

**Zgłoszenie zagadnienia badawczego realizowanego  
w Krakowskiej Interdyscyplinarnej Szkole Doktorskiej  
w dyscyplinie nauki fizyczne**

**w Jedn ostce: Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego  
Polskiej Akademii Nauk**

1	<b>Nazwisko i imię promotora,</b> tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	Bogdan Fornal Prof. dr hab. IFJ PAN Bogran.Fornal@ifj.edu.pl
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego (opcjonalnie), jednostka, adres e-mail	Łukasz Iskra dr inż. IFJ PAN Lukasz.Iskra@ifj.edu.pl
3	<b>Temat zagadnienia badawczego</b> + krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej	<p style="text-align: center;"><b>Badanie natury kolektywnych wzbudzeń oktopolowych w jądrach atomowych</b></p> <p>W układach o zamkniętych powłokach neutronowych lub protonowych często pojawiają się niskoenergetyczne wzbudzenia o momencie pędu i parzystości <math>J^\pi = 3^-</math>, charakteryzujące się zwiększonym prawdopodobieństwem <math>B(E3)</math> przejścia do stanu podstawowego. Są one postrzegane jako kolektywne, asymetryczne oscylacje (fonony) typu oktopolowego wokół sferycznego kształtu równowagi. Badania wzbudzeń fononowych wzdłuż magicznych łańcuchów izotopowych lub izotonowych dostarczają informacji o mikroskopowej naturze tych stanów oraz ich harmoniczności. Ponadto, w jądrach posiadających jedną cząstkę walencyjną wokół magicznego rdzenia, sprzężenie między fononem a nukleonem walencyjnym prowadzi do powstania multipletu stanów, które również stanowią bardzo przydatne sondy charakteru fononu.</p> <p>Najbardziej wyrazistym przykładem istnienia fononów oktopolowych na mapie jądrowej jest jądro podwójnie magiczne <math>^{208}\text{Pb}</math>, gdzie stan <math>3^-</math> wynika z koherentnej superpozycji wielu wzbudzeń dziura-cząstka. Natomiast wzdłuż łańcucha</p>

		<p>izotopowego Zr (<math>Z = 40</math>), począwszy od <math>^{90}\text{Zr}</math> z zamkniętą powłoką neutronową <math>N = 50</math>, sukcesywne wypełnianie orbitalu neutronowego <math>d_{5/2}</math> prowadzi do zwiększenia kolektywności <math>3^-</math>, co skutkuje zwiększonymi wartościami <math>B(E3)</math>. Badanie deformacji oktopolowej w tych dwóch regionach mapy nuklidów będzie centralnym punktem obecnego projektu doktoranckiego. Eksperymenty będą miały na celu pomiar rozpadów oraz czasów życia stanów jądrowych będących przedmiotem zainteresowania przy użyciu technik spektroskopii gamma.</p>
4	Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wykształcenie wyższe;</li> <li>- znajomość technik koincydencji gamma;</li> <li>- znajomość języka angielskiego (min. poziom B2);</li> <li>- doświadczenie w przeprowadzaniu eksperymentów fizyki jądrowej</li> </ul>
5	Wskazanie możliwych źródeł i zakresu finansowania spoza subwencji, np. stypendium naukowego, kosztów badań, wyjazdów itp.	

1	<b>Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address</b>	<p>Bogdan Fornal Prof. dr hab. IFJ PAN Bogdan.Fornal@ifj.edu.pl</p>
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation, e-mail address	<p>Łukasz Iskra dr inż. IFJ PAN Lukasz.Iskra@ifj.edu.pl</p>
3	<b>Research subject title</b> Short description, up to 250 words	<p style="text-align: center;"><b>The exploration of the multifaceted nature of octupole collectivity in atomic nuclei</b></p> <p>In closed-shell nuclear systems, for neutrons and/or protons, low-energy excitations with angular momentum and parity <math>J^\pi = 3^-</math> and enhanced <math>B(E3)</math> transition rate to the ground state often appear. They are viewed as collective, reflection-asymmetric oscillations (phonons) of octupole</p>

		<p>type around the spherical equilibrium shape. Investigations of octupole phonon excitations along isotopic/isotonic semi-magic chains provide information on the microscopic nature of these states and their harmonicity. In addition, in nuclei composed of one-valence particle and a magic core, the coupling between a phonon and the valence nucleon results in a multiplet of states which are also very useful probes of the phonon character.</p> <p>The most pronounced examples of octupole phonons existence in the nuclear chart are the doubly-magic nuclei <math>^{208}\text{Pb}</math> where <math>3^-</math> level arises from a coherent superposition of many particle-hole excitations. In contrast, along the Zr (<math>Z = 40</math>) isotopic chain, starting from <math>^{90}\text{Zr}</math> with a closed <math>N = 50</math> neutron shell, the successive filling of the <math>d_{5/2}</math> neutron orbital leads to an increase in <math>3^-</math> collectivity, resulting in enhanced <math>B(E3)</math> rates. The study of octupole collectivity in these two regions of the nuclear chart will be a central focus of the current PhD project. The experiments will focus on measuring the decay and the lifetimes of the states of interest using gamma spectroscopy techniques.</p>
4	Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- master's degree;</li> <li>- knowledge of gamma coincidence techniques;</li> <li>- knowledge of English (at least B2 level)</li> <li>- experience in conducting experiments in the field of nuclear physics</li> </ul>
5	Possible sources of financing, other than subsidy, e.g., scientific scholarship, research and travel costs, etc.	