

Rezonantna produkcija U_1 leptokvarka sa lakšim generacijama kvarkova i leptona

Resonant U_1 leptoquark production through the fusion of lighter quarks and leptons

Mentor: dr. Arman Korajac, Institut Jožef Stefan, Ljubljana

8. april 2024.

1 Opis teme

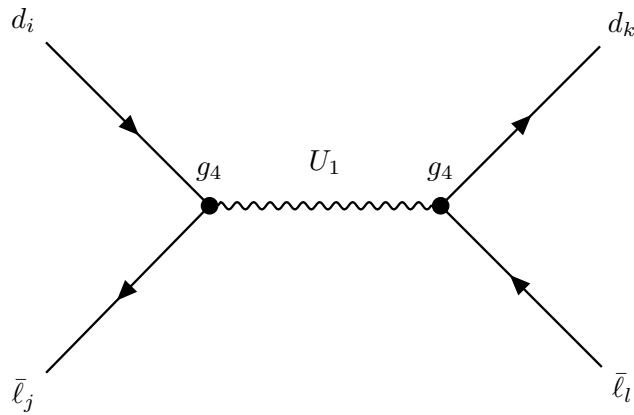
Leptokvark U_1 je hipotetička čestica koja direktno povezuje kvarkove i leptone. Traženje ovog leptokvarka na sudarivačima čestica, kao što je Large Hadron Collider (LHC) i na niskoenergijskim eksperimentima je motivisano iz mnogih razloga. Kao prvo, postojanje ovog leptokvarka je postulirano u mnogim teorijama *okusa* koje pokušavaju objasniti hijerarhiju masa između generacija kvarkova i leptona.

U radu [1] je po prvi put analizirana *rezonantna produkcija* ovog leptokvarka, koja se oslanja na eksperimentalne rezultate iz LHC-a, prezentirane u [2], na ogromni napredak u razumijevanju leptonskog sadržaja protona [3], kao i na simulacijske alate ovog kanala [4]. Naime, proton je kompleksna čestica koja se sastoji od kvarkova, ali i leptona. Sudaranjem protona je moguće generirati interakcije između njihovih konstituenata, pa samim time i interakcije kvarka i leptona. Rezonantni kanal produkcije kroz fuziju kvarka d_i (gdje je d_i down, strange ili bottom kvark) i leptona ℓ_j (gdje ℓ_j može biti elektron, mion ili tauon) je prikazan na slici 1. Tačnije, u pomenutom radu [1] je analizirana produkcija leptokvarka sa njegovim raspadom na kvark i lepton treće generacije, odnosno sa raspadom na bottom-kvark i tauon.

Projekat je namijenjen za 2 kandidata/kandidatkinje.

2 Zadaci i ciljevi

Kandidati/Kandidatkinje će zajedno sa mentorom analizirati druge kanale produkcije i raspada ovog leptokvarka. Tačnije, analiziraćemo druge moguće kombinacije produkcije i raspada koje uključuju kvarkove i leptone prve i druge generacije (odnosno kombinacije down-quarka/strange-quarka sa elektronima ili mionima). Konačni rezultati bi trebali biti granice na parametarski prostor leptokvarka, odnosno na njegovu masu i na njegovu konstantu vezivanja (pogledati sliku 4 u [2]). Naposljetku ćemo uporediti izvedene rezultate sa granicama koje proizilaze iz eksperimentalna na niskim energijama.



Slika 1: Rezonantna produkcija leptokvarka U_1 kroz fuziju donjeg kvarka d_i i leptona $\bar{\ell}_j$. Detekcija U_1 leptokvarka se odvija posredno kroz detekciju donjeg kvarka d_k i leptona $\bar{\ell}_l$. Ovdje g_4 označava konstantu vezivanja leptokvarka sa kvarkom i leptonom.

Od kandidata se očekuje **aktivno znanje i razumijevanje programskog jezika Python**. Preferabilno, očekuje se (ali nije nužno) **osnovno znanje kvantne teorije polja** i znanje u radu sa Jupyter Notebooks, kao i paketima NumPy, SciPy, i Matplotlib, ili znanje u nekom drugom programskom jeziku koji omogućuje analizu podataka (Wolfram Mathematica, Julia ili slično). Komunikacija će poteći kroz Slack kanal, Skype i zajednički Github.

Literatura

- [1] A. Korajac, P. Krack, and N. Selimovic, Eur. Phys. J. C **84**, 304 (2024), 2311.13635.
- [2] CMS, A. Hayrapetyan *et al.*, Phys. Rev. Lett. **132**, 061801 (2024), 2308.06143.
- [3] A. Manohar, P. Nason, G. P. Salam, and G. Zanderighi, Phys. Rev. Lett. **117**, 242002 (2016), 1607.04266.
- [4] L. Buonocore *et al.*, JHEP **11**, 129 (2022), 2209.02599.