

**Proponowane tematy prac licencjackich
dla studentów kierunku Energetyka i chemia jądrowa
w roku akademickim 2016/17**

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

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

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

Student 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 Student pozna również podstawy szeroko wykorzystywanego środowiska analizy danych ROOT, opartego na C++.

Następnie Student, współpracując z promotorem, przeprowadzi identyfikację mezonów π^+ i π^- wyemitowanych z jednego z trzech układów zderzających się jąder: Ru+Ru przy energii wiązki 1,65 GeV na nukleon, Al+Al lub Ni+Ni przy energii 1,9 GeV na nukleon. Dysponując zidentyfikowanymi mezonami π^+ i π^- , Student wyznaczy rozkład populacji tych cząstek w jednej z dwóch reprezentacji przestrzeni pędowej: pęd poprzeczny-pospieszność lub energia-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 rozkładu.

Wymagane: podstawy programowania w języku C++.

2. Emisja protonów i deuteronów ze zderzeń jądro-jądro przy energii 1,65 GeV/nukleon

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

W zderzeniach jąder atomowych przy energiach ok. 1-2 GeV na nukleon strefa zderzenia podlega dezintegracji i jest źródłem emisji nukleonów i innych barionów oraz mezonów (π oraz innych, w tym zawierających kwark dziwny). Rozkłady zmiennych kinematycznych protonów, deuteronów i cząstek cięższych nie dają się opisać poprzez modele termiczne, nawet po uwzględnieniu ruchu kolektywnego rozprężania materii po jej

ściśnięciu. Charakterystyczne wydłużenie rozkładów prędkości sugeruje częściowe przenikanie się materii bez dochodzenia do zderzenia (zjawisko „transparencji”), a zarazem częściowe zachowanie przez układ pamięci o stanie przed zderzeniem.

Student 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 Student pozna również podstawy szeroko wykorzystywanego środowiska analizy danych ROOT, opartego na C++.

Zadaniem Studenta będzie rekonstrukcja rozkładów pędu poprzecznego i prędkości protonów i deuteronów, emitowanych ze zderzeń Ru+Ru przy energii 1,65 GeV/nukleon i zarejestrowanych przez układ detekcyjny FOPI. Dane zostaną opracowane przy użyciu szeroko wykorzystywanego systemu analizy danych ROOT, opartego na języku C++.

Wymagane: podstawy programowania w języku C++.

3. Symulacja emisji produktów rozpadu cząstek nietrwałych ze zderzeń jąder atomowych

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

W zderzeniach jąder atomowych przy energiach wiązki powyżej 20 MeV na nukleon obserwowana jest produkcja hadronów. Większość z nich nie jest cząstkami stabilnymi. Ich rozpady przebiegają zgodnie z możliwymi kanałami, a emisja danego produktu rozpadu dokłada się do ogólnej emisji tej cząstki ze strefy zderzenia ciężkich jonów.

Student rozpocznie pracę od zapoznania się, ze wsparciem promotora, z rozkładem Boltzmanna emisji cząstek, obserwowanym na płaszczyznach energia–kąt polarny oraz prędkość–pęd poprzeczny. Na tym etapie opanuje, ze wsparciem promotora, podstawy szeroko wykorzystywanego środowiska analizy danych ROOT.

Głównym zadaniem Studenta będzie wykorzystanie pakietu PLUTO, opartego na środowisku ROOT, do generacji produkcji cząstki zgodnie z zadaniem rozkładem kinematycznym, a następnie jej rozpadu w wybranym kanale i emisji produktów tego rozpadu. Przykładowymi badanymi kanałami rozpadu mogą być procesy: $\Delta \rightarrow N\pi$, $\phi \rightarrow K^+K^-$, realnie obecne w relatywistycznych zderzeniach ciężkich jonów.

Wymagane: podstawy programowania w języku C++.

4. Naturalne tło promieniowania gamma w obecności reaktora jądrowego

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

W naszym środowisku występują naturalne źródła promieniowania jonizującego. Są to głównie długożyciowe pierwiastki promieniotwórcze, które są składnikami skorupy ziemskiej. Radioaktywne produkty ich rozpadu znajdują się w powietrzu, glebie, materiałach budowlanych i innych składnikach naszego otoczenia. Znajomość naturalnego tła promieniowania gamma jest niezbędna we wszelkich zastosowaniach wymagających pomiarów emisji kwantów gamma. Proponowana praca polega na analizie widm tła promieniowania gamma uzyskanych w pomiarach przeprowadzonych w otoczeniu reaktora jądrowego działającego w Institut Laue-Langevin w Grenoble (Francja). Porównamy widma naturalnego tła promieniowania z tłem promieniowania gamma w obecności reaktora, określimy występujące różnice i ich pochodzenie. Na życzenie, osoba realizująca temat może wykonać własny pomiar naturalnego tła promieniowania gamma.

5. Obliczenia neutronowo-fizyczne dla reaktorów energetycznych

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

Zadanie polega 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.

Istnieje możliwość wykonywania tej pracy przez więcej niż jedną osobę.

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

Opiekunowie: dr Katarzyna Tymieńska (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 wiązce 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 umożliwi 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.

7. Badanie dyspersji atmosferycznej radionuklidów uwolnionych z reaktora MARIA

Opiekunowie: mgr Maciej Lipka (NCBJ) oraz dr Agnieszka Korgul (korgul@fuw.edu.pl)

Zadanie polega na stworzeniu modelu obliczeniowego (preferowany język MATLAB) dotyczącego dyspersji atmosferycznej radionuklidów uwolnionych z reaktora. W rezultacie należy wyznaczyć dawki pochłonięte przez ludność w otoczeniu reaktora MARIA.

8. Badanie jąder Rh z wykorzystaniem separacji w pułapce jonowej (temat zarezerwowany)

Opiekun dr hab. Jan Kurpeta

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 promieniowania gamma i cząstek beta wysyłanych przez radioaktywne izotopy rodu. Dane do analizy pochodzą z unikalnego układu doświadczalnego, który jest połączeniem magnetycznego separatora masowego z pułapką jonową typu Penning'a.

9. Poszukiwanie i analiza efektów siły kulombowskiej w reakcji $1H(d, pp)n$ przy energii 160 MeV (temat zarezerwowany)

Opiekun: dr Izabela Skwira-Chalot

W 2010 roku w KVI w Groningen odbył się eksperyment, w którym tarcze wodorowa bombardowano deuteronami o energii 160 MeV. W wyniku takiego zderzenia zachodzi reakcja breakupu $1H(d, pp)n$. Analiza danych z tego eksperymentu pozwoli na badanie, w szerokim zakresie przestrzeni fazowej, różnych aspektów dynamiki układów kilkunukleonowych, jak oddziaływania 3-nukleonowego czy wpływu oddziaływania kulombowskiego, istotnego w szczególności w obszarze małych kątów polarnych. Głównym zadaniem będzie zbadanie efektów siły kulombowskiej przez porównanie eksperymentalnych rozkładów różniczkowego przekroju czynnego z istniejącymi przewidywaniami teoretycznymi uwzględniającymi (lub nie) oddziaływanie kulombowskie.

10. Konstrukcja i optymalizacja układu przepływowego do syntezy radiofarmaceutyków znakowanych radiometalami
(temat zarezerwowany)

Opiekunowie: dr Krzysztof Kilian (SLCJ), dr Agnieszka Korgul

Rosnące znaczenie w wytwarzaniu radiofarmaceutyków dla medycyny nuklearnej uzyskują techniki produkcji oparte o naświetlanie i wydzielanie izotopów metalicznych z tarcz stałych. Poza nielicznymi i kosztownymi systemami komercyjnymi, pozwalającymi na w pełni zautomatyzowaną obróbkę bez ingerencji operatora, w większości przypadków wymagane jest wykonywanie operacji bezpośrednio na aktywnej próbce. Pomimo stosowania zasad bezpiecznej pracy z materiałami promieniotwórczymi skutkuje to dodatkowym narażeniem operatora. Efektywnym kosztowo wydaje się skorzystanie z osiągnięć technik przepływowych i mikroprzepływowych w automatyzacji operacji chemicznych i budowa dedykowanych układów do wydzielania izotopów i syntezy radiofarmaceutyków znakowanych radiometalami.

Praca będzie obejmowała opracowanie projektu oraz wykonanie prototypu układu przepływowego do wydzielania radioizotopów z tarcz stałych

11. Porównanie rozkładów dawek przygotowanych z użyciem dwóch optymalizatorów dla pacjentek z nowotworem piersi
(temat zarezerwowany)

Opiekunowie: prof. Paweł Kukołowicz (Centrum Onkologii – Instytut im. Marii Skłodowskiej-Curie) oraz dr Agnieszka Korgul

12. Badanie struktury trajektorii cząstki alfa oddziaływującej w rozrzedzonym molekularnym azocie
(temat zarezerwowany)

Opiekunowie: dr hab. Zygmunt Szepliński (SLCJ) oraz dr Agnieszka Korgul

13. Badanie rozkładów emisji mezonów π^+ i π^- ze zderzeń ciężkich jonów przy energii 1,9 GeV/nukleon
(temat zarezerwowany)

Opiekun: dr Krzysztof Piasecki

14. Detektory samozasilające się w pomiarach reaktorowych
(temat zarezerwowany)

Opiekunowie: Rafał Prokopowicz (NCBJ) oraz dr Agnieszka Korgul