

LHCb

Proponowane są prace na różnym poziomie zaawansowania, prowadzone w ramach LHCb - czołowego eksperymentu badającego dynamikę zapachów kwarków, symetrie dyskretne i tzw. nową fizykę. Eksperyment ten jest wykonywany na Wielkim Zderzaczu Hadronów LHC w CERNie, przy energii zderzeń 7 TeV i 13 TeV. Warszawska grupa LHCb (<http://lhcb.ncbj.gov.pl/>) jest także mocno zaangażowana w zadania obliczeniowe. Dlatego, oprócz analizy fizycznej, zainteresowane osoby mogą rozwinąć znajomość nowoczesnych technologii informatycznych (np. przetwarzanie wielkich zbiorów danych, narzędzia warstwy pośredniej na gridzie) i metod analizy danych (np. sieci neuronowe, drzewa decyzyjne, metody niebinowane).

1. Poszukiwanie hadronów egzotycznych rozpadających się na $\chi_{b1} \pi^+ \pi^-$

Praca mgr (dr Dmytro Melnychuk) lub dr (dr Dmytro Melnychuk, prof. Wojciech Wislicki)

W tradycyjnym modelu kwarkowym, cząstki silnie oddziałujące (hadrony) są zbudowane z par kwark-antykwar (mezony) lub z trzech kwarków (bariony). Cząstki, które nie mogą być sklasyfikowane w tych kategoriach, nazywane są hadronami egzotycznymi. W modelu kwarkowym przy dodawaniu pary kwark-antykwar do minimalnej konfiguracji mezonu lub barionu, można utworzyć tetrakwarki i pentakwarki. Poza multikwarkami stwierdzono istnienie innych przedstawicieli egzotycznych stanów QCD, mianowicie hybryd mezonowych i glueballi. Hybrydy mezonowe są stanami ze wzbudzonym gluonowym stopniem swobody. Tematem pracy jest poszukiwanie rezonansów rozpadających się do stanu $\chi_{b1} \pi^+ \pi^-$ jako ewentualnych kandydatów na piękny mezon hybrydowy.

2. Rekonstrukcja rozpadów mezonów i hiperonów powabnych Λ_c oraz poszukiwanie łamania CP w ich rozpadach w spektrometrze LHCb

Praca na pracownię przedmagisterską lub mgr (dr Artur Ukleja)

Łamanie CP dotychczas zostało zaobserwowane tylko w rozpadach mezonów K i B, natomiast nie zaobserwowano go dla cząstek powabnych, czyli zawierających kwark c. Przewidywana wielkość łamania CP w rozpadach jest na poziomie 3 promili lub mniej. Badania obejmują poszukiwania łamania CP przy użyciu technik zależnych i niezależnych od podziału na przedziały (tzw. binowane lub niebinowane) na danych LHCb.

3. Pomiar czasów życia mezonów pięknych i powabnych w eksperymencie LHCb

Praca pracownię przedmagisterską lub mgr (dr Artur Ukleja)

Badania obejmują wyznaczenie czasu życia mezonów pięknych na danych LHCb lub Monte Carlo. W eksperymencie LHCb czas życia cząstek jest mierzony z bardzo dużą dokładnością, rzędu 45 ps, co jest równe ok. 0.1 czasu życia mezonu D. Pomiary obejmują także wyznaczenie zasięgu lotu badanych mezonów i badanie korelacji między czasem życia i zasięgiem lotu w obszarze oscylacji neutralnych mezonów B lub D.

4. Rekonstrukcja rozpadów dziwnych mezonów pięknych na kwarkonia, $B_s \rightarrow J/\psi \Phi$, w spektrometrze LHCb
Praca na pracownię przedmagisterską (mgr Varvara Batozskaya) lub mgr (dr Konrad Klimaszewski)

Rozpad $B_s \rightarrow J/\psi \Phi$ jest bardzo czułym narzędziem do wyznaczania łamania symetrii CP z charakterystyk kątowych w stanie końcowym. Praca polega na zidentyfikowaniu tych przypadków w spektrometrze LHCb, używając zmiennych kinematycznych i rekonstruując masy kwarkoniów J/ψ i Φ . Użyte będą dane LHCb przy energiach zderzeń 7 TeV (Run I) i 13 TeV (Run II).

5. Rekonstrukcja i analiza inkluzywnych kanałów rozpadów dziwnych mezonów pięknych $B_s \rightarrow J/\psi X$
Praca na pracownię przedmagisterską (mgr Varvara Batozskaya) lub mgr (dr Konrad Klimaszewski)

Praca dotyczy identyfikacji i rekonstrukcji rozpadów mezonów B_s na J/ψ i dowolny dodatkowy zbiór cząstek w stanie końcowym, przy czym J/ψ rozpada się na parę leptonów. Analiza będzie przeprowadzona na danych symulowanych metodą Monte Carlo w detektorze LHCb. Jej celem jest znalezienie kryteriów selekcji tych rozpadów. Analiza ta jest wstępem do badania łamania symetrii CP w tych rozpadach, gdy stan X może być pojedynczym mezonem lub parą mezonów.

6. Poszukiwanie łamania symetrii CPT w układzie dwóch mezonów D^0 pochodzących z rozpadu $B \rightarrow \mu D^* X$ w detektorze LHCb
Praca możliwa na 3 poziomach: pracownia przedmagisterska, mgr (dr Wojciech Krzemień) lub dr (dr Wojciech Krzemień, prof. Wojciech Wiślicki)

Celem projektu są studia możliwości pomiarów łamania symetrii CPT w układzie mezonów neutralnych D^0 pochodzących z reakcji $B \rightarrow \mu D^* X$, na detektorze LHCb w CERNie. Symetria CPT obowiązuje dla wszystkich uznanych kwantowych teorii pola opisujących oddziaływania w ramach Modelu Standardowego. Dlatego eksperymentalne poszukiwania jej łamania wchodzą w obszar tzw. nowej fizyki. Precyzyjne testy CPT mogą być przeprowadzane przy wykorzystaniu oscylacji neutralnych mezonów zapachowych - jednego z fascynujących przykładów efektów interferencyjnych w mechanice kwantowej.

W ramach pracy oszacowana będzie wydajność detekcji oraz zbadane mechanizmy tła do tej reakcji w oparciu o symulacje Monte Carlo i dane eksperymentalne.

7. Rozwój oprogramowania w ramach platformy do obliczeń rozproszonych DIRAC
Praca możliwa na 3 poziomach: pracownia przedmagisterska, mgr (dr Wojciech Krzemień) lub dr (dr Wojciech Krzemień, prof. Wojciech Wiślicki)

DIRAC (<http://diracgrid.org/>), to platforma do obliczeń rozproszonych, używana przez szereg projektów (m. in. LHCb, BELLE-2, CTA, France-Grille, GEANT-4) na potrzeby eksperymentów fizyki wysokich energii, przetwarzania danych medycznych i wielu innych. DIRAC jest warstwą interfejsową dla użytkownika chcącego skorzystać z rozproszonych zasobów obliczeniowych, ukrywając niepotrzebne szczegóły techniczne. W ten sposób możliwe jest połączenie różnorodnych zasobów obliczeniowych (GRID, Cloud, HPC, Boinc itd.) poprzez spójny interfejs. DIRAC jest projektem typu *open source*, rozwijanym w języku Python.

Warszawska grupa LHCb (<http://lhcb.ncbj.gov.pl/>) jest zaangażowana w rozwój oprogramowania

tzw. *pilotów logujących* (logging pilots) – rozproszonych agentów dostarczających informacji o ewentualnych błędach podczas instalacji i konfiguracji środowiska lub podczas przetwarzania danych. Celem projektu jest tworzenie oprogramowania pilotów logujących. Jednym z zadań jest dodanie modułu do interpretacji zebranych informacji logujących a także dodanie interfejsu wizualizującego zebrane dane. Projekt umożliwia zapoznanie się z metodami przetwarzania rozproszonego technologiami typu RabbitMQ, Openssl czy Elasticsearch a także rozwinięcie kompetencji programistycznych w Pythonie.