

2019 -01- 14 JBitek.

Prof. Jan Kisiel
Instytut Fizyki
Uniwersytet Śląski, Katowice

Katowice, 11.01.2019

**Ocena monografii pt.
„Standard and Non-standard Neutrino Oscillations Involving Tau
Neutrinos” oraz osiągnięć naukowych stanowiących podstawę
postępowania habilitacyjnego Pani dr Katarzyny Grzelak z Wydziału
Fizyki, Uniwersytetu Warszawskiego**

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 Pani dr Katarzyny Grzelak pt. *Standard and Non-Standard Neutrino Oscillations Involving Tau Neutrinos*, przy czym należy również ocenić, czy przedstawione osiągnięcie naukowe, uzyskane po otrzymaniu stopnia doktora, stanowi znaczący wkład Habilitantki w rozwój określonej dyscypliny naukowej. Ponadto oceniana jest aktywność naukowa Autorki monografii, a zwyczajowo podlega ocenie także dorobek dydaktyczny i popularyzatorski oraz poziom współpracy naukowej, w tym międzynarodowej Habilitantki, a także jej plany dalszego rozwoju naukowego. W recenzji postaram się uwzględnić wszystkie wymagania w/w Ustawy.

Zawartość i ocena monografii

Tematem przewodnim monografii Pani dr Katarzyny Grzelak jest zjawisko oscylacji neutrin ze szczególnym uwzględnieniem ewentualnego mieszania neutrin taonowych z neutrinami sterylnymi. Poszukiwanie neutrin sterylnych jest aktualnym tematem badawczym podejmowanym przez kilka międzynarodowych współprac fizyków. Uzasadnieniem do podjęcia tych badań są pewne anomalie w pomiarach oddziaływań neutrin z różnych źródeł: akceleratorowych, reaktorowych i słonecznych. Weryfikacja tych anomalii poprzez obserwację neutrina sterylnego bądź neutrin sterylnych, innych niż znane ich trzy zapachy, byłoby niewątpliwie odkryciem mającym ogromny wpływ na fizykę cząstek elementarnych. Ponadto w monografii przedstawiono obszernie omówienie metod pomiaru neutrin taonowych. Ich pomiar napotyka na trudności wynikające z wysokiej energii progowej neutrin taonowych (ok. 3.5 GeV) niezbędnej do produkcji najcięższego naładowanego leptonu – taonu. Innym problemem eksperymentalnym jest detekcja krótkożyciowego taonu możliwa jedynie przez pomiar produktów jego rozpadu, co także jest nietatwe ze względu na brak dominującego kanału rozpadu. Od 2003 roku działalność naukowa Pani dr K. Grzelak związana jest z eksperymentami MINOS i MINOS+ w laboratorium Fermilab w Stanach Zjednoczonych. Znajduje to odzwierciedlenie w monografii, której spora część poświęcona

jest opisowi metod rekonstrukcji przypadków oraz analizy danych zebranych przez detektor MINOS. Z powodu trudności opisanych powyżej, oddziaływania neutrin taonowych są rejestrowane w niewielu detektorach. Podobnie w niewielu eksperymentach istnieje możliwość obserwacji oscylacji neutrin sterylnych w neutrina taonowe. Zaobserwowanie oddziaływań neutrin taonowych w bliskim detektorze eksperymentu MINOS byłoby dowodem na oscylacje z udziałem neutrin innych te o trzech znanych zapachach, czyli neutrin sterylnych.

Monografia autorstwa Pani dr K. Grzelak liczy 100 stron i została podzielona na sześć rozdziałów, wliczając w to wprowadzenie i podsumowanie/wnioski, podziękowania, dwa krótkie dodatki i spis literatury liczący 189 pozycji. Układ monografii jest typowy dla prac z fizyki cząstek elementarnych. Pierwsze dwa rozdziały *Introduction* oraz *Neutrino oscillations* można traktować jako uzasadnienie podjęcia tematu oraz wprowadzenie w fenomenologię oscylacji neutrin dla trzech i więcej zapachów. W rozdziale trzecim zebrano wyniki eksperymentów (innych niż MINOS) rejestrujących oddziaływania neutrin taonowych, a także przedstawiono metody stosowane do ich identyfikacji. Kolejny rozdział zawiera szczegółowy opis metod selekcji przypadków oddziaływań neutrin taonowych w detektorach MINOS i MINOS+. Autorka rozpoczyna ten rozdział od opisu sposobu produkcji wiązki neutrin NUMI dla eksperymentu MINOS. W podrozdziale 4.2 opisano symulacje strumienia neutrin mionowych wiązki NUMI, a następnie detektory bliski i daleki eksperymentu MINOS+. Obszerny podrozdział 4.4 poświęcony jest dwóm metodom rekonstrukcji przypadków: (1) bazująca na łączeniu dwuwymiarowych obiektów (ślady cząstek, kaskady) w obiekty trójwymiarowe, oraz (2) algorytm znajdujący ślady cząstek w trzech wymiarach z wykorzystaniem transformacji Hougha, którego głównym autorem była Pani dr K. Grzelak. Rozdział czwarty kończy opis metod selekcji przypadków będących kandydatami na oddziaływania neutrin taonowych. Metody rekonstrukcji przypadków zostały wykorzystane do poszukiwania neutrin sterylnych co zostało przedstawione w rozdziale piątym, który rozpoczyna się opisem metod statystycznych wykorzystanych do wyznaczenia ograniczeń na parametry mieszania neutrin sterylnych ze znanymi zapachami neutrin. Autorka skupiła się na przedstawieniu ograniczeń otrzymanych w tzw. modelu $3 + 1$ oscylacji neutrin z wykorzystaniem danych zebranych przez detektory bliski i daleki. Monografię kończą krótkie podsumowanie, podziękowania i dwa krótkie dodatki. Szkoda, że w dodatku A znalazły się parametry oscylacji trzech zapachów neutrin z roku 2016 (NuFIT 2.1 (2016)), a dostępne są późniejsze wartości parametrów, np. NuFIT 3.2 (2018). Wysoko oceniam osiągnięcia Pani dr K. Grzelak związane z poszukiwaniem oddziaływań neutrin taonowych w detektorze dalekim, a także ich rozwinięcie na poszukiwanie sygnału oscylacji neutrin sterylnych w neutrina taonowe w bliskim detektorze. Nie było to zadanie łatwe ze względu spodziewaną rejestrację pojedynczych przypadków. Oba zagadnienia zostały przejrzysto przedstawione w recenzowanej monografii, która została bardzo starannie zredagowana. Zamieszczone rysunki są dobrane w przemyślany sposób i znakomicie uzupełniają tekst. Nie podejmuję się oceny monografii pod względem językowym – jej czytanie sprawiło mi po prostu dużą przyjemność. Z niewielu zauważonych, drobnych błędów redakcyjnych, nie wyeliminowanych na etapie recenzji wydawniczej, wymienię *apperance* zamiast *appearance* w podpisie rysunku 2.21 na str. 35 oraz *ROOT[133]* zamiast *ROOT [133]* (brak spacji) na str. 66. Wydaje się, że zasadniczym osiągnięciem autorki był wkład w trójwymiarową rekonstrukcję przypadków oraz poszukiwanie neutrin sterylnych w ich oscylacji do neutrin taonowych. Oba te zagadnienia zostały wystarczająco wyczerpująco przedstawione w recenzowanej monografii.

Material zawarty w monografii Pani dr K. Grzelak jest w zupełności wystarczający do uznania go jako dorobku przedstawianego zwyczajowo jako *stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego*.

Ocena dorobku naukowego

Dorobek naukowy Pani dr K. Grzelak jest związany z udziałem w dwóch eksperymentach DELPHI oraz MINOS/MINOS+ i wieloautorskie publikacje obu międzynarodowych współprac fizyków mają wpływ na wysokie wartości współczynników bibliograficznych/scientometrycznych. Te zwyczajowo podawane, wg materiałów dostarczonych przez Habilitantkę, wynoszą:

- całkowita liczba cytowań wg bazy Web of Science na dzień 24.07.2018: 9442,
- całkowita liczba cytowań bez samocytowań: 8881
- średnia liczba cytowani: 45,61
- indeks Hirscha: 44
- sumaryczny impact factor: 921.

Deklarowany udział procentowy Habilitantki we wszystkich publikacjach jest poniżej jednego procenta i został wyliczony dzieląc 1 przez liczbę autorów. Do każdej publikacji został dołączony opis wkładu własnego Habilitantki i oprócz jednej publikacji współpracy MINOS wysłanej do Phys. Rev. Lett. (pozycja 1. wykazu publikacji związanych z tematyką rozprawy habilitacyjnej) jest to wkład „standardowy” większości członków współpracy fizyków, czyli udział w budowie detektora i jego testach, udział w zbieraniu danych (obowiązkowe tzw. szychty) i przeglądaniu zebranych przypadków oraz udział w pracach nad ostatecznym kształtem publikacji polegający głównie na zgłaszaniu poprawek i komentarzy. Wyznaczenie limitów na obserwację neutrin sterylnych inną metodą jest „poza standardowym” wkładem Habilitantki w wymienioną wyżej publikację z pozycji 1. Jedynie w publikacjach konferencyjnych znajdujemy 100% wkład własny Pani dr K. Grzelak. Niestety liczba wystąpień konferencyjnych nie jest imponująca – tylko 7 z czego 5 związanych z fizyką neutrin, co jak na kilkunastoletnią pracę w eksperymencie MINOS jest raczej skromnym osiągnięciem. Należy jednak zauważyć, że zwykle jest duża konkurencja w otrzymaniu możliwości prezentowania wyników kolaboracyjnych na konferencjach naukowych. Z pięciu neutrinowych osiągnięć konferencyjnych na wyróżnienie zasługują trzy: plakat na najbardziej prestiżowej konferencji z fizyki neutrin NEUTRINO 2018 w Heidelbergu w Niemczech, na którym autorka przedstawiła swoje wyniki ściśle związane z tematyką monografii habilitacyjnej, oraz przedstawienie wyników oscylacyjnych MINOS-a na konferencjach: New Trends in High Energy Physics w roku 2011 i 31st International Cosmic Ray Conference w Łodzi w roku 2009. Z dostępnych materiałów wynika, że Habilitantka dwukrotnie reprezentowała współpracę fizyków MINOS na konferencjach naukowych. W dorobku naukowym Pani dr K. Grzelak nie ma ani jednej publikacji kilkuautorskiej, w której byłyby zawarte jej osiągnięcia np. „techniczne” związane z pracą w MINOS-ie. Nie ma także nawet skromnego dorobku naukowego poza eksperymentem MINOS. Takie kilkuautorskie publikacje „techniczne” są zazwyczaj wykazywane w dorobku naukowym habilitantów pracujących w wieloosobowych eksperymentach z fizyki cząstek elementarnych.

Stwierdzam, że dorobek naukowy, w tym dorobek publikacyjny, Pani dr K. Grzelak w ostatnich kilkunastu latach, jest związany z jej pracą w eksperymencie MINOS/MINOS+ i

jest raczej skromny, pomimo wysokich wartości wskaźników bibliometrycznych, tym niemniej wystarczający do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

Ocena dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego

Pani dr K. Grzelak prowadziła i zapewne nadal prowadzi wiele różnorodnych (wykład *Elementy Fizyki Cząstek Elementarnych*, zajęcia laboratoryjne i z programowania oraz różne ćwiczenia rachunkowe) zajęć dydaktycznych dla studentów Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego. Jest to działalność dydaktyczna typowa dla osoby zatrudnionej przez kilkanaście lat na stanowisku adiunkta, a od mniej więcej trzech semestrów na stanowisku starszego wykładowcy. W dorobku wykazała promotorstwo siedmiu prac magisterskich oraz dwóch licencjackich, przy czym ostatnie promotorstwo miało miejsce stosunkowo dawno, bo w roku 2014, co może być związane z liczbą studentów. W materiałach znajdujemy informację o „z reguły” bardzo dobrej ocenie zajęć prowadzonych przez Panią dr K. Grzelak, a także o wyróżnieniu jednej pracy magisterskiej której była promotorem. Tematyka zajęć dydaktycznych prowadzonych przez Habilitantkę jest tylko częściowo związana z jej zainteresowaniami badawczymi. Na uwagę zasługuje działalność Pani dr K. Grzelak w zakresie popularyzacji nauki, w tym koordynowanie organizacją Festiwalu Nauki na Wydziale Fizyki UW w 2010 roku, oraz regularnie wygłaszane wykłady popularyzujące fizykę cząstek elementarnych. Uważam, że dorobek popularyzatorski Habilitantki znacznie przewyższa średnie zaangażowanie adiunkta w tę sferę działalności uniwersytetu.

Stwierdzam, że dorobek dydaktyczny Pani dr K. Grzelak jest w pełni wystarczający do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego.

Ocena współpracy międzynarodowej

W przypadku fizyka biorącego udział w dużych eksperymentach z fizyki cząstek elementarnych bądź astrofizyki, a takimi są eksperymenty neutrinowe, ocena współpracy międzynarodowej jest zazwyczaj łatwa, ponieważ duża współpraca fizyków gwarantuje wysoką jakość prowadzonych badań, a wiedza i umiejętności członków zespołu nieustannie są poddawane weryfikacji. Nie inaczej jest w przypadku oceny współpracy naukowej Pani dr K. Grzelak. Ponadto pracowała ona nie tylko w jednym dużym eksperymencie: przed MINOS-em była członkiem współpracy fizyków DELPHI. Kontynuacja jej współpracy z eksperymentem MINOS, w jego następcy MINOS+, jest dodatkowym argumentem świadczącym o wysokich kompetencjach Habilitantki, a także potwierdzeniem umiejętności pracy w zespole.

Podsumowując: cała działalność naukowa, która przez ostatnie kilkanaście lat prowadziła Pani dr K. Grzelak była nieprzerwaną współpracą międzynarodową, którą oceniam wysoko.

Ocena pozyskiwania środków na badania (granty)

Prowadzenie badań naukowych w ramach dużych zespołów badawczych wiąże się zazwyczaj z obowiązkowym wkładem finansowym, który zwykle pokrywany jest z uzyskanych projektów badawczych (grantów). Pani dr K. Grzelak otrzymała dwa takie granty

(nazwane w wykazie dorobku habilitacyjnego *własnymi projektami badawczymi*), jeden z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego i jeden z Narodowego Centrum Nauki. Pozwoliło to nie tylko na jej dalsze uczestnictwo w pracach eksperymentów MINOS i MINOS+, ale także umożliwiło oficjalne włączenie Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego w te międzynarodowe współprace fizyków. Ich realizacja poprzedzona była uzyskaniem przez Habilitantkę europejskim grantem reintegracyjnym *Marie Curie Reintegration Grant*. Aktywność grantową Habilitantki uzupełnia wykonawstwo w dwóch innych projektach (jednym z nich był grant promotorski finansowany przez Komitet Badań Naukowych) dotyczących wcześniejszych badań prowadzonych z wykorzystaniem akceleratora LEP w CERN-ie. Kierowanie dwoma własnymi projektami badawczymi, związanymi z tematyką habilitacji, jest moim zdaniem dobrym wynikiem i dlatego wysoko oceniam dotychczasowe osiągnięcia Pani dr K. Grzelak w pozyskiwaniu środków finansowych na badania naukowe, chociaż pewien niepokój może budzić brak uzyskanych grantów w ostatnich pięciu latach. Ostatni, trzyletni projekt finansowany przez NCN, którym kierowała został zakończony w roku 2013.

Ocena planów naukowych Habilitantki

W dostarczonych materiałach nie znalazłem jednoznacznej informacji o planach dalszego rozwoju naukowego Pani dr K. Grzelak. Można się domyślać, że będzie kontynuowała współpracę z eksperymentem MINOS+, chociaż wydaje się, że pełne zaangażowanie będzie możliwe jedynie po uzyskaniu finansowania grantowego. W monografii, w półstronicowym podrozdziale rozdziału piątego zatytułowanym *Future prospects*, znajdujemy krytyczną ocenę ograniczonych możliwości eksperymentów NOvA i DUNE dalszego badania oscylacji neutrin sterylnych w taonowe. Zatem wydaje się, że jedyna „rozsądna” możliwość kontynuacji badań podjętych przez Panią dr K. Grzelak będzie możliwa w ramach współpracy z MINOS-em+. Na podstawie zdania *The author formulated the idea to search for sterile-tau mixing in the MINOS+ Near Detector and is the leading person working on ν_τ physics in the MINOS+ experiment.*, znajdującego się na str. 12 monografii przyjmuję, że Habilitantka swoje plany badawcze wiąże z eksperymentem MINOS+.

Uwagi końcowe

Pani dr K. Grzelak znacząco powiększyła swój dorobek naukowy po uzyskaniu stopnia doktora, przy czym jest to dorobek ograniczony do jednego eksperymentu. Należy zauważyć zmianę zainteresowań naukowych Habilitantki na fizykę neutrin, co miało miejsce niedługo po obronie pracy doktorskiej. Nie ulega wątpliwości, że Pani dr K. Grzelak posiadała wszechstronną znajomość technik rekonstrukcji i analizy przypadków oddziaływań neutrin. Na podstawie lektury przygotowanej przez nią monografii mogę pokusić się o stwierdzenie, że jest ekspertem w tej dziedzinie. Aktywnie uczestniczyła w przygotowaniu i realizacji eksperymentów z fizyki cząstek elementarnych. Swoimi osiągnięciami naukowymi wykazała, moim zdaniem, że jest uczonym przygotowanym do podjęcia obowiązków samodzielnego pracownika naukowego.

Podsumowując: uważam, że przedłożona do recenzji monografia Pani dr Katarzyny Grzelak pt. *„Standard and Non-standard Neutrino Oscillations Involving Tau Neutrinos”* w sposób dogłębny i wyczerpujący przedstawia nietrywny proces produkcji neutrin taonowych,

zarówno w *standardowych* oscylacjach trzech zapachów neutrin, jak i *niestandardowych* uwzględniających neutрино bądź neutrina sterylne. Jeszcze raz chciałbym podkreślić wysoki poziom edytorski monografii. Należy również podkreślić oryginalny i istotny wkład Habilitantki w rozwijanie metod rekonstrukcji przypadków oddziaływania neutrin rejestrowanych przez współpracę fizyków MINOS. Uważam, że zarówno przedstawiona do recenzji monografia jak i dorobek naukowy Pani dr Katarzyny Grzelak spełniają ustawowe wymagania i wnoszę o dopuszczenie Habilitantki do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jan Kisiel', with a stylized, cursive script.

Prof. Jan Kisiel