

mgr inż. Łukasz Fulek
Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH
Katedra Oddziaływań i Detekcji Cząstek

Charged particle production in diffractive proton-proton scattering at the RHIC and LHC energies

W rozprawie doktorskiej zaprezentowano pomiary produkcji cząstek naładowanych w oddziaływaniach dyfrakcyjnych z użyciem danych zebranych przez eksperymenty STAR na akceleratorze RHIC i ATLAS na akceleratorze LHC w roku 2015. Oddziaływania dyfrakcyjne stanowią istotny wkład do całkowitego przekroju czynnego w zderzeniach proton-proton. Jedną z cech takich oddziaływań jest obecność w stanie końcowym zderzających się protonów, które są rozproszone pod małymi kątami, tzw. protony do przodu.

Znakomita większość cząstek produkowanych w zderzeniach proton-proton jest wynikiem procesów miękkich. Zazwyczaj do ich opisu stosuje się modele fenomenologiczne, których parametry muszą być ustalone na podstawie dostępnych danych eksperymentalnych. Pomiary rozkładów cząstek naładowanych w zderzeniach hadronów przy różnych energiach w układzie środka masy są prowadzone od wielu dekad. Niestety, większość badań jest dedykowana produkcji cząstek w oddziaływaniach nieelastycznych bez podziału na dyfrakcyjne i niedyfrakcyjne. Z tego powodu istnieje wielka potrzeba wykonania podobnych pomiarów w oddziaływaniach dyfrakcyjnych w celu walidacji dostępnych modeli fenomenologicznych.

Dane zebrane przez eksperymenty STAR i ATLAS pochodzą ze zderzeń protonów przy energiach w układzie środka masy równych odpowiednio 200 GeV i 13 TeV. Ich scałkowana świetlnosc wynosi, odpowiednio, 16 nb^{-1} i 723 nb^{-1} . W rozprawie zbadano rozkłady cząstek naładowanych w procesach z jednym protonem do przodu, rejestrowanym przez układy STAR RP i ATLAS ALFA. Względna strata energii protonu i kwadrat przekazu czteropędu wynoszą odpowiednio $0.02 < \xi < 0.2$, $0.04 < -t < 0.16 \text{ GeV}^2/c^2$ (STAR) oraz $10^{-5} < \xi < 0.16$, $0.02 < -t < 1 \text{ GeV}^2/c^2$ (ATLAS). W analizach zmierzono produkcję naładowanych cząstek o pędach poprzecznych większych od 200 MeV/c (STAR) i 100 MeV/c (ATLAS) oraz o bezwzględnej wartości pseudorapidity mniejszej niż 0.7 (STAR) i 2.5 (ATLAS). W obu analizach wymagano przynajmniej dwóch cząstek naładowanych w podanych wyżej zakresach.

Rozprawa doktorska rozpoczyna się od krótkiego wstępu do tematyki zaprezentowanej w pracy. W kolejnym rozdziale zostały przedstawione aspekty teoretyczne dotyczące Modelu Standardowego ze szczególnym uwzględnieniem procesów dyfrakcyjnych. W drugim rozdziale omówiono akceleratory RHIC i LHC oraz eksperymenty STAR i ATLAS. Rozdziały trzeci i czwarty zawierają szczegółowy opis przeprowadzonych analiz. W rozdziale piątym porównano otrzymane wyniki z danymi nieelastycznymi. Rozprawa kończy się podsumowaniem i wnioskami, które są przedstawione w rozdziale szóstym.

Najważniejsze wyniki analiz, to rozkłady krotności cząstek naładowanych oraz ich gęstości w funkcji pędu poprzecznego i pseudorapidity. Dla danych eksperymentu ATLAS

otrzymano dodatkowo rozkłady średniego pędu poprzecznego w funkcji krotności cząstek oraz rozkłady ξ i $-t$ protonu do przodu. Wyniki porównane zostały z modelami zaimplementowanymi w generatorach Monte Carlo: PYTHIA 8, EPOS, HERWIG oraz QGSJET. Większość tych modeli wykazuje zgodność z danymi eksperymentu STAR oraz w sposób niedostateczny opisuje dane eksperymentu ATLAS.

Dla obu zbiorów danych przeprowadzono analizę stosunków krotności zidentyfikowanych cząstek naładowanych (pionów, kaonów, protonów) i ich antycząstek w funkcji pędu poprzecznego. Dla danych eksperymentu STAR w obszarze $0.02 < \xi < 0.05$ zaobserwowano znaczącą asymetrię w stosunku krotności antyproton-proton, wskazującą na transfer liczby barionowej z obszaru do przodu do centralnego obszaru w przestrzeni rapidity.

Treść przedstawiona w rozdziałach trzecim i czwartym jest samodzielną pracą autora, z wyjątkiem niektórych wspólnych części oprogramowania, które są takie same dla każdej analizy w danym eksperymencie.

27.04.2020, Kraków