



V Praze dne 4.5.2022

Posudok školiteľa dizertačnej práce

Ing. Jan Vaněk, FJFI ČVUT Praha

Measurement of open-charm mesons in heavy-ion collisions by the STAR experiment

Měření mesonů s otevřeným půvabem v jádro-jaderných srážkách na experimentu STAR

Dizertačná práca Ing. Jana Vaňka sa týka štúdia produkcie pôvabných kvarkov v Au+Au zrážkach pri energii 200 GeV meraných v experimente STAR na urýchľovači RHIC v Brookhavenskom národnom laboratóriu. Konkrétne kandidát pomocou aplikácie metód strojového učenia vykonal úplne prvé meranie nabitého pôvabného mezónu $D^{+/-}$ v jadro-jadrových zrážkach na experimentoch v BNL.

Primárnym experimentálnym programom na urýchľovači RHIC je skúmať vlastnosti horúcej a hustej jadrovej hmoty, kvarkovo-gluónovej plazmy (QGP). K prvým objavom urobených na experimente STAR patrí pozorovanie zhášania výtryskov častíc (tzv. jetov) z dôvodu straty energie gluónov a ľahkých kvarkov pri prelete cez QGP. Ťažké kvarky by mali mať menšie straty energie z dôvodu potlačenia emisie gluónov pod malým uhlom, ktoré závisí na hmotnosti partónu. V prípade pôvabných mezónov by sa to mohlo prejaviť pozorovaním väčšieho jadrového modifikačného faktoru ako sa pozoruje napríklad u piónov. Prvé merania ťažkých kvarkov na experimente STAR používali inkluzívne

merania elektrónov zo semileptónových rozpadov D a B mezónov. Touto problematikou sa kandidát zaoberal vo svojej diplomovej práci. V rokoch 2014–2016 sme na experimente STAR urobili merania pomocou detektoru HFT (Heavy Flavor Tracker), na ktorého príprave sme sa podieľali.

Tieto unikátne dáta umožnili merať pôvabné hadróny pomocou topologickej rekonštrukcie hadrónového rozpadu. Naša experimentálna skupina sa na týchto meraniach dlhodobo a systematicky podieľa. Ing. Jan Vaněk svojím jedinečným meraním výrazne prispel k vyvrcholeniu celého HFT programu. K predošlým meraniam D^0 a Λ_c sme vďaka jeho odbornému príspevku mohli publikovať výsledky z merania mezónu D_s (Physics Review Letters 127, 092301 (2021)) a pripraviť k publikácii výsledky z merania mezónu $D^{+/-}$. Predbežné výsledky publikoval J. Vaněk v článku Universe 2019, 5(9), 196.

Predložená práca je napísaná v anglickom jazyku. Obsahuje úvod do problematiky jadro-jadrových zrážok a prehľad aktuálnych meraní pôvabných mezónov. V kapitole 3 autor popisuje experiment STAR. Hlavnou časťou práce je kapitola 4, kde je detailne popísaná analýza experimentálnych údajov v Au+Au zrážkach pri energii 200 GeV a spôsob rekonštrukcie mezónu $D^{+/-}$. Text je veľmi dobre členený a je možné na jeho základe jednak pochopiť všetky priebežné kroky a jednak validovať samotné odborné výsledky. Práca je zakončená detailnou diskusiou dosiahnutých výsledkov. Som presvedčený, že práve rozsah a hĺbka tejto diskusie najlepšie reprezentuje komplexnosť a odbornú vyzretosť autora. Cieľom každej dizertačnej práce je dosiahnuť originálne odborné výsledky s medzinárodným presahom. Toto sa autorovi plne podarilo. Za najvýznačnejšie výsledky považujem: a) prvé meranie mezónu $D^{+/-}$ na experimentoch na urýchlovači RHIC za využitia metód strojového učenia b) pozorovanie potlačenia produkcie mezónu $D^{+/-}$ v centrálnych Au+Au zrážkach na podobnej úrovni ako to bolo pozorované u mezónu D^0 , c) porovnanie pomeru produkcie $(D^+D^-)/(D^0 + D^0\text{bar})$ s MC generátorom PYTHIA d) stanovenie celkového účinného prierezu produkcie pôvabného kvarku na jadro-jadrovú zrážku pre centralitu 10%-40%.

Autor bol súčasťou kolaborácie STAR a rád by som sa vyjadril ku konkrétnemu príspevku autora k predloženým výsledkom.

Autor samostatne previedol analýzu experimentálnych dát z roku 2016, výsledky zlúčil s výsledkami z roku 2014, na ktorých verifikácii sa podieľal. Z dosiahnutých výsledkov napísal draft publikácie a vedie publikačný proces. U publikácie týkajúcej sa produkcie D_s , sa autor zúčastnil jednak kontroly analyzačného softvéru a validácie výsledkov, následne sa aktívne zúčastnil finálneho ladenia draftu publikácie v rámci činnosti úzkeho publikačného tímu, tzv. GPC. Jan Vaněk patrí medzi najdôležitejších členov fyzikálnej skupiny Heavy Flavor v experimente STAR. Svojou aktívnou prácou aktívne ovplyvnil prácu ďalších členov tejto medzinárodnej skupiny. Sám sa zúčastnil niekoľkých behov zberu dát v BNL, pri zbere dát zastával pozíciu vedúceho smeny, bol zodpovedný za činnosť subdetektoru ZDC počas celého merania. V rámci dizertačnej práce absolvoval niekoľko dlhodobých odborných stáží na prestížnych pracoviskách, napr. Rice University (1 mesiac), Lawrence Berkeley National Laboratory (2 mesiace), Brookhavenské národné laboratórium (3 x 1 mesiac a je 1 x 2 mesiace).

Kolaborácia STAR Jana Vaňka nominovala na prezentáciu výsledkov na medzinárodných konferenciách, napr. Hot Quarks 2018, Bormio 2019, SQM 2019, Hard Probes 2020, PANIC 2021.

Ing. Jan Vaněk pracoval na dizertačnej práci veľmi samostatne, zodpovedne a mimoriadne svedomito. Dosiahol a publikoval vynikajúce originálne odborné výsledky a odporúčam prácu k obhajobe.

Doc. Mgr. Jaroslav Bielčík, Ph.D.