



Posudek oponenta bakalářské práce

Student: **Sára Haidlová**

Název práce česky: **Azimutální asymetrie v koherentní J/ψ fotoprodukci na experimentu ALICE**

Název práce anglicky: **Azimuthal asymmetries in coherent photoproduction of J/ψ with ALICE**

Bakalářská práce slečny Sary Haidlové je věnována problematice studia koherentní fotoprodukce částice J/ψ produkované ve vysokoenergetických ultraperiferálních (UPC) srážkách jader olova v experimentu ALICE se zaměřením na azimutální asymetrie. Jedná se o velmi aktuální fyzikální tematiku, protože UPC srážky při vysokých energiích dosažitelných na urychlovači LHC umožňují studovat prostřednictvím elektromagnetického pole částicovou produkci pro malé hodnoty Bjorkenova x .

Bakalářská práce je rozdělena na úvod následovaný pěti dílčími kapitolami a je zakončena stručným shrnutím dosažených výsledků. První kapitola představuje stručný úvod do standardního modelu částicové fyziky a jsou v ní popsány typy částic a interakcí. Druhá kapitola je věnována silné interakci popsané kvantovou chromodynamikou se zavedením základních pojmů týkajících se např. hluboce nepružného rozptylu, Bjorkenova škálování, strukturních funkcí či saturace. Tato kapitola je pak završena stručným úvodem do problematiky UPC srážek a fotoprodukce vektorových mezonů. Ve třetí kapitole je popsán experiment ALICE na urychlovači LHC v CERN a jeho detektory. Čtvrtá kapitola je věnována rešerši dvou publikací týkajících se tematiky bakalářské práce. Konkrétně se jedná o článek kolaborace ALICE (Abbas et al., *Eur. Phys. J C* 73 (2013), 2617) a článek kolaborace STAR (Adam et al., *Phys.Rev.Lett.* 127 (2021) 5, 052302). Samostatné výzkumné práci studentky je věnována pátá kapitola, kde jsou nastíněny základní kroky analýzy fotoprodukce mezonu J/ψ v mionovém rozpadovém kanálu včetně distribucí invariantní hmoty, distribucí příčných hybností, pseudorapidity a azimutálního úhlu produkovaných mionů, ze kterých je následně zkonstruována nekorigovaná azimutální distribuce mionových párů. Na základě této distribuce je provedena extrakce parametrů popisujících asymetrii v azimutální produkci mionových párů.

Bakalářská práce je napsána anglickým jazykem s akceptovatelným množstvím překlepů a chyb. Bohužel některé formulace působí poněkud kostrbatě, ale neubírají na srozumitelnosti práce. Toto však přičítám spíše nezkušenosti autorky s psaním odborných textů.

Bakalářská práce je logicky dobře členěna, i když se domnívám, že v některých místech mohly být popsány diskutované pojmy precizněji jenom o něco detailněji, aby text nepůsobil poněkud zkratkovitě. Toto se týká zejména první kapitoly a některých částí v Kapitole 2. V první i druhé kapitole, až na pár výjimek, také prakticky chybí odkazy na použitou literaturu nebo nejsou zadefinovány všechny proměnné (např. vztah 1.1) či pojmy, resp. se o nich čtenář dozvídá až později. Dále si dovoluji upozornit na nekonzistenci ve výběru souřadného systému



při popisu základních kinematických proměnných: ve vztahu (1.2) je longitudinální složka hybnosti částice zvolena podél osy x , zatímco příčná rovina je vyjádřena pomocí souřadnic v rovině y a z . O pár řádků dále při zavedení rapidity je najednou použita jako longitudinální složka hybnosti a osa svazku podél osy z . Dále bych chtěla upozornit na nesprávné tvrzení na str. 6 v odstavci 1.2.3, že gluony nenesou barevný náboj. Ve čtvrté kapitole, která je založena na řešerši dvou experimentálních článků, je trošku škoda, že je tato řešerše spíše „technického charakteru“ a není věnován větší prostor diskusi fyzikálních výsledků prezentovaných v těchto článcích a jejich porovnání s modelovými výpočty, které jsou součástí obrázků/tabulky v Kapitole 4.

Grafická úprava práce je velmi pěkná, i když u některých obrázků by bylo vhodnější zvolit větší font při popisu proměnných na osách nebo zvolit vhodněji rozsah os. Tato výtka se týká výhradně obrázků v Kapitole 5, které jsou vytvořeny autorkou práce. U těchto obrázků také často chybí v legendě popis, o jaký systém a energii srážky se jedná apod. V neposlední řadě by bylo také dobré sjednotit styl citovaných referencí v seznamu použité literatury a také si dát pozor při citování referencí na jejich řazení, které neodpovídá skutečnosti.

Uvítala bych, kdyby slečna Haidlová při obhajobě zodpověděla následující otázky, resp. rozšířila diskusi některých výsledků uvedených v bakalářské práci.

1. Mohla byste prosím blíže diskutovat data v Obr. 4.2 a Obr. 4.3 z experimentu ALICE v kontextu zde znázorněných modelových predikcí? Podobně bych uvítala podrobnější diskusi u dat experimentu STAR a predikcí modelů v Tab. 4.2 a příslušných obrázcích.
2. V úvodu Kapitoly 5 je zmíněno, že analyzovaná data pocházejí ze dvou period měření, která probíhala s navzájem opačnými polaritami použitého magnetického pole a že pro účely analýzy jsou obě sady měření analyzovány společně. Byla provedena kontrola, že studované distribuce nejsou ovlivněny polaritou magnetického pole před tím, než byly soubory dat sloučeny dohromady?
3. U Obr. 5.7, 5.8, 5.10, 5.11 a 5.13, které se týkají pseudorapiditních, resp. azimutálních distribucí mionů, není zřejmé, proč je osa y znázorňující počty výskytů v daných binech histogramu normalizovaná na MeV. Domnívám se, že správné by bylo počty v jednotlivých binech histogramu normalizovat na šířku binu v pseudorapiditě, resp. v azimutálním úhlu. Můžete prosím zvolenou normalizaci nějak blíže osvětlit?
4. Obr. 5.13 prezentuje hlavní výsledek dosažené analýzy, tedy nekorigovanou azimutální distribuci produkovaných mionů z rozpadu částice J/ψ . Je zřejmé, že korekce této distribuce jsou nad rámec bakalářské práce, ale z uvedených azimutálních distribucí kladně, resp. záporně nabitých mionů (Obr. 5.10 a Obr. 5.11) se dá očekávat, že samotná akceptance detektoru povede k podobnému tvaru v úhlové distribuci páru mionů, jak ostatně sama autorka naznačuje v textu na str. 41. Bylo by možné vyzkoušet z Obr. 5.10 a Obr. 5.11 náhodně vygenerovat dle změřené azimutální distribuce jednotlivých mionů, distribuci pro páry mionů a vykreslit obrázek podobný Obr. 5.13? Domnívám se, že tato jednoduchá simulace by mohla posloužit jako relativně dobré přiblížení vlivu akceptance detektoru na měřenou asymetrii bez použití složitých simulací.



ÚSTAV JADERNÉ FYZIKY AV ČR, v. v. i.

250 68 ŘEŽ

Závěrem konstatuji, že studentka odvedla velký kus samostatné práce a předkládaná bakalářská práce splňuje i přes výše zmíněné nedostatky, které jsou převážně formálního charakteru, cíle vytyčené v zadání a navrhuji bakalářskou práci ohodnotit známkou **B (velmi dobře)**.

V Praze, dne 25. 8. 2021

RNDr. Jana Bielčíková, Ph.D.
ÚJF AV ČR, v.v.i./FJFI ČVUT v Praze