



UNIWERSYTET ŚLĄSKI, Instytut Fizyki  
ul. 75 Pułku Piechoty 1, 41-500 Chorzów  
tel.: (+48) 32 349 7636, e-mail: Jan.Kisiel@us.edu.pl

Chorzów, dnia 16.05.2022r.

**Ocena monografii pt.**  
**„Poszukiwania sygnałów nowej fizyki i źródeł łamania parzystości CP w wielociałowych rozpadach cząstek powabnych w eksperymencie LHCb” oraz osiągnięć naukowych stanowiących podstawę postępowania habilitacyjnego Pana dr Artura Ukleji z Narodowego Centrum Badań Jądrowych**

**Uwagi wstępne**

Zgodnie z Ustawą o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z marca 2003-go roku wraz z późniejszymi zmianami, ocenie podlega w tym przypadku osiągnięcie naukowe jakim jest monografia dr A. Ukleji pt. *Poszukiwania sygnałów nowej fizyki i źródeł łamania symetrii CP w wielociałowych rozpadach cząstek powabnych w eksperymencie LHCb*, przy czym należy również ocenić, czy przedstawione osiągnięcie naukowe, uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora, stanowi znaczący wkład habilitanta w rozwój określonej dyscypliny naukowej. Ponadto oceniana jest aktywność naukowa Autora monografii, a zwyczajowo podlega ocenie także dorobek dydaktyczny i popularyzatorski oraz poziom współpracy naukowej, w tym międzynarodowej habilitanta. W recenzji postaram się uwzględnić wszystkie wymagania w/w Ustawy.

**Zawartość i ocena monografii**

Tematem przewodnim monografii dr Artura Ukleji jest badanie wielociałowych rozpadów cząstek powabnych pod kątem poszukiwania łamania symetrii CP (symetrii ładunkowo-przestrzennej). Nie ulega wątpliwości, że jest to aktualny temat badawczy, a znalezienie efektu łamania symetrii CP powinno przybliżyć nas do zrozumienia jednego z najważniejszych pytań współczesnej fizyki: dlaczego we Wszechświecie obserwujemy dominację materii nad antymaterią? Łamanie symetrii CP zaobserwowano dotychczas dla kwarków, po raz pierwszy w 1964 roku dla neutralnych mezonów K, a później również dla mezonów B, a wyznaczone obecnie wartości kątów mieszania neutrin pozwalają na taki pomiar w sektorze leptonów

poprzez różne prawdopodobieństwa oscylacji dla neutrin i antyneutrin. Autor, będąc członkiem współpracy fizyków LHCb i mając dostęp do odpowiednich danych, skupia się na poszukiwaniu łamania parzystości CP w rozpadach cząstek, które zawierają kwark powabny. Ewentualna różnica pomiędzy przewidywaniami Modelu Standardowego a wynikami pomiaru będzie świadczyła o obserwacji łamania symetrii CP.

Monografia liczy 115 stron i została podzielona na 8 rozdziałów, w tym Wstęp i Podsumowanie. Ponadto autor zamieścił streszczenie i spis literatury, nie ma natomiast podziękowań, co jest trochę dziwne w przypadku pracy, która powstała na podstawie danych zebranych przez dużą współpracę fizyków. Spis literatury liczy 118 pozycji, przy czym nie są podane identyfikatory DOI co jest obecnie raczej powszechne. Nie zostały zamieszczone spisy rysunków i tabel. Monografia jest napisana w języku polskim co mogło stanowić pewne wyzwanie dla autora. Gdyby była napisana w języku angielskim z pewnością znalazłaby większe grono odbiorców. Niestety autor nie ustrzegł się bardzo wielu drobnych błędów językowych czy edytorskich – niektóre z nich wymienię na końcu tej części recenzji. Układ monografii jest typowy dla prac z eksperymentalnej fizyki cząstek elementarnych. Po dyskusji aspektów teoretycznych i doświadczalnych łamania parzystości ładunkowo-przestrzennej CP (rozdział 2), następuje opis układu eksperymentalnego, którym jest akcelerator LHC i detektor LHCb (rozdział 3). W rozdziale czwartym omówione zostały 2 metody pomiaru łamania parzystości CP: jedna zależna od podziału dostępnej przestrzeni fazowej na przedziały (metoda  $SCP$ ) i druga niezależna od takiego podziału (metoda  $kNN$  – metoda najbliższych sąsiadów). Znajdujemy tutaj także uzasadnienie podjęcia poszukiwania łamania parzystości CP w rozpadach wielodziałowych. Obszerne rozdziały 5 i 6 zawierają wyniki pomiarów rozpadów trójcząstkowych mezonów  $D^+$  na trzy piony naładowane (rozdział 5) i rozpadów barionów powabnych  $\Xi_C^+$  na proton, kaon ujemny i pion dodatni (rozdział 6). W obu analizach wykorzystano obie metody ( $SCP$  i  $kNN$ ), a ich czułość została oszacowana za pomocą danych generowanych techniką Monte Carlo. Zostały uwzględnione efekty detektorowe. W badanych rozpadach trójcząstkowych mezonu  $D^+$  oraz barionu  $\Xi_C^+$  nie zaobserwowano łamania parzystości CP w rozpadach tego barionu, przy czym należy zauważyć, że są to pierwsze pomiary łamania parzystości CP w rozpadach barionu  $\Xi_C^+$ . Autor stwierdza, że obie metody ( $SCP$  i  $kNN$ ) mają podobną czułość. Należy podkreślić, że są to wyniki na światowym poziomie, uzyskanie dzięki zastosowaniu zaawansowanych metod danych i wykorzystaniu olbrzymiej statystyki zdarzeń zebranej przez eksperyment LHCb.

Wysoko oceniam osiągnięcia dr A. Ukleji w zakresie analizy danych zebranych przez eksperyment pod kątem poszukiwania łamania parzystości ładunkowo-przestrzennej w trójcząstkowych rozpadach cząstek powabnych (mezonu i barionu). Autor wykazał, że opanował metody analizy dużych zbiorów danych oraz szacowania czułości stosowanych metod. Osiągnięcia przedstawione w monografii są oryginalne. Zamieszczone rysunki i tabele są dobrane w przemyślany sposób i dobrze uzupełniają tekst. Jak już wspomniałem strona językowo-redakcyjna monografii przedstawia wiele do życzenia. Niektóre zauważone błędy i moim zdaniem niezbyt fortunate sformułowania wymieniam poniżej:

- 1) ... *łamiącą* ... zamiast ... *łamiącą* ... (str. 12)
- 2) ... *rozpadów zachodzącego* ... zamiast ... *rozpadów zachodzących* ... (str. 17)
- 3) *przekrojemy* zamiast *przekrojem* (str. 23)
- 4) ... *po jej ekstrapolacji w kierunku do tyłu* ... zamiast ... *po jego ekstrapolacji w kierunku do tyłu* ... (str. 25), chodzi o ekstrapolację toru cząstki a nie ekstrapolację cząstki.
- 5) *detektorów* zamiast *detektorów* (str. 26)

- 6) Na str. 27 autor używa sformułowania ... przy najmniejszych wartościach pędu ... nie precyzując ile wynoszą te najmniejsze wartości pędów.
- 7) *Jest to kolejna opłata, którą ...* (str. 75)
- 8) ... *nawet gołym okiem ...* (str. 107)
- 9) Moim zdaniem zbyt wiele zdań monografii autor rozpoczyna słowami: „*Jeśli zaś chodzi o ...*” lub „*Jeśli chodzi o ...*”.

Materiał zawarty w monografii dr A. Ukleji jest obszerny i moim zdaniem wystarczający aby stanowił *podstawę postępowania habilitacyjnego*.

### Ocena dorobku naukowego

Pan dr A. Ukleja posiada bogaty dorobek naukowy. Podana przez Habilitanta liczba publikacji jest imponująca (prawie 700 pozycji) a zwyczajowo podawane wartości wskaźników scientometrycznych są następujące (wg danych podanych w autoreferacie):

- całkowita liczba cytowań wg bazy Web of Science z listopada 2021: 25 298,
- całkowita liczba cytowań bez samocytowań: 21 955,
- indeks Hirscha: 75
- sumaryczny impact factor: 3 920.

Dorobek naukowy, a więc także publikacyjny dr A. Ukleji, jest związany z jego pracą w dwóch międzynarodowych współpracach fizyków: ZEUS (przed uzyskaniem stopnia doktora) i LHCb (po uzyskaniu stopnia doktora). Oczywiście są to publikacje wieloautorskie. Dorobek publikacyjny dr A. Ukleji poza współautorstwem prac eksperymentów ZEUS i LHCb przedstawia się nieco skromniej. W autoreferacie habilitant wymienia 9 publikacji związanych bezpośrednio z tematyką monografii, z czego 6 to materiały pokonferencyjne lub noty eksperymentu LHCb, a szacowany przez autora udział w ich powstaniu to od 10% do 100%. W trzech *regularnych* (Eur. Phys. J., Phys. Lett. B, Phys. Rev. D) publikacjach (z tych 9-ciu) dr A. Ukleja jako autorów wymienia „LHCb collaboration (A. Ukleja et al.)”. Są to prace eksperymentu LHCb w których lista autorów jest alfabetyczna i dlatego nie znajduję uzasadnienia dla „LHCb collaboration (A. Ukleja et al.)”. Prace nr 2 i 5 z omawianej listy dziewięciu prac są szczególnie ważne gdyż dotyczą dwóch analiz przedstawianych w rozdziałach 5 i 6 monografii. Należą do kolekcji *LHCb Analysis Notes* do której nie mam dostępu. Opublikowanie noty technicznej w dużym eksperymencie jest niejednokrotnie trudniejsze niż publikacja w czasopiśmie, ze względu na niezwykle staranny i rzetelny proces recenzowania wewnętrznego, który jest przeprowadzany przez ekspertów znających bardzo dobrze selekcję/rekonstrukcję przypadków i metody analizy danych. Dr A. Ukleja jest jedynym autorem noty LHCb-ANA-2018-004 (pozycja nr 2 na liście 9-ciu) liczącej aż 165 stron co jednoznacznie świadczy o Jego decydującym udziale w poszukiwaniu łamania parzystości w rozpadach barionów powabnych  $\Xi_c^+$  na proton, kaon ujemny i pion dodatni. Natomiast w nocie LHCb-ANA-2013-027 dotyczącej poszukiwania łamania parzystości CP w mezonów  $D^+$  na trzy piony naładowane szacowany przez dr A. Ukleję udział wynosi 50%. Nie ulega zatem wątpliwości, że dokonania habilitanta w analizie danych pod kątem poszukiwania sygnałów nowej fizyki w procesach mogących łamać parzystość CP są oryginalne i z pewnością docenione przez współpracę fizyków LHCb. Zaangażowanie dr A. Ukleji w powodzenie eksperymentu LHCb, w tym w analizie będące przedmiotem monografii, zostało jednoznacznie wyrażone w liście prof. Chris Parkesa, który pełni funkcję *Spokesperson*.

Dr A. Ukleji kilkakrotnie powierzano reprezentowanie eksperymentu LHCb na międzynarodowych konferencjach naukowych, gdzie prezentował wyniki fizyczne głównie związane z tematyką monografii. Wygłoszone seminaria w dobrych ośrodkach polskich (Uniwersytet Warszawski, AGH Kraków) i tzw. *LHCb week* uzupełniają listę wygłoszonych referatów.

Stwierdzam, że publikacyjny dorobek naukowy dr A. Ukleji w zupełności spełnia wymagania ustawowe.

### **Ocena dorobku dydaktycznego**

W przypadku pracownika instytutu badawczego ocena dorobku dydaktycznego jest zwykle ograniczona o działalności popularyzatorskiej. I tak jest w przypadku oceny dorobku w tym zakresie Pana dr A. Ukleji, ponieważ jego działalność stricte dydaktyczna miała miejsce w latach 2000-2005 gdy jako doktorant prowadził zajęcia ze studentami. Habilitant wymienia w autoreferacie siedem aktywności popularyzatorskich co świadczy o Jego zaangażowaniu w takie działania. Opieka naukowa nad studentami i promotorstwo pomocnicze doktoranta uzupełniają dorobek dr A. Ukleji w tym zakresie. Uważam, że jest to dorobek w zupełności wystarczający do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.

### **Ocena współpracy międzynarodowej**

W przypadku fizyka biorącego udział w dużych eksperymentach z fizyki cząstek elementarnych bądź astrofizyki ocena współpracy międzynarodowej jest łatwa, ponieważ duża współpraca fizyków gwarantuje wysoką jakość prowadzonych badań, a wiedza i umiejętności członków zespołu nieustannie są poddawane weryfikacji. Ponadto dr A. Ukleja pracował nie w jednym dużym eksperymencie, a w dwóch: ZEUS i LHCb.. Zaproszenie do kolejnej współpracy, a tak odbieram rozpoczęcie współpracy z eksperymentem BES III w roku 2021B jest dodatkowym argumentem świadczącym o wysokich kompetencjach Habilitanta.

Podsumowując: wysoko oceniam poziom współpracy międzynarodowej dr A. Ukleji.

### **Ocena pozyskiwania środków na badania (granty)**

Będąc członkiem współpracy fizyków LHCb Dr A. Ukleja był wykonawcą w dwóch grantach finansowanych przez NCN. Wykonawstwo w dwóch innych grantach *informatycznych* wyczerpuje dokonania habilitanta w tym punkcie oceny. Jest to dorobek raczej skromny. Pracując w dużym eksperymencie nie jest łatwo uzyskać finansowanie swojej analizy (swoich badań) ponieważ zazwyczaj jest ona włączona w kolaboracyjne wnioski grantowe. Moim zdaniem, może to być do pewnego stopnia, powodem niewielkiego dorobku dr A. Ukleji na polu pozyskiwania środków na badania. Nie wiem czy habilitant składał swoje indywidualne projekty do NCN, a jeżeli tak to czy przeszły do drugiego etapu oceny co świadczyłoby o ich wysokim poziomie naukowym.

Oceniam dotychczasowe osiągnięcia dr A. Ukleji w pozyskiwaniu środków finansowych na badania naukowe jako ledwie wystarczające do ubiegania się o stopień doktora habilitowanego.

## Ocena planów naukowych Habilitanta

W dostarczonych materiałach, w końcowej części autoreferatu Dr A. Ukleja przedstawia swoje plany naukowe, które są kontynuacją jego zainteresowań badaniami łamania parzystości CP. Oprócz dalszej pracy w eksperymencie LHCB, będzie to zaangażowanie w eksperyment BES III. Habilitant rozważa włączenie się w pomiary łamania symetrii CP w oscylacjach neutrin, czyli w sektorze leptonowym, przy czym nie jest sprecyzowane o jaki eksperyment chodzi.

Uważam, że plany naukowe Habilitanta są ambitne i dobrze sprecyzowane, a w ich realizacji z pewnością pomoże jego dotychczasowe doświadczenie w badaniu łamania parzystości CP.

## Uwagi końcowe

Nie ulega wątpliwości, że dr A. Ukleja posiadał wszechstronną znajomość technik analizy danych oraz metod numerycznych, a także z powodzeniem potrafi wykorzystywać je w pracy naukowej. Na podstawie lektury przygotowanej przez niego monografii oraz dołączonych do niej materiałów sadzę, że jest ekspertem w badaniu łamania parzystości CP w sektorze kwarkowym. Aktywnie uczestniczył w realizacji eksperymentu LHCB. Pomimo skromnego dorobku w pozyskiwaniu funduszy na badania (granty), swoimi osiągnięciami naukowymi wykazał, moim zdaniem, że jest uczonym przygotowanym do podjęcia obowiązków samodzielnego pracownika naukowego.

Podsumowując: uważam, że przedłożona do recenzji monografia dr Artura Ukleji pt. „*Poszukiwanie sygnałów nowej fizyki i źródeł łamania parzystości CP w wielociałowych rozpadach cząstek powabnych w eksperymencie LHCB*” w sposób wyczerpujący przedstawia zagadnienie podane w jej tytule. Uważam, że zarówno przedstawiona do recenzji monografia jak i dorobek naukowy dr Artura Ukleji spełniają ustawowe wymagania i wnoszą o dopuszczenie Habilitanta do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.



Prof. Jan Kisiel