiment also measures neutrino cross sections, which are an important contribution to a better understanding of systematic uncertainties in oscillation measurements. The second project, Hyper-Kamiokande, is a continuation of the T2K experiment and will begin collecting data after 2028, but with an upgraded neutrino beam, a larger far detector and an additional intermediate detector. Currently the installation of the far detector is underway, with the participation of scientists from Poland. The Krakow group, which is part of the Polish Neutrino Group, is actively involved in both experiments, in terms of data analysis, software development, as well as the construction, testing and installation of electronics, photomultipliers, etc. The candidate would be involved in the installation of the Hyper-Kamiokande detector in Japan, which will begin in 2026, the analysis of data from the upgraded T2K near detector for the studies of neutrino interactions, and the development of software and computing infrastructure for Hyper-Kamiokande.

4	Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)	Requirements: English language proficiency - at least intermediate level, knowledge of the basics of programming. Desirable: basics of C/C++ and Python programming languages, experience with Linux/Unix environment, basics of elementary particle physics.
5	Possible sources of financing, other than subsidy, e.g., scientific scholarship, research and travel costs, etc.	Travels for shifts, collaboration meetings in Japan, other meetings and workshops within the T2K and Hyper-Kamiokande experiments as well as the conferences are financed from MNiSW grants, which are active until 2027. There are plans to apply for the continuation the above-mentioned grants after 2027 within Polish Neutrino Group framework. There are also plans to apply for additional funding from the National Science Centre.