

Oponentský posudek na doktorandskou disertační práci Alexandra Prozorova:

Neutral Meson Production in Ag+Ag Collisions at 1.23A GeV with HADES Electromagnetic Calorimeter

Studium srážek těžkých iontů je velmi aktuálním tématem v oboru fyziky částic, které odkrývají fundamentální zákony mikrosvěta. Tyto poznatky se stále více propojují a doplňují s novými poznatky získanými v astronomii a kosmologii. Objekty tvořené jadernou hmotou extrémní hustoty nejsou ve vesmíru nijak výjimečné, neutronové hvězdy nebo QGP (quark-gluon plasma) v raném stadiu vesmíru jsou jejich zvláštním případem. Vlastnosti jaderné hmoty při extrémních hustotách a teplotách lze studovat ve srážkách iontů při vysokých energiích. Cílem těchto experimentů je získání co nejpřesnějšího obrazu QCD (quantum chromodynamic) husté hmoty v reprezentaci stavové rovnice a fázového diagramu. Tyto poznatky získané v pozemských laboratořích mají klíčový význam pro chápání procesů, které jsou součástí vývoje celého vesmíru. Z tohoto pohledu je studium srážek těžkých iontů vysoce závažným tématem, kterému je v předních světových laboratořích věnována náležitá pozornost. K aktuálním experimentům náleží i experiment HADES, který je umístěn v německé laboratoři GSI. Výsledky tohoto experimentu zahrnující produkci neutrálních mezonů π^0 , η ve srážkách jader stříbra tvoří výchozí materiál předložené disertační práce.

Práce je přehledně rozčleněna do několika částí. Po stručném obecném úvodu vymezujícím problematiku následuje obsírnější kapitola (kap.1), v níž jsou shrnuty a vysvětleny základní pojmy z teorie a fenomenologie jaderné hmoty ve srážkách iontů. Je zde podrobněji nastíněna motivace a hlavní cíle dizertace. Následuje vysvětlení stávajících modelových přístupů k popisu a interpretaci chování jaderné hmoty vyvolaném kolizí iontů. Další kapitola (kap.2) je věnována detailnímu popisu fungování systému detektorů a dalších uzlů aparatury HADES. Zvláštní pozornost je věnována detektoru ECAL (electromagnetic calorimeter, kap.3), na jehož přípravě, kalibraci a obsluze se autor podílel. Je podrobně vysvětlen princip fungování a metodika získání dat z tohoto subdetektoru, který je klíčový pro detekci neutrálních mezonů, jejichž fyzikální analýza je hlavním cílem předložené práce. Po popisu hardware aparatury následuje podrobné vysvětlení náročných metod a software (kap.4), které jsou potřebné k fyzikální analýze dat. Pozornost je věnována podrobnějšímu výkladu a diskusi pojmu „flow analysis“. Jedná se o osvědčenou metodiku standardně uplatňovanou při analýze dat ze srážek těžkých iontů v celém oboru dostupných energií. Základem metody je vyjádření azimutálního rozdělení sledovaných částic ve formě Fourierovy řady. Jedná se především o její první dva členy označované jako „directed“ a „elliptic flow“.

Finální výsledky (kap. 5) tvoří dvě třídy. Jedná se o stanovení diferenciálních účinných průřezů produkce neutrálních mezonů v různých podmínkách a dále i prezentaci řady výsledků výše zmíněné „flow analysis“. Výsledky jsou srovnávány jednak s předpověďmi některých aktuálních fenomenologických modelů nebo s výsledky jiných experimentů, pokud lze takové srovnání provést.

V závěrečné kapitole jsou dosažené výsledky stručně a přehledně shrnuty. Součástí práce je i soupis konferenčních příspěvků přednesených autorem na dedikovaných konferencích (6) a soupis dalších publikací se spoluautorstvím (4).

Celkově se domnívám, že autor přesvědčivě odvedl solidní kus velmi náročné práce. Jeho disertační práce obsahuje původní a hodnotné aktuální výsledky. K obsahu práce nemám zásadní kritické připomínky, během obhajoby bych však uvítal stručný komentář k následujícím otázkám:

- 1) Na obr. 5.13, levý sloupec pozorujeme minimum v okolí $p_T \approx 400 \text{ MeV}/c$ v datech a souhlasně i v modelech. Lze s pomocí modelů vysvětlit, co je příčinou?
- 2) Na obrázku 5.8 jsou vyznačeny statistické i systematické chyby. Není mi zřejmé, jaké chyby jsou vyznačeny v obr. 5.5, 5.6, 5.7, 5.9 a v tabulce 5.1.

V souhrnu mohu uzavřít, že autor v práci nepochybně uplatnil řadu zajímavých nápadů při zpracování velmi aktuální problematiky. Součástí práce je získání nových vědeckých poznatků, použité metody jsou adekvátní. Forma zpracování odpovídá přijatým standardům. Práce splnila svůj cíl, domnívám se, že autor v ní prokázal předpoklady k samostatné tvořivé práci.

V Praze, dne 24. dubna 2023

Mgr. Petr Závada CSc., DSc.