Válaszok Dr. Trócsányi Zoltán bírálatában feltett kérdéseire

Csanád Máté

2007. szeptember 29.

- A bírálat első oldalán lévő kérdésre válaszolva a 6.4 ábra alapján kijelenthetem, hogy a konfidenciaszintek a $q_m in < 0.02$ GeV tartományban is elfogadhatóak, efelett azonban annyira kevés az információ, amit az adatokból ki lehet nyerni, hogy a paraméterekről nem tudunk semmit megállapítani. Végeredményben az α paraméterre 1.2-1.4 körüli értékeket állapítok meg (lásd a 6.1 táblázatot), 10% körüli hibával. Ez zárja ki az $\alpha = 0.5$ és $\alpha = 2$ eseteket, azaz egyrészt túl vagyunk a kritikus ponton (nincs másodrendű fázisátalakulás), másrészt a Gauss-közelítés sem érvényes.

- A második oldal második bekezdésében az Opponens elírásokra mutat rá. Figyelmes olvasását köszönettel veszem, és elfogadom a javításokat, a következő megjegyzések mellett: (a) a PHENIX publikációk sok angol anyanyelvű szerzővel készülnek, és ott következetesen az *error* kifejezést használjuk, talán ez egy különbség a brit és az amerikai angol között; (b) az (5.4)-(5.5) képletek egyenértékűek az (5.6)-(5.7) egyenletekkel, és mindkét helyen egyenlőség áll fenn; (c) a (8.9) képletben lévő b egy paraméter, az algebrai szokásoknak megfelelően választottam ezt (lévén az a már foglalt); (d) a 6.4 szakaszban tárgyalt iterációs eljárás az 5.5.2 szakaszban tárgyalom, az 59. oldalon.

1. Az 5.4 ábra alapján (jelen statisztikával) a Lévy eloszlással végzett illesztés nem ad megszorítást az η' tömegére. Ez részben annak is köszönhető, hogy az α és a λ paraméterek egyszerre változnak változó η' tömeg esetén, így korrelált paraméterek lesznek. Rögzített α esetén a Lévy fit is hasonló eredményt mutat, ez végül nem került bele a dolgozatba, a védés előadásában azonban kitérek rá. Ezért az analízis pontosságát új adatok analízisével (a statisztika növelésével) kívánom növelni. További javulást lehet majd előrni az η' bomlástermék pionok szimuláción alapuló kinematikai szűrésével és egyéb, a tömegmódosulásra érzékeny mennyiségek vizsgálatával.

2. A (9.18)-(9.22) képletek valóban elsőrendű közelítések ϑ-ban, és az Opponens helyesen állapítja meg, hogy a közelítés érvényessége függ a centralitástól. Ezt teljesen centrális ütközésekben a legegyszerűbb látni, itt ϑ=0 várhatóan. Ahogy egyre periferiálisabb ütközések felé haladunk, úgy nő az impulzusmomentum-megmaradás miatti elfordulás (azaz ϑ) mértéke. Azonban a PHENIX mérései eddig nem adnak okot arra, hogy ϑ-t jelentősnek tételezzük fel: a vizsgált legperiferiálisabb adatok is leírhatóak ezen elfordulás figyelembevétele nélkül.

3. A 9.4 szakasz végén említett (és a (9.9)-(9.10) képletekkel kifejezett) jóslat alapján a páratlan v együtthatók nullák, ez egyelőre valamelyest egyezik a kísérleti eredményekkel, azonban ezt kvantitatívan még nem ellenőriztem, részben a kísérleti adatok nagy hibája miatt. A v_2-nél magasabb rendű páros együtthatók mérése most van folyamatban a PHENIX-nél és a STAR-nál is, ezeket is tervezem vizsgálni a későbbiekben, de még előrelépés nem történt.

4. Itt egy pongyola (a szakzsargonban azonban bevett) fogalmazásra mutat rá az Opponens, ezért köszönetet mondok, a jövőben igyekszem eltérni ettől. Valóban a nyaláb pszeudorapiditása $\pm\infty$, itt y_{beam}-et értünk η_{beam} alatt.

5. A 10.5-ös ábra felső sorában m_t és y függvényben ábrázolom a HBT sugarakat. Az analízis során kiderül, hogy ezek a függések valójában egyetlen skálaváltozón, $\overline{m_t}$-n keresztül valósulnak meg, azaz ha ezt ábrázolom a vízszintes tengelyen, akkor minden m_t és y értékre egy görbén lesz az adott HBT sugár. Ennek alapján az alsó ábrasoron a HBT sugarakat a $\overline{m_t}$ változó függvényében ábrázolom, azaz itt is van rapiditásfüggés, de csak a skálaváltozókon keresztül. Mivel ez egy skálajóslat, igen fontos lenne ezt tesztelni az adatokon, ez is a jövőbeli tervek közé tartozik.

6. Itt két különböző fogalomról van szó. Általában *ideális* folyadékokról beszélünk, amelyek összenyomhatatlanok (azaz térfogatuk nem függ a nyomástól csak a hőmérséklettől) és felveszik a tartóedény alakját. A RHIC-nél vizsgált anyag esetében azonban *tökéletes* folyadékokról van szó, amelyekben a hővezetés és a nyírófeszültségek elhanyagolhatóak. Ezt úgy is ki lehet fejezni, hogy az energiaimpulzus-tenzor a

lokális koordináta-rendszerben diagonális, vagy hogy $\partial_\mu(u^\mu\sigma) = 0$, ahol σ az entrópiasűrűség, u^μ pedig a sebességmező. Fontos megemlíteni továbbá, hogy a kinematikai viszkozitás (a dinamikai viszkozitás és az (entrópia-) sűrűség hányadosa) az eddigi vizsgálatok alapján kivételesen alacsony [1, 2, 3, 4], nagyságrendekkel alatta marad a szuperfolyékony hélium kinematikai viszkozitásának, és megközelíti az AdS/CFT megfeleltetésben, húrelméleti módszerekkel kapott elméleti alsó határ [5]. Ezenkívül fontos látni az is, hogy mivel $\eta \approx$(impulzussűrűség)$\times$(szabad úthossz), az alacsony viszkozitás nagy hatáskeresztmetszeteknek és kis szabad úthossznak felel meg, azaz erős csatolásnak.

Hivatkozások

[1] R. A. Lacey *et al.*, Phys. Rev. Lett. **98**, 092301 (2007).

[2] H.-J. Drescher, A. Dumitru, C. Gombeaud, and J.-Y. Ollitrault, Phys. Rev. **C76**, 024905 (2007).

[3] S. Gavin and M. Abdel-Aziz, Phys. Rev. Lett. **97**, 162302 (2006).

[4] A. Adare *et al.*, Phys. Rev. Lett. **98**, 172301 (2007).

[5] P. Kovtun, D. T. Son, and A. O. Starinets, Phys. Rev. Lett. **94**, 111601 (2005).