

2022/2023 II. féléves beszámoló

# Magasabb rendű sugárzási korrekciók tömeges folyamatokban

Hallgató: Fekésházy Levente

Eötvös Lóránd Tudományegyetem, Fizika Doktori Iskola

Témavezető: dr. Somogyi Gábor (Wigner FK)

# 1. Bevezetés

A jelenlegi és a következő generációs részecskeütköztetőkből rejlő tudományos lehetőségek teljes kiaknázása érdekében a rendkívül pontos kísérleti méréseket pontos elméleti előrejelzésekkel kell összevetni. Ennek oka az, hogy a mért adatok és az elméleti előrejelzések közötti esetleges finom eltérések megfigyelése a standard modellen túli fizika felbukkanásának közvetett bizonyítékeként szolgálhat. Ezért a mérések megfelelő értelmezéséhez elengedhetetlen a kvantumszindinamikai (QCD), valamint az elektrogyenge (EW) és kvarktömeg hatások kifinomult modellezése.

Kutatásunk célja olyan eszközök és technikák kifejlesztése és alkalmazása, amelyek lehetővé teszik a tömeges részecskéket is tartalmazó részecskeütközési folyamatok hatáskeresztmetszeteinek nagy pontosságú kiszámítását. Konkrétan, az ilyen folyamatokhoz tartozó perturbatív korrekciók NNLO (next-to-next-to-leading order) pontosságú kiszámítására szolgáló levonási eljárásokon dolgozunk. A félév során három kutatási projektben vettem részt:

1. a leptonütköztetőkből történő b-kvarkpár keltésben mérhető úgynevezett „előre-hátra” aszimmetriához tartozó vegyes QCD+EW korrekciók NNLO szintű korrekcióinak kiszámolásában.
2. az említett levonási séma (CoLoRFulNNLO) kiterjesztése tömeges folyamatok és színes kezdeti állapotok esetére.
3. a leptonütköztetőkből történő kvarkpár keltés tisztán QCD  $N^3LO$  korrekcióinak számolásában.

## 2. Kutatás

### 2.1. Tömeges $e^-e^+ \rightarrow b\bar{b}$

- A levonási tagokban szereplő integrálok differenciál egyenleteinél nehézségekbe ütköztünk, mely problémákon aktívan dolgozunk.
- Közben a teljesen virtuális (VV) és a virtuális-valós (VR) rész mátrixelemeit legeneráltuk és azokat GoSam automatikus NLO mátrixelem és levonási tag generátorral leellenőriztük. Ezen részeknél már csak az integrálás maradt hátra.
- A hurok integrálok nagy hányada megtalálható az irodalomban, azonban ezeket össze kell gyűjteni és olyan alakra hozni, amivel dolgozni tudunk; ezen feladat kihívása a integrálok számossága és az integrálok összepárosítása.
- Az RV levonási tagokat magunknak kell kiszámolni, amely reményeink szerint kisebb kihívást fog jelenteni, mint a tisztán valós emissziós (RR) integrálok.

## 2.2. CoLoRFulNNLO módszer

- A parciális törtekre bontó algoritmust, melyet előző beszámolóban említettem, a reziduum tétel segítségével sikerült bebizonyítanunk így stabil matematikai alapokra helyeznünk. A tesztek azt mutatták, hogy a Wolfram Mathematica Apart és publikusan elérhető FORM függvényekhez képest nagyságrendekkel gyorsabb. Ebből kifolyólag az algoritmus Computer Physics Communications folyóiratba történő publikációján megfontolás alatt van.
- Az integrálásokat sikeresen befejeztük, azonban még hátravan ezek teljes körű ellenőrzése.

## 2.3. $e^-e^+ \rightarrow q\bar{q}$ $N^3LO$ rendben

Ebben a félévben elkezdtem dolgozni Prof. Dr. Sven-Olaf Moch-al az  $e^-e^+ \rightarrow q\bar{q}$  folyamat  $N^3LO$  rendbeli számolásán.

Sajnos a teljes hatáskeresztmetszet publikálásában egy másik csoport megelőzött minket, azonban még nem publikálták a szerkezeti függvényeket így ezek megkapása a legközelebbi célunk.

Egy másik elérni kívánt eredmény a differenciális hatáskeresztmetszet kiszámolása, mely szignifikánsan több időt és nagyobb energia befektetést fog igényelni.

## 3. Tanulmányok

A félév során két kurzust hallgattam, a fizika iskola által meghirdetett listából.

1. Elméleti evolúcióbiológia (FIZ/3/005E), melyből még nem vizsgáztam.
2. Feynman integrálok kiszámítása (FIZ/2/140), melyből még nem vizsgáztam.

## 4. Egyéb

1. A múlt félévben benyújtott DAAD pályázatomban pozitív elbírálást kaptam így 2024.02.01-től 2025.01.30-ig lehetőségem lesz Hamburgban Prof. Dr. Sven-Olaf Moch-al együtt dolgozni.
2. A Erasmus+ pályázatomban is sikeres lettem, így 2023. júliusában újra kiutazhatok egy hónapra Hamburgba, hogy
  - folytathassam a TDK dolgozatomban megkezdett kutatásomat.
  - részt vegyek a Computer Algebra and Particle Physics (CAPP) nevezetű nyári iskolán.
3. Továbbá sikerült támogatás elnyernem 2023.09.25 és 2023.10.14 közötti időszakra, hogy a GGI „Theory Challenges in the Precision Era of the Large Hadron Collider” nevezetű programján részt vegyek.