

## Resumacje chromodynamiki kwantowej w zastosowaniu do precyzyjnego opisu procesów elektroślabych w LHC

Podstawowym celem proponowanego projektu jest otrzymanie najdokładniejszych przewidywań teoretycznych dla procesów zachodzących w Wielkim Zderzaczu Hadronów, w których produkowane będą najcięższe znane kwarki top i bottom oraz bozony pośredniczące w oddziaływaniach słabych i elektromagnetycznych:  $W^\pm$ ,  $Z^0$  oraz wysokoenergetyczne kwanty gamma.

Najważniejszym celem fizyki cząstek elementarnych jest odkrycie głębszej struktury oddziaływań fundamentalnych, która może przejawiać się poprzez nowe rodzaje cząstek fundamentalnych ("Nową Fizykę"). Po odkryciu bozony Higgsa, właśnie poszukiwania Nowej Fizyki są w centrum programu badawczego LHC. Jest to misja o fundamentalnym znaczeniu, które sięga poza macierzystą dyscyplinę — na przykład LHC ma potencjał by odkryć hipotetyczne cząstki, które rozwiązałyby kosmologiczny problem ciemnej materii. Jednakże, po sześciu latach działania LHC i osiągnięciu niemal docelowej energii zderzeń,  $\sqrt{s} = 13$  TeV, przy dotychczasowym braku sygnałów Nowej Fizyki, jest jasne, że ewentualne odkrycie w kolejnych latach będzie wymagało bardzo dużej czułości eksperymentów na hipotetyczne sygnały, które będą albo słabe, albo rzadkie. Stąd wynika potrzeba opisu standardowej lub hipotetycznej Nowej Fizyki z najlepszą możliwą dokładnością. W kolejnych latach działania LHC zebrana zostanie wielokrotnie (o prawiej jeden rząd wielkości) wyższa ilość danych niż do tej pory, co pozwoli istotnie zmniejszyć eksperymentalne błędy pomiarów. Dla pełnego wykorzystania potencjału badawczego LHC jest więc kluczowe, by poprawiać precyzję przewidywań teoretycznych.

Procesy w których produkowane są bozony pośredniczące w oddziaływaniach elektroślabych są szczególnie interesujące dla poszukiwań Nowej Fizyki ze względu na relatywnie wysoką skalę energii, która je charakteryzuje i czułość na sektor bozonu Higgsa, który często uważany jest najbardziej podatny na oddziaływania spoza Modelu Standardowego oddziaływań fundamentalnych. Aktualnie kluczowe źródła niepewności teoretycznych przewidywań dla procesów elektroślabych pochodzą od nie w pełni znanych efektów oddziaływań silnych: z niepewności związanych ze złożonymi efektami kwantowymi chromodynamiki oraz z niepewności dotyczących struktury hadronów. W tym projekcie zamierzamy zredukować te niepewności.

Zastosujemy dwa komplementarne podejścia, poprawiające jakość teoretyczną przewidywań. (i) Efekty poprawek kwantowych do procesów elektroślabych pochodzących od wirtualnych gluonów zostaną wysumowane we wszystkich rzędach rachunku zaburzeń z zastosowaniem silnej metody teoretycznej: resumacji miękkich gluonów. Ta metoda pozwala znacząco zredukować niepewności teoretyczne w obliczeniach rozpraszania i produkcji cząstek elementarnych i jest znanych wiele ważnych procesów, dla których dostarczyła najdokładniejszych istniejących obecnie przewidywań. (ii) W opisie struktury hadronów uwzględnimy efektu pędu poprzecznego składników hadronów, które są pomijane w najczęściej używanym przybliżonym formalizmie kolinearnym. Dzięki temu spodziewamy się otrzymać lepszy opis rozkładów kinematycznych mierzonych w produkcji bozonów elektroślabych w Wielkim Zderzaczu Hadronów. Zastosujemy także dane otrzymane w tym urządzeniu do dokładnego zmierzenia rozkładów pędu poprzecznego kwarków i gluonów w protonie.