

Celem projektu jest przeprowadzenie analizy korelacji Bosego-Einsteina (BEC) dla par identycznych pionów w zderzeniach proton-ołów w eksperymencie LHCb na akceleratorze LHC (Large Hadron Collider – Wielki Zderzacz Hadronów). Tego typu korelacje bada się, żeby uzyskać informacje o kształcie i rozmiarze źródła, które powstaje w trakcie zderzeń wysokoenergetycznych cząstek. W wyniku zderzenia cząstek, takich jak np. protony, produkowane są nowe cząstki – mogą one być dowolnego typu, jeśli tylko energia zderzenia jest wystarczająco wysoka. Nie jest możliwa bezpośrednia obserwacja tego, co dzieje się wewnątrz źródła – widzimy jedynie „gotowe” cząstki opuszczające ten obszar (hadrony). Korelacje Bosego-Einsteina polegają na zwiększonym prawdopodobieństwie produkcji identycznych cząstek (bozonów) o podobnych pędach. Zmierzenie takich korelacji umożliwi otrzymanie promienia korelacji, który jest związany z rozmiarem źródła w momencie, kiedy emitowane są cząstki. Okazuje się, że rozmiary źródła zależą od wielu czynników, jak np. masa produkowanych cząstek czy ogólna ilość naładowanych cząstek powstających w zderzeniu. Prowadzone są również badania nad zależnością rozmiarów źródła od rodzaju oraz energii zderzanych cząstek. Niektóre modele teoretyczne przewidują, że zderzanie większych cząstek (o większej masie) powinno prowadzić do zwiększenia rozmiaru źródła. Inne z kolei prowadzą do wniosku, że rozmiar źródła powinien być uniwersalny dla różnych rodzajów zderzanych cząstek. Wyniki uzyskane w trakcie tego projektu pozwolą na przetestowanie i rozwój tych modeli teoretycznych.

Przeprowadzenie tej analizy będzie wymagało przygotowania odpowiednich programów komputerowych. Nie jest to typowa tematyka badań w eksperymencie LHCb, dlatego część narzędzi będzie trzeba stworzyć zupełnie od nowa. Następnie przygotowana zostanie próbka danych ze zderzeń proton-ołów, zebrana przez eksperyment LHCb w 2013 roku. Dane zebrane na akceleratorze LHC są przechowywane w specjalnej sieci obliczeniowej WLCG (Worldwide LHC Computing Grid). Jest to największa obecnie sieć obliczeniowa, która pozwala na dostęp do danych naukowcom na całym świecie. Sama próbka zebrana przez eksperyment LHCb w zderzeniach proton-ołów w 2013 roku to ponad 150 terabajtów danych. Kolejnym krokiem będzie przygotowanie próbki symulowanej, odpowiadającej danym. Następnym etapem będzie wybranie spośród ogromnych próbek danych tylko tych przypadków, które są interesujące z punktu widzenia tej analizy. Chodzi tu głównie o użycie cząstek, które zostały z wysoką jakością zrekonstruowane w detektorze, oraz eliminację tych, które nie są pionami. Dla tak wybranych danych zostanie skonstruowana funkcja korelacji, z której można otrzymać promień korelacji i porównać go z innymi eksperymentami.

Głównym powodem podjęcia tematyki badawczej dotyczącej korelacji Bosego-Einsteina w zderzeniach proton-ołów jest możliwość dostarczenia przez eksperyment LHCb wyników w unikalnym obszarze „do przodu” – czyli dla cząstek rejestrowanych pod małymi kątami względem osi pierwotnej wiązki zderzanych cząstek. Detektor LHCb jest wyjątkowy wśród pozostałych eksperymentów na LHC, ponieważ ma on kształt jednoramiennego „rękawa”, zaczynającego się w miejscu, gdzie zderzane są cząstki i rozciągającego się wzdłuż osi wiązki. Wyróżniającymi go elementami jest bardzo precyzyjna rekonstrukcja śladów cząstek oraz dokładnego miejsca, w którym doszło do zderzenia (wierzchołek pierwotny). Pozwala on też na bardzo wydajne rozpoznawanie rodzaju rejestrowanych cząstek. Wyniki uzyskane dla zderzeń proton-ołów w obszarze „do przodu” będą pierwszym tego typu pomiarami na świecie. Możliwe będzie porównanie ich do rezultatów innych eksperymentów i określenie, jak korelacje zależą od kierunku (kąta odchylenia od osi wiązki) rejestrowanych cząstek.