

Posudek na doktorskou disertaci

“Lagrangians for effective field theories and their properties“

autora Jaroslava Trnky.

V úvodní kapitole 1 disertace je stručným a srozumitelným způsobem prezentována problematika, kterou se zabývají následující kapitoly. Jsou zde také shrnuty hlavní výsledky kapitol 2 – 4. Práci je možné tematicky rozdělit na dvě části: kapitoly 2 a 3 a kapitolu 4.

První část disertace se zabývá studiem některých aspektů - dvou bodová korelační funkce (kapitola 2) a efektivní popis částice se spinem 1 (kapitola 3) - chirální poruchové teorie s rezonancemi (Resonance Chiral Theory– RChT). Tato teorie, která vedle Goldstonových bosonů explicitně obsahuje také pole odpovídající mesonovým rezonancím, je rozšířením chirální poruchové teorie do rezonanční oblasti, tj. přibližně do oblasti energií 0.7 -- 2 GeV. Popis této oblasti je velice náročný, jednak vzhledem k rostoucímu počtu částic (rezonancí) aktivně se podílejících na různých procesech, a jednak vzhledem k technickému problému uspořádání poruchového rozvoje efektivního lagranžiánu (chybí vhodný parametr pro poruchový rozvoj).

Dvoubodová korelační funkce SS – PP je počítána v RChT v přiblížení do jedné smyčky (NLO) s příspěvkem skalárních, pseudoskalárních, vektorových a pseudovektorových rezonancí. Výsledky jsou srovnány s výsledky výpočtu při nízkých energiích v rámci chirální poruchové teorie (nízkoenergetický rozklad) a s výsledky přístupu používaného v oblasti vyšších energií (Operator Product Expansion). Požadavek na konzistentnost těchto přístupů dává omezení na volné parametry efektivního (RChT) lagranžiánu.

Nejednoznačnost popisu vektorových částic (nadbytečné stupně volnosti), které také přispívají do korelační funkce, je diskutována v samostatné kapitole 3. Jsou zde srovnány tři možné přístupy k popisu: „Proca“, „Antisymmetric tensor“ a „First order“ formalismy. S jejich pomocí jsou počítány na smyčkové úrovni vlastní energie v propagátoru. V závěru jsou uvedeny a diskutovány příklady možných pólů v propagátoru.

V druhé části disertace (kapitola 4) je s využitím nové metody, vyvinuté při studiu Yang-Millsových teorií – rekurentní relace Britto-Cachazo-Feng-Witten (BCFW), studována amplituda rozptylu v nelineárním sigma modelu. V rámci tohoto modelu jsou napsány analogické BCFW relace pro rozptylovou amplitudu (pro pseudo-goldstonovské bosony) na stromové úrovni a s jejich pomocí zkoumány některé vlastnosti amplitudy, nař. přítomnost Adlerovy nuly.

Technicke podrobnosti použité v kapitolách 2 – 4, které však nejsou při výkladu nezbytné, jsou uvedeny v apendixech za jednotlivými kapitolami.

Výsledky práce jsou publikovány: kapitola 2 ve Phys. Rev. D 81 (2010) 056005 a

arXiv: 0912.0495 (hep-ph); kapitola 3 ve Phys. Rev. D 81 (2010) 116004 a arXiv: 0912.5289 (hep-ph); kapitola 4 v arXiv: 1304.3048 (hep-th).

Disertace je napsána v anglickém jazyce v přehledné a srozumitelné formě s malým počtem překlepů, které nebudu uvádět. K disertaci nemám žádné podstatné výhrady, pouze k formální stránce mám malé výhrady: myslím si, že by bylo vhodnější použít pro odkazy na rovnice v úvodní kapitole 1 číslování rovnic v této kapitole a nikoliv značení stejných rovnic v následujících kapitolách. Dále jsem si všiml, že v seznamu literatury jsou některé zdroje uvedeny víckrát.

K autorovi mám otázky:

V kapitole 2.8 se zavádí „the pole mass“ pro iso-vektor skalární resonanci $a_0(980)$ a pro pseudo-skalární resonanci $\pi(1300)$.

1. Nebylo by lepší pro charakteristiku resonancí uvádět raději přímo polohu pólu místo hmoty a šířky, které jsou modelově závislé?
2. Je možné také získat (nebo byly již získány?) podobné charakteristiky pro iso-skalár-skalární a vektorové resonance?

Závěrem mohu konstatovat, že dle mého názoru je práce uvedená v disertaci velice kvalitní a na velmi vysoké úrovni. Je ji možné považovat za přínosnou v oblasti zkoumání a rozvíjení efektivních teorií QCD. Předložená práce tedy plně splňuje požadavky na disertaci. Proto navrhuji, aby po úspěšné obhajobě byl RNDr. Jaroslavu Trnkovi udělen titul Ph.D.

V Řeži, 8. 12. 2013

RNDr. Petr Bydžovský, CSc.