

1. félévi beszámoló (2022/23/1)

Az erősen kölcsönható anyagban keletkező részecskék eloszlásai  
és korrelációi CERN SPS energiákon

Pórfy Barnabás (barnabas.porfy@cern.ch)  
Részecskefizika és Atomfizika PhD program

Eötvös Loránd Tudományegyetem, Fizika Doktori Iskola

Témavezetők: Csanád Máté (ELTE, Atomfizikai Tanszék)  
Társtémavezető: László András (Wigner FK, Részecske- és Magfizikai Intézet)

# 1. Bevezetés

A doktori kutatásom alatt a CERN-i Super Proton Synchrotron egyik kísérleténél, az NA61/SHINE-nél végzem különböző atommagütközésekből felvett adatokon analízist.

A kutatásom során kvantumstatisztikus kétreszezske-korrelációkat mértem, más néven Bose–Einstein-korrelációkat, azonos töltésű pionpárookra építve. Ezzel a méréssel az erősen kölcsönható anyag femtométer skálájú téridőstruktúráját tudjuk felfedezni. Az ultrarelativisztikus ütközések során kialakuló forrás leírásához szimmetrikus Lévy-eloszlást tettem fel, amely egy általános megközelítést enged meg. Emellett fontos kiemelni, hogy ezzel a leírással az erősen kölcsönható anyag fázisdiagramján megjelenhető kritikus pontra is kaphatunk jeleket.

## 2. Az aktuális félévben elvégzett kutatások ismertetése

A doktori iskola előtt megkezdett Lévy-típusú Bose–Einstein-korrelációs adataimat Be+Be 150A GeV/c nyalábenergián felvett rendszerben véglegesítettem a félév során. Ez egy hosszabb procedura a nagyenergiás kísérleti fizikában, amely egy cikkben publikált eredménnyel zárul - ennek állapotát a következő fejezetben részletezem. Mivel az eredmények dizájnya még nem végleges, ezért a kollaboráció kérésére kihagyom a beszámolómból. Az analízisnek a lépései, annak leírása és elméleti levezetése megtalálható lesz a 3 fejezetben említett cikkben. A félév első felében főként az adatok véglegesítése volt a munkám, ennek következtében heti rendszerességgel, belső kollaborációs előadást kellett tartanom. Ezenfelül két hetente volt online értekezlet az Editorial Board tagjaival, ahol a cikk további javításait vitattuk meg.

Korábbi kutatásom során már megkaptam az előzetesen jóváhagyott („preliminary”) státuszt az Ar+Sc 150A GeV/c nyalábenergiás adatsorra. Ezt folytatván elkezdtem két további elérhető energián vizsgálni az Ar+Sc adatokat, azonban ezek még kifejezetten kezdeti stádiumban vannak. Terveim szerint elérem a preliminary státuszt és együtt véglegesíteném, a többi Ar+Sc eredménnyel. Ennek a főbb lépéseit a következőkben taglalom.

Elsőként kiválasztom a megfelelő adatokat és beállítom a kollaboráció által elfogadott alap adatvágásokat, ezután következik a korrelációs függvények mérése. Ehhez az azonos töltésű pion párokat kiválogatom és a párok átlagos transzverz impulzusait felosztom különböző tartományokra, majd elvégzem a mérést a korrelációs függvényre egy egydimenziós változó függvényében. A következő lépés, amennyiben értelmes alakúak a korrelációs függvények, az illesztés valamilyen elméleti függvényalakokkal, az én esetemben a korábban említett szimmetrikus Lévy-eloszlást használom. Ennek eredménye három fizikai paraméterben nyilvánul meg, egy skála paraméter, a mi esetünkben ez a homogenitás hosszát írja le ( $R$ ), a korrelációs függvény erőssége ( $\lambda$ ), illetve a Lévy-exponens ( $\alpha$ ), amely kapcsolatban van a forrás alakjával. Harmadik és végső lépésként a szisztematikus bizonytalanságok forrásának meghatározása és mérése. Miután meghatároztam a forrásokat, amelyeket vizsgálni szeretnék, megismétlem az előző lépéseket az új beállításokkal, vágásokkal. Ennek végén pedig valamilyen formában összegzem és reprezentálom az alapbeállításokkal.

Mindemellett elkezdtem az NA61/SHINE-nél egy kisebb szoftveres, kalibrációs projektet. 2022 közepétől a végéig a CERNben újra volt nyaláb a Long Shutdown 2 után. Az NA61/SHINE aktívan vett fel új adatokat, azonban a felújítások miatt nem használhattuk a korábbi szoftvereket kalibrálásra. Az én feladatomban az összes használatban lévő Time Projection Chamber (TPC) szinkronizálása. A fő cél ezzel a kalibrációval az, hogy lecsökkentsük az elsődleges ionizációból érkező részecskék időmérésből származó hibákat. Lényegében minden egyes TPC padból érkező jelet szeretnénk szinkronizálni egy referenciapadhoz annyira pontosan, amennyire lehetséges. Ehhez segítségül vesszük az úgynevezett Pulsert. Ez egy hardver

rendszer, amely egy előre választott feszültséget gerjeszt a katód drótokon. Elméletben a kalibráció elvégzéséhez töltést viszünk fel a katódra, amely egy lépcső-függvény szerű változást eredményez a feszültségben. Emiatt keletkező elektromos mező a padekben töltés elmozdulást eredményez, amely egy Dirac delta alakú jelet ad le. A valóságban a lépcső függvény emelkedése nem teljesen függőleges, emiatt pedig Gauss alakú lesz a válaszfüggvény (jel). A válaszul adott jelből meg kell határozni középértéket, amely egyedi minden egyes padre. Ezek után kiválasztottam egy referencia padet minden egyes TPC-ben, és megnéztem, hogy ahhoz képest a többi pad milyen eltérést mutat. Miután elvégeztem ezt az összes padre, az eltéréseket átlagolom az elfogadott eseményekre és az eltéréseket lementem, hogy az adatok kalibrálásánál fel tudják használni.

### **3. Publikációk**

Jelenleg egy publikációm van készülõben. A cikk a végsõ lépéseknél tart, a kollaboráció belsõ bírálata már lement és annak javítási folyamata végén vagyok. Hátralévõ lépések között van a CERN-nek elküldés átnézésre és majd a kommentjeikre a válasz és korrekció, végül pedig egy újságnak elküldeni és a tőlük érkező kommentekre reagálni. A cikk a Lévy-HBT módszerét, metodikát, az NA61/SHINE kísérletet és az első eredményeimet, Be+Be 150A GeV/c nyalábenergián mért véglegesített eredményeket foglalja össze. Mindamellett még a PhD előtti időszakban megjelent 3 kevésszerzős publikációm, illetve szerepelek az NA61/SHINE publikációin is (ebben a félévben is megjelent 2 darab ilyen sokszerzős cikk).

### **4. Tanulmányi tevékenység az aktuális félévben**

A félév során Dr. Lévai Péter FIZ/2/024E, Az erősen kölcsönható anyag fázisszerkezete kurzusán vettem részt, illetve Dr. Trócsányi Zoltán vezette FIZ/2/132, Asztro-részecskefizika című előadását hallgattam.

### **5. Konferenciák az aktuális félévben**

Két konferencián vettem részt a félév alatt. Ősszel a Gyöngyösön megrendezett Femtoszkópia napján, amely a terület újabb eredményeinek bemutatására szolgál. Télen, a második konferencián a Zimányi Téli Nehézionfizika Workshop és Iskolán vettem részt. Ezen a konferencián egy nagyobb közönségnek adhattam elő a két preliminary eredményemet.

### **6. Oktatási tevékenység az aktuális félévben**

A félév során FIZ/OKT/2 keretében Környezetfizikai laboratóriumon (Tárgyfelelős: Csanád Máté) laborgyakorlatot tartottam.

### **7. Elismerések**

2022/2023-as tanévre elnyertem az Új Nemzeti Kiválóság program ösztöndíját, amely keretében az NA61/SHINE kísérletben további analízis tevékenységet végzem.