

**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	<b>Nazwisko i imię promotora,</b> tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	Pysz Krzysztof, dr hab., profesor IFJ PAN Instytut Fizyki Jądrowej PAN, ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków krzysztof.pysz@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	<p><b>Poszukiwanie axionów - składników czarnej materii</b></p> <p>Badania nad kompozycją ciemnej materii, która wg. obserwacji astrofizycznych i modeli kosmologicznych stanowi ok. 25 % całkowitej masy/energii Wszechświata (obok ciemnej energii i normalnej materii) trwają już od dłuższego czasu. Jednak żadna z wysuniętych hipotez co do jej składu nie uzyskała dotąd przekonującego potwierdzenia eksperymentalnego. Dominującym kierunkiem poszukiwań doświadczalnych są próby wykrycia hipotetycznych, bardzo ciężkich i słabo oddziałujących cząstek ciemnej materii (Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs)). Natomiast bardzo intensywne strumienie neutronów, które wkrótce będą dostępne w Europejskim Źródle Spalacyjnym (ESS) w Lund (Szwecja), umożliwią zbadanie hipotezy o ciemnej materii składającej się z ultralekkich cząstek egzotycznych zwanych aksjonami. Duża gęstości aksjonów, które - jeśli jako ciemna materia - wypełniają naszą galaktykę powinna, na poziomie jądrowym, spowodować efekty podobne do oddziaływań spinów cząstek z polem magnetycznym.</p> <p>Planuje się przeprowadzić eksperyment, w którym, metodą Ramseya, w bardzo precyzyjnie kontrolowanym polu magnetycznym, będzie się obserwować precesje spinów spolaryzowanych neutronów. Ewentualne odstępstwa od</p>

		<p>spodziewanych efektów klasycznych pozwolą wyznaczyć prawdopodobieństwo istnienia aksjonów oraz ich zakres masowy.</p> <p>Proponowana praca doktorska dotyczy stworzenia modelu symulacyjnego całej aparatury koniecznej do przeprowadzenia eksperymentu oraz symulacji transportu neutronów i oddziaływania ich spinów z polem magnetycznym. Do symulacji planuje się używać zestawu narzędzi Geant4.</p>
4	Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ukończone studia w zakresie nauk fizycznych lub pokrewnych;</li> <li>- zainteresowanie problemami fizyki jądrowej i fizyki cząstek;</li> <li>- chęć do prowadzenia symulacji komputerowych;</li> <li>- umiejętność programowania w C++ (lub chęć szybkiego nauczania się tego języka);</li> <li>- znajomość (aktualna lub potencjalna) środowiska do analizy danych "Root" oraz środowiska "Geant4";</li> <li>- pracowitość i dobra samoorganizacja.</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>Krzysztof Pysz Dr, Professor at IFJ PAN Institute of Nuclear Physics PAN Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków krzysztof.pysz@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>Search for Axion - Dark Matter Components</b></p> <p>Studies of the composition of dark matter, which according to astrophysical observations and cosmological models constitutes about 25% of the total mass/energy of the Universe (along with dark energy and normal matter) has been ongoing for a long time. However, none of the hypotheses put forward regarding its composition has yet received convincing experimental confirmation. The dominant direction of experimental searches</p>

		<p>are the attempts to detect hypothetical, very heavy and weakly interacting dark matter particles (Weakly Interacting Massive Particles (WIMPs)). On the other hand, very intense neutron fluxes, which will soon be available at the European Spallation Source (ESS) in Lund (Sweden), will enable testing the hypothesis of dark matter consisting of ultralight exotic particles called axions. The high density of axions, which - if as dark matter - fill our galaxy should, at the nuclear level, cause effects similar to the interactions of particle spins with a magnetic field.</p> <p>It is planned to conduct an experiment in which, using the Ramsey method, in a very precisely controlled magnetic field, the precession of polarized neutron spins will be observed. Any deviations from the expected classical effects will allow us to determine the probability of the existence of axions and their mass range.</p> <p>The proposed doctoral thesis concerns the creation of a simulation model of the entire apparatus necessary to conduct the experiment as well as the simulation of neutron transport and the interaction of their spins with the magnetic field. The Geant4 toolkit is planned to be used for this aim.</p>
4	Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- completed studies in physical sciences or related;</li> <li>- interest in problems of nuclear physics and particle physics;</li> <li>- willingness to conduct computer simulations;</li> <li>- ability to program in C++ (or willingness to quickly learn this language);</li> <li>- knowledge (actual or potential) of the "Root" data analysis environment and the "Geant4" toolkit;</li> <li>- diligence and good self-organization.</li> </ul>
5	Possible sources of financing, other than subsidy, e.g., scientific scholarship, research and travel costs, etc.	