

Zgłoszenie tematu pracy dyplomowej na studiach 1-go stopnia (inżynierskiej)  
w roku akademickim 2015/2016 (semestr dyplomowy – zimowy 2016/2017)  
Kierunek studiów: **Fizyka Techniczna**

**Temat: Badania modelowe korelacji kątowych barionów w zderzeniach elementarnych w szerokim zakresie energii**

**Subject: Model studies of angular correlations of baryons in elementary collisions in a broad energy range**

Opiekun naukowy: **Łukasz Graczykowski, dr inż., lgraczyk@if.pw.edu.pl, 22 234 7343, pok. 117d**  
(imię i nazwisko, tytuł naukowy, instytucja, e-mail, tel.)

Kierujący pracą dyplomową pracownik Wydziału Fizyki PW:  
(należy podać, jeśli temat jest zgłaszany przez osobę nie będącą pracownikiem Politechniki Warszawskiej)

*Praca dyplomowa związana jest ze specjalnością:*  
(należy zaznaczyć jedną lub więcej specjalności)

.. Fizyka komputerowa  
..... Materiały i nanostruktury

..... Fizyka medyczna  
..... Optoelektronika

### **Opis pracy**

ALICE (A Large Ion Collider Experiment) jest jednym z 4 głównych eksperymentów zlokalizowanych na Wielkim Zderzaczu Hadronów (LHC) w ośrodku CERN w Genewie. Głównym celem badawczym eksperymentu jest próba zrozumienia najbardziej podstawowych mechanizmów opisujących jedną z faz rozwoju wczesnego Wszechświata, gdy cała materia znajdowała się w stanie plazmy kwarkowo-gluonowej (ang. Quark-Gluon Plasma – QGP; czyli takim stanie materii, w którym kwarki i gluony nie były związane w cięższych cząstkach – hadronach). Tego typu warunki odtwarzane są eksperymentalnie w LHC poprzez zderzenia przyspieszonych do ogromnych energii jąder ołowiu. Zrozumienie mechanizmów fizycznych obserwowanych w fazie QGP wymaga również analizy zderzeń elementarnych typu proton-proton oraz proton-ołów, w których prawdopodobieństwo powstania fazy QGP jest znacznie mniejsze.

Jedną z technik służących do badania efektów fizycznych leżących u podstaw wszystkich rodzajów zderzeń są tzw. korelacje kątowe. Mierzone są one w funkcji różnicy kąta azymutalnego oraz pseudopospieszności dwóch cząstek i stąd nazywane są krótko korelacjami  $\Delta\eta\Delta\phi$ . Korelacje te pozwalają na jednoczesną analizę wielu efektów fizycznych, z których każdy powoduje powstanie korelacji manifestującej się w inny sposób w przestrzeni  $\Delta\eta\Delta\phi$ .

Na szczególną uwagę zasługują tutaj korelacje typu barion-barion (lub antybarion-antybarion) w zderzeniach protonów o energii 7 TeV, dla których w eksperymencie ALICE obserwowane są zaskakujące efekty znacznie różniące się zarówno od korelacji innych typów cząstek, jak i od symulacji teoretycznych. Dla wszystkich pozostałych typów cząstek oprócz barionów dla  $(\Delta\eta, \Delta\phi)=(0,0)$  obserwowany jest znaczny wzrost korelacji (prawdopodobieństwa produkcji cząstek w wąskim obszarze przestrzeni fazowej) wynikający z kreacji tzw. "jet'ów", czyli skolimowanych pęków cząstek lecących w jednym kierunku. W przypadku par barion-barion i antybarion-antybarion obserwujemy natomiast efekt zupełnie odwrotny – antykorelację, czyli brak tego typu par cząstek w pojedynczym "jet'ie". Wyniki te wstępnie sugerują, że w zderzeniach typu proton-proton przy energiach LHC musi istnieć pewien fundamentalny mechanizm, który zabrania powstawaniu dwóch barionów w jednym "jet'ie".

Podobny efekt antykorelacji obserwowany był w zderzeniach elektron-pozyton przy znacznie niższych energiach zderzeń (29 GeV) jeszcze w latach 80. Wtedy efekt ten tłumaczony był zasadami zachowania (energii, pędu, ładunku, liczby barionowej) połączonymi

z niewystarczającą energią potrzebną do wyprodukowania dwóch barionów w jednym "jet'ie" (bariony są relatywnie ciężkimi cząstkami). W owym czasie również modele teoretyczne potrafiły opisać dane eksperymentalne. Przy energii zderzeń 7 TeV obecne modele teoretyczne, zwłaszcza model Pythia, którego poprzednie wersje używane były w latach 80 i opisywały dane przy 29 GeV, nie zgadzają się zupełnie z danymi eksperymentalnymi ALICE. Należy zatem sprawdzić, przy jakiej energii zderzeń efekt antykorelacyjny w danych modelowych zmienia się w efekt korelacyjny, co pozwoli na dokładniejszą interpretację wyników eksperymentalnych i pozwoli na dokonanie ewentualnych modyfikacji modeli teoretycznych.

Celem proponowanej pracy inżynierskiej jest wykorzystanie modeli teoretycznych typu Monte Carlo zderzeń cząstek Pythia i Phojet w celu wygenerowania wielu próbek danych modelowych dla szerokiego zakresu energii zderzeń i przeprowadzenie na każdej z nich analizy korelacji kątowych. W tym celu wykorzystane zostanie środowisko programistyczne eksperymentu ALICE (systemy ROOT i AliRoot) oraz system komputerowy do analiz rozproszonych GRID, które znacznie przyspieszą i ułatwią generację zderzeń oraz analizę. Wynikiem pracy będzie uzyskanie kątowych funkcji korelacyjnych barionów dla wygenerowanych danych modelowych o szerokim zakresie energii zderzeń. Proponowana praca jest częścią programu naukowego eksperymentu ALICE

W ramach pracy inżynierskiej możliwy jest równi wyjazd do laboratorium CERN. Po ukończeniu pracy inżynierskiej przewiduje się możliwość kontynuacji rozpoczętych badań w ramach pracy magisterskiej. Wskazana jest dobra znajomość języka angielskiego oraz umiejętność programowania w językach C/C++.

### **Problem inżynierski z zakresu fizyki technicznej, którego rozwiązanie ma opracować dyplomant**

1. zapoznanie się ze środowiskiem analizy danych eksperymentu ALICE, w tym z systemami ROOT i AliRoot
2. uzyskanie dostępu do właściwych danych modelowych i systemu ich generacji
3. zapoznanie się z systemem analiz rozproszonych GRID dla eksperymentu ALICE
4. wygenerowanie, przy użyciu system GRID, odpowiednich próbek danych modelowych dla wielu energii zderzeń
5. zapoznanie się z oprogramowaniem do wyznaczenia funkcji korelacyjnych barionów dla każdej próbki danych
6. wyznaczenie funkcji korelacyjnych barionów dla wygenerowanych danych i porównanie ich z wynikami ALICE
7. napisanie tekstu pracy

### **Bibliografia**

1. *Angular correlations of identified charged particles measured in pp collisions by ALICE at the LHC*, Ł. Graczykowski, M. Janik (for ALICE), Nucl. Phys. A 926 (2014) 205-212
2. *Two-particle angular correlations in pp collisions recorded with the ALICE detector at the LHC*, M. Janik (for ALICE), EPJ Web of Conferences 71 (2014) 00058
3. *Study of baryon correlations in  $e^+e^-$  annihilation at 29 GeV*, TPC/Two-Gamma Collab., Phys. Rev. Lett. 57 (1986) 3140
4. *Two-particle correlations as a function of relative azimuthal angle and pseudorapidity in proton-proton collisions registered by the ALICE experiment*, PhD. Thesis (2015), M. Janik, <https://cds.cern.ch/record/2093543?ln=pl>