

Jednym z najpoważniejszych wyzwań, stojących przed współczesną fizyką teoretyczną wielkich energii jest stworzenie teorii kwantowej grawitacji. Teoria ta umożliwi nam najpewniej zrozumienie bardzo wczesnych etapów ewolucji wszechświata i fizyki czarnych dziur. Niestety próby konstrukcji tej teorii napotykają na olbrzymie problemy techniczne. Jej tworzenie jest też utrudnione z powodu braku wskazówek doświadczalnych. Wynika to z faktu, że skala energii, przy której efekty kwantowej grawitacji stają się dominujące jest o około 15 rzędów wielkości wyższa od tej, jaką jesteśmy w stanie uzyskać w LHC. Jest więc sprawą najwyższej wagi, by próbować badać ślady, które kwantowa grawitacja pozostawia po sobie w zjawiskach zachodzących przy niższych energiach, modyfikując znane nam teorie. Śladów tych możemy szukać doświadczalnie, sprawdzając, czy istnieją efekty sygnalizujące niewielkie odstępstwa od oczekiwań. Na przykład efekty kwantowej grawitacji mogą modyfikować scenariusze rozwoju młodego wszechświata albo teorię pól kwantowych, która stanowi podstawę Modelu Standardowego fizyki cząstek elementarnych.

Jednym z możliwych sposobów wprowadzenia tych możliwych poprawek związanych z kwantową grawitacją jest przyjęcie jako punktu wyjścia hipotezy głoszącej, że objawiają się one subtelnymi modyfikacjami niskoenergetycznych teorii, polegających na pojawieniu się grup kwantowych, które stają się konieczne do poprawnego opisu symetrii czasoprzestrzennych. Hipoteza ta jest punktem wyjścia naszych badań.

Nasz projekt badawczy składa się z trzech zadań:

W ramach pierwszego chcemy odpowiedzieć na pytanie jak grupy kwantowe stają się efektywną formą opisu symetrii układów pól i cząstek, gdy weźmie się pod uwagę efekty kwantowej grawitacji.

W ramach zadania drugiego przeprowadzimy szczegółowe badanie klasy teorii pola posiadających dość prostą, ale nietrywialną, postać kwantowych symetrii, zdefiniowanych poprzez tzw. twist. Będziemy badać właściwości takich teorii i znajdziemy odpowiadające im, zmodyfikowane reguły Feynmana.

Zadanie trzecie polegać będzie na wykorzystaniu uzyskanych w poprzednich zadaniach wyników w celu wyliczenia zmodyfikowanego sformułowania Modelu Standardowego, które posłuży nam jak punkt wyjścia do ich fenomenologicznej analizy.

Badania w ramach projektu prowadzone będą przez głównego wykonawcę, jednego wykonawcę i dwóch doktorantów, we współpracy z kilkoma zagranicznymi partnerami zespołu projektowego