

**Zgłoszenie zagadnienia badawczego realizowanego  
w Krakowskiej Interdyscyplinarnej Szkole Doktorskiej**

**w dyscyplinie nauki fizyczne (teoretyczna fizyka cząstek) /  
natural sciences (theoretical particle physics)**

**w Jednostce: IFJ PAN**

1	<b>Nazwisko i imię promotora,</b> tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	dr. hab. Richard Ruiz  IFJ PAN  rruiz@ifj.edu.pl
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego (opcjonalnie), jednostka, adres e-mail	
3	<b>Temat zagadnienia badawczego</b> + krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej	<b><u>Scattering Neutrinos on Atoms In the LHC:</u></b>  Model standardowy cząstek elementarnych pozostaje trafnym opisem natury w skali mikro oraz w wysokich energiach. Pomimo tego niektóre aspekty tego modelu pozostają nieuchwytnie, jak dokładne zrozumienie interakcji neutrin z innymi rodzajami materii, lub precyzyjny opis łamiącej parzystości struktury protonu oraz ciężkich jąder atomowych. Prowadzona w 2023 roku w Wielkim Zderzaczu Hadronów (LHC – Large Hadron Collider) w CERN obserwacja wysokoenergetycznych neutrin produkowanych podczas zderzeń protonów sprawia, że LHC staje się nowym narzędziem do badania głęboko nieelastycznych zderzeń neutrin (nuDIS – neutrino deep-inelastic scattering), zdolnym osiągnąć skalę teraelektronowoltów (TeV). Projektu SNAIL (Scattering Neutrinos on Atoms In the LHC), z inspiracji tą obserwacją, oraz publikacją w 2021 roku przewidywanych strumieni neutrin dla eksperymentów "fizyki przyszłości", ma na celu przygotowanie teoretycznych i obliczeniowych modeli, aby umożliwić wykonanie symulacji

		<p>różnych procesów głęboko nieelastycznych zderzeń neutrin, łącznie z poprawkami pierwszego rzędu (NLO – next-to-leading order) chromodynamiki kwantowej. W projekcie SNAIL uczestniczyć będzie kierownik projektu, jeden pracownik naukowy ze stopniem doktora i jeden doktorant. Doktorant będzie ściśle zaangażowany we wdrażanie powyższego formalizmu do narzędzia symulacyjnego MadGraph5aMC@NLO, a także badanie wrażliwości na strukturę hadronową, strukturę jądrową i nową fizykę w eksperymentach nuDIS z wykorzystaniem neutrin LHC.</p> <p>W ramach szkolenia doktorant poznaje fizykę zderzaczy/rozpraszanie głęboko nieelastyczne, fizykę neutrin oraz techniki obliczeniowe/numeryczne; badać tematy ściśle powiązane z bieżącymi działaniami w CERN; blisko współpracować ze współpracownikami w Holandii; uczestniczyć w krajowych i międzynarodowych szkołach i konferencjach; i zostać aktywnym członkiem międzynarodowej społeczności zajmującej się fizyką wysokich energii.</p>
4	Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)	<p><b>Wymagany:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tytuł magistra w teoretycznej fizyce cząstek lub dziedzinie pokrewnej.</li> <li>• Dobry poziom zrozumienia i komunikacji w języku angielskim. (all research discussions will be conducted in English).</li> </ul> <p><b>Doświadczenie na jednym z poniższych kierunków jest traktowane jako dodatkowy benefit, lecz nie jest wymagane:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Doświadczenie w programowaniu komputerów (linux/python/ROOT/C++/FORTRAN)</li> <li>• Doświadczenie w zakresie szybkich technik numerycznych (metody Monte Carlo)</li> <li>• Doświadczenie związane z fizyką LHC, fizyką neutrin lub precyzyjnym QCD</li> </ul>

5	Wskazanie możliwych źródeł i zakresu finansowania spoza subwencji, np. stypendium naukowego, kosztów badań, wyjazdów itp.	<p>Numer umowy z NCN projektu (OPUS) to:          UMO-2023/49/B/ST2/04330          Symbol kosztów: G42653</p>
---	---	---

1	<b>Supervisor: name/surname,</b> degree, affiliation, e-mail address	<p>dr. hab. Richard Ruiz          IFJ PAN          rruiz@ifj.edu.pl</p>
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation,e-mail address	
3	<b>Research subject title</b> Short description, up to 250 words	<p><b><u>Scattering Neutrinos on Atoms In the LHC</u></b></p> <p>The Standard Model of Particle Physics remains a successful description of nature at small distances and high energies. Despite this, aspects of the model are still elusive, such as a precise understanding of how neutrinos interact with other types of matter, or a precise determination of the parity-violating structure of the proton and heavy nuclei. The 2023 observation of high-energy neutrinos emerging from proton collisions at CERN's Large Hadron Collider (LHC), however, establishes the LHC as a new neutrino deep-inelastic scattering (nuDIS) facility capable of reaching TeV scattering scales. Inspired by this and the 2021 publication of the anticipated neutrino fluxes for “forward physics” experiments, the “Scattering Neutrinos on Atoms In the LHC” (SNAIL) project aims to develop theoretical and computational frameworks to enable, for the first time, the simulation of arbitrary nuDIS processes with LHC neutrinos, up to next-to-leading order in quantum chromodynamics. SNAIL will involve the PI, one postdoctoral researcher, and one PhD student. The PhD student will be closely involved in</p>

		<p>implementing the above theoretical formalism into the simulation tool MadGraph5aMC@NLO, as well as exploring the sensitivity to hadronic structure, nuclear structure, and new physics at nuDIS experiments using LHC neutrinos.</p> <p>As part of their training, the PhD student will learn foundations of collider physics/deep-inelastic scattering, neutrino physics, and computational/numerical techniques; investigate topics closely aligned with ongoing activities at CERN; work closely with collaborators in the Netherlands; participate in domestic and international schools and conferences; and become an active member of the international high-energy physics community.</p>
4	<p>Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)</p>	<p><b>Required:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masters degree in theoretical particle physics or related field.</li> <li>• A good level of understanding and communicating in English.</li> </ul> <p><b>Experience in one of the following directions is considered an additional benefit, but not required:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experience with computer programming (linux/python/ROOT/C++/FORTRAN)</li> <li>• Experience with fast numerical techniques (Monte Carlo methods)</li> <li>• Experience related to LHC physics, neutrino physics, or precision QCD</li> </ul>
5	<p>Possible sources of financing, other than subsidy, e.g., scientific scholarship, research and travel costs, etc.</p>	<p>Project contract number with NCN (OPUS): UMO-2023/49/B/ST2/04330 Cost symbol: G42653</p>