

Posudek na habilitační práci

Autor: Dr.rer.nat., Mgr. Jaroslav Bielčík, MSc.

Název: Fyzika kvarků těžkých vůní

Předložená práce se zabývá zkoumáním těžkých kvarků (c a b) a zjišťováním jejich vlastností zejména v ultrarelativistických procesech na experimentu STAR provozovaném na urychlovači RHIC v Brookhavenské národní laboratoři v USA.

Práce má 115 stran. Je tvořena sedmi vloženými přetisky publikací habilitanta v nejvýznamnějších světových časopisech. Zbýlých přibližně 40 stran tvoří komentář k jednotlivým tématům a publikacím určený výhradně pro tuto habilitační práci. Komentář je psán slovensky.

Práce má velice dobrou jazykovou, stylistickou i grafickou úroveň. Autor věnuje velkou péči používání (a občas i nalézání) slovenských protějšků pro anglické odborné výrazy. Přiznám se, že mě některé výrazy překvapily, a tak jsem přijal s ulehčením, když jsem na konci našel slovníček.

Fyzika těžkých vůní, či kvarků, patří mezi standardní tematicky studované na všech částicových experimentech. Je tomu zejména proto, že svět částic tvořených těžkými kvarky (např. mezonů D a B) skýtá možnosti pozorování mnohých exotických jevů, které se v systémech s lehkými kvarky nevyskytují (oscilace částice-antičástice, narušení invariance vůči symetrii CP , nevysvětlené odchylky od standardního modelu). Tyto jevy jsou většinou spojeny se slabou interakcí a jsou studovány převážně v tradičních vysokoenergetických experimentech (CDF , $D0$, $ATLAS$, CMS) stejně jako ve specializovaných „továrnách na krásu nebo půvab“. Neméně zajímavé jsou však procesy produkce těžkých kvarků a částic z nich složených, které mohou ověřovat naše představy o interakci silné, popsané kvantovou chromodynamikou (QCD). I tato měření se provádějí na klasických hadronových experimentech, avšak experimenty na urychlovačích, kde dochází ke srážkám těžkých iontů, umožňují díky vysoké hustotě v místě srážky jader další typy měření: pozorování produkce i rozpadů těžkých kvarků v prostředí horké i studené jaderné hmoty. Je přitom již několik desetiletí známo, že chování těžkých kvarků je silně ovlivňováno hustotou hmoty, v níž se nacházejí, a proto jsou měření tohoto typu významným zdrojem poznání.

Právě to je téma předložené habilitační práce. Autor ze svého rozsáhlého vědeckého programu vybral několik oblastí, k nimž přispěl a prezentoval je formou vložených přetisků původních prací opatřených komentářem. Konkrétně se jde o tyto oblasti:

- Kvark-gluonová plazma (QGP) s jedním vloženým článkem. Jedná se o fenomenologickou práci relativně malého autorského kolektivu, jejíž hlavní autorkou je studentka habilitanta. Modelové výpočty vlivu částicových jetů získané autory jsou zde srovnávány s výsledky různých experimentů a diskutovány.
- Produkce těžkých kvarků v proton-protonových srážkách se dvěma vloženými články experimentu STAR. Zde jsou prezentovány výsledky studia produkce mezonů D a B ve srážkách protonů při těžištové energii 200 GeV pomocí několika experimentálních přístupů a tyto jsou porovnávány s předpověďmi modelů poruchové QCD FONLL. V rámci statistických chyb jsou výpočty konzistentní s měřenými spektry, což je významným potvrzením platnosti FONLL předpovědí.
- Produkce těžkých kvarků v jádro-jaderných srážkách se dvěma přetisky. Jak bylo zmíněno výše, husté prostředí jaderných srážek ovlivňuje významně chování těžkých kvarků – zvyšuje jejich energetické ztráty a tím způsobuje jejich rychlejší absorpci.

Tato změna je vyjádřena tzv. jaderným modifikačním faktorem jehož měření je v kapitole popsáno. Zde byly studovány zejména nefotonové elektrony. Bylo přitom zjištěno daleko menší potlačení, než bychom očekávali. Výsledky jsou opět srovnány s výpočty poruchové QCD.

- Produkce kvarkonií v pp srážkách se dvěma vloženými přetisky. Kvarkonia mají zvláštní místo ve studiu těžkých kvarků. Jejich produkce je citlivým indikátorem jevů QCD a proto je velký zájem o jejich zkoumání. Habilitant se podílel na určení polarizace kvarkonia a jeho interpretace. Jde o složité analýzy s mnoha úhlovými transformacemi.
- Produkce kvarkonií v jaderných srážkách. Zde je popsáno měření energetické závislosti produkce charmonia. Autor se také podílel na porovnání těchto hodnot s daty naměřenými na SPS a LHC a konfrontaci dat získaných při různých energiích. Tyto studie přinesly překvapivé poznatky o odlišném chování charmonia oproti jiným mezonům.

Prezentované výsledky nesou „pečeť“ habilitanta a jeho týmu studentů a jasně dokládají, že habilitant je výraznou osobností fyziky těžkých kvarků v experimentech s těžkými ionty a má za sebou prokazatelné výsledky, které přispěly k přínosům experimentu STAR. Jak dokládá první kapitola a vložená publikace, habilitant si najde čas i na fenomenologii QGP, což zaslouží ocenění, neboť vedení týmu v částicovém experimentu je obvykle vyčerpávající.

Ač je v práci jen okrajově zmíněn další přínos habilitanta, mohu zodpovědně prohlásit, že kromě prezentovaných výsledků habilitant významně přispěl k vybudování a úspěchu pražského týmu v experimentu STAR jak v oblasti analýzy, tak i k návrhu a konstrukci detektoru Heavy Flavor Tracker (HFT). Neméně důležitým přínosem je výchova velké řady nadějných studentů, o jejichž kvalitách se opakovaně přesvědčuji díky mé účasti v komisích pro státní zkoušky a obhajoby.

Nemohu též opomenout úsilí habilitanta v oblasti popularizace (nejen) částicové fyziky mezi středoškoláky i veřejností.

Z výše uvedeného lze snadno dovodit, že Dr. Jaroslava Bielčíka považuji za všestranně rozvinutou vědeckou postavou s mezinárodními zkušenostmi i věhlasem. Současně se neúnavně věnuje pedagogické, popularizační i organizační práci v naší zemi. Mohu tedy jen doporučit, aby jeho habilitační práce byla přijata a byl mu udělen titul „docent“.