

3. félévi beszámoló (2023/24/1)

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

Pórfy Barnabás

barnabas.porfy@cern.ch

barnabasp@staff.elte.hu

porfy.barnabas@wigner.hun-ren.hu

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 Super Proton Synchrotron egyik kísérleténél, az NA61/SHINE-nél végzek különböző atommagütközésekből felvett adatokon analízist. Ezen felül további kalibrációs tevékenységekben is részt veszek.

A kutatásom során kvantumstatisztikus kétreszezske-korrelációkat mértem, pontosabban femtoszkópikus-korrelációkat (Bose–Einstein- vagy HBT-korrelációkat), azonos töltésű pionpárookra építve. Ezzel a méréssel az erősen kölcsönható anyag femtométer skálájú téridőstruktúráját tudjuk feltérképezni. Az ultrarelativisztikus ütközések során kialakuló forrás leírásához szimmetrikus Lévy-eloszlást tételezek fel, amely a Gauss-feltevésnél általánosabb megközelítést enged meg. Emellett fontos kiemelni, hogy ezzel a leírással az erősen kölcsönható anyag fázisdiagramján feltételezetten megjelenő kritikus pontra is kaphatunk jeleket.

2. Az aktuális félévben elvégzett kutatások ismertetése

Az előző félévekben említett kutatásokat [1, 2] folytatván alább ismertetem az aktuális félév eredményeit.

2.1. Lévy-típusú Bose–Einstein-korrelációs mérések

A doktori iskola harmadik félévében a $^{40}\text{Ar}+^{45}\text{Sc}$ ütközőrendszerben felvett adatokon mérhető femtoszkópikus korrelációk kutatása a nyalábimpulzus változtatásával volt a fő fókuszom. Az összesen hat elérhető energiából (5-17 GeV/nukleon tömegközépponti energia) kettővel elértem előzetes státuszt a félév során (eggyel pedig még korábban). Ez azt jelenti, hogy az eredményeim publikusak, de még módosíthatóak, így előadásokban, cikkekben szerepelhetnek már.

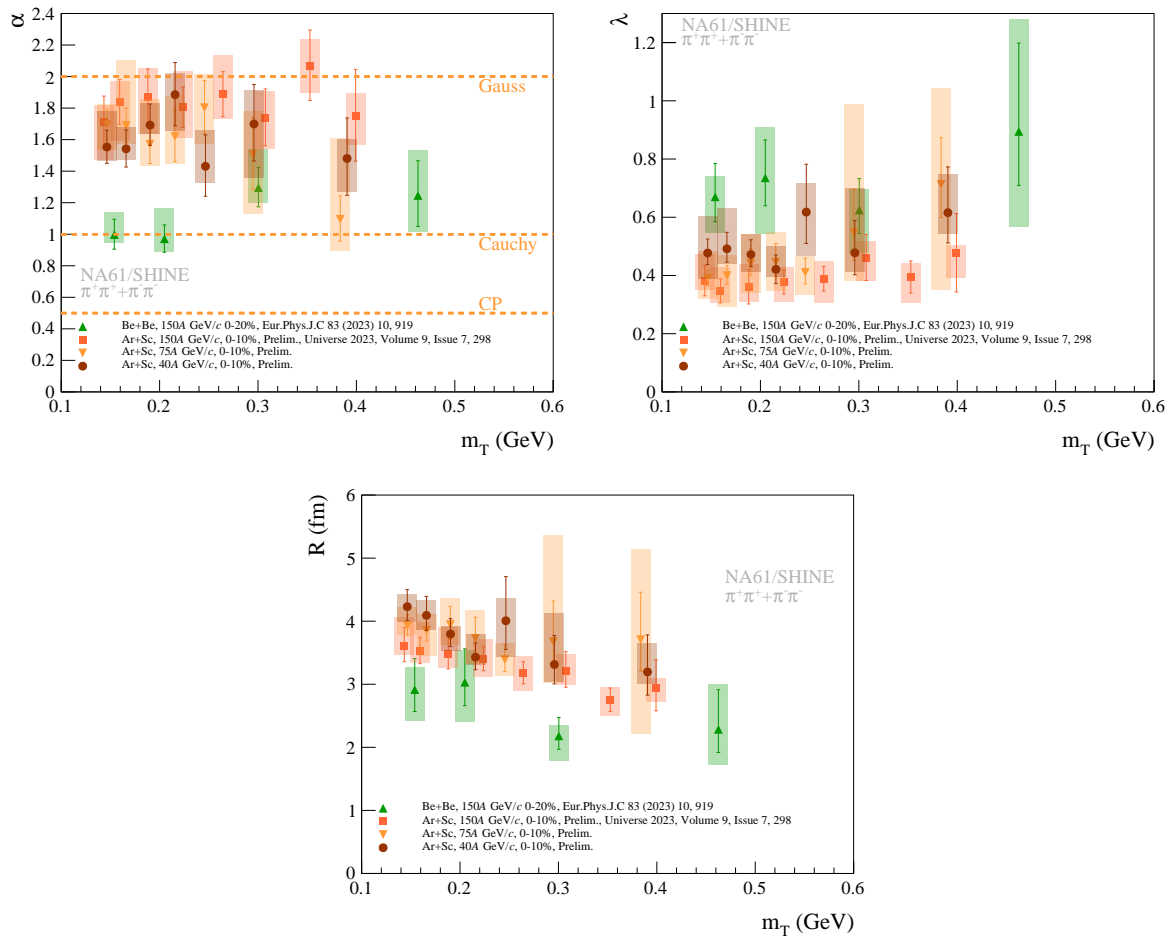
Az adatelemzés folyamata nem tér el az előző beszámolókból kifejtettektől [1, 2], így erre nem térek ki most. Az 1. ábrákon látható eredmények közül a legfontosabb számunkra az α paraméter. Látható, hogy a Lévy-exponens paraméter $^{40}\text{Ar}+^{45}\text{Sc}$ esetén főként 1,4 és 2,0 közötti értékeket vesz fel a teljes transzverz tömeg tartományon, ami jelentősen nagyobb, mint a kritikus pont körül várt 0,5 érték. A tény, hogy a paraméter értéke nem egészen 1,0 (Cauchy alak), vagy 2,0 (Gauss alak), mutatja, hogy a Lévy-feltevés érvényes és érdemes megilleszteni az α paramétert is.

Az új eredmények különösen érdekesek, ugyanis egy $\langle \alpha \rangle (\sqrt{s_{NN}})$ trend kezd kibontakozni, látható a 2. ábrán. Éppen emiatt kiemelkedően fontos, hogy megmérjem a további, alacsonyabb energiás adatokra is $^{40}\text{Ar}+^{45}\text{Sc}$ esetén.

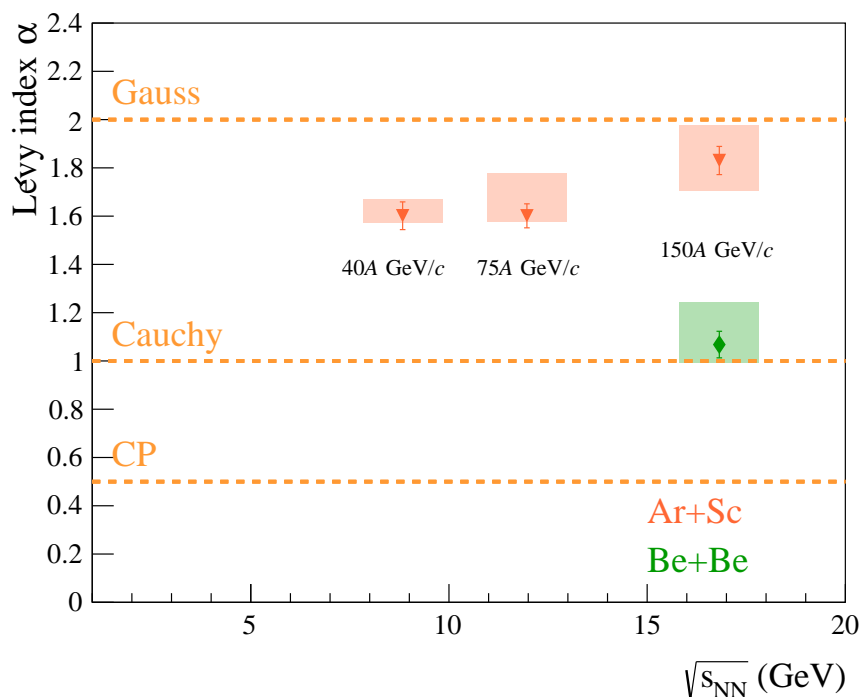
A szorgalmi időszak végén elkezdtem a hátralévő három nyalábimpulzuson felvett adatok előkészítését. Előreláthatólag kora tavasszal elérem az előzetes státuszt az adatokkal, befejezve a rendszer ütközőenergia szerinti elemzését.

3. Publikációk

Az idei félévben megjelent egy publikációm, október 11-én, a European Physics Journal C folyóiratnál [3], illetve megírtam és beküldtem egy egyszerezős ('for the NA61/SHINE Collaboration' típusú) referált, impakt faktoros, konferenciakötetben megjelenő cikket [4]. A dokumentumban a Lévy-típusú Bose–Einstein-korrelációk elméletét, metodikáját, az NA61/SHINE kísérletet és az első eredményeimet, a $^7\text{Be}+^9\text{Be}$ 150A GeV/c nyalábenergián mért véglegesített



1. ábra. Illesztési paraméterek a transzverz tömeg függvényében, különböző energiákon, rendszerekben. Oszlopok a statisztikus bizonytalanságot, míg a téglalapok a szisztematikus bizonytalanságot jelölik.



2. ábra. Az α paraméter egyenessel illesztett értéke különböző energiákon, rendszerekben. Oszlopok a statisztikus bizonytalanságot, míg a téglalapok a szisztematikus bizonytalanságot jelölik.

eredményeket foglalja össze. A konferenciakötetes cikket december 15-én beküldtem, és valamikor tavasszal fog megjelenni a European Physics Journal egyik folyóiratánál. A cikkben az $^{40}\text{Ar}+^{45}\text{Sc}$ 150A GeV/c nyalábimpulzuson mért előzetes eredményeimet hasonlítottam össze a már végleges $^7\text{Be}+^9\text{Be}$ mérésemmel. Mindemellett szerző vagyok az NA61/SHINE publikációin is, a [1,2] beszámolómban említett kalibrációs tevékenységeim, illetve a sokéves adatfelvételi program alatti munkáim eredményeképpen. Részt vettem továbbá az adatfelvételi programban shifterként és adatfelvételi koordinátorként. Ennélfogva a félévben 2 darab sokszerzős cikk jelent meg [5,6].

4. Tanulmányi tevékenység az aktuális félévben

A félév során Pásztor Gabriella és Veres Gábor által vezetett A részecskefizika kísérleti módszerei II. (FIZ/2/004E) nevű előadást hallgattam, illetve Visontai Dávid Adattudomány számítógépes laborján (FIZ/3/087) vettem részt.

5. Konferenciák és egyéb tevékenységek az aktuális félévben

Szeptemberben párhuzamos előadást tarthattam a Quark Matter 2023-as konferencián (Houston, Texas, USA), ahol a véglegesített eredményeimről, kiegészítve a kollaboráció egy másik témába illő új eredményével. A konferencia utáni héten egy együttműködési találkozón (Collaboration Meeting) virtuálisan vettem részt, ahol a kutatásom jelenlegi állásával kapcsolatos kérdésekre válaszoltam. November elején a Workshop on Particle Correlations and Femtoscopy konferencián, meghívott előadóként bemutattam a véglegesített $^7\text{Be}+^9\text{Be}$ eredményeimet,

összehasonlítva az $^{40}\text{Ar}+^{45}\text{Sc}$ méréseimmel. Végül december elején a Zimányi Winter Workshop on Heavy Ion Physics téli iskolán adtam elő, bemutatva a legújabb eredményeimet (lásd 1, 2. ábrákat).

Szeptember 24-től október 19-ig bekapcsolódtam az NA61/SHINE kísérlet adatgyűjtő (DAQ) csoport fejlesztői munkájába. Továbbá a kísérlet ólom-ólom adatfelvétele alatt adatfelvétel koordinátori (run coordinator) pozíciót töltöttem be, amely a fizikai program vezetője, illetve a detektor vezető alatt helyezkedik el. Főbb feladataim közé tartozott napi jelentést tartani a kísérlet és az adatfelvétel állapotáról, illetve a shifterek segítése, betanítása.

6. Oktatási tevékenység az aktuális félévben

A félév során a Környezetfizika laboratórium keretében tartottam az Elektroszmog és Mikrohullámú sugárzások mérését harmadéves környezettan és tanári képzésen részt vevő hallgatóknak. Ezen felül Török Tamás harmadéves Fizika BSc diáknak segítettem nehézion-fizikai kutatásában, amelyet a PHENIX kísérlet adatain végzett.

7. Elismerések

A doktori programom hátralévő részére elnyertem a Doktoranduszi Kiválósági Ösztöndíj Program ösztöndíját, amely keretében az NA61/SHINE kísérletben további adatanalízist végzem.

Hivatkozások

- [1] B. Pórfy, „Első féléves beszámoló.” https://physics.elte.hu/media/e5/ad/4e6aa9326375f4f19e65b4f4573bbf3c46cde7cd504d1dca3043e031d3a9/PHYS_Porfy_1.pdf.
- [2] B. Pórfy, „Második féléves beszámoló.” https://physics.elte.hu/media/d9/56/14a6bd7f150356f82ce15805c941dd393bdd578bba39a142d5b6e21f5b5f/PHYS_Porfy_2.pdf.
- [3] H. Adhikary *et al.*, [NA61/SHINE Collab.] *Eur. Phys. J. C* **83** no. 10, (2023) 919, arXiv:2302.04593 [nucl-ex].
- [4] B. Porfy, [NA61/SHINE Collab.], „Femtoscopy analysis in small systems at NA61/SHINE,” in *30th International Conference on Ultrarelativistic Nucleus-Nucleus Collisions*. 1, 2024. arXiv:2401.02553 [nucl-ex].
- [5] H. Adhikary *et al.*, [NA61/SHINE Collab.] arXiv:2312.13706 [hep-ex].
- [6] H. Adhikary *et al.*, [NA61/SHINE Collab.] arXiv:2401.03445 [nucl-ex].