

Tematy projektów (2016)

Każdy temat wykonywany będzie w parach, chyba, że zostało zaznaczone inaczej.

1 Wykorzystanie symetrii przy pomiarze rozkładu kąta rozproszenia w procesie $pp \rightarrow pp$

Prowadzący: dr Rafał Staszewski

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

W oddziaływaniach proton-proton na LHC proces rozpraszania elastycznego ($pp \rightarrow pp$) charakteryzuje się symetrią rozkładów kątowych wokół osi zderzenia (symetria w kącie azymutalnym ϕ). Symetria ta skutkuje związkiem pomiędzy rozkładem kąta rozproszenia (θ) a rozkładem rzutu tego kąta na wybrany kierunek poprzeczny (np. $\theta_y = \theta \cdot \sin \phi$). Celem projektu jest stworzenie prostej symulacji układu doświadczalnego i zbadanie możliwości dekonwolucji rozkładu kąta θ z mierzonego rozkładu θ_y . Dekonwolucja będzie wykonana przy wykorzystaniu istniejących metod numerycznych (np. klasy TUnfold w pakiecie ROOT).

2 Analiza pierwszych danych fizycznych zebranych przez detektory AFP

Prowadzący: dr Rafał Staszewski

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Detektory AFP służą do pomiaru protonów rozproszonych pod bardzo małymi kątami w tzw. procesach dyfrakcyjnych. Przykładem procesu dyfrakcyjnego jest pojedyncza dyfrakcyjna dysocjacja, $pp \rightarrow pX$, w której jeden z protonów pozostaje nietknięty, a jego energia jest przekazywana do drugiego protonu, powodując jego dysocjację (rozbicie). Celem projektu jest analiza pierwszych danych zebranych przez detektory AFP w celu separacji sygnału od tła.

3 Zaimplementowanie modelu produkcji przypadków jet-gap-jet do generatora Pythia8

Prowadzący: dr Rafał Staszewski

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Produkcja jetów (skolimowanych pęków cząstek) jest najczęstszym twardym (tzn. takim, który da się policzyć używając rachunku perturbacyjnego) procesem zachodzącym na LHC. W takim procesie przestrzeń pomiędzy jetami jest przeważnie wypełniona wieloma cząstkami produkowanymi z niewielkim pędem poprzecznym. W procesie produkcji jet-gap-jet przestrzeń pomiędzy jetami jest pusta – powstaje wtedy tzw. przerwa w rapidity. Model procesu jet-gap-jet został opisany w kilku publikacjach oraz zaimplementowany w generatorze FPMC (w języku Fortran). Celem ćwiczenia jest zaimplementowanie modelu w bardziej nowoczesnym generatorze – Pythia8 (w języku C++).

4 Pomiar przekroju czynnego dla procesu $Z \rightarrow \tau\tau$

Prowadzący: dr Paweł Malecki

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Dzięki zebraniu przez LHC ogromnej ilości danych eksperymentalnych możliwe jest przeprowadzenie pomiaru przekroju czynnego na produkcję bozonu Z w rozpadzie na parę leptonów tau-antyttau. Proces ten stanowi podstawowe nieredukowalne tło dla rozpadu bozonu Higgsa na parę tau-antyttau i dlatego bardzo ważna jest znajomość jego właściwości od strony eksperymentalnej.

5 Pomiar polaryzacji leptonów tau z rozpadu bozonu Z

Prowadzący: dr Paweł Malecki

Czas trwania: 3 tygodnie

Polaryzacja leptonu tau z rozpadu bozonu Z jest ważnym parametrem Modelu Standardowego. Pomiar ten pozwoli na sprawdzenie przewidywań Modelu Standardowego dotyczącego sprzężeń bozonów elektroślabych do cząstek trzeciej generacji. Możliwe odchylenia od przewidywań mogą stanowić sygnał procesów Nowej Fizyki.

Uwaga! Łączny limit miejsc na tematy 4 i 5 wynosi dwie osoby.

6 Selekcja przypadków $Z \rightarrow \tau\tau$ w danych zebranych przez eksperyment ATLAS w 2012 roku – kanał mionowy

Prowadzący: dr hab. Anna Kaczmarska, dr hab. Paweł Brückman

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Proponowane tematy zawierają analizę rozpadu bozonu Z na dwa leptony tau i opierają się na pełnej statystyce danych zebranych przez eksperyment ATLAS w roku 2012 dla zderzeń proton-proton przy energii środka masy 8 TeV. Analizowane będą przypadki gdzie jeden z leptonów tau rozpada się hadronowo a drugi leptonowo na mion. Analiza rozpadów $Z \rightarrow \tau\tau$ ma duże znaczenie dla analiz badających własności bozonu Higgsa i poszukiwań Nowej Fizyki, w których proces ten stanowi główne tło.

Temat może zostać podjęty przez trzy osoby.

7 Selekcja przypadków $Z \rightarrow \tau\tau$ w danych zebranych przez eksperyment ATLAS w 2012 roku – kanał elektronowy

Prowadzący: dr hab. Anna Kaczmarska, dr hab. Paweł Brückman

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Podobnie jak temat 5, lecz drugi z leptonów tau rozpada się na elektron.

Temat może zostać podjęty przez trzy osoby.

8 Optymalizacja kryteriów selekcji dla rozpadu $\Lambda_c \rightarrow p\mu\mu$ za pomocą wielowymiarowej analizy danych

Prowadzący: prof. dr hab. Mariusz Witek

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Poszukiwany rozpad barionu $\Lambda_c \rightarrow p\mu\mu$ jest rozpadem rzadkim (stosunek rozpadu rzędu 10^{-8}). Zaobserwowanie tego rozpadu z wyższym od przewidywanego stosunkiem rozpadu mogłoby być wskazówką efektów spoza Modelu Standardowego. Analiza polegała będzie na przeprowadzeniu optymalizacji selekcji za pomocą pakietu do wielowymiarowej analizy danych TMVA. W tym celu wykorzystane zostaną dane z eksperymentu LHCb zebrane w latach 2011–2012 w formie NTupli. Po zdefiniowaniu szerokiej listy parametrów nastąpi trening TMVA w celu zawężenia zestawu parametrów. Zaobserwowany zostanie rozpad $\Lambda_c \rightarrow p\phi$. Jednym z ubocznych wyników analizy będzie prawdopodobnie obserwacja nowego niezmiernego jeszcze rozpadu $\Lambda_c \rightarrow p\Omega$.

9 Optymalizacja parametrów analizy wielu zmiennych dla separacji tła w rozpadach bozonu Higgsa na dwa kwarki piękne

Prowadzący: dr hab. inż. Marcin Kucharczyk

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Główną trudnością przy poszukiwaniu bozonu Higgsa jest ogromne tło od znacznie silniejszych procesów zachodzących podczas nieelastycznych zderzeń proton-proton. Analiza polegała będzie na przeprowadzeniu optymalizacji selekcji za pomocą pakietu do wielowymiarowej analizy danych TMVA w celu zmaksymalizowania redukcji tła przy zachowaniu odpowiednio wysokiej wydajności dla poszukiwanego sygnału. W tym celu wykorzystane zostaną dane z eksperymentu LHCb zebrane w latach 2011–2012 w formie NTupli. Po zdefiniowaniu szerokiej listy parametrów nastąpi trening TMVA w celu zawężenia zestawu parametrów. Wynikiem końcowym będzie określenie czy obserwacja produkcji bozonu Higgsa w obszarze akceptacji geometrycznej detektora LHCb jest możliwa przy dostępnej statystyce danych.

10 Rekonstrukcja własności cząstek produkowanych w zderzeniach proton-proton przy energii 13 TeV

Prowadzący: dr hab. Krzysztof Woźniak

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie (od 13 września możliwe tylko konsultacje zdalne – np. Skype)

W detektorze eksperymentu ATLAS rejestrowane są sygnały od przelatujących cząstek w poszczególnych typach detektorów. W ten sposób wyznaczane są punkty w przestrzeni, przez które przeleciała jakaś cząstka. Później sygnały te są analizowane przez program komputerowy, którego zadaniem jest łączenie tych punktów w ślady odpowiadające torom wyprodukowanych w zderzeniu cząstek. Taka rekonstrukcja nie jest jednak doskonała, pewna część cząstek nie zostaje wykryta, zdarza się także połączenie w jeden ślad sygnałów pochodzących od więcej niż jednej cząstki. W ramach ćwiczeń analizowane będą symulacje działania detektora w celu zbadania efektywności rekonstrukcji wyprodukowanych cząstek, a następnie tak wyznaczona efektywność zostanie zastosowana do odtworzenia własności cząstek w prawdziwych zderzeniach protonów przy najwyższej energii. Te dwa zadania mogą być wykonywane częściowo niezależnie przez różne osoby, jeżeli to ćwiczenie będzie realizowane przez więcej niż jedną osobę.

Wymagania: podstawowa znajomość C++ i programu ROOT (nie wykraczająca poza materiał, który będzie omawiany w pierwszym tygodniu praktyk).

11 Symulacja działania kompleksu akceleratorów w CERN

Prowadzący: dr hab. Krzysztof Woźniak

Czas trwania: 2 tygodnie

W roku ubiegłym zbudowany został model systemu akceleratorów w CERN pozwalający zobrazować przyspieszanie protonów do najwyższych energii za pomocą zapalających się w odpowiednim momencie diod, sterowanych przez mikro-kontroler Arduino. Aktualnie działające oprogramowanie pozwala na ręczne sterowanie procesem przyspieszania. Potrzebny jest jednak także tryb automatyczny, w którym program w odpowiednim momencie będzie sam realizował działania niezbędne do prawidłowego przyspieszania wiązek.

Wymagania: podstawowa znajomość C++, przydatna znajomość platformy Arduino

12 Oddziaływania elektromagnetyczne – nowe źródło informacji o zderzeniach jąder atomowych. Studium przygotowawcze dla eksperymentu SHINE w CERN

Prowadzący: dr hab. Andrzej Rybicki

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Mogłoby się wydawać, że w zderzeniach jąder atomowych przy bardzo wysokich energiach które badamy w CERN, zdominowanych przez oddziaływania silne, siły elektromagnetyczne nie mają żadnego znaczenia. To nieprawda. Jak wynika z naszych badań, siły elektryczne zmieniają trajektorie wyprodukowanych cząstek, a to niesie bezpośrednią informację o czasoprzestrzennej ewolucji systemu ekstremalnie gorącej materii tworzonego w zderzeniu. Ten „czasoprzestrzenny mikroskop” jest dość precyzyjny, bo działa na odległościach rzędu 0.000000000001 mm i w czasach rzędu 10^{-23} s.

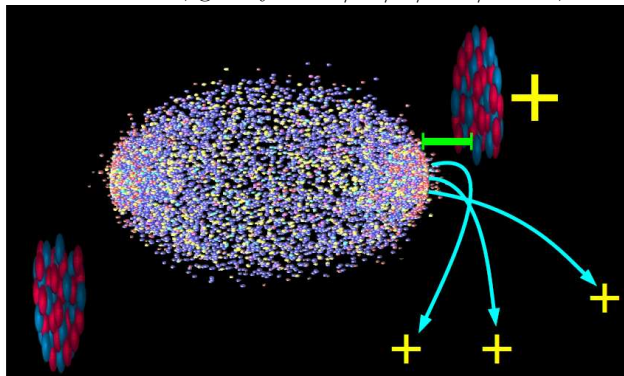
Eksperyment SHINE w CERN, poszukujący punktu krytycznego silnie oddziałującej materii kwarkowej i hadronowej, na naszą propozycję przeprowadzi również badania czasoprzestrzennej ewolucji zderzeń jądrowych w oparciu o efekty elektromagnetyczne. Celem praktyki będzie studium przygotowawcze na rzecz międzynarodowej kola-

boracji SHINE, które określi jak te efekty będą widoczne dla zderzeń jąder atomowych przy energii 13–158 GeV/nukleon. Z naszych dotychczasowych prac jest jasne, że zaobserwujemy bardzo duże efekty w widmach i efektach kolektywnych produkowanych cząstek. Musimy jednak dokładniej wiedzieć jak te zjawiska będą wyglądać w eksperymentalnych warunkach charakteryzujących SHINE.

Praktyka de facto nie wymaga żadnej zaawansowanej wiedzy, mile widziany jest zapał i podstawowe umiejętności programowania. Poziom trudności dopasujemy do umiejętności zespołu – tak, aby połączyć przyjemne z pożytecznym.

Dla zainteresowanych: A. Rybicki et al., Physical Review C87 (2013) 5, 054909; Acta Phys. Polon. B46 (2015) 3, 737; <https://inspirehep.net/record/1434310>

Finansowane przez Narodowe Centrum Nauki, granty: 2011/03/B/ST2/02634, 2014/14/E/ST2/00018



13 Analiza danych z testów detektorów krzemowych

Prowadzący: dr hab. Andrzej Bożek

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

W ramach przygotowywanego eksperymentu Belle II, będziemy wykorzystywali krzemowe detektory pixelowe jak i paskowe. Paskowe detektory krzemowe mają paski odczytu po obu stronach detektora, ustawione prostopadle do siebie. Dysponujemy danymi z testów na wiązce wykonanych w tym roku w laboratorium DESY. Zadanie będzie polegało na analizie tych danych oraz oszacowania możliwości rekonstrukcji hitów 3D ze złożenia dwóch stron detektorów paskowych. Aby ograniczyć częstotliwość błędnych asocjacji, można wykorzystać korelacje depozytu ładunków jak i informacji czasowej o momencie przyjscia cząstki. Istnieje możliwość kontynuacji tematu w ramach pracy licencjackiej, inżynierskiej lub magisterskiej.

14 Rekonstrukcja inkluzywnych rozpadów mezonów B

Prowadzący: dr hab. Andrzej Bożek

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

W eksperymencie Belle, analizujemy zderzenia e^+e^- przy energii ~ 10 GeV odpowiadającej produkcji rezonansu Upsilon(4S) który następnie rozpada się na parę mezonów B-anty-B. Rekonstrukcja (znakowanie) jednego mezonu B pozwala badać inkluzywnie rozpad drugiego mezonu B. Mezon B jako najlżejsza cząstka zawierająca kwark b, z trzeciej rodziny kwarkowej, jest ważnym laboratorium badania struktury zapachu w modelu standardowym albo poza nim. Stosunkowo duża masa B pozwala na rozpady na kilka hadronów. Obecnie, duża część możliwych rozpadów nie jest dobrze znana, w szczególności rozpady na mezony powabne. Praca będzie polegała na inkluzywnej rekonstrukcji $B \rightarrow D + X$ i $B \rightarrow D + (\phi, \eta, K) + X$. Istnieje możliwość kontynuacji tematu w ramach pracy licencjackiej, inżynierskiej lub magisterskiej.

15 Testowanie modułu do inkluzywnej rekonstrukcji B znakującego w środowisku eksperymentu Belle II

Prowadzący: dr Karol Adamczyk

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie (najprawdopodobniej dostępny do 14 września)

Celem uruchamianego eksperymentu Belle II jest m.in. pośrednie poszukiwanie zjawisk wykraczających poza Model Standardowy w sektorze ciężkich kwarków i leptonów. Belle II to fabryka mezonów B nowej generacji, gdzie masowo produkowane pary B-anty-B pochodzą z procesu: $e^+e^- \rightarrow \Upsilon(4S) \rightarrow B$ -anty-B. Główne elementy eksperymentu to hermetyczny i wydajny spektrometr magnetyczny – Belle II, oraz akcelerator SuperKEKB o wysokiej świetlności, przekładającej się na dużą statystykę zarejestrowanych rozpadów. Z uwagi na czyste środowisko produkcji par B-anty-B (brak dodatkowych cząstek) możliwa jest rekonstrukcja obu mezonów B. Jak pokazały analizy z poprzedniego eksperymentu (Belle) wydajną metodą do badania leptonowych i półleptonowych rozpadów mezonów B jest podejście gdzie drugie (znakujące) B rekonstruowane jest inkluzywnie. Oprogramowanie dla nowego eksperymentu, w tym moduły do rekonstrukcji strony znakującej, są dynamicznie rozwijane, stąd istotna jest przeprowadzana na bieżąco ilościowa weryfikacja ich jakości. Zadanie polega na przetestowaniu nowego modułu do inkluzywnej rekonstrukcji strony znakującej (narzędzia: moduły basf2), wykonaniu rozkładów kontrolnych (narzędzia: ROOT/Jupyter) oraz sprawdzeniu poprawności parametrów generatora rozpadów fizycznych (EvtGen).

16 Metody wielowymiarowej analizy w poszukiwaniu fizyki spoza Modelu Standardowego

Prowadzący: dr Bartłomiej Żabiński

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Przedmiotem zajęć będzie poszukiwanie zmiennych kinematycznych umożliwiających rozróżnienie przypadków rozpadów ciężkiego neutralnego bozonu Higgsa na dwa kwarki b od przypadków tła. Poszukiwania kandydatów na bozon Higgsa odbywać się będą przy wykorzystaniu metod wielowymiarowej analizy. Metody te zaimplementowane zostały w pakiecie TMVA (<http://tmva.sourceforge.net/>). Używając wcześniej wspomnianego narzędzia skupimy się na doborze odpowiednich zmiennych dyskryminujących oraz algorytmów uczenia maszynowego. Pozwoli to na maksymalnie efektywną separację sygnału do tła. Cała praca zostanie wykonana w środowisku ROOT (<https://root.cern.ch/>).

17 Analiza uszkodzeń radiacyjnych paskowych detektorów krzemowych

Prowadzący: dr Ewa Stanecka

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Eksperyment ATLAS na LHC wykorzystuje precyzyjne paskowe detektory krzemowe do pomiaru torów cząstek naładowanych blisko punktu zderzeń protonów. Detektory krzemowe ulegają uszkodzeniom radiacyjnym, które z czasem, negatywnie wpływają na ich zdolności pomiarowe. Szybkość uszkodzeń zależy m.in. od warunków pracy detektora. Celem projektu jest zbadanie zależności uszkodzeń radiacyjnych detektorów paskowych od środowiskowych warunków pracy tych detektorów, na podstawie danych zarejestrowanych przez systemy kontroli detektora ATLAS.

Istnieje możliwość kontynuacji tematu w ramach pracy licencjackiej, inżynierskiej lub magisterskiej.

18 Automatyzacja i monitorowanie procesów w wielkoskalowych systemach kontroli eksperymentu ATLAS

Prowadzący: dr Ewa Stanecka

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Współczesne eksperymenty fizyki wysokich energii, których przykładem jest ATLAS, są urządzeniami wielkoskalowymi i bardzo skomplikowanymi technologicznie. Miliony parametrów musi być monitorowane i analizowane w czasie rzeczywistym, aby zapewnić bezpieczną i stabilną pracę urządzeń. Zaawansowane systemy kontroli detektorów są więc kluczowe dla ich prawidłowego funkcjonowania i bezpieczeństwa. Celem pracy będzie optymalizacja i rozwój systemów kontroli dla podzespołów detektora śladów eksperymentu ATLAS. Zadanie będzie realizowane przy użyciu przemysłowych środowisk programistycznych do kontroli procesów technologicznych.

Istnieje możliwość kontynuacji tematu w ramach pracy licencjackiej, inżynierskiej lub magisterskiej.

19 Analiza tła dla procesu dyfrakcyjnego bremsstrahlungu dla LHC pracującego z $\beta^* = 90$ m

Prowadzący: prof. dr hab. Janusz Chwastowski

Czas trwania: 2 lub 3 tygodnie

Proces promieniowania hamowania jest atrakcyjnym narzędziem fizyki wysokich energii. W tym procesie zachowanie czteropędu jest zapewnione poprzez wymianę singletu kolorowego, fotonu w przypadku procesu elektromagnetycznego albo układu gluonów w procesie dyfrakcyjnym. W drugim przypadku, przekrój czynny jest rzędu mikrobarnów, co potencjalnie umożliwia jego pomiar na LHC w oddziaływaniach proton-proton przy energii 13 TeV w układzie środka masy. Istotą pracy jest określenie stosunku sygnału do tła dla procesu dyfrakcyjnego bremsstrahlungu przy tej energii dla LHC pracującego z dużą wartością funkcji beta, $\beta^* = 90$ m. W pomiarze planowane jest wykorzystanie detektorów ALFA eksperymentu ATLAS. Wyznaczenie stosunku sygnału do tła jest oparte o wykorzystanie generatorów Monte Carlo (PYTHIA, GENEX).

Wymagania: podstawy systemu Linux, języka C++ i histogramowania.