



PROPOZYCJE PRAC MAGISTERSKICH
Dla kierunku Fizyka
Specjalność: Fizyka Jądrowa i Cząstek Elementarnych

• **Poszukiwanie bozonu Higgsa w kanale rozpadu $H \rightarrow ZZ \rightarrow 4\mu$**

Opiekun: dr Artur Kalinowski

W lipcu 2012 roku eksperymenty ATLAS i CMS ogłosiły w laboratorium CERN odkrycie cząstki, której własności są zgodne z poszukiwanym od kilkudziesięciu lat bozonem Higgsa. Praca magisterska będzie polegała na analizie danych zebranych przez eksperyment CMS działający w CERNie przy Wielkim Zderzaczu Hadronów (ang. LHC) i selekcji przypadków produkcji bozonu Higgsa, a następnie wyznaczeniu jego masy. Elementami pracy będzie czytanie dużych ilości danych doświadczalnych przy pomocy równoległego przetwarzania na klastrach komputerowych. Wymagane też będzie tworzenie programów w języku C++, które będą używane do analizy przypadków zderzeń proton-proton. Praca będzie doskonałą okazją do zapoznania się ze środowiskiem wielkiego międzynarodowego zespołu tworzącego eksperyment CMS, oraz do użycia nowoczesnych narzędzi komputerowych. Wykonując Pracę student będzie miał też bezpośredni kontakt z jednym z największych odkryć naukowych ostatnich lat.

• **Analiza efektów spinowych w rozpadach leptonów tau pochodzących z rozpadów bozonu Z^0 lub bozonu Higgsa**

Opiekun: dr Artur Kalinowski

Analiza rozpadów leptonów tau może pozwolić na wyznaczenie spinu cząstki, z której rozpadu pochodzą analizowane leptony tau. Celem pracy będzie analiza hadronowych rozpadów leptonów tau pochodzących z rozpadu bozonu Z^0 lub bozonu Higgsa i oszacowanie możliwości rozróżnienia przypadków gdy pary leptonów tau pochodzą z rozpadu cząstki o spinie 1 (bozon Z^0) lub spinie 0 (bozon Higgsa). W trakcie wykonywania pracy będą analizowane dane uzyskane z symulacji komputerowych. Elementami pracy będzie czytanie dużych ilości danych przy pomocy równoległego przetwarzania na klastrach komputerowych. Wymagane też będzie tworzenie programów w języku C++. Praca będzie doskonałą okazją do zapoznania się ze środowiskiem wielkiego międzynarodowego zespołu tworzącego eksperyment CMS, oraz do użycia nowoczesnych narzędzi komputerowych.



- **Optymalizacja narzędzi komputerowych używanych do analizy danych eksperymentu CMS**

Opiekun: dr Artur Kalinowski

Detektory używane w fizyce cząstek elementarnych są jednymi z największych i najbardziej skomplikowanych urządzeń konstruowanych przez ludzi. W trakcie ich pracy są zbierane ogromne ilości danych, które są analizowane przy użyciu tysięcy komputerów rozproszonych po całym świecie. Jednym z ważnych elementów układów doświadczalnych stało się oprogramowanie, które jest używane do analizy danych. Tematem pracy jest analiza i optymalizacja narzędzi używanych do analizy danych przez Warszawską Grupę eksperymentu CMS, ze szczególnym naciskiem na próbę zrównoważenia procesu przetwarzania danych. Student podejmujący się wykonania pracy musi być biegły w programowaniu w języku C++. Praca będzie doskonałą okazją do zapoznania się ze środowiskiem wielkiego międzynarodowego zespołu tworzącego eksperyment CMS działający w laboratorium CERN, oraz do użycia nowoczesnych narzędzi komputerowych.

- **„Poszukiwanie supersymetrii w kanale leptonowym w danych eksperymentu CMS przy LHC”**

Opiekun: dr Artur Kalinowski, dr Małgorzata Kazana (NCBJ)

Celem pracy będzie analiza danych zebranych przez eksperyment CMS pod kątem poszukiwania sygnału charakterystycznego dla wybranych scenariuszy rozszerzających Model Standardowy o supersymetrię w topologiach z leptonami w stanie końcowym. Jednym z elementów pracy będzie symulacja Monte Carlo modeli supersymetrycznych w celu zdefiniowania sygnatur uwzględniających produkcje leptonów podczas kaskadowych rozpadów cząstek supersymetrycznych. Wymagane będzie tworzenie programów w języku C++, które będą używane do analizy przypadków zderzeń proton-proton. Praca będzie doskonałą okazją do zapoznania się ze środowiskiem wielkiego międzynarodowego zespołu tworzącego eksperyment CMS, oraz do użycia nowoczesnych narzędzi komputerowych. Wykonując Pracę student będzie miał też bezpośredni kontakt z jednym z największych projektów badawczych naukowych ostatnich lat.



UNIwersytet Warszawski
Wydział Fizyki
Instytut Fizyki Doświadczalnej
Zakład Cząstek i Oddziaływań Fundamentalnych



- **„Poszukiwanie hipotetycznych masywnych cząstek naładowanych w danych eksperymentu CMS przy LHC”**

Opiekun: dr Artur Kalinowski, dr Małgorzata Kazana (NCBJ)

Masywne naładowane cząstki przewidywane są przez różne modele rozszerzające Model Standardowy cząstek elementarnych. Ich poszukiwanie jest jedna ze specjalności Warszawskiej Grupy Eksperymentu CMS. Praca będzie polegała na udziale w obróbce zebranych już danych oraz na udziale w optymalizacji systemu wyzwalania detektora CMS poprawiającej jego wrażliwość na tego typu obiekty. Wymagane będzie tworzenie programów w języku C++, które będą używane do analizy przypadków zderzeń proton-proton. Praca będzie doskonałą okazją do zapoznania się ze środowiskiem wielkiego międzynarodowego zespołu tworzącego eksperyment CMS, oraz do użycia nowoczesnych narzędzi komputerowych. Wykonując Pracę student będzie miał też bezpośredni kontakt z jednym z największych projektów badawczych naukowych ostatnich lat.

- **Poszukiwanie neutrin taonowych w eksperymencie MINOS+**

Opiekun: dr Katarzyna Grzelak

Praca polegać będzie na włączeniu się w poszukiwania neutrin taonowych w eksperymencie MINOS+.

Eksperyment MINOS+ zajmuje się badaniem zjawiska oscylacji neutrin. Mionowe neutrina produkowane są w akceleratorze w ośrodku Fermilab koło Chicago i rejestrowane w dwóch detektorach: Bliskim, około kilometra od źródła wiązki i Dalekim, 735km dalej, w kopalni Soudan w Minnesocie. Oczekuje się, że po przebyciu kilkuset kilometrów, część neutrin mionowych powinna zamienić się w neutrina taonowe. W eksperymencie MINOS+ szukamy dowodu na to że tak się dzieje.

MINOS+ rozpoczął działanie na jesieni 2013 roku i korzysta z wiązki neutrin o energii i intensywności bardziej niż jakikolwiek inny eksperyment dopasowanej do poszukiwań neutrin taonowych.

Wymagana jest umiejętności programowania w języku C++ na średnio-zaawansowanym poziomie. Student będzie miał okazję zastosowania w praktyce tego języka programowania. Wykorzystywany będzie program root powszechnie używany w doświadczalnej fizyce cząstek elementarnych.

Więcej informacji dostępnych jest na stronie [www: http://www.fuw.edu.pl/~minos](http://www.fuw.edu.pl/~minos)



UNIwersytet Warszawski
Wydział Fizyki
Instytut Fizyki Doświadczalnej
Zakład Cząstek i Oddziaływań Fundamentalnych



- **Poszukiwanie oddziaływań neutrin zachodzących z udziałem wielu nukleonów w danych z eksperymentu T2K**

Opiekun: dr Magdalena Posiadała, dr Joanna Zalipska (NCBJ)

Praca będzie prowadzona w ramach grupy neutrinowej (<http://neutrino.fuw.edu.pl>) z wykorzystaniem danych zarejestrowanych oddziaływań neutrin w bliskim detektorze eksperymentu T2K, który zbiera dane w Japonii. Jak do tej pory opis zakłada rozproszenie neutrina na pojedynczym nukleonie. Można wtedy jednoznacznie zrekonstruować energię oddziałującego neutrina.

Obecnie próbujemy zmierzyć wkład od innego typu oddziaływania zachodzącego na wielu nukleonach jednocześnie. Do tej pory takie procesy obserwowano w oddziaływaniach elektronów natomiast niewiele wiadomo o ich charakterze w przypadku neutrin.

Praca polegałaby na poszukiwaniu sygnatury takiego oddziaływania i próbie wyselekcjonowania próbki danych dla której interesujący nas sygnał będzie mierzalny.

- **Poszukiwanie nowego "ciemnego" fotonu w eksperymencie NA61/SHINE w CERN.**

Opiekun: prof. dr hab. Joanna Stepaniak (NCBJ), dr Magdalena Posiadała

Obecne ograniczenia eksperymentalne i teoretyczne nie wykluczają możliwości istnienia nowej lekkiej ($M < 1\text{GeV}$) cząstki o spinie 1, bardzo słabo sprzęgającej się do znanych nam cząstek i rozpadającej się na parę e^+e^- . Cząstka taka mogłaby pośredniczyć w procesie anihilacji cząstek ciemnej materii.

W eksperymencie NA61/SHINE rejestrujemy pary elektron-pozyton z oddziaływań proton-proton i jądro-jądro. Jest więc możliwość poszukiwania takiej cząstki.

Możliwa jest zarówno analiza zebranych już danych jak i uczestniczenie w eksperymencie w czasie zbierania nowych danych.

Badanie produkcji par w oddziaływaniach jądro-jądro jest interesujące także z punktu widzenia poszukiwania przejścia fazowego do plazmy kwarkowo - gluonowej. (Literatura np Phys.Lett. B726(2013)187 i referencje tam zawarte)



UNIwersytet Warszawski
Wydział Fizyki
Instytut Fizyki Doświadczalnej
Zakład Cząstek i Oddziaływań Fundamentalnych



- **Pomiar przekrojów czynnych w oddziaływaniach $p+C$ w eksperymencie NA61/SHINE, w celu precyzyjniejszego wyznaczenia parametrów wiązki neutrinowej w T2K.**

Opiekun: dr Magdalena Posadała

Eksperyment NA61/SHINE jest realizowany w CERNie przy akceleratorze SPS.

Badania prowadzone w ramach NA61/SHINE mają dwa naukowe cele:

1. poszukiwanie punktu krytycznego materii podlegającej oddziaływaniom silnym oraz badanie własności produkcji hadronów przy progu na uwolnienie partonów w oddziaływaniach relatywistycznych jonów;
2. uzyskanie precyzyjnych danych dotyczących zderzeń hadronów z jądrami atomowymi niezbędnych do modelowania procesów, w których produkowane są neutrino, oraz opisu oddziaływań promieni kosmicznych.

Rezultaty uzyskane w ramach programu neutrinowego eksperymentu NA61/SHINE pozwalają znacznie poprawić precyzję symulacji wiązki neutrinowej eksperymentu T2K.

Praca będzie polegała na wyznaczaniu przekrojów czynnych cząstek powstałych w oddziaływaniach 30 GeV protonów na tarczy węglowej w oparciu o pomiary start energii w komorach projekcji czasowej TPC detektora NA61.

- **Poszukiwanie rozpraszania bozonów W w eksperymencie CMS przy LHC**

Opiekun: Prof. dr hab. Krzysztof Doroba, dr Michał Szleper (NCBJ)

Badanie oddziaływań bozonów W przy wysokich energiach jest uzupełniającym i ostatecznym testem tego, czy odkryty w zeszłym roku w Wielkim Zderzaczu Hadronów (LHC) bozon o masie około 126 GeV jest bozonem Higgsa od dawna przewidywanym w Modelu Standardowym, czy też bardziej egzotyczną cząstką. Dotyczy ono tego aspektu bozonu Higgsa, na temat którego dotychczas nie mamy żadnych danych doświadczalnych. Praca będzie polegała na przeprowadzeniu symulacji przy użyciu oficjalnego oprogramowania eksperymentu CMS oraz optymalizacji kryteriów selekcji przypadków, w których występują dwa twardo oddziałujące bozony W , jej celem jest przygotowanie przyszłej analizy która będzie przeprowadzona na danych zebranych przy energii 14 TeV.

Niezbędna będzie umiejętność programowania w C++ i praca z pakietem ROOT.

- **Analiza danych astronomicznych w projekcie GLORIA**



UNIwersytet Warszawski
Wydział Fizyki
Instytut Fizyki Doświadczalnej
Zakład Cząstek i Oddziaływań Fundamentalnych



Opiekun: Prof. dr hab. Aleksander Filip Żarnecki

W październiku 2011 rozpoczęła się budowa europejskiej sieci teleskopów-robotów w ramach projektu GLORIA. Wydział Fizyki koordynuje przygotowanie środowiska do analizy zbieranych danych. Głównym elementem tego systemu jest pakiet Luiza. Zawiera on już zestaw standardowych narzędzi, które użytkownik może dobierać i konfigurować zgodnie ze swoimi potrzebami. Celem pracy byłby udział w rozwijaniu i testowaniu (w oparciu o dostępne dane "Pi of the Sky" oraz innych teleskopów sieci GLORIA) wybranych narzędzi do analizy zdjęć nieba. W szczególności algorytmy analizy fotometrycznej (pomiaru jasności obiektów) byłby wykorzystane do analizy wybranych gwiazd zmiennych w oparciu o dane pochodzące z różnych teleskopów. Wynikiem końcowym powinien być algorytm umożliwiający optymalne (minimalizujące efekty systematyczne) łączenie różnych zbiorów danych.

- **Poszukiwanie gwiazd szybko zmiennych w danych detektora "Pi of the Sky"**

Opiekun: Prof. dr hab. Aleksander Filip Żarnecki

Celem projektu "Pi of the Sky" jest obserwacja błysków optycznych towarzyszących błyskom gamma (Gamma Ray Bursts, GRB) oraz innych krótkotrwałych lub szybkozmiennych zjawisk optycznych na niebie. Od 2004 roku aparatura prototypowa testowana jest obserwatoriach w Chile. Kamery CCD wykonują co noc po kilka tysięcy zdjęć nieba, każde trwające 10s. Dotychczas jednak poszukiwanie i analiza gwiazd zmiennych oparte były na zdjęciach uzyskiwanych z sumowania po 20 ekspozycji, odpowiadających efektywnie 4 minutom obserwacji.

Celem pracy byłoby przeprowadzenie analizy wybranego zbioru pojedynczych klatek 10s. Wymaga to przetestowania i ustalenia właściwych parametrów dla algorytmów analizy zdjęć, a następnie przeprowadzenie tej analizy. Najistotniejszym jej elementem jest fotometria, czyli wyznaczanie jasności obiektów na zdjęciu, a także poprawienie mierzonych wartości jasności w oparciu o obserwowane gwiazdy referencyjne. Ostatnim etapem byłaby analiza stabilności i dokładności pomiarów jasności dla ekspozycji 10s oraz próba znalezienia gwiazd zmiennych z okresami zmienności rzędu minut.

- **Analiza danych z nowej aparatury detekcyjnej "Pi of the Sky"**



UNIwersytet Warszawski
WYDZIAŁ FIZYKI
Instytut Fizyki Doświadczalnej
Zakład Cząstek i Oddziaływań Fundamentalnych



Opiekun: Prof. dr hab. Aleksander Filip Żarnecki

W październiku 2010 uruchomiony został pierwszy detektor nowej aparatury detekcyjnej "Pi of the Sky", kolejne trzy zostały zainstalowane latem 2013. Detektory składające się z 4 kamer CCD są instalowane w Hiszpanii i monitorują niebo w poszukiwaniu błysków optycznych towarzyszących błyskom gamma (Gamma Ray Bursts, GRB) oraz innych krótkotrwałych zjawisk optycznych na niebie. Wykonywane zdjęcia nieba są na bieżąco analizowane (redukowane), a wyniki zapisywane w bazie danych. Odpowiednie procedury zostały już przetestowane w układzie prototypowym. Jednak dla każdej nowej jednostki konieczna jest szczegółowa weryfikacja poprawności jej działania i jakości analizowanych danych. W szczególności celem analizy byłoby badanie długookresowej stabilności działania poszczególnych detektorów oraz statystyczna analiza błędów pomiarowych. Zweryfikowane muszą też zostać metody wykorzystywane do oceny jakości zbieranych danych. Ostatecznym wynikiem badań powinna być ocena wpływu poszczególnych kryteriów selekcji danych na uzyskiwane wyniki, w szczególności na mierzone parametry zmienności gwiazd zmiennych.

- **Pomiar spinowej funkcji struktury g_1 nukleonu z najnowszych danych doświadczenia COMPASS w CERN.**

Opiekun: Prof. dr hab. Barbara Badełek

Celem jest uczestnictwo w pracach jednej z grup współpracy COMPASS w CERN, poświęconych badaniu struktury spinowej nukleonu. Od wielu lat stoimy wobec tzw. zagadki spinu nukleonu: okazuje się, że spin kwarków i gluonów nie składa się na spin protonu, a wyjaśnienia tego faktu szuka się tak na gruncie doświadczalnym jak i teoretycznym.

Praca daje możliwość zaznajomienia się z eksperymentami dotyczącymi oddziaływań spinowych, w szczególności z największym w CERN doświadczeniem ze stałą tarczą, prowadzonym przez współpracę COMPASS oraz uczestniczenia w pracach międzynarodowego zespołu zajmującego się analizą danych zebranych w 2011 roku, a mającego za zadanie m.in. wyznaczenie funkcji struktury g_1 .

Konieczna jest znajomość języka C++; przewidywana jest konieczność pracy z pakietem ROOT. Wyniki analizy będą częścią publikacji COMPASS-a.



UNIwersytet Warszawski
Wydział Fizyki
Instytut Fizyki Doświadczalnej
Zakład Cząstek i Oddziaływań Fundamentalnych



- Symulacja pomiaru korelacji spinowych w rozpraszaniu $e-e \rightarrow e-e$ (projekt QUEST)

Opiekun: Prof. dr hab. Jacek Ciborowski

Celem projektu jest: pomiar spinowych korelacji kwantowych i wyznaczenie funkcji korelacji oraz odpowiadających jej prawdopodobieństw dla par elektronów pochodzących z rozpraszania Mollera w zakresie ultrarelatywistycznych energii (od kilku do kilkunastu MeV) a następnie porównanie wyników pomiarów z przewidywaniami z przewidywaniami zachowań prawdopodobieństw i funkcji korelacji otrzymanymi przez nas w ramach relatywistycznej mechaniki kwantowej; Nasz projekt jest pierwszą próbą pomiaru efektów relatywistycznych zarówno w funkcji korelacji jak i w prawdopodobieństwach korelacji spinowych. W pierwszej wersji eksperymentu wiązka spolaryzowanych elektronów rozprasza się na elektronach atomowych w tarczy berylowej, a pomiaru rzutów spinów na określone kierunki dokonuje się metoda polarymetrii Motta -- rozproszenie na tarczy Pb. Celem pracy jest utworzenie opisu detektora i pomiaru korelacji przy pomocy pakietu Geant4.