

Oponentský posudek na doktorandskou disertační práci Mgr. Lukáše Chlada:

Study of transverse flow of kaons in Au+Au collisions at 1.23A GeV

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 jsou ve vesmíru častým úkazem, neutronové hvězdy nebo QGP 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 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 příslušným experimentům náleží i experiment HADES, který je umístěn v německé laboratoři GSI. Výsledky tohoto experimentu zahrnující produkci kaonů ve srážkách jader zlata tvoří výchozí materiál předložené disertační práce. Poznamenejme, že HADES pracuje na prahu energetického spektra srážek iontů, v kterém je umožněna produkce kaonů.

Práce je přehledně rozčleněna do několika částí. Po stručnějším obecném úvodu vymezujícím problematiku následuje obšírnější kapitola (kap.1), v níž jsou shrnuty a vysvětleny základní pojmy z teorie a fenomenologie jaderné hmoty ve srážkách iontů. Jsou zahrnuty základní premisy Standardního modelu a jeho dopady pro srážky těžkých iontů. Následuje vysvětlení stávajících modelových přístupů k popisu a interpretaci chování jaderné hmoty vyvolaném kolizí iontů. V závěru kapitoly je stanoven hlavní směr a cíl disertační práce. Konkrétně se bude jednat o výzkum azimutálních asymetrií produkce nabitých a neutrálních kaonů reprezentaci parametrů v_1 (directed flow) a v_2 (elliptic flow). Další kapitola (kap.2) je věnována detailnímu popisu fungování systému detektorů a dalších uzlů aparatury HADES. Zvláštní pozornost je přitom věnována detektoru TOF (time of flight), jehož kalibrace se autor disertace účastnil. Po popisu hardware aparatury následuje vysvětlení náročných metod a software (kap.3,4), které jsou potřebné ke kinematické rekonstrukci a identifikaci jednotlivých drah v každém eventu. V případě kaonů je metodika zvláště náročná. Tím se z primárních signálů generovaných z mnoha kanálů jednotlivých detektorů získá čistá fyzikální informace o produkovaných částicích v jednotlivých eventech. Následující kapitola (kap.5) 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. Výše zmíněné pojmy „directed“ a „elliptic flow“ souvisí s prvními dvěma koeficienty této řady. Tato metoda se následně použije v další kapitole (kap.6) k dovršení hlavního cíle celé práce: k prozkoumání různých charakteristik produkce nabitých a neutrálních kaonů a k získání parametrů azimutální asymetrie jejich produkce (v_1 , v_2) včetně jejich závislosti na příčném impulsu. Součástí kapitoly je i srovnání získaných výsledků s předpověďmi aktuálních

fenomenologických modelů. V závěrečné kapitole jsou dosažené výsledky stručně a přehledně shrnuty.

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 následující otázce:

Je patrné, že výsledky byly získány v rámci spolupráce širšího autorského kolektivu. Bylo by proto namístě, aby autor disertace blíže specifikoval svůj vklad k realizaci experimentu. Dále, zda a jak se výsledky získané v předložené práci promítají do samostatných či společných publikací, nebo konferenčních příspěvků?

V souhrnu však 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 26. října 2021

Mgr. Petr Závada CSc., DSc.