

Dr hab. Janusz Chwastowski, prof. IFJ

e-mail: Janusz.Chwastowski@ifj.edu.pl

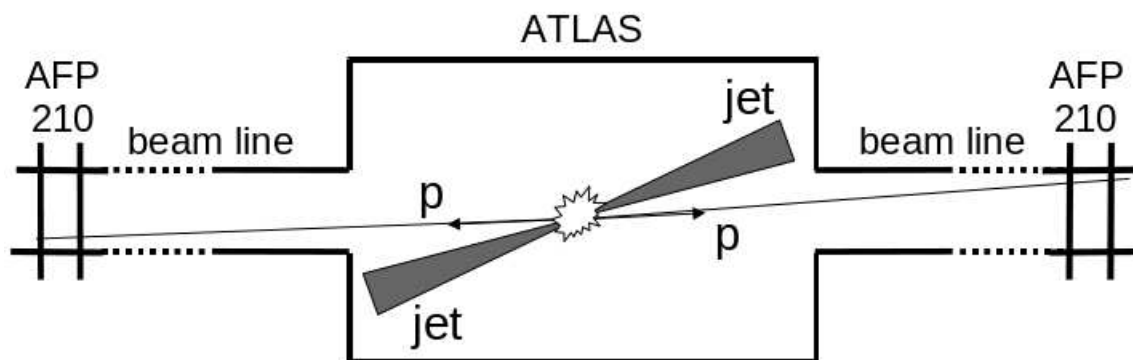
*Proponowana tematyka prac magisterskich dotyczy doświadczalnej fizyki cząstek elementarnych. Prace będą wykonywane w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie.*

*Istnieje możliwość bezpośredniego udziału w pracach grupy prowadzonych w Europejskim Centrum Badań Jądrowych, CERN, koło Genewy.*

## Tematy prac magisterskich:

### I. Detektory ATLAS Forward Physics

W 2012 roku Współpraca ATLAS zaakceptowała wzbogacenie swojego układu pomiarowego o detektory (tagery) protonów rozproszonych pod małymi kątami – o detektory AFP (ATLAS Forward Physics). Urządzenia te, położone symetrycznie względem punktu oddziaływania w odległości 210 metrów (AFP210), stanowić będą unikalną aparaturę pomiarową pozwalającą na umieszczenie detektorów krzemowych w bezpośrednim otoczeniu wiązki protonowej akceleratora LHC. Detekcja protonu stanu końcowego rozproszonego pod małym kątem daje idealną sygnaturę procesów dyfrakcyjnych, fotoprodukcji i oddziaływań dwufotonowych. Instalacja detektorów AFP jest przewidziana na lata 2013/2014. W dalszej przyszłości planowana jest dalsza rozbudowa układu tagerów polegająca na umieszczeniu dodatkowych detektorów w odległości 420 metrów od punktu oddziaływania (AFP420). W obecnej chwili Grupa Krakowska AFP skupia się głównie na analizie procesów dyfrakcyjnych: produkcji bozonu pośredniczącego  $W$  i produkcji dżetów. Ze względu na specyfiką punktu pracy akceleratora LHC istotna część badań jest poświęcona analizie tła. Jednocześnie przygotowujemy się do udziału w instalacji detektorów w trakcie planowanej przerwy w pracy LHC.



Rysunek. Planowany układ pomiarowy detektorów AFP na 210 metrach.

## Tematy prac:

### 1. Opracowanie algorytmu do rekonstrukcji śladów w detektorze AFP.

Do detektorów AFP będą jednocześnie docierać protony pochodzące z interesujących procesów jak i te pochodzące z tła. Istotnym elementem analizy fizycznej danych jest możliwość odrzucania przypadków tła. Celem pracy jest wybór optymalnego algorytmu rekonstrukcji śladów.

**Wymagania: podstawy mechaniki kwantowej, fizyki cząstek elementarnych i statystycznej analizy danych doświadczalnych. Podstawy programowania w języku C/C++.**

### 2. Analiza możliwości pomiaru produkcji systemów o dużej masie w procesie pojedynczej dyfrakcji z wykorzystaniem detektorów AFP.

Mechanizm produkcji cząstek w pojedynczej dyfrakcji jest słabo zbadany przy energiach dostępnych na akceleratorze LHC. Wykorzystanie detektorów AFP pozwoli na wybór interesujących przypadków poprzez tagowanie protonów rozproszonych pod małymi kątami. Celem pracy jest analiza danych Monte Carlo wykorzystujących pełną symulację detektora ATLAS w zakresie dyfrakcyjnej produkcji bozonów pośredniczących lub dżetów.

**Wymagania: podstawy mechaniki kwantowej, fizyki cząstek elementarnych i statystycznej analizy danych doświadczalnych. Podstawy programowania w języku C/C++.**

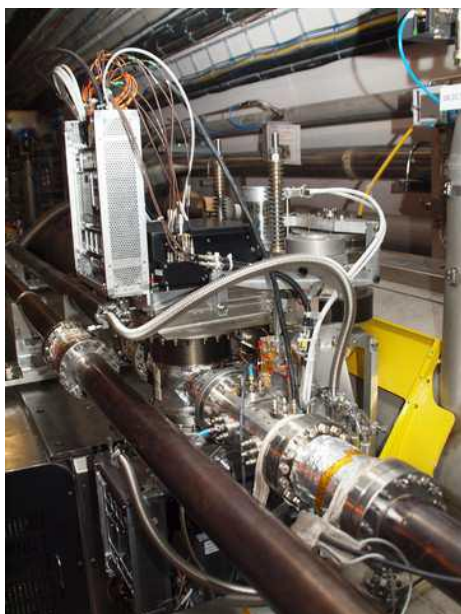
### 3. Analiza możliwości pomiaru produkcji dżetów w procesie z podwójną wymianą Pomeronu (Double Pomeron Exchange) z wykorzystaniem detektorów AFP.

Produkcja dżetów z podwójną wymianą Pomeronu jest przykładem bardzo interesującego procesu dyfrakcyjnego, w którym można zaobserwować dwa protony rozproszone pod małymi kątami. Badania mechanizmu tego procesu umożliwią badanie struktury Pomeronu. Celem pracy jest optymalizacja środowiska punktu pracy LHC w celu efektywnego pomiaru badanego procesu. Praca będzie polegać na analizie danych Monte Carlo wykorzystujących pełną symulację detektora ATLAS przy zmiennych założeniach dotyczących warunków pracy akceleratora.

**Wymagania: podstawy mechaniki kwantowej, fizyki cząstek elementarnych i statystycznej analizy danych doświadczalnych. Podstawy programowania w języku C/C++.**

## II. Detektor ALFA

Zadaniem detektorów ALFA (Absolute Luminosity For ATLAS) eksperymentu ATLAS jest zarówno pomiar absolutnej świetlności akceleratora LHC jak i kalibracji innych systemów detektora ATLAS w celu pomiaru świetlności względnej. Detektory te położone są po obu stronach punktu oddziaływania w odległości 220 metrów. Wykorzystanie mechanizmu „Garnków Rzymskich” umożliwia umieszczenie aparatury pomiarowej w bezpośrednim sąsiedztwie wiązki protonowej. Pomiar absolutnej świetlności akceleratora oparty jest o pomiar elastycznego rozpraszania protonów w zakresie bardzo małych kątów to jest w zakresie dominacji amplitudy kulombowskiej i interferencji amplitud kulombowskiej i jądrowej. Pierwsze dane uzyskano przy pomocy detektora ALFA w 2010 roku, a rok później zgromadzono znacząca statystykę przy specjalnym ustawieniu punktu pracy akceleratora. Przy pomocy detektorów ALFA można z powodzeniem tagować przypadki procesów dyfrakcyjnych lub o podobnej sygnaturze, w których wyprodukowane cząstki stanu końcowego są mierzone przez centralny detektor ATLAS.



Rysunek: **Z lewej:** Stacja ALFA zainstalowana w tunelu akceleratora LHC.  
**Z prawej:** Aktywna część detektora zbudowana z włókien scyntylacyjnych.

**Tematy prac c. d.:**

### **4. Analiza danych dyfrakcyjnych zebranych z wykorzystaniem detektora ALFA.**

Celem pracy jest opracowanie efektywnych algorytmów wyboru przypadków dyfrakcyjnych i analiza fizyczna przypadków nierezonansowej produkcji układów pionów i kaonów.

**Wymagania:** podstawy mechaniki kwantowej, fizyki cząstek elementarnych i statystycznej analizy danych doświadczalnych. Podstawy programowania w języku C/C++.

**5. Analiza kaskad hadronowych zarejestrowanych przez detektory ALFA oraz porównanie z przewidywaniami teoretycznymi.**

Protony docierające do detektorów ALFA mogą oddziaływać w materiale „Garnków Rzymskich” lub detektora i powodować powstanie kaskad hadronowych. Z punktu widzenia pomiaru przypadków rozpraszania elastycznego i dyfrakcyjnego kaskady takie stanowią tło. Z drugiej strony przypadki tego typu nie były badane przy energiach rzędu TeV. Analiza ich charakterystyk i porównanie z symulacjami Monte Carlo stanowić wniesie istotny wkład w opracowanie algorytmu rozpoznawania i odrzucania tła.

**Wymagania: podstawy mechaniki kwantowej, fizyki cząstek elementarnych i statystycznej analizy danych doświadczalnych. Podstawy programowania w języku C/C++.**

**6. Wyznaczanie położenia detektorów ALFA w oparciu o zebrane dane doświadczalne.**

Precyzyjne wyznaczenie położenia detektorów stanowi o sukcesie prowadzonych pomiarów. Celem pracy jest wyznaczenie położenia detektorów ALFA (bezwzględnego i względnego) w oparciu o zgromadzone dane doświadczalne.

**Wymagania: podstawy mechaniki kwantowej, fizyki cząstek elementarnych i statystycznej analizy danych doświadczalnych. Podstawy programowania w języku C/C++.**

**7. Opracowanie i implementacja generatora Monte Carlo przypadków centralnej produkcji par pionów i kaonów.**

Celem pracy jest projekt i implementacja generatora Monte Carlo przypadków „miękkiej” centralnej dyfrakcyjnej produkcji pionów i kaonów. Integralną częścią pracy będzie przeprowadzenie testów i porównań z obliczeniami fenomenologicznymi.

**Wymagania: podstawy mechaniki kwantowej, fizyki cząstek elementarnych i statystycznej analizy danych doświadczalnych. Podstawy programowania w języku C/C++.**

Dr hab. Janusz Chwastowski, prof. IFJ

*e-mail: Janusz.Chwastowski@ifj.edu.pl*