

Badania Precyzyjne Stosunków Fragmentacji hadronu b w eksperymencie LHCb z użyciem danych z roku 2024.

Nasz wszechświat składa się głównie z materii, a nie z antymaterii. Ta nierównowaga pozostaje jednym z największych nierozwiązanych problemów fizyki. Zgodnie z obowiązującymi teoriami, materia i antymateria powinny były powstać w równych ilościach podczas Wielkiego Wybuchu. Tymczasem, z powodów wciąż nie do końca zrozumiałych, materia przeważała. Jedną z możliwych wskazówek może być zjawisko łamania symetrii CP, czyli subtelne różnice w zachowaniu cząstek i ich antycząstek.

Celem niniejszego projektu jest lepsze zrozumienie łamania symetrii CP poprzez badanie sposobu, w jaki kwarki piękne (kwarki b) przekształcają się – czyli „fragmentują” – w różne typy cząstek zwanych hadronami b , powstających po zderzeniach protonów o bardzo dużej energii. Badania skupią się na pomiarze prawdopodobieństw, z jakimi kwark b przekształca się w określone cząstki, takie jak mezon B czy barion Λ_b^0 . Te prawdopodobieństwa, zwane stosunkami fragmentacji, są kluczowe dla precyzyjnych testów Modelu Standardowego fizyki cząstek.

Wykorzystując nowe dane zebrane w 2024 roku przez eksperyment LHCb w CERN, projekt dostarczy najdokładniejszych jak dotąd pomiarów zależności stosunków fragmentacji od kinematyki cząstek, w szczególności ich pędu poprzecznego i pseudospieszości. Poprzednie pomiary, oparte na wcześniejszych zbiorach danych, miały ograniczoną precyzję, natomiast znacznie większy i lepszy jakościowo zbiór danych z 2024 roku daje wyjątkową szansę na istotny postęp. Ponadto, wyższa energia zderzenia dla danych z 2024 roku pozwoli na zbadanie zależności produkcji barionu Λ_b^0 od energii.

Analiza będzie polegała na identyfikacji konkretnych procesów rozpadu hadronów b oraz porównywaniu ich częstości występowania. Do wydobywania tych częstości z danych zastosowane zostaną zaawansowane metody obliczeniowe i modele statystyczne. Dzięki poprawkom uwzględniającym efekty detektora, opartych na symulacjach oraz metodach kalibracji użyciem danych, zespół badawczy stworzy precyzyjną mapę zależności stosunków fragmentacji od warunków kinematycznych.

Wyniki te pozwolą lepiej zrozumieć podstawowe oddziaływania cząstek elementarnych i poprawią dokładność innych pomiarów testujących poprawność Modelu Standardowego w eksperymencie LHCb, które to opierają się na znajomości stosunków fragmentacji.

Projekt będzie realizowany przez zespół badaczy z IFJ PAN (Kraków) oraz z CERNu, z wykorzystaniem najnowocześniejszych narzędzi programistycznych i zaawansowanej infrastruktury obliczeniowej. Analiza korzysta z dotychczasowego doświadczenia zespołu, wkładu do fizyki wysokich energii i aktywnego udziału w kolaboracji LHCb.

Podsumowując, projekt ten dostarczy przełomowych informacji na temat jednej z najbardziej fundamentalnych zagadek kosmosu – dlaczego we wszechświecie dominuje materia – poprzez wykonanie najdokładniejszych jak dotąd pomiarów sposobu, w jaki kwarki b stają się hadronami b w zderzeniach protonów o wysokiej energii w CERNie.