



UPPSALA
UNIVERSITET

Dr hab. Andrzej Kupść
Department of physics and astronomy
Uppsala University
Box 516
751 20 Uppsala

Uppsala 2017-03-09

Recenzja pracy doktorskiej Pana mgr inż. Jacka Biernata “Measuring di-electron Dalitz decays of baryon resonances with HADES and PANDA”

Praca doktorska Pana mgr inż. Jacka Biernata składa się z dwóch części. Pierwsza poświęcona jest eksperymentowi HADES oraz pierwszemu ekskluzywnemu pomiarowi produkcji par elektron pozytron w reakcji $np \rightarrow npe + e^-$. Badania te stanowią ważny przyczynek do wyjaśnienia różnicy pomiędzy produkcją par elektron-pozytron w oddziaływaniach proton-proton i proton-neutron. Jak zrozumiałem wyniki te nie zostały jeszcze opublikowane. Druga część dotyczy planowanych eksperymentów przy detektorze PANDA. Głównym rezultatem jest analiza możliwości pomiaru rozpadu Dalitza hiperonu $\Lambda(1520)$. Motywem łączącym oba tematy jest elektromagnetyczna struktura barionów. W szczególności celem jest wyznaczenie tzw *czynnika przejścia* (transition form factor) dla procesów elektromagnetycznych. Tematy badawcze poruszane w pracy są bardzo ważne i aktualne. Nawiązują one m.in. pośrednio do problemu niezgodności promienia protonu mierzonego przy użyciu dwóch różnych metod. Jedno z możliwych wyjaśnień, sugeruje konieczność precyzyjnej oceny wkładów od procesów z wymianą dwóch fotonów. W tym celu istotne jest uwzględnienie stanów pośrednich z rezonansami nukleonowymi i odpowiednich elektromagnetycznych czynników przejścia. Badania prowadzone przez autora stanowią też podstawę do interpretacji zderzeń ciężkich jąder i sygnatury plazmy kwarkowo-gluonowej poprzez sygnał z dileptonowych rozpadów wąskich mezonów wektorowych.

Praca doktorska mgr inż. Jacka Biernata zawiera cztery rozdziały, podsumowanie, bibliografię, spis figur i tabel.

Rozdział 1 (strony 6 do 20) zawiera wyczerpujący wstęp i opis elektromagnetycznych czynników postaci a w szczególności barionowych czynników postaci.

Rozdział 2 (strony 21-32) przedstawia szczegółowy opis detektora HADES

Rozdział 3 (strony 32- 56) przedstawia opis analizy quasi swobodnej reakcji $np \rightarrow npe + e^-$ w eksperymencie HADES. Jest to jak rozumiem główny wynik autora.

Rozdział 4 (strony 58 do 79) opisuje planowany program eksperymentalny przy detektorze PANDA oraz elementy detektora. Od strony 79 do 83 są przedstawione wyniki symulacji dwóch kanałów testowych jak rozumiem przeprowadzonych przez autora. Wreszcie na stronach od 83 do 94 przedstawiona jest analiza możliwości pomiaru rozpadu Dalitza hiperonu $\Lambda(1520)$ i wyznaczenia elektromagnetycznego czynnika przejścia. Wreszcie dokonane jest porównanie z możliwościami analogicznego pomiaru przy użyciu detektora HADES.

Zakres pracy jest bardzo szeroki i zdecydowanie wystarczyłby na więcej niż jedną pracę doktorską. Jak rozumiem autor starał się opisać projekty, w których uczestniczył w czasie trwania doktoratu. Wydaje mi się, że lepszą strategią byłoby ograniczenie się tylko do jednego tematu. Mam wrażenie, że autorowi nie starczyło czasu na dopracowanie formalne pracy. Na pewno przydałaby się kolejna korektura. Mam w szczególności zastrzeżenia do referencji ponieważ niektórych z nich nawet nie można poprawnie zidentyfikować.

Krytyka ta nie dotyczy jednak głównego wyniku autora. Rozumiem też, że przygotowywana jest przez współpracę HADES publikacja i niektóre z moich szczegółowych uwag, prezentowanych na następnych stronach recenzji, zostaną rozpatrzone.

Mam pewien niedosyt jeśli chodzi o prezentację wyników autora w części dotyczącej eksperymentu PANDA. Brakuje mi tu niektórych wyjaśnień oraz niekiedy ważnych informacji dotyczących założeń przeprowadzonych symulacji. Przedstawione analizy są bardzo interesujące i chętnie dowiedziałbym się więcej szczegółów.

Dyskutowane dalej uwagi nie wpływają na ogólną pozytywną ocenę pracy. Tak jak wspomniałem w szczególności imponujący jest zakres podjętych przez mgr inż Biernata tematów. Podsumowując rekomenduję pracę do dalszego etapu przewodu doktorskiego.

Andrzej Kupść



Uwagi szczegółowe

Rozdział 1

s9 Opis rysunku 1.4: rysunek przedstawia zarówno elektromagnetyczne czynniki przejścia (eTFF) jak i elastyczne czynniki postaci (eFFs). Na rysunku brakuje mi zaznaczenia, że w obszarze czasowym jest też możliwe badanie czynnika przejścia w anihilacji e^+e^- np. $e^+e^- \rightarrow \Delta$ antynukleon.

s9 Brakuje mi referencji do prac eksperymentalnych dla przestrzennych eTFF rezonansu $\Delta(1232)$

s10 Przy dyskusji konwencji Ash-a powinno się dodać referencję do oryginalnej pracy: W. W. Ash et al., Phys. Lett. B24,165 (1967).

s10 We wzorze 5 powinno być $|G|^2$ a nie $|G^2|$ (to nie są równoważne wielkości) poza tym nie znalazłem wzoru 5 w referencji 14. Powinna być podana właściwa referencja.

S11 Zupełnie nie rozumiem dlaczego przy dyskusji pomiarów HADES-a dotyczących rozpadu Dalitza rezonansu Δ nie ma podanej referencji do pracy eksperymentalnej a zamiast tego cytowana jest praca teoretyczna wykorzystująca te dane (ref 14)?

s12 Rys 1.7 Niestety lewy i prawy rysunek mają zupełnie inną konwencję dotyczącą kolorów linii co znacznie utrudnia ich porównanie. Także opis osi i oznaczenia zmiennych są zupełnie inne. Poza tym *horizontal* należy zamienić na *vertical* w opisie rysunku.

S14-15 „deuterium” odnosi się do atomu. Autor ma na myśli jądro atomu: „deuteron”

s15 i 16 poświęcone są uzasadnieniu użycia reakcji kwasi-swobodnej. Jednak było dla mnie nie zrozumiałe dlaczego HADES nie przeprowadził bezpośredniego testu porównując kwasi-swobodną reakcję pp z reakcją pn? Wydaje mi się, że w końcu zrozumiałem przyczynę ale bardzo brakuje mi komentarza autora pracy.

Rozdział 3

s33 czynnik 84% jest przyjęty jako akceptacja ale argumentem jest że z rysunku 3.2 wynika iż akceptacja jest **co najmniej** 84%. Wydaje mi się że powinno się uwzględnić właściwą wartość akceptacji, która może być zależna od masy niezmienniczej elektron-pozytron, a nie tylko dolną granicę. Dodatkowo z powodu zastosowania skali logarytmicznej trudno czytelnikowi stwierdzić, że wartość akceptacji wynosi 84%.

s38 Nie rozumiem czym różnią się rozkłady prezentowane na rys 3.8.

s38 dyskutowana jest metoda oceny tła kombinatorycznego. Według mnie powinno być także uwzględnione tło od rozpadu radiacyjnego rezonansu Δ na nukleon i foton gdzie foton skonwertował w tarczy czy też w innym miejscu detektora. Nie rozumiem też czy ta metoda może odrzucić przypadki gdy tło zdominowane jest przez procesy produkcji mezonu π^0 i jego pojedynczy rozpad Dalitza lub konwersję pojedynczego fotonu w detektorze. Żeby wyrobić sobie zdanie brakuje mi informacji o prawdopodobieństwie konwersji fotonu w detektorze HADES.

s39 Ponownie wydaje mi się, że tło kombinatoryczne nie uwzględnia sytuacji gdzie dominująca jest konwersja tylko jednego fotonu. Bardzo przydałaby się symulacja takich przypadków

s39 wzór na masę brakującą na dole strony jest napisany bardzo schematycznie i może być mylący dla czytelnika. Przydałoby się wprowadzenie symboli na czterowektory i na masę brakującą

s40 i rys 3.10 interesujące byłoby dowiedzenie jaka jest zdolność rozdzielcza HADESA w tej zmiennej. Innymi słowami Jak wglądałby rozkład gdyby możliwy był pomiar bez rozmycia spowodowanego pędem Fermiego dla reakcji quasi swobodnej. Na rysunku 3.10 brakuje mi też przedstawienia symulacji odpowiadającej dyskutowanemu tłu z rozpadu Dalitza mezonu π^0 oraz rozpadu $\pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ z konwersją w detektorze.

s40 Wydaje mi się że wzory 17 i 18 są błędne. Np. we wzorze 17 powinien być znak mnożenia a nie minus.

s43 Wzór 20 na rysunku pokazane są przedziały o szerokości 2 stopnie a suma sugeruje, że jest ich dwa

razy więcej. Nie rozumiem też jak znormalizowane są wagi fi. Czy δi to jest względna różnica?
s43 σ i we wzorze 21 i 22 mają zupełnie inne znaczenie co może być mylące dla czytelnika
s48 Według mnie nie jest prawdą, że stan końcowy $pp\gamma^*$ jest charakteryzowany przez 5 zmiennych kinematycznych. Tak jak autor dyskutuje dalej także masa wirtualnego fotonu jest zmienną więc jest sześć zmiennych. W szczególności zmienną pominiętą przez autora jest kąt pomiędzy płaszczyznami wektorów pędu pary elektron pozytron oraz pary proton neutron. Wydaje mi się też że autor w niepoprawny sposób utożsamia pojęcie zmiennej i rozkładu danej zmiennej (punkt 2)
s49 Autor sugeruje że eliminacja tła od rozpadów Dalitza mezonu π^0 nie może być całkowicie wyeliminowana z powodu zdolności rozdzielczej detektora. Ta sugestia stanowi dla mnie zagadkę bowiem wcześniej (także moje uwagi do s40 i rys 3.10) rozumiałem, że szerokość rozkładu wynika z własności procesu quasi swobodnego.
s52 W paragrafie „Returning to the main point...” jest dla mnie trudne do zrozumienia o jaki bin/przedział chodzi...

Rozdział 4.

s61 „if the width and the decay modes of it depends sensitively on the mass” nie zrozumiałem tego stwierdzenia
s63 referencja 69 przy rys 4.4 jest zła rysunek pochodzi z Phys.Lett. B739 (2014) 90
s64 “decays to real photons” → “radiative decays”
s72 “simulation results done in order to test the detector” – nie zrozumiałem
s74 „to define a benchmark of the detector a simulation has been made” – nie zrozumiałem
s74 nie rozumiem co to znaczy, że „only reconstructed tracks are analyzed”
s77 "This technique has a slight disadvantage as one can see in Fig 4.24: each narrow muon peak has an admixture of “fake muons” (pions) which depends on momentum. " Czy jest jakaś metoda, która nie ma tej wady?
s77 "This information and the known difference in the shape of the shower." – to jest nie skończone zdanie, którego nie mogę zrozumieć
s77 Także stwierdzenie "100 time higher than the pion contaminated signal" jest trudne do zrozumienia
s82 Brakuje mi rysunku pokazującego użyty w symulacji rozkład kątowy. Dodatkowo LEAR miał znacznie niższy pęd niż symulowany 4 GeV/c. Ponadto wg mnie nie można powiedzieć, że parametryzacja została zmierzona. Ponadto bardzo mi brakuje rozkładu akceptacji w funkcji kąta produkcji hiperonu Λ w układzie środka masy reakcji dla przypadku z Forward Spectrometer i bez.
s84 Rozumiem, że symulowany rozkład kątowy hiperonu $\Lambda(1520)$ jest izotropowy. Z opisu nie mogę jednak zrozumieć jaki rozkład masy niezmienniczej par elektron-pozytron został użyty do symulacji rozpadu Dalitza hiperonu $\Lambda(1520)$.
s84 W zasadzie rozpad $\Lambda\pi^+\pi^-$ może posłużyć do uzyskania informacji o rozpadzie Dalitza hiperonu $\Lambda(1520)$
s85 Co oznacza czerwony punkt o współrzędnych 2 GeV/c i 10 stopni?
s87 Co oznacza sigma 0.022 na rysunku 4.40? 2.2%?
s93 Nie zrozumiałem ostatniej części rozdziału 4.6.3 i odwołania się do analizy innej reakcji w detektorze HADES. Nie jestem w stanie dotrzeć do referencji 85 oraz zrozumieć jaka była rola autora przy tej analizie. Mowa jest o reakcji proton-proton ale w tabeli 1.15 jest odnośnik do tarczy węglowej. Czy planowany dla HADES-a detektor FW to ten sam co dla eksperymentu PANDA?

Podsumowanie

s96 Nie rozumiem stwierdzenia: „A genuine feature of this simulation is the applied measured angular parametrization for such a reaction [82]. This is very important since the angular distribution of the $\Lambda(1520)$ decay products is expected to be similar.” Parametryzowany był proces produkcji a w drugim zdaniu jest mowa o produktach rozpadu. Ponadto symulacja dla $\Lambda(1520)$ była przeprowadzona z założeniem izotropowych rozkładów.

Uwagi edytorskie

Niestety z powodu drobnych literówek czy błędów językowych miałem niekiedy problemy ze zrozumieniem tekstu. Poniżej zamieszczam niektóre drobne błędy, w większości przypadków starałem się sugerować poprawki:

s12 „overplayed” → „data together” ??

s12 „yield above the calculations” → „yield”

s13 „provide” → „provided”

s17 “graphs to” → “graphs of an”

s17 “is better explained due” → “is better explained by”

s17 “using the similar framework different” → “using a similar framework”

s19 “sizeable way”

s19 “opens area of further discussion”

s39 wzór na dole strony

s21 „botch” → „both”, “schematics” -> “schematic”, “events” -> “interactions”

s21 fig 2.1 „had been pointed out” → „are indicated”

s21 „must provide a high efficiency for electron reconstruction” → „should allow to properly reconstruct electrons with high efficiency”

s22 „at the light” → „in the light”

s22 Nie rozumiem sformułowania „to trigger on reactions”. Jest ono bardzo ogólne...

s27 Eq 10 A_{left} / A_{right} is not defined

s23 „focus of designee” → „goal of the design”???

s23 „, this is referred as” → „-”

s24 „mill bar” → „milibar”

s25 „very minimal” jest zbędne

s26 „a particle when traversing through” → „traversing”

s27 wzór 10: A_{left} i A_{right} nie są zdefiniowane

s29 possibility of estimating position

s29 Fig 2.9 „steal” - „steel”

s30 Jakość rys 2.10 jest słaba

s31 „because of” → „due to”

s32 „In more details electron identification performed” to brzmi dziwnie

s32 „can characterize better” → „can help to understand” ??

s39 „was finally selected via a conditions” → „was selected using conditions”

s40 „round” -> „close to”?

S40 „boarding” → „broadening”

s40 „In order to select the final state of the final state” – to zdanie jest trudne do zrozumienia

s44 „form” → „from”?

s49 „More closer” → „A closer” ?

s50 „It is important to notice as well that the extrapolation carries an additional” → “It is important to notice that the extrapolation introduces ...”

s52 “begging” → “beginning

s52 „diving” → „dividing”

s52 „As for” → „For the”

s68 „possess” → „include”

s73 „DRIC” → „DIRC”

s73,79 „preforming” → „performing”

s73 „visible” „seen”

s73 „may be used to contribute” → „may contribute”

s73 „a detailed plane” ?

s79 „A distance” → „At the distance”

s81 „value at 4.039 and 1sigma 0.063” brakuje jednostek

s84 brakuje referencji do tabeli 1.9

s86 „possibly” → „possibility”

W wielu przypadkach autor używa nieprawidłowego sformułowania „in a function”.

Nie został zastosowany jednolity format do prezentacji referencji w niektórych przypadkach informacje są tak zniekształcone, że nie można znaleźć właściwej referencji.

np. ref 4, ref 7 (rok podany zamiast strony)

ref 13 I. C. Cloët, W. Bentz and A. W. Thomas, Phys. Rev. C **90** (2014) 045202.

Nie rozumiem dlaczego tabele w części II numerowane są 1.x, a w części I bez żadnego indeksu oraz konwencja jest zupełnie inna niż dla rysunków?