

2. FÉLÉVI BESZÁMOLÓ (2017/2018)

Kincses Dániel (kincses@ttk.elte.hu)

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 kutatás során azonos részecskék (pionok) kvantumstatisztikus, vagy más néven Bose-Einstein korrelációinak mérésén dolgozom. Az ehhez hasonló mérések célja, hogy az atommag ütközések során létrejövő anyag téridőbeli struktúráját feltérképezzük. 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 doktori képzés során végzett kutatásaim fő célja, hogy egy széles energiatartományon történő mérés kidolgozásával és elvégzésével közelebb kerüljünk a kritikus pont kísérleti meghatározásához.

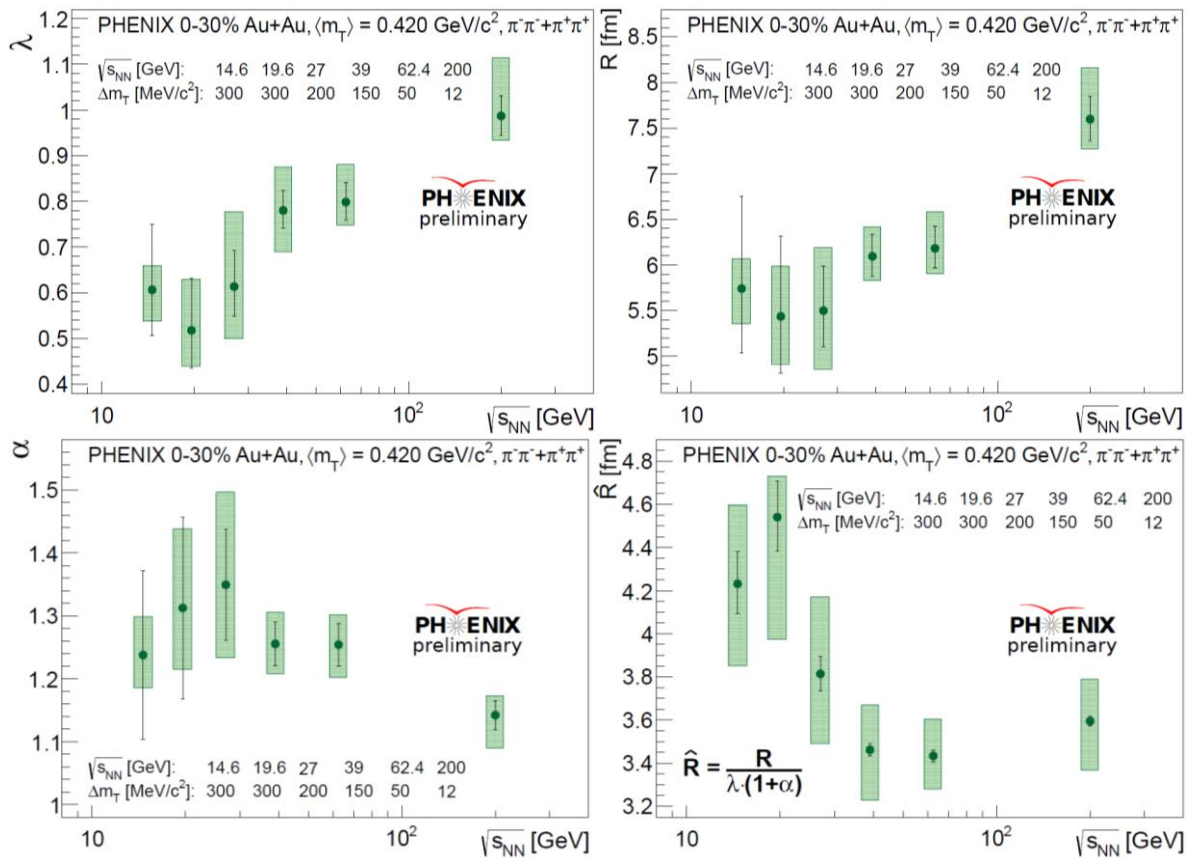
2. A félév során elvégzett kutatás ismertetése

A Relativisztikus Nehézion Ütköztetőnél lezajlott Beam Energy Scan program során igen széles energia tartományon végeztek arany-arany atommag ütközéseket. A PHENIX kísérlet által rögzített adatok közül az alábbi tömegközépponti ütközési energiák állnak rendelkezésemre: $\sqrt{s_{NN}} = 15$ GeV, 19 GeV, 27 GeV, 39 GeV, 62 GeV és 200 GeV. Ezek közül a három magasabb energián korábban már sikerült részletes méréseket elvégezni, amelyek eredményei a 3. pontban felsorolt publikációkban találhatóak meg. A félév során fő célom az alacsonyabb energiákon történő mérés elvégzése volt.

Az adatanalízis folyamata három fő szakaszra bontható. Az első a korrelációs függvények mérése, amely során pion párok korrelációs függvényeit mérem egy egydimenziós relatív impulzus változó függvényében. Amennyiben a statisztika engedi, a méréseket különböző átlagos transzverz impulzus, illetve centralitás osztályok esetén végzem el, valamint különböző energiákon is megismétlem. Ez után a mért korrelációs függvények illesztése következik egy elméleti úton meghatározott függvényalakkal. Az illesztések eredménye végül az illesztett függvény paramétereinek vizsgálata. 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. A beszámoló formai követelményei miatt itt a további részletekre nem térek ki, ezek megtalálhatóak a 3. pontban felsorolt publikációkban.

Az alacsony energiás mérések esetén a fő kihívás az egyre kevesebb rendelkezésre álló statisztika. Minél alacsonyabb energián szeretnénk mérni, annál kevesebb adat áll rendelkezésre, így más megközelítést kellett alkalmaznom, más szempontokat kellett előnybe helyezni, mint a magasabb energiák esetén. Nagyenergiás adatok esetében lehetővé válik a korrelációs függvények részletes vizsgálata például az átlagos transzverz

impulzus (m_T), illetve a centralitás függvényében is. Az alacsony energiák esetén ez már nem lehetséges, ezért ott egy viszonylag széles centralitás tartományon (0-30%) végeztem el a mérést, egy adott átlagos transzverz impulzus érték mellett. A jobb statisztika érdekében összevontam a pozitív, illetve negatív töltésű pion párok adatait, valamint az energia függvényében változó szélességű m_T tartományokat alkalmaztam. Minél alacsonyabb energián történt a mérés, annál szélesebb m_T bint választottam úgy, hogy az átlagos m_T érték azonos maradjon. Ennek hatását a későbbiekben figyelembe vettem a szisztematikus bizonytalanságok meghatározásakor. A legújabb eredményeim tehát az úgynevezett gerjesztési függvényeket mutatják, azaz a paraméter értékeket a tömegközépponti ütközési energia függvényében, egy adott centralitás és átlagos m_T esetén. Az eredmények érdekes, enyhe nem-monoton viselkedést mutatnak. További érdekesség, hogy az α paraméter az egész energiatartományon 1 és 2 közötti értéket vesz fel, azaz nem mutatja a kritikus pont közelében várt 0.5 körüli értéket. Ezek szerint tehát vagy az adott energia tartomány még nem tartalmazza a kritikus pont régiót, vagy átgondolásra szorul a paraméter interpretációja. További részletek megtalálhatóak a Quark Matter 2018 konferencián prezentált poszteremen, illetve a WPCF 2018 konferencián prezentált előadásomban. Ennek leírata a későbbiekben az Acta Physica Polonica B folyóiratban fog megjelenni.



Mindeközben a kutatás részleteit folyamatosan kommunikáltam a kollaboráció felé. Több belső előadást tartottam, illetve egy új analízis jegyzetet is elkészítettem, hogy végül előzetes, azaz preliminary státuszt kérhessek eredményeimre. A kollaboráció áprilisban jóváhagyta az eredményeimet, így azokat májusban a Quark Matter 2018 konferencián egy poszter formájában bemutattam, illetve a szűkebb szakterület legfontosabb eseményén, a WPCF 2018 konferencián egy előadás formájában is prezentáltam.

A fő kutatási irány mellett az Új Nemzeti Kiválóság Program keretében egy másik vonalon is végeztem kutatásokat, szintén adatanalízis jelleggel a PHENIX kollaboráció keretein belül. Ennek eredményeiről is több belső előadást tartottam, azonban ez esetben az előzetes státusz csak későbbre várható, az eredmények tehát egyelőre még nem nyilvánosak.

3. Publikációk

A félév során publikálásra került a doktori munkám kutatásait megalapozó első cikk:

- PHENIX Coll., A. Adare et. al., Lévy-stable two-pion Bose-Einstein correlations in $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV Au+Au collisions, Phys. Rev. C 97, 064911 <https://journals.aps.org/prc/abstract/10.1103/PhysRevC.97.064911>

Ebben a cikkben megtalálható az általunk kidolgozott új mérési módszer részletes leírása, és alkalmazása a 200 GeV-es arany-arany atommag ütközések adatain. A cikk a femtoszkópiai kutatások fontos új mérföldköve lehet, a jövőbeni ilyen irányú kutatások kiindulópontját képezi.

Idén januárban megjelent egy proceedings cikkem is egy referált online folyóiratban, a Universe-ben, amely a 62 és 39 GeV-es mérések eredményeit foglalja össze:

- 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 három, a szakterületemhez kapcsolódó kurzuson vettem részt, illetve oktatási tevékenységet is végeztem. A kurzusok az alábbiak voltak: A részecskefizika kísérleti módszerei, Kompakt csillagok szerkezete, illetve Dinamikai kritikus jelenségek. Laborgyakorlatot is tartottam heti négy órában a „Korszerű vizsgálati módszerek laboratórium” kurzuson (Abszolút aktivitás mérése).

A félév során két konferencián vettem részt. Elsőként az Olaszországban, Velencében megrendezett Quark Matter konferencián, itt posztert mutattam be. A második konferencia amin részt vettem a Workshop on Particle Correlations and Femtoscopy volt, ahol a PHENIX kollaboráció nevében tartottam egy összefoglaló előadást legújabb eredményeimről.

5. Tudományos ismeretterjesztő tevékenység

A félév során tudományos ismeretterjesztő tevékenységet is folytattam. Részt vettem a SCIndikátor tudománykommunikációs versenyen, ahol bejutottam a döntőbe, amely 2018. március 22-én került megrendezésre Budapesten. Itt elnyertem a zsűri által odaítélt első helyet, valamint a közönségdíjat is (<https://www.elte.hu/content/elte-s-eremeso.t.16199>). Ennek kapcsán több sajtómegjelenésem is volt, rádióinterjúkat adtam többek között a Kossuth rádióknak, illetve a Katolikus rádióknak, valamint az RTL Klub reggeli műsorában is szerepeltem.

Ezen felül a PHENIX Magyarország kutatócsoport sajtóközleményének összeállításában is segítettem, ami a legújabb cikkünk eredményeit foglalja össze (<https://www.elte.hu/content/levy-repules-a-kvarkanyagban.t.16543>). Ez a közlemény több helyen is megjelent, illetve ennek kapcsán egy podcast beszélgetésen is részt vettünk témavezetőmmel közösen (<http://szertar.com/podcast/hogy-mozog-a-kvarkanyag/>).