



Warszawa, dnia 15 listopada 2012

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 kilkadziesiąt 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 jedną 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.

- **Badanie oddziaływań neutrin w eksperymencie MINOS+**

Opiekun: dr Katarzyna Grzelak

Eksperyment MINOS+ zajmuje się badaniem zjawiska oscylacji neutrin. Neutrino 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. MINOS+ rozpoczyna działanie w połowie 2013 roku i będzie korzystał ze znacznie intensywniejszej i bardziej energetycznej wiązki neutrin, niż jego poprzednik, MINOS. Do tej pory potwierdzone zostało, że liczba neutrin mionowych, po przebyciu 735km istotnie się zmniejsza. Do tej pory, w żadnym eksperymencie nie zostało jednak udowodnione z dużą znaczącością statystyczną, że neutrino mionowe zamieniają się przede wszystkim w neutrino taonowe, tak jak to przewiduje model oscylacji.

Praca polega na włączeniu się w poszukiwania neutrin taonowych w eksperymencie MINOS+. Wymagana jest umiejętność 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 sygnału 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 może ostatecznie potwierdzić lub zaprzeczyć, że zaobserwowana niedawno w Wielkim Zderzaczu Hadronów (LHC) nowa cząstka o masie około 125 GeV jest od dawna poszukiwanym bozonem Higgsa z Modelu Standardowego, czy też bardziej egzotyczną cząstką.

Praca będzie polegała na przygotowaniu zredukowanego formatu danych do analizy, a następnie optymalizacji kryteriów selekcji przypadków z produkcją dwóch twardo oddziałujących bozonów W, na podstawie danych uzyskanych z symulacji komputerowych przy użyciu oficjalnego oprogramowania eksperymentu CMS.

Wymagane będzie pisanie programów w języku C++.

- **Analiza danych astronomicznych w projekcie GLORIA**

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



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



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"**

Opiekun: Prof. dr hab. Aleksander Filip Żarnecki

W październiku 2010 uruchomiony został pierwszy detektor nowej aparatury detekcyjnej "Pi of the Sky", kolejne mają być zainstalowane na wiosnę 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.

- **Wykorzystanie metod Monte Carlo do porównania algorytmów identyfikacji gwiazd zmiennych.**

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 w obserwatoriach w Chile. W październiku 2010 w ośrodku INTA w Hiszpanii został uruchomiony nowy detektor "Pi of the Sky",



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



teleskop-robot składający się z 4 kamer CCD. Oba teleskopy dostarcza dużych ilości danych, które mogą być wykorzystane m.in. do poszukiwania i badania gwiazd zmiennych. Istnieje szereg algorytmów wyszukiwania i wyznaczania okresu zmienności gwiazd zmiennych. Jednym z głównych ich mankamentów jest jednak brak wiarygodnej oceny niepewności wyznaczonych parametrów zmienności, w szczególności okresu.

Praca polegałaby na oszacowaniu, w oparciu o metody symulacji Monte Carlo, błędów poszczególnych metod, w zależności o założonych parametrów zmienności gwiazdy oraz liczby i przedziału czasowego wykonanych pomiarów. Badania powinny pozwolić na uzyskanie parametryzacji oczekiwanej wartości błędu w zależności od przyjętych wartości parametrów oraz na wybór optymalnej metody badawczej (która może być w szczególności różna dla różnych założonych typów gwiazd zmiennych).

- **Analiza danych prototypu Pi of the Sky zebranych z wykorzystaniem filtra R.**

Opiekun: Prof. dr hab. Aleksander Filip Żarnecki

Szczegółowa analiza danych z prototypowego detektora "Pi of the Sky" (2006-2009) pokazała, że wyznaczana jasność wyrażana w jednostkach tzw. wielkości gwiazdowej (magnitudo) obciążona jest dodatkowym błędem systematycznym związanym z typem widmowym gwiazdy. Był to jeden z powodów, dla których latem 2009 roku jedną z kamer detektora prototypowego wyposażono w standardowy filtr R. Powinno to pozwolić na precyzyjniejszy pomiar jasności obiektów, obciążony mniejszym błędem systematycznym.

Dane zebrane przez detektor "Pi of the Sky" z filtrem R nie są jeszcze standardowo normalizowane do jasności R. Wymaga to wybrania najwłaściwszego katalogu odniesienia.

Praca polegałaby na przeanalizowaniu zależności błędu fotometrii w funkcji typu widmowego gwiazd, a także porównaniu dokładności pomiarów jasności R w zależności od wyboru katalogu gwiazd użytego do kalibracji (np. SIMBAD i UCAC2). Ostatecznym celem pracy jest odpowiedź na pytanie, stosowanie którego z katalogów dla danych z filtrem R daje najprecyzyjniejsze pomiary jasności.

- **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



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



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.