

Arkadiusz Paweł Trawiński
Instytut Fizyki Teoretycznej
Wydział Fizyki, UW

Funkcje falowe hadronów z korespondencji AdS/QCD

Streszczenie

W rozprawie doktorskiej wykazano, że sformułowanie kwantowej teorii pola na froncie świetlnym wraz z procedurą grupy renormalizacji dla cząstek efektywnych prowadzi do dwóch opisów hadronów, z których jeden został nazwany pełnym, a drugi efektywnym.

Hadron w pełnym opisie jest reprezentowany w przestrzeni Focka przez zestaw funkcji falowych, z których każda, oprócz zależności od pędów, spinów, polaryzacji i kolorów, zależy również od parametru grupy renormalizacji λ . W tym opisie hadron spełnia równanie własne QCD z wartością własną równą masie hadronu podniesionej do kwadratu.

Hadron w efektywnym opisie reprezentowany jest jako dwuciałowy układ zbudowany ze składnika aktywnego oraz jądra. Układ ten wywodzi się z opisu oddziaływania hadronu z fotonem i prowadzi do poprawnego opisu elektromagnetycznej funkcji kształtu hadronu. Funkcja falowa efektywnego układu spełnia równanie Schrödingera z wartością własną równą masie hadronu podniesionej do kwadratu i jest niezależna od λ . W tym podejściu uśrednia się po wybranym aktywnym składniku oraz po jego spektatorach. Tę procedurę wykonuje się w każdym sektorze Focka hadronu a wkłady od wszystkich sektorów sumują się do ostatecznego równania na jedną efektywną funkcję falową. Procedura ta nazwana została procedurą Ehrenfesta.

Opis hadronu w procedurze Ehrenfesta ściśle łączy się z hologafią na froncie świetlnym, która pozwala przewidzieć kształt efektywnego potencjału. Holografia na froncie świetlnym wywodzi się z korespondencji AdS/QCD i wraz z innymi modelami mezonów sformułowanymi na froncie świetlnym sugeruje kwadratowy potencjał. Wykazano, że powszechnie uznany liniowy potencjał w tradycyjnym sformułowaniu teorii zgadza się z kwadratowym potencjałem w sformułowaniu teorii na froncie świetlnym.

Ponadto zauważono, że w przypadku mezonów efektywna funkcja falowa Ehrenfesta może przybliżyć funkcję falową najniższego sektora Focka mezonu dla małego λ . Przyjmując tę równowagę oraz kwadratowy kształt efektywnego potencjału, znaleziono funkcję falową Ehrenfesta dla pionu. Funkcja ta pozostaje w zgodzie z wynikami pomiarów eksperymentalnych takich wielkości, jak promień pionu, stała rozpadu pionu oraz funkcja kształtu pionu do wartości $Q^2 = 1 \text{ GeV}^2$.

Rozwinięty w tej dysertacji formalizm rozpraszania dwóch hadronów pozwala na opis dyfrakcyjnego rozpraszania pionu na jądrze. W tym opisie kluczową rolę odgrywa W -transformacja, pozwalająca na wyrażenie stanu hadronu zapisanego dla jednej wartości parametru λ przez stan hadronu zapisany dla innej wartości λ . W rezultacie, znaleziona funkcja falowa pionu z sukcesem posłużyła do odtworzenia wyników eksperymentu E791, w którym zmierzono rozkład pędu poprzecznego oraz podłużnego dwóch jetów, pojawiający się w wyniku rozpraszania wiązki pionów na jądrze platyny.