

Nr umowy: 2018/31/B/ST2/03537

Tytuł: Badanie nowych efektów perturbacyjnej i nieperturbacyjnej chromodynamiki kwantowej w różnych nietypowych procesach.

Cel naukowy projektu:

Nasz grant dotyczy analizy produkcji różnych obiektów mikroskopowych takich jak mezony, pary mezonów w wybranym typie procesów. Rozważamy procesy, dla których obliczenia tak zwanego przekroju czynnego mogą być wykonane nie tylko metodami perturbacyjnymi ale wymagają modelowania, które ma doprowadzić do zgodności z danymi eksperymentalnymi. W naszym projekcie celowo rozważamy szeroką gamę procesów włączając zderzenia proton-proton, proton-jądro oraz tak zwane zderzenia jąder, w których nie dochodzi na ogół do bezpośrednich zderzeń, a obiekty są kreowane niejako na odległość, na skutek oddziaływania fotonów tworzących chmurę wokół relatywistycznych jąder.

Duża część rozważanych procesów dotyczy zderzeń z małą liczbą produkowanych cząstek. Rozważamy też procesy inkluzywne, kiedy interesuje nas jeden rodzaj cząstek, a o reszcie po prostu zapominamy. Takimi obiektami które nas interesują są na przykład mezony zawierające kwark lub antykwark powabny. Mezony te są niestabilne i rozpadają się produkując elektrony (lub miony) oraz neutrino (cząstki bardzo słabo oddziałujące z materią). Takie procesy zachodzą również w atmosferze ziemskiej kiedy padające cząstki promieniowania kosmicznego, na ogół protony, oddziałują z jądrami atmosfery. Takie neutrino są mierzone w eksperymencie IceCube na biegunie południowym. Wypracowane przez nas metody pozwalają wyliczyć produkcję neutrino. Zaproponowaliśmy nowe mechanizmy produkcji mezonów z powabem, co prowadzić może do zwiększonej produkcji wysokoenergetycznych neutrino. Pragniemy przeanalizować tego konsekwencje.

Rozważymy również procesy produkcji par mezonów w zderzeniach proton-proton ($pp - pp$ M^-M). Mamy nadzieję, że w ten sposób możemy poszukiwać, a w zasadzie zidentyfikować obiekty składające się wyłącznie (lub prawie wyłącznie) z gluonów – tak zwane kule gluonowe (ang. *glueballs*). Obiekty te, mimo że przewidziane teoretycznie, nie zostały dotychczas zidentyfikowane. Opracowaliśmy formalizm matematyczny jak opisywać tego typu procesy, zwane powszechnie dyfrakcyjnymi. Przewidywania teoretyczne i konfrontacja z danymi z LHC z pewnością pozwolą to lepiej zrozumieć.

Innym typem procesów które zamierzamy rozważyć są zderzenia fotonów. Mogą one być badane przy okazji zderzeń proton-proton, proton-jądro jak i jądro-jądro. Wówczas mogą być produkowane różne obiekty (cząstki). Dla przykładu przewidziane przez nas rozpraszanie na sobie fotonów w ultraperyferycznych zderzeniach ciężkich jonów zostały potwierdzone przez dwie grupy badawcze przy LHC (ATLAS i CMS). Te grupy mogły przeprowadzać analizę zderzeń fotonów dla energii większych niż 6 GeV. W obecnym grantzie zamierzamy, wspólnie z przedstawicielami dwóch innych eksperymentów (ALICE, LHCb) opracować metodę jak mierzyć zderzenia dla mniejszych energii. Warto dodać, że procesy rozpraszania światła-na-swiecie nie były dotąd nigdy badane. Rodzi się pytanie czy możemy oczekiwać niespodzianek. Część naszych badań dotyczy również natury tak zwanego pomeronu – obiektu odpowiedzialnego za rozpraszanie cząstek w obszarze wysokich energii. Część rozważanych zagadnień wiąże się również z odderonem - obiektem (teoretycznym) przewidzianym przez

kwantową chromodynamikę ale ciągle nie odkrytym, choć ostatnie wyniki sugerują jego obecność. Szczegółowa i krytyczna analiza jest potrzebna i zamierzamy ją wykonać. Nasz grant świadomie obejmuje bardzo wiele zagadnień, ale jak pokazujemy w rozszerzonym, bardziej naukowym opisie te różne, pozornie odległe zagadnienia, są ze sobą powiązane. Jesteśmy zdania że idąc szerokim frontem będziemy w stanie znaleźć rozwiązania poruszanych zagadnień. Nasze badania mają również na celu dostarczenie nowych propozycji eksperymentów lub nowych analiz już zgromadzonych danych eksperymentalnych.