

**Proponowane tematy prac licencjackich
dla studentów kierunku Energetyka i chemia jądrowa
w roku akademickim 2017/18**

**1. Badanie oddziaływania neutronów z germanowym detektorem
promieniowania gamma**

Opiekun: prof. dr hab. Zenon Janas (Zenon.Janas@fuw.edu.pl)

Pomiarom promieniowania gamma często towarzyszy tło związane z obecnością neutronów. Cząstki te oddziałują z materiałem detektora i prowadzą do emisji promieniowania, które zaburza właściwy pomiar. Celem pracy będzie identyfikacja procesów oddziaływania neutronów z materiałem detektora germanowego oraz określenie widma energii promieniowania wywołanego tym oddziaływaniem.

**2. Badanie struktury jądrowej w rozpadach beta egzotycznych fragmentów
rozszczeplenia uranu**

Opiekun: dr hab. Jan Kurpeta (jkurpeta@fuw.edu.pl)

Poznanie struktury jąder atomowych, z których zbudowana jest otaczająca nas materia, wymaga badania nuklidów, które nie występują w naturze. Wytwarza się je w warunkach laboratoryjnych a następnie bada promieniowanie, które emitują ulegając rozpadom promieniotwórczym. Wykonanie proponowanej pracy licencjackiej będzie polegało na analizie danych zawierających informacje o koincydencjach kwantów gamma wysyłanych przez wybrane krótkożyłowe fragmenty rozszczepienia naturalnego uranu. Dane do analizy pochodzą z unikalnego układu doświadczalnego, który jest połączeniem magnetycznego separatora masowego z pułapką jonową typu Penning'a.

3. Badanie rozpadu beta ^{57}Zn

Opiekunowie: dr hab. Chiara Mazzocchi (chiara.mazzocchi@fuw.edu.pl),
prof. dr hab. Marek Pfützner (marek.pfutzner@fuw.edu.pl)

Jądra egzotyczne w pobliżu linii odpadania protonu charakteryzują się dużą wartością energii rozpadu. Umożliwia to obsadzanie stanów niezwiązanych w jądrze - córce o dużej energii wzbudzenia, z których może nastąpić emisja protonów opóźnionych po rozpadzie beta. Zjawisko to zaobserwowano po raz pierwszy 40 lat temu, a w 1983 roku odkryto emisję

dwóch protonów opóźnionych. Badania nad tak rzadkimi kanałami rozpadu dostarczają ważnych informacji o strukturze neutrono-deficytowych jąder położonych daleko od ścieżki stabilności. W roku 2014 przeprowadzono eksperyment, w którym badano przemianę beta ^{57}Zn pod kątem emisji protonów opóźnionych z pomocą detektora komora projekcji czasu z odczytem optycznym (OTPC). Celem pracy magisterskiej jest analiza danych zebranych w eksperymencie i wyznaczenie stosunku rozgałęzień dla różnych kanałów rozpadu.

(Requirements: programming in Python and preferably basics of LabView, good English)

4. Układ do pomiaru prędkości dryfu elektronów w gazie z wykorzystaniem promieniowania kosmicznego (zarezerwowany)

Opiekun: dr hab. Chiara Mazzocchi (chiara.mazzocchi@fuw.edu.pl),

5. Badanie promieniotwórczości naturalnej próbek skał z rejonu miasta Kowary w Sudetach

Opiekun: prof.dr hab. Tomasz Matulewicz (Tomasz.Matulewicz@fuw.edu.pl),

6. Pomiar zawartości uranu w skałach

Opiekun: dr hab. Krzysztof Miernik (krzysztof.miernik@fuw.edu.pl),

Uran jest naturalnie występującym pierwiastkiem na Ziemi. Można go znaleźć w większości skał, glebie czy wodzie. Pod względem rozpowszechnienia w ziemskiej skorupie zdecydowanie przewyższa takie pierwiastki jak srebro, rtęć, platynę czy złoto. Średnia zawartość uranu to około 2 - 3 mg / kg. Zadaniem jest pomiar zawartości uranu w wybranych przez siebie próbkach skał lub innych materiałów metodami spektroskopii gamma. Praca będzie wykonana w Zakładzie Fizyki Jądrowej przy użyciu detektorów germanowych oraz specjalnych ołowianych domków niskotłowych.

7. Neutronowa analiza aktywacyjna

Opiekun: dr hab. Krzysztof Miernik (krzysztof.miernik@fuw.edu.pl),

Naturalnie występujące pierwiastki w większości nie są radioaktywne. Jednak po przyłączeniu dodatkowego neutronu wiele z nich ulega przemianie beta, której może towarzyszyć promieniowanie gamma. To zjawisko wykorzystuje się w neutronowej analizie aktywacyjnej (NAA), która jest niedestrukcyjną metodą badania składu materiałów stosowaną m.in. w przemyśle, geologii, archeologii czy kryminalistyce. Celem pracy jest zaplanowanie eksperymentu, a następnie wykorzystanie techniki NAA do zbadania wybranych przez siebie próbek materiałów.

8. Poszukiwanie i badanie własności stanów wzbudzonych jąder $^{93,95}\text{Zr}$ populowanych w reakcjach (n, γ)

Opiekun: prof. dr hab. Teresa Rząca-Urban (rzaca@fuw.edu.pl)

Reakcje radiacyjnego wychwytu zimnych neutronów przez jądra tarczy o liczbie neutronów N mogą być cennym źródłem informacji o strukturze stanów wzbudzonych izotopów o liczbie neutronów $N+1$. Kluczowe znaczenie ma zastosowanie w pomiarach emitowanego promieniowania γ spektrometrów o wysokiej zdolności rozdzielczej i dużej wydajności. Proponowana praca polega na analizie koincydencyjnych widm γ zarejestrowanych w trakcie eksperymentu przeprowadzonego w Instytucie Laue Langevin w Grenoble (Francja). W eksperymencie wykorzystano wielodetektorowy spektrometr EXILL. Duża liczba zgromadzonych zdarzeń koincydencyjnych z pewnością pozwoli na identyfikację wielu nowych stanów wzbudzonych w badanych izotopach Zr.

9. Spektroskopia gamma

Opiekun: prof. dr hab. Waldemar Urban (urban@fuw.edu.pl)

Proponowana praca polega na analizie danych związanych ze spektroskopią gamma. Ostateczny zakres, warunki i sposób wykonania pracy ustalane są z opiekunem, proszę o kontakt na adres urban@fuw.edu.pl

10. Spektroskopia pełnej absorpcji jako narzędzie do badania przemian beta jąder neutrono-nadmiarowych

Opiekunowie: dr Aleksandra Fijałkowska (Rutgers University) (aleksandra.kuzniak@gmail.com) oraz dr hab. Marek Karny (karny@fuw.edu.pl)

Wymagane: podstawy programowania w języku C++.

Spektroskopia pełnej absorpcji jest unikalną techniką, której najważniejszą cechą jest bardzo duża wydajność na detekcję promieniowania gamma w szerokim zakresie energii. Detektory pełnej absorpcji cieszą się uznaniem w wielu programach badań jąder atomowych, w szczególności w badaniu przemian beta jąder niestabilnych. Część z tych projektów, koncentrujących się na jądrach powstających w reakcji rozszczepienia uranu i plutonu, są podyktowane potrzebą lepszego zrozumienia procesów zachodzących w reaktorach jądrowych.

Celem pracy będzie zapoznanie się z procesem przemiany beta oraz techniką pełnej absorpcji. W ramach pracy licencjackiej zadaniem studenta(-ki) będzie interpretacja przykładowych

widm kalibracyjnych oraz danych pochodzących z eksperymentu wykorzystującego Modularny Spektrometr Pełnej Absorpcji (MTAS). Jest to najbardziej wydajny i pierwszy modułowy tego typu detektor na świecie dedykowany do badania przemiany beta produktów rozszczepienia, który został przeprowadzony w laboratorium ORNL w USA.

Narzędziem, niezbędnym do wykonania pracy będzie ROOT, czyli oparty o język C++ pakiet wspomagający analizę danych.

11. Porównanie i ocena trzech typów detektorów promieniowania gamma wykorzystanych do badań własności rozpadów beta – detektorów germanowych, kryształów LaBr₃ oraz kryształów NaI

Opiekunowie: dr Aleksandra Fijałkowska (Rutgers University) (aleksandra.kuzniak@gmail.com) oraz dr hab. Marek Karny (karny@fuw.edu.pl)

Wymagane: podstawy programowania w języku C++.

Rozpad beta jest jedną z podstawowych przemian, jakim ulegają niestabilne jądra atomowe. Najczęściej wykorzystywaną techniką umożliwiającą wnioskowanie o własnościach rozpadu beta jest detekcja promieniowania gamma, wyemitowanego z jądra córki. W tym celu stosuje się różnego typu detektory promieniowania gamma, najczęściej germanowe lub scyntylatory. Każda metoda detekcji ma swoje wady i zalety.

Celem pracy jest analiza danych zebranych w laboratorium ORNL (USA) dla różnego typu detektorów: germanowych i scyntylacyjnych z kryształem LaBr oraz NaI

Celem pracy jest wykonanie kalibracji detektorów germanowych i scyntylacyjnych z kryształem LaBr₃ oraz NaI. Na podstawie danych zebranych w laboratorium ORNL (USA) porównanie ich własności w oparciu o dane zebrane w laboratorium ORNL oraz ocena ich użyteczności w różnych eksperymentach.

12. Pomiary radiologiczne powietrza

Opiekunowie: dr Agnieszka Burakowska (NCBJ) oraz dr Agnieszka Korgul (korgul@fuw.edu.pl)

Celem pracy będzie analiza pomiarów radiologicznych powietrza, a w szczególności badanie stężenia zawartość Be-7 na podstawie pomiarów spektrometrycznych filtrów petrianowa. Cotygodniowe dane zbierane są od 2016 roku i pochodzą ze stacji w Otwocku-Świdrze oraz ze Stacji Polarnej w Hronsundzie.

13. Obliczenia neutronowo-fizyczne dla reaktorów energetycznych

Opiekunowie: dr Krzysztof Andrzejewski (NCBJ), mgr Łukasz Koszuk (NCBJ),
dr Agnieszka Korgul (korgul@fuw.edu.pl)

Praca będzie polegała na analizie parametrów neutronowo-fizycznych różnych typów paliw stosowanych w reaktorach energetycznych. Obliczenia wykonywane będą za pomocą pakietu kodów SCALE. Analiza prowadzona będzie pod kątem ekonomicznym lub bezpieczeństwa reaktywnościowego.

14. Modelowanie Monte Carlo osłon w pomieszczeniach pomiarowych przy kanale poziomym H-2 reaktora MARIA

Opiekunowie: dr Katarzyna Tymińska (NCBJ) oraz dr Agnieszka Korgul
(korgul@fuw.edu.pl)

W NCBJ realizowany jest projekt „Neutrony H2”, którego celem jest uzyskanie wiązki neutronów o specyficznych, unikalnych własnościach. Przy wiążce powstanie nowe stanowisko do badań nad terapią borowo-neutronową. Obecnie trwają prace związane z przygotowaniem, remontem pomieszczeń jak również instalacją konwertera uranowego.

Warunki radiacyjne w pomieszczeniach pomiarowych muszą spełniać normy bezpieczeństwa, co wymaga zastosowania unikalnych rozwiązań. Trwają prace nad nowym materiałem osłonowym i nad projektem osłony zapewniającym dobre parametry pracy wewnątrz i bezpieczeństwo personelu na zewnątrz.

Do projektowania osłony na etapie wczesnych koncepcji wykorzystuje się modelowanie Monte Carlo, co umożliwia oszacowanie skuteczności różnych wariantów, przy znacznej oszczędności czasu i zasobów. W projekcie używany jest kod MCNP, będący najpopularniejszym obecnie narzędziem do modelowania transportu neutronów.

Praca obejmuje współudział przy opracowywaniu osłon oraz obliczenia strumienia neutronów i mocy dawki w pomieszczeniu pomiarowym przy użyciu kodu MCNP.

15. Badania kryształów scyntylacyjnych wysokich temperaturach z odczytem światła poprzez fotopowielacz.

Opiekunowie: dr Joanna Iwanowska-Hanke (NCBJ) oraz dr Agnieszka Korgul
(korgul@fuw.edu.pl)

W pracy zostaną przedstawione własności scyntylatora typu pyrosilicate z domieszkami ziem rzadkich La-GPS(Ce), jako potencjalnego detektora w badaniu odwiertów naftowych. Dokonane zostaną pomiary ilości światła oraz energetycznej zdolności

rozdzielczej scyntylatora La-GPS(Ce) w szerokim zakresie temperatur, ze szczególnym uwzględnieniem zakresu 20-150 st C. Praca zostanie powiększona o szczegółowe badania tego kryształu w temperaturze pokojowej z uwagi na jego dobrą zdolność rozdzielczą oraz dużą ilość światła. Efektywna liczna atomowa tego scyntylatora jest prawie dwukrotnie wyższa, niż znanego powszechnie NaI(Tl), w związku z czym jest to obiecujący scyntylator do spektrometrii gamma w szerokim zakresie zastosowań.

16. Badania charakterystyki nieproporcjonalności materiałów scyntylacyjnych z zastosowaniem źródeł alfa.

Opiekunowie: dr Paweł Sibczyński (NCBJ) oraz dr Agnieszka Korgul
(korgul@fuw.edu.pl)

Od wielu lata badania prowadzone są badania krzywych nieproporcjonalności różnych materiałów scyntylacyjnych w zakresie 0.1 keV do kilku MeV. Niestety, badania przy użyciu promieniowania X o bardzo niskich energiach obarczone są dużym błędem. Problem ten można rozwiązać stosując niskoenergetycznie cząstki naładowane, jak protony lub cząstki alfa. Przeliczając energię cząstki naładowanej na prędkość i dopasowanie do tej prędkości energii elektronu pozwala na wyznaczenie krzywej nieproporcjonalności scyntylatora znacznie dokładniej niż stosując promieniowanie rentgenowskie. W ramach badań przeprowadzona zostanie optymalizacja pracy detektora półprzewodnikowego, a także wyznaczenie charakterystyk dla różnego typu detektorów scyntylacyjnych.