Csanád Máté PhD dolgozatának bírálata

Csanád Máté PhD hallgató az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi karához nyújtotta be értekezését a doktori fokozat megszerzése céljából. A dolgozat a jelöltnek a brookhaveni Relativisztikus Nehéziongyorsító (RHIC) PHENIX kísérleténél végzett kísérleti, valamint a kísérletek értelmezése céljából végzett elméleti munkájának, azok eredményeinek összefoglalását tartalmazza. A RHIC gyorsító a világon egyedülálló lehetőségeket nyújt a nagyenergiájú nehézion-ütközések tanulmányozása érdekében, ezért *a kutatás témája mindenképpen időszerű* és jelentős érdeklődésre tarthat számot a tudományos szakterület kutatói körében.

A dolgozat 11 fejezetből áll. Bevezetés részben azzal foglalkozik, hogyan befolyásolhatja a világról alkotott elképzelésünket a nagyenergiájú nehézion-ütközések kutatásának eredményei, részben pedig nagyvonalakban tárgyalja a kísérleti részecskefizika módszertanát. A második fejezet bemutatja a RHIC gyorsítót, valamint a rajta működő négy kísérletet. Nagyobb részletességgel a PHENIX kísérlet észlelőberendezését írja le. Az első két fejezet olvasmányos, a témához tartozó, bár az elvégzett kutatásokhoz szorosan nem kapcsolódó leírás.

A jelölt a kísérleti berendezés működtetését elősegítő tevékenységét a következő két fejezetben mutatja be. Két detektoregység, a ZDC és SMD detektorok működésének ellenőrzését elősegítő számítógépes programot írt, és ezzel jelentősen hozzájárult a kísérleti berendezés hatékony működéséhez.

A további fejezetek a kísérleti adatok értelmezését elősegítő elméleti munkákról számolnak be. Az ötödik és hatodik fejezetek a két- és háromrészecske-korrelációk elméleti tárgyalását, valamint az elméleti jóslatoknak a PHENIX adatokkal való összevetését tartalmazzák. A jelölt Lévy-eloszlású forrás-függvényeket használt az adatok illesztéséhez. Számomra nem derült ki egyértelműen, milyen eredményt kapott az eloszlás kritikus exponensére az illesztésből. A 6.4 ábra tanusága szerint az illesztések konfidencia szintje $q_{\min} > 0.02\,\mathrm{GeV}$ esetén elfogadható, ugyanakkor ebben a tartományban a többi paraméter értékére igen nagy szórással kapott eredményeket. A 6.6 szakaszban csupán annyit állapít meg, hogy a kritikus exponens értéke se nem 2, se nem 0.5, de nem derül ki, hogy mennyi, így nem világos, mit tanultunk a kiértékelésből. *Kérem, válaszában térjen ki erre!*

A további fejezetek a nehézion-ütközések hidrodinamikai leírásáról szólnak. A 7. fejezet általános hidrodinamikai bevezető, majd ezt követi az elliptikus szimmetriájú hidrodinamikai rendszert tárgyaló Buda-Lund modell leírása, illetve annak tárgyalása, milyen mérhető fizikai mennyiségekre lehet jóslatot tenni a modell segítségével: az elliptikus áramlás, HBT sugarak stb. Kissé furcsáltam, hogy miért került bele a 9.3 szakasz az értekezésbe, ha azt később a jelölt semmire nem használta, továbbá, hogy a 11. szakaszban néhány korábbi következtetését miért ismételte meg (a dolgozat kissé hosszabb az elvártnál).

A jelölt munkája során *a legkorszerűbb analítikus és numerikus számolási eljárásokat, számítástechnikai eszközöket alkalmazta*. Az általa kifejlesztett programok alkalmazást nyertek a kísérletben, illetve várhatóan a jövőben is felhasználásra kerülnek majd nehézion-ütközésekben gyűjtött kísérleti adatok értelmezése során.

A Csanád Máté nyolc pontban sorolta fel új tudományos eredményeit, amelyek számos (köztük néhány egyszerzős!) referált nemzetközi folyóiratban jelentek meg. Anélkül, hogy

újra felsorolnám ezeket *kijelentem, hogy mindet újnak fogadom el*. Ugyanakkor szeretném megjegyezni, hogy úgy tűnik, hogy az elliptikus áramlásra talált egyetemes skálázást (9. fejezet, illetve az eredmények 8. pontja) leíró közleményt sem a Physical Review Letters, ahova feltehetően szánták, sem más folyóirat a mai napig nem közölte. Hasonlóan a 11. fejezetet leíró közlemény sem jelent meg referált folyóiratban. Kérem a jelöltet, a védésén ismertesse az adott cikkekre kapott szakmai vélemény lényegét, mi volt a közlés elutasításának oka. Ettől függetlenül, a pályázati anyagban talált három referált nemzetközi folyóiratban megjelent közlemény különlenyomata elegendő, hogy meggyőződjünk arról, *a jelölt teljesítette a doktori szabályzatban leírt publikációs feltételeket*.

Az értekezés angol nyelven készült. A jelölt *megfelelő jártasságot mutatott fel a szakmai nyelvben, noha érdemes felhívni a figyelmét arra, hogy a szövegben ismételten előfordult helytelen (magyaros) szórend, illetve szóhasználat*. Az utóbbi tekintetében javaslom a szerzőnek, hogy „error” helyett „uncertainty”-t, használjon, és ha rövidítést bevezet, akkor legalább egyszer írja ki a teljes szót (pl. a „hydro”) annak bevezetése előtt. Jobban zavart, hogy többször előfordult, hogy a képletek elírást tartalmaztak, vagy a bennük szereplő mennyiségeket nem adta meg maradéktalanul, így a számítások követése helyenként nem volt lehetséges. Például az (5.4)-(5.5) definíciók szerint az (5.6)-(5.7) képletekben csak arányosság szerepelhet; az alkalmazott egységrendszer $\hbar = c = k = 1$, nem pedig $\hbar c = 1$; a (8.9) képletben szereplő b változó meghatározását nem találtam; a (8.63) egyenletből szerintem hiányzik egy tényező. A 6.4 szakaszban a jelölt hivatkozik egy korábban tárgyalt „iterációs eljárásra”, amiről azonban nem tudtam kideríteni, mit ért alatta. Az ábrák többnyire jól olvashatók, noha előfordult, hogy a színes ábra értelmezése fekete-fehérben nem volt egyértelmű (például 5.4 ábra esetén).

Összességében az értekezés világviszonylatban is figyelemreméltó kutatásról számol be jó szinvonalon, ezért a *summa cum laude* fokozattal minősítem.

A pályázati anyagban dolgozathoz mellékelt angol nyelvű összefoglalást nem találtam, ezért arról nyilatkozni nem tudok.

További kérdéseim:

1. Az 5.4 ábra szerint a Lévy-eloszlással végzett illesztés határozottan nem mutat $m_{*\eta'}$ csökkenést. Minthogy ez az egyetlen elfogadható konfidencia-szinttel rendelkező illesztés, nem világos számomra az 5.9 szakasz következtetése, hogy határozott választ nem lehet adni az axiális U(1) szimmetria helyreállásáról. *Kérem részletezze, hogy miért nem tartja kielégítőnek a jelenlegi analízist!*

2. A (9.18-22) képletek ϑ-ban elsőrendű kifejezések. Várakozásom szerint ennek a közelítésnek érvényessége függ a centralitás értékétől. *Így van ez?*

3. A 9.4 szakasz végén említésre kerül, hogy a modell jóslatot ad a v_{2n}, v_{2n+1} sorfejtési paraméterek értékére is, amit lehetne kísérletileg ellenőrizni. Ez lényeges lépés lenne a modell alátámasztása, vagy kizárása irányában. *Történt-e előrelépés e tekintetben? Kísérletileg mennyire pontosan mérhetőek ezek a paraméterek?*

4. A 9.5 szakasz végén azt olvashatjuk, hogy a tökéletes folyadék leírás $\eta_{\mathrm{beam}} - 0.5$ pszeudorapiditásig érvényes. Véleményem szerint a nyaláb pszeudorapiditása definíció szerint $\pm\infty$, ezért nem értem ezt az állítást. *Kérem, próbálja a félreértést tisztázni!*

5. A 10.3 ábrát nem értem. A felső ábrasor szerint a HBT sugarak függenek a rapiditástól, az alsó ábrasor szerint nem. *Hogyan kapjuk a felső ábrasorból az alsót?*

6. A 11.1.1 szakasz szerint a nagyenergiájú nehézion-ütközésekben keletkező anyag erősen kölcsönható folyadékszerű anyag, amelynek nincs, vagy alig van viszkozitása. Ez a szóhasználat igen szokatlan. Egyrészt a folyadékról alkotott képünk szerint a folyadék sűrűsége alig változik, míg a tárgyalt anyag sűrűsége a Hubble-folyással gyorsan csökken. Másrészt az erősen kölcsönható részecskék rendszerében a viszkozitás nem lehet kicsi. *Kérem, pontosítsa, hogyan kell érteni a fenti állítást!*

Trócsányi Zoltán

Debrecen, 2007. szeptember 13.

Trócsányi Zoltán