

**Posudok na habilitačnú prácu**  
**„Produkcia relativistických častíc v jadrových zrážkach“**  
**RNDr. Janky Vrlákovéj, PhD.**

Predložená habilitačná práca je venovaná experimentálnemu štúdiu mechanizmov produkcie sekundárnych častíc a jadier pri jadro – jadrových zrážkach v oblasti relativistických energií. Práca predstavuje prezentáciu výsledkov publikovaných predkladateľkou v pätnástich pôvodných vedeckých článkoch, ktoré vyšli v rokoch 1995 až 2015. Uvedené výsledky boli získané v rámci širokej medzinárodnej kolaborácie v programoch EMU01, BECQUEREL a iných. Samotné experimenty boli vykonané na urýchlovačoch v JINR, CERN a v BNL. Výsledky štúdia, získané s použitím klasickej metodiky jadrových fotoemulzií, zahrňujú širokú oblasť hmotností ( $A = {}^{11}\text{B} - {}^{208}\text{Pb}$ ) a hybností ( $p = 2,75 - 200 \text{ AGeV}/c$ ), čo umožnilo predstaviť v práci reprezentatívny pohľad na prezentovanú problematiku.

Habilitačná práca je zostavená logicky a jasne, s cieľom reprezentatívne predstaviť získané výsledky. V stručnom úvode a v prvej kapitole je uvedená fyzikálna motivácia, krátky úvod do problematiky a porovnanie elektronických experimentov a fotoemulznej metodiky pri skúmaní mechanizmov relativistických zrážok.

Druhá kapitola je venovaná metodickým otázkam, spojeným s využitím fotoemulzií, ktoré majú úlohu pevného terča a súčasne sú detektorom sekundárnych častíc a jadier, produktov reakcií. V tejto kapitole sú vysvetlené fyzikálne princípy použité pri určovaní náboja a kinetickej energie sekundárnych produktov zrážok. Produkty reakcií sú rozdelené do piatich skupín, ako je to v emulznej metodike zaužívané. Vysvetlené sú tiež základné pojmy, kinematicko – priestorové charakteristiky, energia a hybnosť generovaných produktov, t.j. rapidita a pseudorapidita, ktoré sú ďalej používané pri interpretácii experimentálnych výsledkov. Ostatné dve kapitoly sú venované prezentácii získaných výsledkov a ich interpretácie.

Aplikácia klasického geometrického prístupu, založeného na tzv. parametri zrážky, v skúmaní centrálnych a semicentrálnych nukleón – nukleónových zrážok pri relativistických energiách, umožnila autorke získať pri relatívne jednoduchej a finančne nenáročnej metodike rad významných výsledkov.

Skúmanie centrálnych a semicentrálnych zrážok ukázalo, že fluktuácie v multiplicitách produkovaných častíc, ich korelácie s hmotnosťou a energiou primárnych jadier, ich centralitou – parametrom zrážky, ako aj pseudorapiditou, sú prejavom fyzikálnych mechanizmov zúčastnených na zrážke. Experimentálne rozdelenie multiplicity relativistických častíc v závislosti od pseudorapidity v experimentoch s primárnym zväzkom Au, O a Si ukázalo, že šírky pseudorapiditných spektier sú nezávislé od interakčného systému. Na druhej strane bol zistený nárast pseudorapidity s rastúcou energiou, prípadne hybnosťou primárnych jadier. Na základe skúmania sumárneho náboja neinteragujúcich, no vyrazených fragmentov primárnych jadier, bola dokázana korelácia s centralitou zrážky. Uvedené experimentálne výsledky sú v práci porovnávané s modelovými predstavami.

Detailná analýza s použitím Fourierovej analýzy a metódy maximálnej entropie sekundárnych častíc ukázali, že v spektrách pseudorapidít, pri centrálnych zrážkach, existuje plató, ktoré je, v zmysle partónového modelu vytvorené zložitou štruktúrou vznikajúcou pri hadronizácii rýchlych quark- partónov na hadronový jet. Indikácia takéhoto fyzikálneho mechanizmu bola v experimentálnych dátach nájdená.

Štúdium periférnych zrážok relativistických ťahkých jadier s fotoemulziami, poskytuje možnosti skúmať nábojovú topológiu fragmentov, ktorá je základnou charakteristikou procesu multifragmentácie. V tejto oblasti autorka získala rad pôvodných výsledkov. Za najvýznamnejší z nich považujem prvotnú registráciu procesu nábojovej výmeny  $^{11}\text{B} \rightarrow ^{11}\text{C}^*$  v excitovanom stave.

Neštatistické fluktuácie v multiplicitate a rapidite relativistických častíc sú dôsledkom prejavu fyzikálnych procesov vo veľkých štatistických súboroch dát. Pri ohraničenom hmotnostnom, energetickom, nábojovom a rapiditnom rozlíšení a veľkom stupni voľnosti sekundárnych produktov reakcie sú priamo nerozlíšiteľné. Na riešenie tohoto problému autorka habilitačnej práce rozpracovala a použila pri analýze experimentálnych dát metódu faktoriálnych momentov. Pri testovaní takéhoto prístupu a skúmaní experimentálnych výsledkov bolo zistené, že aplikácia horizontálneho, vertikálneho a kombinovaného variantu spracovania dát dáva podobné výsledky, ktoré sú však vyššie ako získané z teoretických modelov. Nesúhlas je spôsobený tým, ako správne poznamenáva, že v použitých modeloch nie sú zabudované možné zdroje fluktuácií. Z analýzy dát relativistických zrážok metódou faktoriálnych momentov pre  $^{16}\text{O}$ ,  $^{22}\text{Ne}$ ,  $^{28}\text{Si}$  a  $^{208}\text{Pb} + \text{Ag}(\text{Br})$  bola indikovaná prítomnosť neštatistických fluktuácií vo fázovom priestore pseudorapidít pri rôznych centralitách zrážok. Pri skúmaní charakteru intermitencie však lokálne minimum, ktoré by naznačovalo netermálny charakter fluktuácií, zistené nebolo.

Rád poznamenávam, že výsledky použité v práci boli inter- pretované pomocou teoretických modelových predstáv a taktiež porovnávané s podobnými, alebo s už získanými dátami na iných pracoviskách vo svete. Malý nedostatok, ktorý musím spomenúť je ten, že dosiahnuté výsledky bolo možné podať výraznejšie, pretože nevidím žiadny dôvod na prejav prílišnej skromnosti. Predložená práca je kvalitná, o čom svedčí veľká publikačná aprobácia a vysoký počet citácií. Významný je aj jej prínos v pedagogickej a vedecko-organizačnej práci.

Výsledky, dosiahnuté vo vedeckej a pedagogickej činnosti prevyšujú stanovené požiadavky na udelenie titulu docent. Preto doporučujem prijať predloženú habilitačnú prácu RNDr. Janky Vrlákovéj, PhD. k obhajobe. Po úspešnej obhajobe doporučujem menovať docentkou.

V Bratislave, 18.12.2018

Ing. Ján Kliman, DrSc.  
Fyzikálny ústav SAV, Bratislava