

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

**w Jednostce: Instytut Fizyki Jądrowej PAN**

1	<b>Nazwisko i imię promotora,</b> tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	Jan Pękala, dr hab., NZ15 IFJ PAN jan.pekala@ifj.edu.pl
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego (opcjonalnie), jednostka, adres e-mail	Dariusz Góra, dr hab., NZ15 IFJ PAN dariusz.gora@ifj.edu.pl
3	<b>Temat zagadnienia badawczego+</b> krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej	<p><i>Rozwój nowych metod analizy danych z Obserwatorium Pierre Auger</i></p> <p>Proponowana praca będzie częścią badań promieni kosmicznych najwyższych energii. Jej celem jest analiza nowych, unikalnych danych z Obserwatorium Pierre Auger w Argentynie – największego na świecie, wiodącego eksperymentu poświęconego badaniom promieni kosmicznych o energiach powyżej <math>10^{18}</math> eV przylatujących do Ziemi z Kosmosu. Cząstki te niosą najwyższe energie, jakie udało się dotąd gdziekolwiek zaobserwować: rekordowe cząstki mają energie nawet kilkadziesiąt milionów razy wyższe od obecnych granic osiągnięć największych akceleratorów na Ziemi. Pochodzenie tych cząstek stanowi jedną z największych zagadek współczesnej astrofizyki. Do tej pory nie zostały zidentyfikowane ani źródła tych cząstek, ani procesy fizyczne, w których uzyskują one tak gigantyczne energie. Powstało wiele hipotez na temat pochodzenia tych cząstek, ale ich weryfikacja wymaga danych eksperymentalnych znacznie dokładniejszych, niż uzyskane do tej pory. Znaczne zwiększenie dokładności danych pomiarowych jest celem obecnej modernizacji Obserwatorium – oczekujemy że umożliwi nam ona lepszą identyfikację cząstek pierwotnych ultra-wysokich energii.</p> <p>Instytut Fizyki Jądrowej PAN od wielu lat jest członkiem współpracy międzynarodowej, która zbudowała i prowadzi Obserwatorium Pierre Auger. W ostatnich latach braliśmy udział w budowie nowych detektorów scyntylacyjnych dla Obserwatorium – obecnie trwa ich instalacja w Argentynie. Już teraz dostępne są dane z tej części Obserwatorium, która już</p>

		została wzbogacona o nowe komponenty. Praca doktorska będzie obejmowała symulacje komputerowe, akwizycję i analizę nowych danych eksperymentalnych oraz badanie własności oddziaływań jądrowych w zakresie skrajnie wysokich energii. Praca będzie prowadzona we współpracy z zagranicznymi partnerami; obejmie wyjazdy robocze oraz uczestnictwo w zebraniach współpracy, również wyjazdy do Obserwatorium w Argentynie. Więcej informacji można znaleźć na stronach <a href="http://www.auger.org">www.auger.org</a> oraz <a href="http://auger.ifj.edu.pl">auger.ifj.edu.pl</a> .
4	Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)	Magisterium w zakresie astrofizyki, fizyki cząstek lub pokrewnych, umiejętność programowania w języku C++, biegła znajomość języka angielskiego.
5	Wskazanie możliwych źródeł i zakresu finansowania spoza subwencji, np. stypendium naukowego, kosztów badań, wyjazdów itp.	Przyznane finansowanie wniosku z konkursu OPUS-23, obejmującego stypendium doktoranta na okres 48 miesięcy (lata 2023-26).

1	<b>Supervisor: name/surname,</b> degree, affiliation, e-mail address	Jan Pękala, dr hab., NZ15 IFJ PAN <a href="mailto:jan.pekala@ifj.edu.pl">jan.pekala@ifj.edu.pl</a>
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation,e-mail address	Dariusz Góra, dr hab., NZ15 IFJ PAN <a href="mailto:dariusz.gora@ifj.edu.pl">dariusz.gora@ifj.edu.pl</a>
3	<b>Research subject title</b> Short description, up to 250 words	<i>Developing new methods of analysis of data from the Pierre Auger Observatory</i>  The proposed work will be devoted to studies of cosmic rays of the highest energies. It will include analysis of new, unique data from the Pierre Auger Observatory in Argentina - the world's largest, leading experiment dedicated to the study of cosmic rays with energies above $10^{18}$ eV. The origin of these particles is one of the greatest mysteries of modern astrophysics. So far neither the sources of these particles nor the physical processes by which they acquire such gigantic energies have been identified. Many hypotheses have been formed, but their verification requires new, more precise data than. A significant enhancement of capabilities is the goal of the current modernization of the Observatory - we expect that it will allow us to better identify the primary particles.  The Institute of Nuclear Physics PAS has been for many years a

		<p>member of the international collaboration that built and operates the Pierre Auger Observatory. In recent years, we have participated in the construction of new scintillation detectors - their installation in Argentina is currently underway. Data from an upgraded part of the Observatory are already available. The dissertation will involve computer simulations, acquisition and analysis of experimental data, and investigation of the properties of nuclear interactions in the range of highest energy. The work will be carried out in collaboration with foreign partners; it will include working trips and participation in collaboration meetings, also trips to the Observatory in Argentina. More information can be found at <a href="http://www.auger.org">www.auger.org</a> and <a href="http://auger.ifj.edu.pl">auger.ifj.edu.pl</a>.</p>
4	<p>Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)</p>	<p>MSc in astrophysics, particle physics or related, computer programming in C++, fluent English.</p>
5	<p>Possible sources of financing, other than subsidy, e.g., scientific scholarship, research and travel costs, etc.</p>	<p>Approved funding for a OPUS-23 proposal, which includes a doctoral student scholarship for 48 months (2023-26).</p>