

**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	Wierzcholska Alicja dr hab. IFJ PAN alicja.wierzcholska@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	Wysokoenergetyczne neutrino z dżetów AGN: identyfikacja sygnatur hadronowych w emisji blazarów Projekt ma na celu zbadanie związku między astrofizycznymi sygnałami typu „multi-messenger” a najpotężniejszymi kosmicznymi akceleratorami cząstek - aktywnymi jądrami galaktyk (AGN), ze szczególnym uwzględnieniem blazarów. Jego głównym celem jest zrozumienie mechanizmów fizycznych zachodzących w dżetach galaktyk aktywnych oraz zbadanie pochodzenia wysokoenergetycznych neutrino astrofizycznych. Główne pytanie badawcze brzmi: które blazary mogą działać jako wydajne fabryki neutrino i w jakich warunkach fizycznych mogą być produkowane i wykrywane tak wysokoenergetyczne cząstki? Aby odpowiedzieć na to pytanie, w ramach projektu wykorzystane zostaną obserwacje wielozakresowe, od fal radiowych aż po promieniowanie gamma o energiach TeV. Dzięki analizowaniu zmienności czasowej i widmowej wieloepokowych obserwacji, możliwa będzie identyfikacja obserwacyjnych sygnatur procesów hadronowych oraz do określenia kryteriów łączących produkcję neutrino z aktywnością blazarów. Takie podejście pozwoli na określenie warunków fizycznych umożliwiających wydajną akcelerację cząstek oraz przyczyni się do wyjaśnienia roli blazarów w wysokoenergetycznym niebie neutrino.
4	Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)	Magisterium w zakresie astrofizyki, fizyki cząstek lub pokrewnych; umiejętność programowania w języku Python; biegła znajomość języka angielskiego; znajomość podstaw astrofizyki wysokich energii.
5	Wskazanie możliwych źródeł i zakresu finansowania spoza	Obecnie brak.

	subwencji, np. stypendium naukowego, kosztów badań, wyjazdów itp.	
--	---	--

1	Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address	Alicja Wierzcholska PhD Hab. IFJ PAN alicja.wierzcholska@ifj.edu.pl
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation, e-mail address	
3	Research subject title Short description, up to 250 words	High-Energy Neutrinos from AGN Jets: Identifying Hadronic Signatures in Blazar Emission This project aims to investigate the connection between astrophysical multi-messenger signals and the most powerful cosmic particle accelerators - Active Galactic Nuclei (AGN), with a particular focus on blazars. Its primary goal is to advance our understanding of the physical mechanisms operating in AGN jets and to explore the origin of high-energy astrophysical neutrinos. The central research question is: which blazars can act as efficient neutrino factories, and under what physical conditions can such high-energy particles be produced and detected? To address this, the project will employ a comprehensive sets of multiwavelength observations, extending from radio frequencies to TeV gamma rays. By combining spectral, temporal, and multi-epoch studies, we seek to identify observational signatures of hadronic processes and to establish criteria linking neutrino production to blazar activity. This approach will help to reveal the physical conditions that enable efficient particle acceleration and may clarify the role of blazars in the high-energy neutrino sky.
4	Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)	MSc in astrophysics, particle physics or related, computer programming skills in Python, fluency in English, basic knowlegde of high energy astrophysics.
5	Possible sources of financing, other than subsidy, e.g., scientific scholarship, research and travel costs, etc.	Currently not available.