

FÉLÉVES BESZÁMOLÓ (2017/2018 1. félév)

Kincses Dániel

ELTE TTK Fizika Doktori Iskola

Részecskefizika és csillagászat doktori program

Témavezetők: Csanád Máté, Csörgő Tamás

1. A kutatás előzményei, problémafelvetés

A doktori kutatásom során kísérleti nehézion fizikával, azon belül arany-arany atommag ütközések adatainak elemzésével foglalkozom. A kutatást még BSc tanulmányaim során kezdtem meg Csanád Máté témavezetésével, majd az MSc diplomamunkám is ebben a témakörben született. A kutatás során azonos részecskék (pionok) kvantumstatisztikus, vagy más néven Bose-Einstein korrelációinak mérésével foglalkozom. Ezt a tudományágat femtoszkópiának is nevezik, ugyanis az ehhez hasonló mérések segítségével az atommag ütközések során létrejövő anyag téridőbeli struktúráját térképezhetjük fel a femtométer skálán. Az adatokat, amelyeken méréseimet végzem, a Relativisztikus Nehézion Ütköztetőnél található PHENIX kísérlet rögzítette. Méréseink során a részecskekeltő forrás alakjának leírására egy új módszert alkalmazunk, a Lévy-eloszlást használjuk. Méréseink az erősen kölcsönható anyag kritikus pontjának keresése szempontjából is nagy jelentőséggel bírnak. A különböző tömegközépponti ütközési energiákon elvégzett mérések a QCD fázisdiagramjának különböző pontjairól szolgáltatnak információt, így lehetővé teszik a kritikus pont keresését. Az egyik mérhető mennyiség, a Lévy-exponens, kapcsolatban van a statisztikus fizikából ismert korrelációs kritikus exponenssel. Ennek a paraméternek a vizsgálata különböző ütközési energiák esetén így még közelebb vihet minket a kritikus pont fázisdiagramon található helyének meghatározásához. A kutatás előzményeiről az alábbi cikkekben lehet részletesebb információkat találni:

- Lisa, Michael A. et al. *Ann.Rev.Nucl.Part.Sci.* 55 (2005) 357-402
- Csanád M. et al., *Braz.J.Phys.* 37 (2007) 1002-1013
- Csörgő, T. *PoS HIGH-PTLHC08* (2008) 027
- Vance, S. E. *Phys.Rev.Lett.* 81 (1998) 2205-2208
- Lacey, Roy A. *Nucl.Phys.* A956 (2016) 348-351

2. A félév során elvégzett kutatás ismertetése

A félév során továbbra is kísérleti adatanalízissel foglalkoztam, a PHENIX kísérlet által rögzített arany-arany atommag ütközések adatait vizsgáltam. A rendelkezésemre álló tömegközépponti ütközési energiák az alábbiak: $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV, 62 GeV, 39 GeV, 27 GeV, 19 GeV és 15 GeV. Az adatanalízis során azonosított részecskékből álló adathalmazon dolgoztam. Az analízis részletei megtalálhatók a 3. pontban felsorolt publikációkban, a továbbiakban egy rövid összefoglalás következik.

A folyamat három fő szakaszra bontható. Az első a korrelációs függvények mérése, amely során a pion párok átlagos transzverz impulzusának különböző tartományai esetén megmértem a korrelációs függvényeket egy egydimenziós relatív impulzus változó függvényében. Ez után következik a mért korrelációs függvények illesztése egy elméleti úton meghatározott függvényalakokkal. Az illesztések eredménye végül az illesztett

függvény paramétereinek transzverz impulzus függése lesz. A három fő paraméter a Lévy-skálaparaméter (R), a korrelációs függvény erőssége (λ), illetve a Lévy-exponens (α). A harmadik fő szakasz a szisztematikus bizonytalanságok vizsgálata, ennek során az előző két pont megismétlése történik, különböző beállítások (például különböző vágási kritériumok, illesztési határok stb.) megváltoztatása esetén. Természetesen mindhárom szakasz esetén adódnak kihívások, és sokkal több alpontra is lehetne bontani az összefoglalást, de a beszámoló formai követelményei miatt ezt most mellőznöm kell.

Mindeközben az eredményeket folyamatosan kommunikálni kell a kollaboráció felé, ahol több belső előadás és legalább egy analízis jegyzet szükséges ahhoz, hogy előzetes, azaz preliminary státuszt kérhessünk eredményeinkre. A 3 magasabb energia esetén már vannak preliminary eredményeim, a 3 alacsonyabb energia esetén ezek május elejére várhatóak. A legújabb eredményeket a Quark Matter 2018 konferencián tervezem bemutatni, amely Olaszországban kerül megrendezésre 2018. május 13-19 között.

A fő kutatási irány mellett egy másik vonalon is elkezdtem vizsgálódni, ez pedig a királis szimmetria részleges helyreállításának vizsgálata a forró kvarkanyagban. Korábbi kutatások ebben a témakörben arra utalnak, hogy a kvarkanyagban a királis szimmetria részleges helyreállása esetén az η' mezon lecsökkent tömeggel keletkezhet. A lecsökkent tömeg miatt ez a részecske nagyobb számban keletkezik, és mivel jelentős részben pionokra bomlik, ezért ez az effektus hatással lesz mérésünkre. Ha a pion mintánkból valamilyen módszerrel ki tudjuk szűrni az η' mezon bomlásából keletkezett pionok egy jelentős részét, akkor az elméleti várakozás szerint ez jelentős változást fog eredményezni az egyik mért paraméterben. Ha a szűrés után ezt a változást meg tudnánk figyelni, akkor indirekt bizonyítékot szerezhetünk a tömegmódosulásra. Az előzmények megtalálhatóak az alábbi cikkben:

- Csanád, M., Kőfaragó, M., Eur. Phys. J. A (2011) 47: 76

A félév során a cikkben részletezett szűrési algoritmus implementálásán is dolgoztam, hogy a 200 GeV-es arany-arany ütközések esetén vizsgálható legyen a hatása. Mivel a nagy kísérleti kollaborációk esetén az eredmények publikálása egy igen hosszú, sok lépcsőből álló folyamat, így az ebben a félévben végzett kutatásom eredményei várhatóan a következő félév során lesznek bemutathatók konferenciákon.

3. Publikációk

A félév első részében témavezetőmmel közösen a korábbi kutatásom eredményeit összefoglaló kísérleti cikk megjelentetésén dolgoztunk. A PHENIX kollaboráció belső bírálati folyamatain szeptember közepén sikerült túllépni, így szeptember 17-én felkerült az arXiv-ra a doktori munkám jelentős részét képező első cikk:

- PHENIX Coll., A. Adare et. al., Lévy-stable two-pion Bose-Einstein correlations in $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV Au+Au collisions, arXiv:1709.05649

Ez a cikk a Phys. Rev. C folyóirathoz került beküldésre a kollaboráció által, jelenleg a folyóirat bírálati periódusa tart. A félév második részében egy konferencia proceeding cikk írásán dolgoztam, ami egy referált online folyóiratban, a Universe-ben jelent meg 2018. január 4-én:

- D. Kincses for the PHENIX Coll., Lévy analysis of HBT correlation functions in $\sqrt{s_{NN}} = 62$ GeV and 39 GeV Au+Au collisions at PHENIX, Universe 2018, 4, 11.

4. Tanulmányi és oktatási tevékenység, konferenciák

A félév során részt vettem a Lévai Péter által tartott „Az erősen kölcsönható anyag fázisszerkezete” című előadáson, illetve oktatási tevékenységet is végeztem. Előadásokat tartottam a Csanád Máté által szervezett „Nagyenergiás nehézionfizika, avagy a tökéletes kvarkfolyadék” kurzuson, illetve laborgyakorlatot is tartottam a „Sugárzások fizikája laboratórium” kurzuson (Pozitronsugárzás vizsgálata).

A félév során két konferencián vettem részt. Elsőként a Gyöngyösön megrendezett Day of Femtoscopy konferencián, ahol a tudományterület legújabb eredményeinek összefoglalásáról volt szó. Itt két előadást tartottam a kutatócsoportunk különböző korábbi eredményeinek összefoglalásáról. A második konferencia amin részt vettem a Zimányi Nehézionfizika Téli Iskola volt, amelynek a szervezésében is segítettem témavezetőmnek, Csanád Máténak. A konferencián a korábban említett kollaborációs publikáció összefoglalásáról tartottam előadást.

5. Tudományos ismeretterjesztő tevékenység

A félév során tudományos ismeretterjesztő tevékenységet is folytattam. Lefordítottam magyarra a Brookhaven National Laboratory hivatalos sajtóközleményét, amely a PHENIX kísérlet legújabb felfedezéseiről szól. Ezt kiküldtük a médiának, és több helyen meg is jelent, többek között az origo.hu illetve a National Geographic is megjelentette a hírt. A hivatalos sajtóanyag az alábbi linket található:

- http://phenix.elte.hu/docs/smallQGP_news.pdf

Részt vettem a SCIndikátor tudománykommunikációs versenyen, ahol bejutottam a döntőbe, amely 2018. március 22-én kerül megrendezésre Budapesten. Ezen kívül témavezetőmmel, Csanád Mátéval interjút adtunk az M5 csatorna Tudomány minden napra című műsorához, ahol kutatási témánkról tartottunk közérthető összefoglalót.

6. Díjak, ösztöndíjak

A 2017/2018-as tanévre elnyertem az Új Nemzeti Kiválóság program ösztöndíját, ennek keretében a királis szimmetria helyreállításának vizsgálatával foglalkoztam. Ezen kívül 2017. november 20-án a Magyar Tudományos Akadémia dísztermében átvettem a Pro Scientia Aranyérem díjat.