



Otwock-Świerk, 30.11.2015

Prof. dr hab. Ewa Rondio
Narodowe Centrum Badań Jądrowych
00-681 Warszawa
ul. Hoża 69

Recenzja pracy doktorskiej mgr Krzysztofa Pelczara

„Backgrounds in the Gerda and DarkSide experiments”

wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. Marcina Wójcika
na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
Uniwersytetu Jagiellońskiego

Rozprawa dotyczy zagadnień bardzo istotnych dla poszukiwań słabych sygnałów pochodzących od procesów przy niskich energiach. Eksperymenty Gerda i DarkSide w których pracuje doktorant poszukują sygnałów odpowiednio od podwójnego bezneutrinowego rozpadu beta i rozpraszania cząstek ciemnej materii. W tych eksperymentach spodziewamy się sygnału na poziomie pojedynczych przypadków w ciągu roku. Obydwa eksperymenty dotyczą zagadnień wielkiej wagi dla naszego zrozumienia otaczającego świata i stawiają wielkie wyzwania eksperymentalne. Warunkiem sukcesu jest doskonałe zrozumienie wszystkich źródeł tła, bo tylko wtedy jest szansa stwierdzenia, że zaobserwowane przypadki pochodzą nie tylko od spodziewanego tła, ale mogą być interpretowane jako sygnał od poszukiwanych rzadkich procesów.

Tematem rozprawy doktorskiej mgr Krzysztofa Pelczara są badania źródeł tła promieniotwórczego w takich eksperymentach, a w szczególności problemy kontroli i redukcji tła pochodzącego z wewnętrznych elementów detektora. Źródłem badanego tła jest ciecz kriogeniczna, która jest niezbędnym składnikiem detektora wykorzystywanego w eksperymentach. Dlatego jedyną metodą jest dogłębne zrozumienie tego tła, jego ograniczenie i kontrola, bo nie ma możliwości jego całkowitej eliminacji.

Badane tło to radon ^{222}Rn i izotop argonu ^{42}Ar . Autor, w rozprawie doktorskiej, postawił sobie istotne pytania na które poszukuje odpowiedzi. Dotyczą one: prawdopodobieństwa powstania jonu, ewentualnego wpływu powstałych jonów na pole elektryczne, czasu życia i zasięg jonów (co jest związane z pytaniem jak głęboko mogą penetrować detektor podczas dryfu w polu) oraz opisu ich propagacji. W celu uzyskania odpowiedzi zbudowano dedykowane układy pomiarowe i wykonano serie obserwacji, oraz porównano je z dokładnymi symulacjami zjawisk.

Praca składa się z sześciu rozdziałów. Pierwszy przedstawia przegląd poszukiwań rzadkich sygnałów przy niskich energiach, kolejne dwa zawierają opis badań prowadzonych przez autora: dotyczących badań pochodnych radonu w ciekłym azocie (2) i radioaktywnego potasu ^{42}K w ciekłym argonie (3).

Następne dwa rozdziały (4 i 5) opisują konkretne rozwiązania zaproponowane przez autora dla eksperymentów Gerda i DarkSide w których projektowaniu wykorzystał studia i

Dobry Numer
178

symulacje omówione wcześniej, wreszcie ostatni rozdział zawiera zwięzłe podsumowanie osiągniętych wyników. Praca jest bogato ilustrowana rysunkami i tabelami i zawiera obszerną, składającą się ze 105 pozycji, bibliografię.

Przegląd poszukiwań rzadkich procesów przy niskich energiach jest kompletny, zawiera ogólny wstęp o neutrinach, bezneutrinowym rozpadzie beta wraz ze zwięzłym omówieniem eksperymentów i dokładniejszym opisem eksperymentu Gerda. Opisowi eksperymentu DarkSide towarzyszy dyskusja problemu ciemnej materii i dowodów na jej istnienie zakończona dyskusją problemu radioaktywnych jonów w ciekach kriogenicznych. Rozdział 2 poświęcony jest badaniu pochodnych ^{222}Rn w ciekłym azocie. Problem zanieczyszczenia pochodnymi radonu cieczy kriogenicznych wymaga szczególnej kontroli, ponieważ rozpady tych produktów są istotnym tłem dla poszukiwań podwójnego, bezneutrinowego rozpadu beta.

Zaprezentowano metodę obserwacji pochodnych rozpadu radonu ^{222}Rn w ciekłym argonie, wyznaczono parametry opisujące prawdopodobieństwo rekombinacji. Model kriostatu i szczegółowa symulacja pola pozwoliły przewidywać zachowanie jonów. Wykonano serię pomiarów dla różnych pól i polaryzacji. Wyznaczono liczby jonów ^{214}Po i ^{218}Po i ich widma. Otrzymany wynik wskazuje na niewielki wpływ jonów produkowanych w rozpadach alfa na całkowity strumień naładowanych pochodnych radonu. Badanie mobilności jonów przeprowadzono w specjalnie przygotowanym układzie eksperymentalnym gdzie badano zgodność zaproponowanego modelu z wynikami pomiarów.

Rozdział 3 zawiera opis badań potasu ^{42}K w ciekłym argonie. Opisano w nim testy przeprowadzone w dedykowanym układzie pomiarowym LArGe. Pomiarы wykonane w tym układzie stały się podstawą do tworzonego modelu tła pochodzącego od ^{42}K . Symulacje uwzględniają efekty konwekcji, zachowania jonów w polu i inne. Całościowy model został zastosowany w symulacjach numerycznych, a uzyskane wyniki porównano z pomiarami.

Rozdział 4 poświęcono opisowi nowego przedwzmacniacza dla detektorów germanowych z bardzo niskim tłem. Przedwzmacniacz musi znajdować się bardzo blisko detektora germanowego, dlatego zasadniczą sprawą jest kontrola zanieczyszczeń radioaktywnych. Zaproponowana konstrukcja eliminuje duży opornik, który był źródłem zanieczyszczeń. Projekt został zgłoszony jako patent. Rozwiązanie zostało przetestowane i jego zastosowanie jest przewidziane w eksperymencie Gerda w jego trzeciej fazie. To wielkie osiągnięcie i istotny wkład w zwiększenie czułości detektora.

Drugi projekt, monitor radonu dla eksperymentu DarkSide, opisano w rozdziale 5. Projekt detektora wykorzystywał symulacje doktoranta do optymalizacji kształtu sfery. Według zaproponowanego rozwiązania, we współpracy z grupą z amerykańską, zbudowano detektor, który został zainstalowany w Gran Sasso. Planowane jest zbudowanie podobnego detektora dla podziemnego laboratorium Canfranc w Hiszpanii.

Praca napisana jest zwięzłe, zawiera dobry przegląd sytuacji w dziedzinie badań procesów rzadkich niskich energii, oraz cenne zestawienie i omówienie literatury przedmiotu. Redakcyjna strona pracy nie budzi większych zastrzeżeń, czasem tylko autor zbyt często wprowadza wieloliterowe skróty, co utrudnia lekturę (np. str. 12-13). Na uznanie zasługuje staranna forma graficzna ilustracji i ich pełny opis, zarówno pod rysunkiem jak w tekście.

Pewne zastrzeżenie natury statystycznej może budzić wniosek dotyczący jakości uzyskanych dopasowań przedstawionych w tabeli 3.4, gdzie autor wnioskuje o jakości dopasowania na podstawie porównania wartości χ^2 na stopień swobody poniżej 1, ale jest to uchybienie drobne, nie mające wpływu na dalsze wyniki, ani na jakość pracy.

Podsumowując stwierdzam, że materiał przedstawiony w rozprawie stanowi oryginalny, cenny wkład w badanie rzadkich procesów i zaproponowane rozwiązania mogą mieć istotny wpływ na poprawienie stopnia kontroli tła w tych niezwykle trudnych i wartościowych eksperymentach. Na podstawie pracy wysoko oceniam wartość

samodzielnych pomysłów autora i jego wkład w przygotowanie rozwiązań technologicznych. O roli autora pracy w dziedzinie pomiarów niskotłowych świadczy również fakt powierzania mu prezentacji konferencyjnych w imieniu współpracy Gerda i DarkSide, a także zaproszone referaty na specjalistycznych konferencjach.

Przedstawiona rozprawa i osiągnięcia naukowe autora spełniają z nadwyżką wymagania stawiane rozprawom doktorskim w ustawie o tytule i stopniach naukowych, dlatego z całym przekonaniem wnoszę o dopuszczenie mgr. Krzysztofa Pelczara do dalszych etapów przewodu doktorskiego.

Biorąc pod uwagę wysoki poziom rozprawy i wagę rozwiązyanych w niej problemów stawiam również wniosek o wyróżnienie pracy.



Prof. dr hab. Ewa Rondio



Otwock-Świerk, 30.11.2015

Prof. dr hab. Ewa Rondio
Narodowe Centrum Badań Jądrowych
00-681 Warszawa
ul. Hoża 69

**Uzasadnienie wniosku o wyróżnienie pracy doktorskiej
mgr Krzysztofa Pelczara „Backgrounds in the Gerda and DarkSide experiments”**

**wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. Marcina Wójcika
na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej
Uniwersytetu Jagiellońskiego**

Uzyskanie rekordowej kontroli nad domieszkami radioaktywnymi, zwłaszcza radonem, jest warunkiem sukcesu w eksperymentach poszukujących rzadkich procesów takich jak podwójny bezneutrinowy rozpad beta czy rozpraszanie cząstek ciemnej materii.

Osiągnięciem pracy jest opracowanie i przetestowanie modelu, który pozwala na zrozumienie efektów obserwowanych dla promieniotwórczych domieszek występujących w postaci jonów w cieczy kriogenicznej. Zaproponowany przez autora model dobrze opisuje zjawiska obserwowane w układzie testowym. Został również wykorzystany do projektowania detektora radonu, który został skonstruowany i zainstalowany w eksperymencie. Jest to ogromny sukces doktoranta i wskazuje na jego pogłębioną wiedzę w trudnej dziedzinie, a także determinację w doprowadzaniu pomysłów do końca, co jest niezwykle cenne w nauce.

Już omówione powyżej osiągnięcia uzasadniają wniosek o wyróżnienie pracy, tymczasem mamy jeszcze dodatkowy element, którym jest zaprojektowanie specjalnego przedwzmacniacza dla detektora germanowego. Projekt został zgłoszony jako patent, oraz uzyskał aprobatę w eksperymencie Gerda, gdzie będzie stosowane w kolejnej fazie pomiarów.

Praca powstała w ramach międzynarodowych studiów doktoranckich. Doktorant pracował w dwóch eksperymentach: Gerda i DarkSide zlokalizowanych w podziemnym laboratorium Gran Sasso. Czas przygotowania pracy, 6 lat, nie jest bardzo krótki, ale zebrany materiał jest bardzo bogaty i zrealizowano dwa bardzo cenne rozwiązania technologiczne, które już znalazły zastosowanie. Doktorant ma duże osiągnięcia w eksperymentach, czynnie uczestniczył w zbieraniu danych, natomiast w eksperymencie Gerda jest autorem 3 raportów wewnętrznych. Dowodem zaangażowania i zdobytej pozycji naukowej są też wystąpienia konferencyjne zarówno wygłaszane w imieniu współpracy jak również na indywidualne zaproszenia na specjalistycznych konferencjach.

Opisany dorobek jest bardzo duży i moim zdaniem w pełni uzasadnia wyróżnienie.

Prof. dr hab. Ewa Rondio