

Nr umowy: UMO-2018/29/B/ST2/02576

Tytuł: Opis fotoprodukcji lekkich mezonów

Cel projektu

Głównym celem projektu jest stworzenie i zastosowanie teoretycznych modeli fotoprodukcji mezonów o masie poniżej 2 GeV w wielu falach cząstkowych w celu znalezienia mezonów egzotycznych ($2q2q$, gg , mezon-mezon i hybrydy). Egzotyczne mezony odróżniają się od standardowych qq niekonwencjonalnymi liczbami kwantowymi albo rozpadami i mechanizmami produkcji. Dwa eksperymenty, które mogą wykryć te mezony (GlueX i CLAS12) zaczęły już zbieranie danych w Jefferson Laboratory (JLab) w USA.

Planowane prace będą prowadzone przez trzech fizyków teoretyków hadronowych (i doktoranta) pracujących w ścisłej współpracy z fizykami doświadczalnymi w Włoch i JLab (i z innych miejsc w Europie), którzy mają duże doświadczenie w modelowaniu i w analizie danych z fotoprodukcji. Planowane są ponadto wspólne prace z teoretykami (zwłaszcza z oddziału teorii w JLab) od lat zajmującymi się budową modeli, które są obecnie lub będą w niedługiej przyszłości wykorzystywane przez grupy doświadczalne wymienione powyżej. Kierownik i wykonawcy niniejszego projektu mają bogate doświadczenie w pracy zarówno indywidualnej, jak i grupowej z zespołami prowadzącymi badania nad fotoprodukcją i oddziaływaniami mezonów. Kierownik projektu specjalizuje się w modelowaniu oddziaływań lekkich mezonów w różnych stanach końcowych a wykonawcy w budowie i testowaniu pełnych amplitud fotoprodukcji i analizie danych (Ł. Bibrzycki), jak również w modelowaniu wewnętrznej struktury hadronów (F. Giacosa).

Celem planowanych prac związanych z doświadczeniami jest analiza danych zebranych dotychczas i planowanie przyszłych pomiarów. Prace teoretyczne mają na celu znaczne zwiększenie dokładności przewidywań w już opisywanych kanałach oraz obliczanie amplitud fotoprodukcji w nowych kanałach. Planowane są prace nad rozszerzeniem dwuciałowych amplitud oddziaływań mezonów w stanach końcowych w celu uwzględnienia kolejnych kanałów oraz narzucenia więzów wynikających z symetrii skrzyżowania. Modyfikacje te oraz nowe opracowania konieczne są z uwagi na, stawiane przez grupy doświadczalne, wymogi wysokiej precyzji analiz. Wynika to z oczekiwanych słabych sygnałów od mezonów egzotycznych (szczególnie hybrydowych) co powoduje konieczność stosowania bardzo dokładnych i pewnych amplitud we wszystkich kanałach dwuciałowych o różnych liczbach kwantowych. Duże doświadczenie kierownika i wykonawców projektu pozwala na wykonanie tego zadania.

Planowane kontakty z grupami doświadczalnymi umożliwią bezpośredni dostęp do nieanalizowanych jeszcze danych oraz do informacji na temat warunków i ograniczeń istniejących w czasie ich zbierania. Jest to niezbędne do analizy liczb kwantowych rezonansów, sprzężeń do fotonów i innych mezonów, mechanizmów produkcji oraz do analizy ich wewnętrznej struktury. W rezultacie prac powstanie zbiór amplitud fotoprodukcji rezonansów w różnych falach cząstkowych o masach do około 2 GeV oraz długo oczekiwana analiza ich widma w wielu falach cząstkowych.

Uzyskane jednoznaczne i precyzyjne amplitudy będą przedstawiane w licznych artykułach w recenzowanych czasopismach oraz na wybranych konferencjach. Autorzy tego projektu, w oparciu o wcześniej analizowane przez nich a dostosowane do wymagań eksperymentu amplitudy, dostarczą grupom doświadczalnym pracującym dla CLAS12 i GlueX pełne informacje potrzebne do wyboru kanałów mezonowych i koniecznych ograniczeń kinematycznych. Skróci to czas przygotowania eksperymentu dla każdego kanału mezonowego oraz umożliwi korygowanie wprowadzonych ograniczeń i kontrolę wyników już w trakcie jego wykonywania. Skrócony zostanie również czas analizy teoretycznej zebranych wyników. Wykonana zostanie jedna z pierwszych analiz danych eksperymentu GlueX.

Planowane jest zbadanie wielu kanałów (jak $\pi\pi$, KK , $\pi\eta$, $\pi\eta'$, $\eta\eta$, $\pi\rho$ oraz typu $\rho\rho$) w różnych

spinowych i izospinowych falach cząstkowych, w których układy dwukwarkowe i egzotyczne mogą się pojawiać. Pomoże to w długo oczekiwanym wyjaśnieniu problemu istnienia lub nieistnienia egzotycznych mezonów w sektorze lekkich kwarków (w sektorze ciężkich kwarków istnienie egzotyków jest potwierdzone) i do głębszego zrozumienia uwięzienia kwarków, ich oddziaływań z gluonami oraz istnienia gluonowych stanów związanych i cząsteczek mezonowych. Są to podstawowe badania w ramach standardowego modelu QCD, które muszą być przeprowadzone razem z (lub nawet przed) szukaniem śladów fizyki poza modelem standardowym i które wymagają dalszych wyjaśnień i połączonych prac teoretyków i doświadczalników.