

Proponowane tematy prac magisterskich dla studentów kierunku Energetyka i chemia jądrowa w roku akademickim 2017/18 (Wydział Fizyki UW)

1. Detektor do pomiaru stężenia radonu w powietrzu

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

Radon-222 jest gazem szlachetnym produkowanym w naturalnym szeregu promieniotwórczym ^{238}U . Rozpada się na drodze przemiany alfa, a jego promieniowanie stanowi 40–50% dawki, jaką otrzymuje mieszkaniec Polski od źródeł naturalnych. Celem pracy będzie zaprojektowanie, zbudowanie i uruchomienie detektora umożliwiającego pomiar stężenia radonu poprzez rejestrację promieniowanie alfa emitowanego w rozpadzie ^{222}Rn i jego pochodnych. Do detekcji cząstek alfa wykorzystana zostanie dioda PIN. Realizacja pracy wymaga znajomości podstaw elektroniki przynajmniej na poziomie Pracowni Elektronicznej.

2. 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.

3. 4. Obliczenia neutronowo-fizyczne dla reaktorów energetycznych

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

Uwaga: Istnieje możliwość wykonywania tej pracy przez więcej niż jedną osobę.

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.

5. Badanie wpływu wahań dobowych temperatury otoczenia na zapas reaktywności reaktora Maria.

(temat zarezerwowany)

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

6. Korelacja konfiguracji prętów kontrolnych w reaktorze jądrowym Maria

(temat zarezerwowany)

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

7. 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.

8. Spektroskopia gamma i beta egzotycznych fragmentów rozszczepienia

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

Poszerzanie wiedzy o właściwościach i powstawaniu jąder atomowych tworzących otaczającą nas materię wymaga badania izotopów, które nie występują w naturze w warunkach ziemskich. Wytwarzamy je w laboratorium na przykład na drodze reakcji rozszczepienia ciężkich jąder indukowanej protonami lub deutronami. Fragmenty rozszczepienia podlegają precyzyjnej separacji masowej między innymi z użyciem pułapek jonowych. W ten sposób wyodrębnia się najbardziej interesujące tzw. nuklidy egzotyczne, które leżą na granicy zbadanych do tej pory jąder atomowych.

Proponowana praca polega na wykonaniu przeglądu danych o koincydencjach promieniowania gamma i beta emitowanego przez egzotyczne izotopy o bardzo dużym nadmiarze neutronów. Ostateczny zakres, warunki i sposób wykonania pracy ustalane są z opiekunem, proszę o kontakt na adres jkurpeta@fuw.edu.pl.

9. 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)

10. Badanie reakcji $^{12}\text{C}(p,d)^{11}\text{C}$ i $^{12}\text{C}(p,pn)^{11}\text{C}$ w zakresie energii protonów 20-60 MeV

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

Jądro ^{11}C ulega rozpadowi beta+ i ma czas połowicznego zaniku wynoszący 20,3 minuty. Przy niskich energiach protonów (kilka MeV) jądro to może być wytwarzane w reakcji $^{11}\text{B}(p,n)^{11}\text{C}$. Dla protonów o wyższych energiach możliwe są reakcje $^{12}\text{C}(p,d)^{11}\text{C}$ i $^{12}\text{C}(p,pn)^{11}\text{C}$. Procedura badawcza polegać będzie na naświetleniu tarczy węglowej wiązką protonów i późniejszym badaniu rozpadu tak wytworzonych jąder ^{11}C (nie będzie możliwości rozróżnienia wkładu obu wymienionych reakcji efekt sumaryczny). Układ detekcyjny będzie rejestrować anihilację pozytonu. Uwzględniając wydajność detektora oraz profil naświetlenia można będzie wyznaczyć wartość łącznego przekroju czynnego tych reakcji. Weryfikacja wartości przekroju czynnego na produkcję ^{11}C ma znaczenie dla kontroli procesu naświetlania w hadronoterapii.

11. 12. Badanie rozkładów emisji mezonów π^+ i π^- ze zderzeń ciężkich jonów przy energii 1,65 i 1,9 GeV/nukleon

Opiekun: dr hab. Krzysztof Piasecki (e-mail: krzysztof.piasecki@fuw.edu.pl)

Wymagane: podstawy programowania w języku C++.

Uwaga: *Możliwość wykonania dwóch prac magisterskich.*

W zderzeniach jąder atomowych przy energiach wiązki ok. 1–2 GeV na nukleon strefa zderzenia staje się źródłem m.in. emisji mezonów π . Według obecnego stanu wiedzy, mezony te są produkowane albo w elementarnych zderzeniach nukleon-nukleon, albo w wyniku rozpadów barionów Δ .

Magistrant rozpocznie analizę od symulacji, z pomocą promotora, rozkładów emisji cząstek ze źródła termicznego o zadanych parametrach, następnie detekcji w ograniczonym zakresie kątów i rekonstrukcji pierwotnych parametrów rozkładu. Na tym etapie magistrant pozna również podstawy szeroko wykorzystywanego środowiska analizy danych ROOT, opartego na C++.

Następnie magistrant, współpracując z promotorem, przeprowadzi identyfikację mezonów π^+ i π^- wyemitowanych z jednego z dwóch układów zderzających się jąder: Ru+Ru przy energii wiązki 1,65 GeV na nukleon lub Al+Al przy energii 1,9 GeV na nukleon. Dane zostały zebrane na układzie FOPI w instytucie GSI, Darmstadt. Dysponując zidentyfikowanymi mezonami π^+ i π^- , magistrant wyznaczy rozkłady populacji tych cząstek w przestrzeni pędowej: na płaszczyźnie pęd poprzeczny–pospieszność i/lub na płaszczyźnie energia kinetyczna–kąt emisji. Celem analizy będzie rozstrzygnięcie, czy rozkład doświadczalny opisywany jest przez funkcję odpowiadającą jednemu źródłu cząstek, czy przez sumę dwóch lub więcej wkładów. Następnie, poprzez dopasowanie do danych doświadczalnych, wyznaczone zostaną parametry tego rozkładu. Analiza dążyć będzie w kierunku wyznaczenia całkowitych krotności emisji π^+ i π^- na zderzenie.

13. 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.

14. 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 urabn@fuw.edu.pl

15. Ogniwa fotowoltaiczne na bazie materiałów dwuwymiarowych takich jak dichalkozydy metali przejściowych (ang. transition metal dichalcogenides) , a w szczególności dwusiarczku molibdenu

Opiekun: dr hab. Robert Szoszkiewicz, prof. UW (rszoszkiewicz@chem.uw.edu.pl).

Materiały dwuwymiarowe (2D) takie jak grafen zostały w ostatnich latach okrzyknięte jako mogące być przyczyną rewolucji w elektronice, a w szczególności nanoelektronice na giętkich powierzchniach (ang. flexible nanoelectronics). Obecnie pojawiło się już całkiem sporo miniaturowych urządzeń jak karty pamięci, fotodetektory, czy reaktory fotokatalityczne które wykorzystują materiały 2D. W szczególności, pojedyncze warstwy dichalkozydów metali przejściowych posiadają bezpośrednią przerwę energetyczną co pozwala na ich zastosowanie w aplikacjach optoelektrycznych. Badane ostatnio przez niektóre grupy badawcze heterostruktury WS₂/MoS₂ i MoS₂/grafen zostały uznane za doskonałych kandydatów na super-cienkie komórki solarne mogące w przyszłości dostarczyć duże gęstości mocy. Celem tej pracy będzie próba badania mechanizmów odpowiedzialnych za zwiększenie wydajności komórek solarnych na bazie heterostruktur MoS₂. Istnieje możliwość kontynuacji badań w ramach studiów doktoranckich na Wydziale Chemii UW.

16. 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.

17. Pomiar zaniku scyntylacji w kryształach CsI:Tl w szerokim zakresie temperatur.

Opiekunowie: dr hab.Łukasz Świdorski (NCBJ) oraz dr Agnieszka Korgul
(korgul@fuw.edu.pl)

Badana będzie odpowiedź scyntylatora CsI:Tl na promieniowanie gamma w zakresie energii od kilkunastu 16 keV do 1.5 MeV. Odczyt światła będzie realizowany przez fotodetektor typu Multi Pixel Photon Counter (MPPC) aka fotopowielacz krzemowy (SiPM). Pomiary będą przeprowadzane w dedykowanym kriostacie chłodzonym ciekłym azotem. Układ grzania będzie pozwalał na regulację temperatury pomiędzy -185C a +90C. Otrzymane wyniki zostaną spisane w formie publikacji przesłanej do NIMA lub JINST, której osoba zainteresowana będzie współautorem. Istnieje możliwość kontynuacji badań w ramach studiów doktoranckich w NCBJ.

18. 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 kryształów GAGG:Ce, CsI:Tl lub scyntylatora organicznego.