

**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. Piotr Bednarczyk, Profesor, IFJ PAN, piotr.bednarczyk@ifj.edu.pl
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego (opcjonalnie), jednostka, adres e-mail	dr Irene Dedes, Adjunkt, IFJ PAN, irene.dedes@ifj.edu.pl
3	Temat zagadnienia badawczego+ krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej	<p>Systematyczne poszukiwania egzotycznych kształtów i symetrii w jądrach z całej mapy nuklidów</p> <p>Proponowany projekt należy do dziedziny teoretycznej fizyki struktury jądra, choć jest także ściśle powiązany z badaniami eksperymentalnymi wykonanymi we współpracy z wiodącymi laboratoriami międzynarodowymi w: Polsce, Niemczech, Wielkiej Brytanii i Kanadzie. Jego głównym celem będzie przeprowadzenie obliczeń teoretycznych i weryfikacja przewidywań wskazujących na możliwość występowania w niektórych jądrach atomowych egzotycznych symetrii, którym odpowiadają charakterystyczne sekwencje stanów wzbudzonych. Zastosowane metody obliczeń struktury jądra będą bazować na najnowszym podejściu teorii średniego pola, która jest potężnym narzędziem pozwalającym modelować własności, w tym kształty, trwałych oraz egzotycznych nuklidów. Wyniki tych obliczeń wskażą stabilne, konkurujące ze sobą konfiguracje, skutkujące różnymi deformacjami powierzchni jądra. Umożliwi to m.in. badanie zjawiska spontanicznego łamania symetrii w jądrach atomowych. W ramach teorii przewiduje się występowanie w jądrach atomowych zaskakujących efektów związanych z tzw. symetiami molekularnymi. Mogą być one generowane w wyniku złożonych, wzajemnych oddziaływań dużej liczby nukleonów, które tworzą konfiguracje podobne do znanych struktur atomów w cząsteczce (np. piramida złożona z 4 atomów, symetria czworościenna tzw. tetrahedralna). Jednym z zadań będzie opracowanie algorytmów pozwalających na systematyczne poszukiwanie w bazach danych</p>

		eksperymentalnych, zgromadzonych dla tysięcy radioaktywnych izotopów, struktur zdegenerowanych stanów wzbudzonych, charakterystycznych dla symetrii molekularnych. Planujemy połączyć zaawansowaną mechanikę kwantową z potężnymi narzędziami matematycznymi, takimi jak: teoria problemów odwrotnych i symulacje Monte Carlo w celu optymalizacji parametrów Hamiltonianu jądrowego; teorie grup i reprezentacji grup w celu wykrywania sygnałów symetrii w danych eksperymentalnych oraz teorię grafów w celu badania przejść pomiędzy kształtami jądra. Oczekuje się, że doktorant osiągnie wysoki poziom wiedzy zarówno w zakresie metod teoretycznych jak i eksperymentalnych fizyki jądrowej.
4	Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)	Tytułu magistra fizyki, podstawowa wiedza z zakresu fizyki jądrowej. Podstawowa znajomość informatyki i umiejętności programowania. Znajomość języka angielskiego.
5	Wskazanie możliwych źródeł i zakresu finansowania spoza subwencji, np. stypendium naukowego, kosztów badań, wyjazdów itp.	Stypendium doktoranckie przewidziane w wniosku SONATA BIS-14 (w trakcie oceny).

1	Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address	prof. dr hab. Piotr Bednarczyk, Professor, IFJ PAN, piotr.bednarczyk@ifj.edu.pl
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation, e-mail address	dr Irene Dedes, Assistant professor, IFJ PAN, irene.dedes@ifj.edu.pl
3	Research subject title Short description, up to 250 words	Systematic Search for Nuclear Exotic Shapes and Symmetries Throughout the Whole Nuclear Chart The proposed project belongs to theoretical nuclear structure physics, although it is also closely linked to experimental research carried out in collaboration with leading international laboratories in Poland, Germany, United Kingdom and Canada. Its main goal is to perform theoretical calculations studying the possible presence of exotic symmetries in atomic nuclei, to which characteristic sequences of excited states correspond. The calculations will be based on Nuclear Mean Field Theory. These results will indicate stable, competing configurations, resulting in various deformations of the nuclear surface. This will allow studying also spontaneous symmetry breaking in

		<p>atomic nuclei. The theory predicts the occurrence of surprising effects in atomic nuclei related to the so-called molecular symmetries. They can be generated as a result of complex interactions of a large number of nucleons, which create configurations similar to known structures of atoms in a molecule (e.g. a pyramid composed of 4 atoms, tetrahedral symmetry).</p> <p>One of the tasks is to develop algorithms allowing for a systematic search in experimental databases, collected for thousands of radioactive isotopes, for structures of degenerate excited states, characteristic of molecular symmetries.</p> <p>We plan combining advanced quantum mechanics with powerful mathematical tools, such as Inverse Problem Theory and Monte Carlo Simulations, to optimise nuclear Hamiltonian parameters, group- and group representation theories to determine manifestations of symmetries in experimental data, and Graph Theory to study the shape transitions.</p> <p>The PhD candidate is expected to achieve a high level of knowledge in both theoretical and experimental methods of nuclear physics.</p>
4	Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)	Physics Master's degree holder, with basic knowledge on nuclear physics. Basic knowledge of computing and programming skills. Knowledge of English language.
5	Possible sources of financing, other than subsidy, e.g., scientific scholarship, research and travel costs, etc.	Expecting PhD scholarship as requested in SONATA BIS-14 application (under evaluation).