

## Poprawki perturbacyjne do inkluzywnego radiacyjnego rozpadu mezonu $B$

Rozprawa doktorska

Streszczenie

W niniejszej rozprawie zostały wyznaczone nieznane dotąd poprawki do szerokości inkluzywnego radiacyjnego rozpadu  $b \rightarrow X_s^p \gamma$ , który na poziomie hadronowym odpowiada inkluzywnemu rozpadowi  $\bar{B} \rightarrow X_s \gamma$ . Zdefiniowana perturbacyjnie szerokość  $\Gamma(b \rightarrow X_s^p \gamma)$  jest w przybliżeniu równa szerokości rozpadu  $\Gamma(\bar{B} \rightarrow X_s \gamma)$ .

Badanie rozpadu  $\bar{B} \rightarrow X_s \gamma$  w ramach Modelu Standardowego dostarcza ograniczeń na wiele rozszerzeń tej teorii. Szczególnie ważne są ograniczenia na modele z dwoma duplekami Higgsa, modele supersymetryczne, a także modele z dodatkowymi wymiarami czasoprzestrzennymi.

W ramach niniejszej rozprawy wykonano dwa nowe rachunki. Pierwszym było wyznaczenie wszystkich pochodzących od operatorów czterokwarkowych wkładów do szerokości rozpadu w wiodącym rzędzie w  $\alpha_s$ . Wkłady te były dotychczas zaniedbywane, ponieważ są tłumione przez małe wartości współczynników Wilsona oraz przez przestrzeń fazową. Drugim rachunkiem było obliczenie poprawek w rzędzie  $\alpha_s^2$  w przybliżeniu Brodsky'ego, Lepage'a i Mackenzie, pochodzących od trzy- i czterociałowych stanów końcowych. W tym przypadku obliczone zostały nieznane wcześniej wielkości oznaczane w literaturze przez  $K_{ij}^{(2)\beta_0}$  dla  $(ij) \in \{(18), (28), (88)\}$ . Potwierdzono też rezultaty dla  $K_{ij}^{(2)\beta_0}$  z indeksami  $(ij) \in \{(11), (12), (22), (17), (27)\}$  otrzymane wcześniej przez jedną tylko grupę badawczą.

Większość wyznaczonych poprawek mieści się w granicach  $\pm 1\%$  wartości centralnej stosunku rozgałęzienia  $\mathcal{B}(\bar{B} \rightarrow X_s \gamma)$ . Wyjątkiem są poprawki  $K_{ij}^{(2)\beta_0}$  dla  $(ij) \in \{(11), (12), (22)\}$ , których łączny rozmiar osiąga około 1.9%. Jawne obliczenie tych poprawek w niniejszej pracy umożliwi w przyszłości istotną redukcję niepewności teoretycznych w rozważanym stosunku rozgałęzienia.

Uzupełnienie pracy stanowią dodatki, w których omówione są narzędzia niezbędne do wykonania przedstawionych obliczeń. Dodatek A poświęcony jest analizie całkowania po

czterociałowej masywnej przestrzeni fazowej. Szczególny nacisk jest położony na wyodrębnienie wyrazów proporcjonalnych do kolinearnych logarytmów mas z jednoczesnym zachowaniem możliwości jawnego całkowania po energii fotonu. Zabieg ten ułatwia dokonanie dolnego cięcia na energię fotonu. Dodatek B zawiera wyprowadzenie funkcji rozszczepienia opisujących emisję fotonu pod małym kątem w stosunku do emitującego fermionu. Jest to jedna z głównych metod otrzymywania wyrazów proporcjonalnych do kolinearnych logarytmów mas. Funkcji rozszczepienia użyto do przejścia od wyniku otrzymanego w regularyzacji wymiarowej do analogicznego wyniku, w którym rozbieżności kolinearne regularyzowane są przez masy lekkich kwarków w stanie końcowym. Porównanie obu rezultatów stanowi potwierdzenie poprawności otrzymanych wyników. Dodatek C został poświęcony omówieniu metody Voloshina-Smitha użytej do obliczenia poprawek w rzędzie NNLO w przybliżeniu BLM. Użycie metody V-S sprowadza rachunek w rzędzie  $\alpha_s^2$  do prostszego rachunku w rzędzie  $\alpha_s$  z dodatkowym całkowaniem po kwadracie pędu gluonu.