

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

**w Jednostce: Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego PAN**

1	Nazwisko i imię promotora, tytuł/stopień naukowy, jednostka, adres e-mail	<p><b>dr hab. Wolfgang Schäfer</b> IFJ PAN <a href="mailto:wolfgang.schafer@ifj.edu.pl">wolfgang.schafer@ifj.edu.pl</a></p> <p><b>dr hab. Agnieszka Łuszczak,</b> Politechnika Krakowska, <a href="mailto:Agnieszka.Luszczak@pk.edu.pl">Agnieszka.Luszczak@pk.edu.pl</a></p>
2	Nazwisko i imię promotora pomocniczego (opcjonalnie), jednostka, adres e-mail	
3	<p><b>Temat zagadnienia badawczego</b>+ krótki (do 250 słów) opis tematyki badawczej</p>	<p><b>Rola funkcji falowej na stożku świetlnym w produkcji kwarkoniów.</b></p> <p>Stany związane ciężkich kwarków, takie jak mezony <math>QQ^-</math> (kwarkonia), są poligonem doświadczalnym dla wielu pomysłów i podejść teoretycznych dotyczących produkcji cząstek. Duża masa kwarku zapewnia, że proces produkcji jest zdominowany przez krótkie odległości, a zatem może być traktowany przy użyciu metod perturbacyjnej QCD. W najpopularniejszym podejściu do produkcji kwarkoniów, tzw. nierelatywistycznej chromodynamice kwantowej (NRQCD), przeprowadza się nierelatywistyczne ograniczenie dotyczące wewnętrznego (względne) ruchu kwarku i antykwarku. Przejścia par kolorowych oktetów i kolorowych singletów do stanu końcowego kwarku są zakodowane w elementach macierzowych, które na ogół są dopasowywane do danych.</p> <p>Niedawno opracowaliśmy podejście do produkcji kwarkoniów,</p>

		<p>które uwzględnia poprawki relatywistyczne zakodowane w funkcji falowej na stożku świetlnym (LFWF).</p> <p>Projekt będzie obejmował rozszerzenie tego podejścia na produkcję kwarkoniów wektorowych. Konieczne będzie uwzględnienie LFWF w podprocesach takich jak foton <math>\rightarrow</math> gluon <math>\rightarrow</math> kwarkonium + gluon.</p> <p>Opracowany formalizm zostanie zastosowany do przewidywań foto- i elektroprodukcji w przyszłym zderzaczu elektron-jon.</p>
4	Wymagania w stosunku do kandydata (wykształcenie, umiejętności/kursy)	<p>-wykształcenie (sugerowane) magister z dziedziny nauk ścisłych i przyrodniczych lub wykształcenie wskazujące na możliwość wykonania projektu.</p> <p>- umiejętność programowania w C/C++ lub FORTRAN</p> <p>- znajomość języka angielskiego</p> <p>-podstawy fizyki cząstek elementarnych, Chromodynamika Kwantowa</p>
5	Wskazanie możliwych źródeł i zakresu finansowania spoza subwencji, np. stypendium naukowego, kosztów badań, wyjazdów itp.	Wniosek finansowany z grantu OPUS (NCN).

1	<b>Supervisor: name/surname, degree, affiliation, e-mail address</b>	<p><b>dr hab. Wolfgang Schäfer</b></p> <p>IFJ PAN</p> <p><a href="mailto:wolfgang.schafer@ifj.edu.pl">wolfgang.schafer@ifj.edu.pl</a></p> <p><b>dr hab. Agnieszka Łuszczak,</b></p> <p>Politechnika Krakowska,</p> <p><a href="mailto:Agnieszka.Luszczak@pk.edu.pl">Agnieszka.Luszczak@pk.edu.pl</a></p>
2	Auxiliary supervisor (optional) affiliation,e-mail address	

3	<p><b>Research subject title</b> Short description, up to 250 words</p>	<p><b>Role of the light front wave function in quarkonium production</b></p> <p>Heavy-quark bound states, such as the <math>QQ^-</math> mesons (quarkonia) are a testing ground for many ideas and theoretical approaches on particle production. The large quark mass ensures that the production process is dominated by short distances, and thus can be treated using methods of perturbative QCD.</p> <p>In the most popular approach to quarkonium production, the Non-Relativistic Quantum Chromodynamics (NRQCD), one performs a nonrelativistic limit regarding the internal (relative) motion of quark and antiquark. The transitions of color octet and color singlet pairs to the quarkonium final state is encoded in so-called long-distance matrix elements which in general are fitted to data.</p> <p>We have recently worked out an approach to quarkonium production that takes into account relativistic corrections encoded in the light-front wave function (LFWF) of the bound state.</p> <p>The project will involve an extension of the approach to the production of vector quarkonia. It will be necessary to include the LFWF in subprocesses such as photon gluon <math>\rightarrow</math> Quarkonium + gluon.</p> <p>The developed formalism will be applied to predictions for photo- and electroproduction at a futur Electron-Ion Collider.</p>
4	<p>Additional requirements to the candidate (education, skills / courses)</p>	<p>-Education (suggested) Masters degree in physics or equivalent education indicating ability to carry out the project.</p> <p>-basic programming skills in C/C++ or FORTRAN</p> <p>- basics of particle physics, Quantum Chromodynamics</p>
5	<p>Possible sources of financing, other than subsidy, e.g., scientific scholarship, research and travel costs, etc.</p>	<p>The research topic will be funded by an OPUS grant of NCN.</p>



K R A K O W S K A  
INTERDYSCYPLINARNA  
**SZKOŁA DOKTORSKA**