

doc. Mgr. Stanislav Antalic, PhD.
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
Univerzita Komenského
Mlynská dolina
84248 Bratislava

Oponentský posudok na dizertačnú prácu

Doktorand: Ivan Muzalevskii

Téma dizertačnej práce: Population and investigation of the light neutron-rich nuclei in direct reactions

Školiteľ: prof. Ing. Peter Lichard, DrSc.

Práca, ktorú k obhajobe predložil Ivan Muzalevskii, sa zameriava na tému ľahkých neutrónovo bohatých izotopov, najmä neutrónovo bohatých izotopov vodíku. Popis jadrových reakcií s produkciou neutrónovo-bohatých izotopov je úzko spätý s témou astro-fyzikálnych procesov vo vesmíre. Táto oblasť je typická so svojou interdisciplinárnou povahou, keď jadrová fyzika napomáha zodpovedať otázky astrofyziky. Bez poznatkov o vlastnostiach týchto izotopov a ich reakcií by astrofyzika nebola schopná popísať napr. syntézu prvkov, či už v rannom vesmíre alebo vo hviezdach.

Hlavnými cieľmi tohto projektu bola produkcia izotopov ${}^7\text{H}$ a ${}^6\text{H}$ a následne zmeraním ich rozpadov získať informácie o obsadzovaných stavoch. V oboch prípadoch bol použitý sekundárny zväzok ${}^8\text{He}$. **Cieľ dizertačnej práce možno považovať za aktuálny, výborný a jasne definovaný.** Informácie o týchto izotopoch sú veľmi limitované a nové dáta sú preto mimoriadne dôležité. Experimentálne merania boli realizované na zariadení ACCULINNA-2 v SUJV Dubna, ktorí reprezentuje v tejto oblasti meraní výnimočnú infraštruktúru na svetovej úrovni. **Zvolená téma je preto vedecky dôležitá a taktiež aj prístupy sú vhodne aplikované.** Experiment samotný predstavuje výnimočnú prácu.

Dizertačná práca je rozdelená na 10 kapitol. Jej dĺžka je 96 strán, vrátane 11 strán referencií. Popisuje stručný historický úvod pre fyziku oboch relevantných izotopov a detailný popis experimentu. Po diskusii simulácií a analýzy dát sa druhá polovica dizertačnej práce zameriava na opis samotných experimentálnych výsledkov a relevantnej fyzikálnej diskusie. Práca sa nezameriava iba na analýzu dát, v závere ponúka taktiež teoretický popis súvisiaci s analýzou účinných prierezov. **Štruktúra práce je preto logická a vhodne zvolená**, hoci by si niektoré časti zaslúžili prehľadnejší popis.

Práca je napísaná v angličtine, zväčša na dobrej úrovni. Avšak niektoré časti texty by bolo možné vylepšiť a isto by práci prospelo dodatočné kolo kontroly a doladenia. Niekedy ide iba o malé kozmetické detaily, ako napr. textové šípky na strane 9, avšak inokedy sťažuje nedotiahnutý štýl čitateľnosť textu. Prepojenie jednotlivých častí a zrozumiteľnosť prezentácie výsledkov a argumentov je kľúčové pre pochopenie témy vedeckého textu. Úlohou dizertačnej práce pritom nie je iba prezentácia samotných vedeckých výsledkov autora. Práca často slúži na vzdelávací účel pre

študentov ale aj odborníkov pracujúcich mimo danej vedeckej oblasti. Avšak daný text je vo viacerých častiach náročný na pochopenie pre ľudí mimo daného projektu. Niekedy sú diskutované výsledky bez konkrétneho odkazu na príslušný obrázok, kde by čitateľ videl viac detailov. Inokedy sa v texte spomínajú konkrétne časti detekčného systému a je jednoduché prehliadnúť, ktorý detektor je relevantný pre danú časť diskusie. Napr. centrálny a bočný teleskop je diskutovaný v texte, ale nie je označený v obrázkoch.

Popis obrázkov taktiež nie je vždy plne konzistentný. Na niektorých miestach bol zjavne využitý text z publikovaných prác autora a jeho spoluautorov. Niekedy nejde o kritický dôsledok, ako napr. keď sa v obrázku 32 a) spomínajú veľké purpurové kruhy, zatiaľ čo všetky body majú približne rovnakú veľkosť. V článku publikovanom autorom v časopise Physical Review C sú dané body naozaj výrazne zväčšené. Podobne v popise k obr. 31 je spomenutých 5 eventov označených šípkami v pravom obrázku, malo by byť v ľavom. Príslušný text na konci strany 49 sa tiež odvoláva na panel b) namiesto panelu a). Iný príklad je, keď sa popis obrázku 55 odvoláva na obrázok 9 a), kde by mali byť výpočty kódom FRESCO z obrázku 55 zobrazené modrou bodkovanou čiarou. Taká čiara v obrázku 9 nie je.

Ako som však spomínal, **jeden z hlavných účelov dizertačnej práce je prezentovať vedeckú prácu študenta, jeho schopnosť porozumieť fyzike and získať nové vedecké výsledky. Tento účel predložená práca nepochybne splnila.** Vedecká kvalita práce je podopretá taktiež publikáciami v časopisoch Physical Review Letter a Physical Review C a nedávnej publikácii v Nuclear Instrument and Methods B. V jednom prípade je Ivan Muzalevskii prvý autor a pri ostatných je jeden z hlavných spoluautorov. Popri dojmu zo samotnej dizertačnej práce slúžia tieto publikácie ako nezávislé potvrdenie vysokej vedeckej kvality práce študenta.

Vo všeobecnosti musím skonštatovať, že z vedeckého pohľadu sú ciele dizertačnej práce splnené. Práca predstavuje nové výsledky a prispieva k fyzike ľahkých neutrónovo-bohatých jadier.

K danému textu mám napriek tomu niekoľko otázok, na ktoré som nenašiel priame odpovede:

1. V minulosti bolo viacero pokusov skúmať ${}^7\text{H}$. V úvode sa autor o nich zmieňuje, napr. o práci v GANILE s využitím infraštruktúry SPIRAL a detektorom MAYA. V tomto meraní bola identifikovaná rezonancia na energii 0.57 MeV nad limitom produkcie pre ${}^3\text{H}+4\text{n}$, hoci s veľmi malou štatistikou. Ako súhlasí tento výsledok s výsledkami získanými v predloženej dizertačnej práci?
2. Obrázok 9 zobrazuje výpočty pre uhlovú distribúciu produktov reakcií. Predpokladám, že pravá strana (panel b) zodpovedá obrázku 40. Ak to je tak, prečo sú absolútne jednotky na škále Y v obrázku 9 a iba relevantne jednotky (arbitrary units) v obrázku 40? Je niekde obrázok, ktorý zobrazuje súlad experimentálnych dát z výsledkami výpočtov v paneli b)?
3. V kapitole 4 diskutujúcej kinematiku a Monte-Carlo simulácie by bolo vhodné pre čitateľa uviesť zrozumiteľný sumár detailov zahrnutých v simulácii. Využil auto niektorý štandardný softvérový balík, alebo pripravil celú simuláciu sám od základov? Bola v simulácii zahrnutá iba kinematika častíc, alebo aj odozva detektorov?

4. Na začiatku sekcie 8.1.1 Center-of-mass reaction angle distribution sa spomína medzera medzi 9.5 a 15.5 stupňami, ktorá by mala byť viditeľná v obrázku 32 c). Je táto referencia na daný obrázok správna? V danom obrázku nie je žiadnu medzeru vidno.
5. Obrázok 40 ukazuje dobrý súlad experimentálnych dát a výpočtov pre uhlovú distribúciu do 25 stupňov. Ak to dobre chápem, detektor je citlivý pre 2n maximum až do 35 stupňov. Z textu som úplne nepochopil vysvetlenie pre „chýbajúce“ experimentálne dáta medzi 25 a 30 stupňami, kde by štatistika mala byť vyššia ako pre oblasť od 20 do 25 stupňov s nižším účinným prierezom.
6. Na obrázku 48 je navrhnuté poradie stavov pre ${}^7\text{H}$. Experimentálne dáta však umožňujú priradenie týchto stavov iba s určitou neistotou. Pocit z diskusie však naznačuje pokus o jednoznačne priradenie stavov bez jasného popisu konkrétnych argumentov a dôvodov. Ako si je autor istý s priradením spinov a parít pre jednotlivé stavy?
7. Ako bolo spomenuté v závere popisu obrázku 55, výpočty modelom FRESCO v obrázku 55 b) by mali byť konzistentné s obrázkom 9 a). Avšak daná uhlová distribúcia vyzerá mierne odlišne. V obrázku 9 a) je lokálne maximum na hodnote 45 stupňov, ktoré nie je indikované v paneli 55 b). Taktiež absolútne hodnoty oboch výpočtov modelom FRESCO sú mierne odlišné. Mohol by autor okomentovať nesúlad oboch obrázkov?
8. Niektoré vzбудené stavy majú niekoľko MeV excitačnej energie. Typické medzery medzi orbitalmi sú pre tieto ľahké systémy do pár MeV. Môžeme vo všeobecnosti vylúčiť rozdelenie páru nukleónov (v tomto prípade neutrónov) a konfiguráciu stavov založenú na 3 nespárovaných nukleónoch na 3 orbitaloch pre najvyššie energetické stavy, alebo sú takéto stavy realistické?
9. Výpočty pre diferenciálne účinné prierezy boli realizované najmä kódom FRESCO. Skúsil autor porovnať výsledky aj inými prístupmi s inými modelmi? Prečo bol vybraný práve tento prístup?

Napriek spomenutým pripomienkam konštatujem, že predložená dizertačná práca predstavuje solídnu prácu s vysoko kvalitnými vedeckými výsledkami. Ivan Muzalevskii preukázal schopnosť samostatne pracovať a získať nezávislé nové výsledky. Preto odporúčam komisii na Fyzikálnom ústave Sliezskej Univerzity v Opave prácu prijať k obhajobe. Následne po úspešnej obhajobe navrhujem udeliť Ivanovi Muzalevskému akademický titul **Philosophiae Doctor (PhD.)**.

V Bratislave, 14. Júla 2023



.....
doc. Mgr. Stanislav Antalic, PhD.