

Mgr inż. Milena Piotrowska

Tytuł pracy doktorskiej: **Study of conventional and non-conventional scalar and vector mesons.**

Streszczenie

Pomimo ogromnego postępu w dziedzinie fizyki cząstek elementarnych wciąż niewyjaśnionych pozostaje wiele kwestii, które mogą przyczynić się do lepszego zrozumienia budowy materii. Spośród ogromnej liczby istniejących cząstek, w niniejszej pracy uwagę skupiamy na konwencjonalnych oraz niekonwencjonalnych mezonach opisanych skalarnymi oraz wektorowymi liczbami kwantowymi.

Mezony konwencjonalne, które w przyrodzie występują w zdecydowanej większości, składają się z par kwark-antykwar. Znanych jest jednak coraz więcej dowodów potwierdzających istnienie mezonów niekonwencjonalnych takich jak glueballe, hybrydy czy też obiekty czterokwarkowe, których budowa wykracza poza ten prosty schemat.

Stosując efektywne modele kwantowej teorii pola systematyzujemy wiedzę dotyczącą mezonów konwencjonalnych, wyjaśniamy naturę kilku zagadkowych mezonów niekonwencjonalnych oraz dokonujemy licznych przewidywań teoretycznych.

Zrozumieliśmy, że dwa nonety mezonów wektorowych, jeden ze wzbudzeniem radialnym zawierającym stany $\{\rho(1450), K^*(1410), \omega(1420), \phi(1680)\}$, drugi ze wzbudzeniem orbitalnym ze stanami $\{\rho(1700), K^*(1680), \omega(1650), \phi(1959)\}$, bardzo dobrze wpisują się w obraz konwencjonalny. Oprócz analizy szeregu kanałów rozpadu dokonujemy przewidywań dla nieodkrytego jeszcze eksperymentalnie stanu $s\bar{s}$ o liczbach kwantowych 1^3D_1 , w niniejszej pracy oznaczonego jako $\phi(1959)$. Wykazaliśmy, że poszukiwany stan rozpada się głównie do kanałów $\bar{K}K^*(892)$ oraz $\bar{K}K$, ale możliwy jest również rozpad do pary $\gamma\eta$. Taki wynik daje nadzieję na odkrycie mezonu $\phi(1959)$ w trwających eksperymentach GlueX i CLAS12 w Jefferson Lab.

Co dotyczy mezonów niekonwencjonalnych, pokazaliśmy, że naturę niektórych z nich można zrozumieć poprzez mechanizm dynamicznej generacji biegunów stowarzyszonych.

Analiza sektora skalarnego potwierdziła istnienie enigmatycznego stanu $K_0^*(700)$, dopełniającego nonet lekkich mezonów poniżej energii 1 GeV. Nasze wyniki stanowią dodatkowy i niezależny dowód na to, że $K_0^*(700)$ powinien zostać zaakceptowany w spisie cząstek elementarnych w Particle Data Book jako odrębny mezon. Co więcej,

wykazaliśmy, że $K_0^*(700)$ można interpretować jako dynamicznie generowany biegun stowarzyszony do cięższego konwencjonalnego mezonu $K_0^*(1430)$.

Podobna sytuacja ma miejsce w sektorze wektorowym, gdzie uwagę skupiamy na stanie $X(3872)$. Pomimo licznych dowodów eksperymentalnych potwierdzających istnienie tego mezonu, jego natura wciąż pozostaje niewyjaśniona. Nasza analiza pokazuje, że $X(3872)$ jest dynamicznie generowanym, wirtualnym biegunem stowarzyszonym do konwencjonalnego stanu $\chi_{c1}(2P)$, dla którego również poczyniono przewidywania teoretyczne.

Stosując podobny formalizm, zbadaliśmy zagadkowy stan $Y(4008)$, zaobserwowany w eksperymencie przeprowadzonym przez kolaborację Belle. Bardziej szczegółowa analiza pokazuje jednak, że $Y(4008)$ nie jest realnym stanem a jedynie konsekwencją silnego sprzężenia mezonu $\psi(4040)$ z pętlą DD^* poprzez którą ten rozpada się w kanał $\pi^+\pi^-J/\psi$. Dochodzimy do wniosku, że nie każda wypukłość pojawiająca się w danych eksperymentalnych odpowiada realnej cząstce.

16.09.2020

Milena Piotrowska