

Posudek oponenta na bakalářskou práci Jakuba Štěrbý „Aplikace femtoskopie ve srážkách těžkých iontů“

V předložené bakalářské práci se autor věnuje problematice dvoučásticové korelační femtoskopie ve srážkách těžkých jader při energiích, které jsou dosažitelné v rámci experimentu HADES. Práce je poněkud kratšího rozsahu třiceti stran o šesti kapitolách.

Práce je napsána v češtině, občas je však poměrně špatně srozumitelná. To je většinou dáno tím, že text je členěn do šesti kapitol, které jsou sami o sobě často velmi krátké a působí dosti útržkovitě. Jednotlivá témata jsou často započata poměrně obsírně s použitím velkého množství teoretických vztahů, které ale nejsou příliš dobře rozebrány a často není vysvětlena fyzikální motivace nebo naopak fyzikální důsledky. Je vidět, že autor měl poměrně problémy s překladem některých termínů do češtiny a některé části jsou přeloženy dosti „otrocky“, jako například driftovací komora, počáteční detektor a podobně.

První tři kapitoly slouží jako úvod do problematiky fyziky srážek těžkých jader, korelační femtoskopie a UrQMD modelu. To vše je popsáno na sedmi a půl stranách. Vzhledem k množství informací a složitosti tematiky je pak text nutně zkratkovitý. V první kapitole je poněkud matoucí používání termínu „horká hmota“ jako synonyma pro fázi hadronového plynu. Vysvětlení tak složitého tématu jako je azimutálně citlivá femtoskopie na čtyřech stranách druhé kapitoly je velmi těžké, ne-li nemožné. Druhá kapitola by zasloužila podstatně rozšířit, minimálně proto, aby byla jasná fyzikální motivace pro tuto práci. V této verzi se jedná v podstatě o velké množství rovnic, které nejsou příliš dobře vysvětleny. Například není jasné, co je proměnná „ x “ a jaký vztah mezi funkcemi S_1, S_2 a S v 2.1 a 6.1. Dále pak proč je pro tuto práci důležitý vztah 2.3. Je nutno uznat, že teorie je poměrně složitá a proniknout do ní dostatečně hluboko v rámci bakalářské práce je velmi těžké. Avšak jsou pojmy, které jsou pro tuto práci klíčové a nejsou v podstatě vysvětleny. Především se jedná o vztah mezi velikostí oblastí homogenity, dynamikou systému a modely. Zároveň nikde v celém textu není ukázán jediný experimentální výsledek, vyjma dvou článků experimentu HADES, s kterými jsou srovnávány simulace. To vadí zejména v této kapitole a kapitole o UrQMD, kde by bylo dobré ukázat, jak tento model popisuje jiné proměnné (například radiální a eliptický tok), tj. jak moc lze očekávat, že vůbec může popisovat femtoskopické proměnné. Stejně tak i pátá kapitola působí nedodělaným dojmem. Především z ní není jasné, jaké jsou fyzikální závěry ukázaných měření a jaká je motivace pro další kapitoly.

Kapitoly 6 a 7 jsou podstatně lepší. Především proto, že z nich je jasné, že student odvedl velké množství technicky náročné práce při srovnání dat s modelem UrQMD. Výsledkem bakalářské práce jsou tak originální výsledky srovnání korelačních koeficientů mezi daty experimentu HADES a UrQMD, jedním z nejčastěji používaných modelů v tomto oboru. Samotné téma a výsledky jsou velmi zajímavé. Je opět trochu škoda, že technický popis a diskuse výsledků není více rozvedena. Z toho vyplývají i přiložené dotazy.

Celkově se dle mého názoru jedná o poměrně povedenou práci na velmi zajímavé téma, která má potenciál být ještě lepší pokud by byla na některých místech lépe zpracována. Samotné výsledky jsou originální a velmi zajímavé. I přes výše uvedené výhrady se domnívám, že autor rozhodně splnil cíl práce. Po zodpovězení přiložených otázek práci doporučuji k obhajobě a navrhuji ji ohodnotit stupněm C-dobře.

V Praze dne 28.8.2020

RNDr. Petr Chaloupka, Ph.D.
FJFI ČVUT v Praze

Otázky:

1. Jaký je vztah mezi x a S ve vztazích 2.2 a 6.1? Jaký je vztah mezi S , které popisuje emisi částic a korelačními koeficienty, tj. jak lze pomocí těchto koeficientů získat informaci o tvaru S ?
2. Jak jste získali statistické chyby v obr. 6.1 pro modré body (UrQMD) a proč tyto body nevykazují příslušnou statistickou fluktuaci?
3. Z Obr 6.1 se zdá, že i vy vidíte drobný rozdíl mezi kladnými a zápornými piony. Je to tak? Pokud ano, proč? Lze to v rámci UrQMD modelu očekávat?
4. Proč vidíte v 6.1 rozdíl mezi hodnotami „HBT poloměry“ získanými pomocí fitu korelační funkce a variancí? Vzhledem k tomu, že se výsledky velmi liší, která metoda je spolehlivější?
5. Co míníte pojmem „nepřesnost“ na straně 22 v kapitole 6.1.1?
6. Z popisu 6.1.1 není úplně jasné, jak je v algoritmu CRAB použita informace o vlnové funkci. Jakým způsobem je do algoritmu zavedena kvantová statistika a je možné do CRABu zavést Coulombickou interakci mezi piony a jádrem (obdobně jako v případě „Lednického“ modelu)?
7. Jakým způsobem zacházíte s informací o pozici roviny srážky z UrQMD? Provádíte náhodnou rotaci roviny srážky před tím, než „mixujete“ jednotlivé události? Pokud ne, uvažovali jste, jak může být, statisticky signifikantně nenulový koeficient S_{03} (což nemůže být efekt malého počtu simulací), ovlivněn tím, že v simulaci je fixována rovina srážky? To znamená, že v každé srážce je známa orientace v_1 (viz. Obr 6.4 vlevo nahoře) a tím pádem je narušena symetrie v longitudinálním směru. Stačil by tento efekt k vysvětlení nenulového S_{03} ?