



plus ratio quam vis

UNIwersytet Jagielloński
Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej

Prof. dr hab. Kazimierz Bodek

ul. Prof. S. Łojasiewicza 11
30-348 Kraków

Tel.: (48 12) 664 4622
E-mail: kazimierz.bodek@uj.edu.pl

Kraków, dnia 23 kwietnia 2022 r.

**Recenzja w przewodzie habilitacyjnym dra Artura Uklei
z Zakładu Fizyki Wielkich Energii
w Narodowym Centrum Badań Jądrowych**

Recenzowany materiał zawiera wszystkie wymagane ustawą załączniki, w tym: wniosek, kopię dyplomu doktorskiego, autoreferat, listę publikacji, monografię pt. "*Poszukiwanie sygnałów nowej fizyki i źródeł łamania parzystości CP w wielodziałowych rozpadach cząstek powabnych w eksperymencie LHCb*", certyfikaty potwierdzające odbycie stażu w ośrodku naukowym CERN, a także jego współautorstwa publikacji w ramach kolaboracji LHCb oraz zaświadczenie o pracy w projekcie PLGrid. Poniżej odniosę się do istotnych składników tego materiału i zakończę recenzję konkluzją.

Tematyka badawcza

Poza informacjami podstawowymi, o wykształceniu i historii zatrudnienia, pan dr Artur Ukleja prezentuje swoje osiągnięcie naukowe, które zgłosił we wniosku o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Jest to monografia poświęcona poszukiwaniu sygnałów od fizyki spoza Modelu Standardowego (SM) w dwóch trójciałowych rozpadach cząstek powabnych, produkowanych w zderzeniach protonów o wysokiej energii i rejestrowanych systemem detekcyjnym LHCb. Przedmiotem szczegółowym jest symetria ładunkowo-przestrzenna CP, która wprawdzie jest łamana w ramach SM, ale w stopniu dalece niewystarczającym do wyjaśnienia asymetrii materia-antymateria we współczesnym Wszechświecie. Skrótowe uzasadnienie wyboru konkretnych procesów, jak i metody badawczej jest zrozumiałe i będzie rozwinięte w monografii. Autor podkreśla tu zalety zastosowanego przez siebie testu statystycznego najbliższych sąsiadów i jego wariantów, zwiększających czułość metody. Jest to bodajże najważniejszy wkład intelektualny autora w badanych zagadnieniach. Analiza zgromadzonych danych w rozpadach D^+ i Ξ_c^+ nie wykazała statystycznie znaczących odstępstw pomiędzy rozkładami cząstek i antycząstek, które sygnalizowałyby łamanie symetrii CP. Nie wykryto nawet śladów tego zjawiska, generowanego przez SM. Czułość nie osiągnęła jeszcze wymaganego poziomu, chociaż w jednym przypadku odstępstwo zbliża się do intrygującego poziomu 3σ . Autor widzi możliwości poprawy w zwiększonej statystyce, a więc w uwzględnieniu nowych danych pomiarowych oraz w użyciu innego jeszcze testu statystycznego (KDE). Proponuje też zastosowanie swoich rozwiązań do zbadania niespodziewanych efektów w rozpadach cząstek pięknych. Wydaje się, że Autor stał się specjalistą w sektorze subtelnych efektów statystycznych w analizie danych z eksperymentów wysokich energii, które zaliczają się do grupy tzw. eksperymentów precyzyjnych.

W dalszej części autoreferatu Autor opisuje przebieg swojej pracy naukowej, z podziałem na okresy przed i po doktoracie. W tym pierwszym dr A. Ukleja brał udział w eksperymencie ZEUS przy akceleratorze HERA w laboratorium DESY w Hamburgu i analizował głęboko nieelastyczne rozpraszanie elektron-proton. Tego zagadnienia dotyczy też rozprawa doktorska, obroniona w roku 2007. Po doktoracie dr A. Ukleja przenosi się do kolaboracji LHCb w CERNie, z którą jest związany do dzisiaj. Wiodącym tematem fizycznym jego zainteresowań jest problem łamania symetrii CP w przemianach cząstek powabnych.

Pierwszym zagadnieniem, zaliczonym do tej części dorobku, jest jednakże pomiar fazy ϕ_s w rozpadzie mezonów B_s^0 . Ten temat zostaje przerwany, a zgromadzone wyniki przekazane innej osobie, (cyt.) "...dla której był to temat pracy doktorskiej...". Nie jestem pewien, czy dobrze zrozumiałem, o co w tej operacji chodziło? Jeśli rozumieć dosłownie, to była to praktyka niedopuszczalna, a przynajmniej nie można jej zaliczyć do osiągnięć naukowych.

Dalsze badania dotyczą już bezpośrednio tematu, który został zgłoszony, jako osiągnięcie naukowe, czyli poszukiwania sygnału łamania symetrii CP w rozpadach D^+ i Ξ_c^+ . Będzie on omówiony bardziej szczegółowo przy recenzji monografii.

Dr A. Ukleja uczestniczy w eksperymencie LHCb nie tylko w analizie danych, ale również przy zbieraniu danych, uzyskując z czasem stanowisko kierownika szycy. Ważnym przyczynkiem do sukcesu eksperymentu LHCb jest też udział dra A. Uklei w rozwiązywaniu szczegółowych problemów eksperymentalnych. Przykładem są tu działania wąskiego zespołu, który opracował sposób precyzyjnego pozycjonowania zewnętrznego detektora. Wyniki zostały opublikowane w dwóch pracach technicznych, gdzie rola dra A. Uklei była wiodąca.

Oceniając tematykę badawczą i sposób prowadzenia badań, z jednej strony doceniam wybór wymagającego i bardzo ważnego zagadnienia, jakim jest łamanie symetrii CP, nie tylko dla fizyki cząstek elementarnych, ale i dla podstaw naszej wiedzy o Wszechświecie. Doceniam też konsekwentną realizację tego wyboru, w oparciu o znakomity zespół naukowców, skupionych w kolaboracji LHCb. Z drugiej strony razi mnie trochę monotematyczność, zarówno w zakresie badanych zagadnień, jak i w stosowanych narzędziach badawczych. Ten stan rzeczy jest być może skutkiem więzów narzuconych przez realia pracy w dużej kolaboracji. Niemniej, nie jest to dobry prognostyk na przyszłość.

Publikacje i aktywność naukowa

Na pierwszy rzut oka dorobek publikacyjny dra Artura Uklei wydaje się być imponujący. W listopadzie 2021 r. Web of Science wykazał 691 publikacji i blisko 22 tysiące cytowań (bez uwzględnienia autocytowań). Indeks Hirscha wyniósł 75, a sumaryczny Impact Factor: 3920. W istocie jest to dorobek jednej wielkiej kolaboracji LHCb, w której uczestniczy ponad tysiąc naukowców z 20 instytucji naukowo-badawczych na całym świecie. Lista publikacji, mających bezpośredni związek ze zgłoszonym osiągnięciem zawiera 9 pozycji, z czego właściwie tylko dwie zawierają wyniki opisane w monografii. Prace te zostały opublikowane w bardzo dobrych czasopismach ($IF > 4.5$) i były cytowane 27 razy. Na liście prac certyfikowanych przez kierownictwo kolaboracji LHCb, jako publikacji z dominującym udziałem dra A. Uklei, są jeszcze dwie pozycje techniczne: jedna cytowana 30 razy, a druga opublikowana w biuletynie wewnętrznym LHCb o nieznanym liczbie cytowań.

Z tej statystyki można wysnuć dość pesymistyczny wniosek, że udział dra A. Uklei w pracach kolaboracji LHCb ma charakter marginalny i że dotyczy zagadnień, które nie należą do priorytetów tej kolaboracji. To przypuszczenie wzmacnia fakt, że kolaboracja LHCb może pochwalić się odkryciem łamania symetrii CP w dwuciałowych rozpadach neutralnych cząstek powabnych, podczas gdy prace wybrane przez dra A. Ukleję dają na razie wynik negatywny. Z drugiej jednak strony, należy wziąć pod uwagę specyfikę pracy w tak dużym zespole badaczy i odpowiedzieć na pytanie, czy podane wyżej statystyki i załączone certyfikaty świadczą o przydatności dra A. Uklei do pracy w bardzo cenionej kolaboracji LHCb? Czy można go uznać za samodzielnego badacza, któremu powierza się istotne naukowe zadania i który z tych zadań się wywiązuje? Moim zdaniem odpowiedź jest pozytywna.

W tym przekonaniu utwierdza mnie lista siedmiu publikacji, głównie technicznych, o istotnym wkładzie dra A. Uklei w ich przygotowanie oraz lista 21 pozycji potwierdzających udział w konferencjach naukowych. Zważywszy na rygorystyczne wewnętrzne kryteria selekcji prezynterów wyników prac kolaboracji LHCb, należy uznać, że dr A. Ukleja jest cenionym członkiem tej kolaboracji. Poza tym, w ciągu ostatnich ośmiu lat, wygłosił on w Polsce 12 seminariów i referatów naukowych, pięciokrotnie referował swoje osiągnięcia zespołu tematycznego na workshopach kolaboracji LHCb w Genewie oraz wielokrotnie prezentował szczegółowe wyniki na zebraniach kolaboracji. W tym kontekście trochę razi brak wystąpień dra A. Uklei na międzynarodowych konferencjach naukowych poza CERNem.

W ciągu swojej kariery dr A. Ukleja odbył 5 staży naukowych w dwóch znakomitych laboratoriach zagranicznych: DESY w Hamburgu (14 miesięcy) i CERN w Genewie (7 miesięcy). Poza tym, regularnie uczestniczy w obsłudze eksperymentu LHCb, co związane jest z krótkimi pobytami w laboratorium CERN.

Podsumowując, aktywność naukową i dorobek publikacyjny dra Artura Uklei oceniam pozytywnie, z opisanymi wyżej zastrzeżeniami przy interpretacji formalnych danych bibliometrycznych. Tak, jak w przypadku oceny tematyki badawczej, niedosyt sprawia tutaj bardzo wąski zakres specjalizacji kandydata.

Działalność dydaktyczna, popularyzatorska i organizacyjna

Ze względu na miejsce pracy, którym jest instytut naukowo-badawczy nieprowadzący w sposób zorganizowany zajęć dydaktycznych na poziomie uniwersyteckim, dr A. Ukleja miał kontakt z dydaktyką tego typu tylko w czasie studiów doktorskich w Uniwersytecie Warszawskim. Były to zajęcia o charakterze ćwiczeń z podstaw fizyki i programowania. Bliższych szczegółów brak. W szczególności nie ma informacji o wykładach. W późniejszym okresie, poza szkoleniami w ramach PLGrid, kontakty dra Uklei ze studentami i uczniami miały raczej charakter pracy popularyzatorskiej, niż dydaktycznej. Poza tym, dr A. Ukleja opiekował się praktykantką z Uniwersytetu Warszawskiego oraz obecnie pełni funkcję promotora pomocniczego w przewodzie doktoranta z AGH.

Ten fragment dorobku uznać należy jako skromny. Jest to zresztą dość typowy przypadek z dużej grupy naukowców starających się o uznanie swojej samodzielności naukowej, a pracujących poza sektorem szkolnictwa wyższego. Wyraźnie brakuje stosownych rozwiązań prawnych, uwzględniających naturalne różnice w profilach dorobku dla tych dwóch grup kandydatów do habilitacji.

Jeśli chodzi o prace na rzecz środowiska naukowego, to należy uznać wkład dra A. Uklei w recenzowanie prac specjalistycznych. Lista recenzji zawiera 8 pozycji.

Monografia

Dr Artur Ukleja przedstawił w materiałach do habilitacji monografię pt. *"Poszukiwanie sygnałów nowej fizyki i źródeł łamania parzystości CP w wielodziałowych rozpadach cząstek powabnych w eksperymencie LHCb"*, wydaną w 2021 r. przez Wydawnictwa AGH w Krakowie. Monografię rozpoczyna krótkie wprowadzenie do zagadnienia łamania symetrii CP w rozpadach cząstek powabnych wraz z oszacowaniami wielkości tego efektu w ramach Modelu Standardowego. Opis zawiera podstawowe mechanizmy łamania symetrii CP i ich wpływ na obserwowalne, dostępne w eksperymentach. Te z kolei są różnicami (asymetriami) w częstości występowania stanów, które wiąże ze sobą transformacja CP. Autor wyjaśnia znaczenie mieszania neutralnych mezonów, co stwarza szczególne okoliczności do obserwacji łamania CP oraz wspomina o znaczeniu pośrednich stanów rezonansowych, w obszarze których szybko zmienia się faza oddziaływań silnych. Jednakże nie rozwija tego tematu, chociaż w dalszej części monografii bardzo często się do niego odwołuje. Wprowadzenie kończy komentarz o wielkości spodziewanych efektów i czułości eksperymentalnej. Wszystko to zawężone do zagadnień zdefiniowanych w tytule monografii.

Następny rozdział jest poświęcony detektorowi LHCb i metodom eksperymentalnym, prowadzącym do selekcji zdarzeń, które w dalszej kolejności poddawane są analizie ze względu na łamanie symetrii CP. Autor podkreśla unikatowość tego systemu, który pozwala na wykonywanie tzw. eksperymentów precyzyjnych i poszukiwania egzotycznych i subtelnych zjawisk w sposób pośredni. Rozdział kończy opis przeprowadzonej ostatnio modernizacji detektora.

W krótkim rozdziale czwartym Autor opisuje dwa rodzaje testów statystycznych: S_{CP} oraz k_{NN} , które będzie następnie stosował do wykrycia różnic w rozkładach Dalitza rejestrowanych stanów końcowych w rozpadach cząstek powiązanych transformacją CP. Porównuje ich wady i zalety w odniesieniu do zależności od modelu fizycznego i sposobu podziału na regiony.

Następne dwa rozdziały poświęcone są analizie danych dla rozpadów trzyciałowych naładowanych mezonów D oraz naładowanych barionów Ξ_c . Materiał tu zawarty odpowiada publikacjom, o których wspomina certyfikat przypisujący autorstwo dra A. Uklei. Należy podkreślić, że opis zawiera staranne analizy samych testów, aby określić ich czułość oraz odporność na dwa główne efekty systematyczne: różnice w szybkości produkcji porównywanych, rozpadających się cząstek oraz efekty instrumentalne, prowadzące do różnic wydajności rekonstruowanych cząstek naładowanych dodatnio i ujemnie. Poza tym, Autor wykazuje, że zastosowana procedura nie generuje fałszywych sygnałów. Ostatecznie łamanie symetrii CP nie zostaje wykryte w dwóch analizowanych kanałach rozpadu, prawdopodobnie z powodu niewystarczającej statystyki, ale uzyskana czułość pozwala przypuszczać że w niedalekiej przyszłości pochodzące od SM efekty łamania CP będą zauważone.

Na zakończenie Autor porównuje użyte przez siebie metody testów statystycznych z dwoma innymi (test energetyczny, KDE), stosowanymi już w kolaboracji LHCb oraz jednej istotnie różnej metody, polegającej na poszukiwaniu niezerowej wartości korelacji kierunkowych, które są nieparzyste ze względu na transformację

względem odwrócenia czasu (T). Jak wiadomo, transformacja T równoważna transformacji CP, przy założeniu zachowania kombinowanej symetrii CPT. Istotny wniosek z tego porównania jest taki, że metoda KDE może poprawić czułość i Autor planuje ją zastosować w przyszłych badaniach. Monografię kończy podsumowanie i spis literatury, zawierający 118 pozycji.

Oceniam, że monografia została napisana zrozumiałym językiem i zawiera starannie wykonane rysunki, zaczerpnięte z publikacji LHCB. Użycie języka polskiego ma swoje wady, ale i zalety. Z jednej strony znacznie zawęży grono potencjalnych czytelników, a z drugiej zmusiło Autora do "myślenia po polsku" o zagadnieniach, które w przeważającej mierze są opisywane w języku angielskim. Autor uniknął rażących wtrętów z żargonu środowiskowego, choć zdarzają mu się dość karkołomne tłumaczenia terminów angielskich, jak chociażby "Kernel Density Estimator" przetłumaczony na "algorytm estymacji jądrowej". Największym jednak niedostatkim monografii jest zupełny brak odniesienia prowadzonych przez siebie badań łamania symetrii CP do bardzo licznych badań tego zjawiskach w innych sektorach fizyki i kosmologii. Jest to przecież zagadnienie o znaczeniu fundamentalnym dla podstawowej wiedzy o Wszechświecie. Badacz decydujący się na konkretne podejście do tematu powinien zdawać sobie sprawę, jak jego rozwiązanie sytuuje się na tle całego obrazu "wojny o CP". Nie sugeruję opisywanie wszystkich alternatywnych podejść, ale brak wyszczególnienia choćby najważniejszych, w oparciu o liczne i znakomite prace przeglądowe, wydaje mi się istotnym mankamentem tej monografii, a przez to i całej dokumentacji kandydata do habilitacji. Autor powinien wykazać, że zdaje sobie sprawę z konkurencji i komplementarności różnych metodologii, tym bardziej, że jego podejście należy do klasy tzw. eksperymentów precyzyjnych, raczej nielicznych w dziedzinie wysokich energii, a za to dominujących przy niskich energiach, gdzie o przebiegu procesów decydują przede wszystkim oddziaływania cząstek z pierwszej generacji. Wypadałoby też wspomnieć, jak liczne i dokładne są badania łamania symetrii CP przez wykorzystanie obserwabli nieparzystych ze względu na transformację odwrócenia czasu, jak choćby poszukiwanie trwałych elektrycznych momentów dipolowych cząstek elementarnych, łamiących symetrię T rezonansów jądrowych, czy korelacji kierunkowych w przemianach beta. Te ostatnie znakomicie korespondują, ze wspomnianym przez autora badaniem korelacji w rozpadach cząstek powabnych.

Wnioski końcowe

Podsumowując ocenę wszystkich materiałów dołączonych do wniosku o nadanie doktorowi Arturowi Uklei stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauk fizycznych, uważam, że mimo szeregu zastrzeżeń podniesionych w niniejszej recenzji, spełnia on wszystkie kryteria ustawowe. Tym samym wnoszę, o dopuszczenie dra Artura Uklei od dalszych etapów przewodu habilitacyjnego.

