

Fenomenologinių modelių su papildomais skaliariniais multipliais tyrimas

Dr. Darius Jurčiukonis

Elementariųjų dalelių fizikos Standartinis modelis (SM), savyje turintis elektrosilpnosios sąveikos bei stipriųjų sąveikų kvantinių laukų teorijas, pateikia stebėtinai tikslų materijos aprašymą fundamentaliame lygyje. Tačiau kai kurie eksperimentiniai matavimai ir kosmologiniai stebėjimai (neutrinių osciliacijos, Zbb sąveikos konstantos, tamsioji materija ir kt.) sufleruoja, kad SM yra nepilnas. Todėl yra nagrinėjami įvairūs modelio plėtiniai, kurie leidžia teoriškai aprašyti stebimus dydžius, tačiau įveda papildomus parametrus. Taip pat sudėtingų modelių tikslūs sprendiniai reikalauja didelių skaičiavimo resursų, kurie gali augti eksponentiškai, atsižvelgiant į modelio sudėtingumą. Doktorantūros metu bus ieškoma inovatyvių sprendimų SM plėtinių laisvųjų parametrų kitimo erdvėms nustatyti, ypatingą dėmesį skiriant mašininiam mokymuisi. Teoriniai apribojimai kaip unitarumas ir potencialo apribojimai iš apačios (bounded-from-below conditions) leidžia susiaurinti parametrų erdves, tačiau jų įvertinimas yra sudėtingas. Todėl bus pritaikomi neuroniniai tinklai ir vystomi mašininio mokymosi algoritmai, siekiant optimizuoti nagrinėjamų modelių skaitmeninius skaičiavimus.

Analysis of neutral boson decay using data recorded with the CERN CMS detector during Run3

The Standard Model (SM) of particle physics, which includes quantum field theories of the electroweak and strong interactions, provides a remarkably accurate description of matter at the fundamental level. However, specific experimental measurements and cosmological observations – such as neutrino oscillations, Zbb coupling constants, and dark matter – suggest that the SM is incomplete. Consequently, various extensions of the model are explored to provide a theoretical description of these observed phenomena, though they introduce additional parameters. Also, the exact solutions of complex models require significant computational resources, which can grow exponentially with the model's complexity. During the doctoral studies, innovative methods will be developed to determine the variation spaces of the free parameters in SM extensions, with a particular focus on machine learning techniques. Theoretical constraints, such as unitarity and bounded-from-below conditions, allow to narrow the parameter spaces, but their estimation remains challenging. Therefore, neural networks and machine learning algorithms will be applied and further developed to optimize the numerical computations of the considered models.