

**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	Adam Kozela dr hab. prof. IFJ PAN, NZ24, Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków, Adam.Kozela@ifj.edu.pl
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego (opcjonalnie), jednostka, adres e-mail	
3	Temat pracy badawczej + krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej	Poszukiwanie efektów łamania liczby barionowej w rozpadzie swobodnego neutronu. Jednym z najistotniejszych i wciąż czekających na rozwiązanie problemów współczesnej fizyki jest łamanie symetrii pomiędzy materią i antymaterią w obserwowanym wszechświecie. Szeroko akceptowany przez społeczność fizyków Model Standardowy oferuje wprawdzie mechanizm łamania tej symetrii, jednak obecne modele ewolucji wszechświata prowadzą do wniosku, że wielkość tego łamania jest daleko niewystarczająca by wyjaśnić obserwowaną przewagę materii nad antymaterią. Jednym z możliwych obszarów poszukiwania efektów wykraczających poza Model Standardowy są precyzyjne eksperymenty badające rozpad swobodnego neutronu, a pośród nich te poszukujące łamania liczby barionowej – jednego z trzech warunków koniecznych do wytłumaczenia obserwowanej dominacji materii we wszechświecie. Eksperymentalnie najatrakcyjniejszym przejawem takiego łamania byłoby wykrycie oscylacji neutron-antyneutron. Wynika to z niezwykle mocnej sygnatury zdarzenia anihilacji antyneutronu, z którym takie oscylacje byłyby nierozzerwalnie związane. Inną możliwością łamania liczby barionowej byłoby zaobserwowanie rozpadu swobodnego neutronu do stanu końcowego z postulowaną cząstką z tak zwanego „Ciemnego sektora”. Takie zdarzenie nie tylko dowodziłoby łamania liczby barionowej, ale także stanowiłoby niezwykle cenną obserwację

		<p>Ciemnej Materii, na której istnienie wskazują obserwacje kosmologiczne.</p> <p>Badania tego typu są planowane w ramach eksperymentu HIBEAM/NNBAR na nowo-budowanym źródle spalacyjnym w Lund, w Szwecji. Eksperyment ten właśnie wchodzi w najciekawszą fazę projektowania i budowy podstawowego detektora. Jednym z istotniejszych jego elementów będzie budowana w Krakowie osłona od promieniowania kosmicznego. Zadaniem kandydata byłby udział w projektowaniu, budowie i testach niezbędnej aparatury oraz w jej instalacji w Lund. Bezprecedensowy charakter tego eksperymentu polega na zamiarze pomiaru łamania liczby barionowej, efektu nigdy dotąd nie obserwowanego eksperymentalnie.</p>
4	Wymagania w stosunku do kandydata	<p>Obok podstaw z dziedziny fizyki jądrowej oraz stosowanych w tej dziedzinie metod eksperymentalnych, kandydat powinien potrafić wykorzystywać, a niekiedy także samemu tworzyć podstawowe narzędzia do analizy zebranych danych eksperymentalnych. W tym celu niezwykle pomocna okazałaby się podstawowa znajomość programowania jak również gotowych pakietów do analizy danych jak: root czy matlab. Ponieważ prezentacja wyników zakłada udział w międzynarodowych konferencjach, a osiągnięte na bieżąco wyniki będą prezentowane na forum międzynarodowej współpracy niezbędna jest znajomość języka angielskiego.</p>
5	Wskazanie źródeł finansowania	

1	Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address	<p>Adam Kozela dr hab. prof. IFJ PAN, NZ24, Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków, Adam.Kozela@ifj.edu.pl</p>
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation, e-mail address	
3	Research subject Title Short description, up to 250 words	<p>Search for Baryon Number Violation in the Decay of Free Neutrons</p> <p>Lack of symmetry between matter and antimatter in universe is among the greatest unsolved problems of contemporary physics. Though Standard Model offers mechanisms which might lead to such asymmetry they are much too weak to account for its observed magnitude. New generation of precise experiments on the decay of free neutrons provide possibilities to look for new sources of this asymmetry and in particular for effects of Baryon Number Violation (BNV), which is one of the necessary conditions for mentioned above dominance of matter in the observed universe.</p>

		<p>Experimentally the most attractive manifestation of such violation would be the discovery of neutron-antineutron oscillations. This is due to exceptionally strong signature of the antineutron annihilation event, which would inevitably follow creation of antineutron. Another possibility of BNV process would be the observation of so called Rare Decay event i.e. neutron decay with particle from „Dark Sector” in the final state. Such observation would not only signal BNV but also contribute to another problem of Standard Model – namely missing Dark Matter, currently observed only by its gravitational interaction.</p> <p>Experimental search for these effects is under preparation at a new neutron spallation source in Lund, Sweden. It just enters the most exciting phase of designing and building the main detector. Its crucial component – Cosmic Veto Shield – will be built in Kraków in IFJ PAN. Main goal of the candidate would be contribution to the design, preparation, test and integration of this detector with the rest of the system in Lund.</p> <p>Unprecedented character of the proposed experiment follows from its main goal – first observation of Baryon Number Violation.</p>
4	Additional requirements to the candidate	<p>Beside the knowledge from nuclear physics, with special emphasis on experimental methods, the candidate should be able to use and eventually create tools for the analysis of experimental data. For this some skill in programming would be very helpful. International character of collaboration as well as necessity to present obtained results at international conferences sets also requirement of good knowledge of the English language.</p>
5	Sources of financing	