

Oponentský posudek doktorské práce

Marián Kolesár: Chiral perturbation theory and the low energy phenomenology of pseudoscalar mesons

Doktorská práce Mariána Kolesára se zabývá problematikou konstrukce a použití efektivní polní teorie pro kvatovou chromodynamiku (QCD), známou jako chirální poruchová teorie. Práce je rozdělena na dvě části. První část (str. 9-52) obsahuje široký úvod do problematiky, zatímco druhá část (str.53-137) víceméně beze změny přetiskuje tři doktorandovy články s původními výsledky (každý v samostatné kapitole). Pro lepší orientaci a vzájemné provázání je každá kapitola v druhé části opatřena předmluvou. Disertace je zakončena a shrnuta v poslední deváté kapitole. Práce působí jednotně, a přestože jednotlivé mezivýsledky vznikaly v relativně dlouhých časových odstupech, logicky na sebe navazují a doplňují se.

Rámcem doktorandova studia je chirální poruchová teorie (ChPT) – efektivní teorie jež je postavena na globální symetrii QCD, tzv. chirální symetrii. Právě charakter a narušení této symetrie tvoří jádro předkládané práce. Je zajímavé, že tento stěžejní bod ChPT nebyl do dnešních dnů plně osvětlen, ať už experimentálně, nebo pomocí teoretických simulací (např. tzv. lattice). Je pikantní, že příroda nakonec mohla zvolit „kompromis“ a (velice) zhruba řečeno pro tzv. SU(2) ChPT vybrat jednu možnost narušení (standardní), zatímco pro SU(3) tzv. generalizovanou, což by bylo možno vysvětlit faktem, že fluktuace ss párů způsobí potlačení kvarkového kondenzátu (ne nepodobné situaci feromagnetu a antiferomagnetu). Mgr. Kolesár tyto zajímavé aspekty studuje v kaptiolách 6, 7 a 8 v rámci η mesonových rozpadů a procesů.

Co se týče formální stránky nemám sebemenších výhrad – práce je napsána dobrou a čtivou angličtinou s minimálním počtem překlepů:

- str. 20: (1.59) chybí vlnovka v theta členu
- str. 26 za (2.6) : navíc a: „... can be used as ~~an~~ an expansion ...“
- str. 32: bellow → below
- str. 32: začátek věty malé písmeno: in [27] it was...
- str. 32: condesate → condensate
- str. 33: (3.8) $m_2 \rightarrow m_s$
- str. 40: (4.21) doporučoval bych vytknout polynom R i ze subtrakčního polynomu P, aby bylo vidět explicitní snížení počtu subtrakcí
- str. 140: chybí 's': „Next-to-leading order correction(s) to the examined observables were found...“

K samotnému obsahu textu bych měl dále tyto poznámky, resp. dotazy.

1. Ve vzorci (1.59) autor opomněl zapsat duál ke gluonovému poli (nemluvě o tom, že tento možný člen není vůbec diskutován v kapitole 1.1). Což mně vede k dotazu, jaký je dnešní status tohoto členu, případně jaký je na něj pohled v rámci ChPT.
2. Rád bych, aby aspirant doplnil diskuzi k prvnímu odstavci 4.3 na str.42. Myslím, že není úplně přesné tvrzení o ekvivalenci mezi řádem polynomu a počtem subtrakcí.
3. Obrázek 5.3 na str. 47 měl demonstrovat potlačení ve velkém počtu barev u neplanárního diagramu. Ovšem diagram se dá nakreslit ekvivalentně i planárně:



Rád bych slyšel komentář z hlediska potlačení velkého N_c .

4. Na straně 35 postrádám diskuzi nebo alespoň odkaz na nejnovější práce ke skalárním rezonancím sigma a kappa (Caprini et al. a Descotes et al.). Myslím tedy, že odkaz na [46] není v dnešní době už plně oprávněn.
5. Podobná poznámka směřuje ke konci sekce 5.3 a týká se chybějící diskuze k saturaci nízkenergetických konstant na $O(p^6)$.
6. Poslední otázka se vztahuje k případnému experimentu pro studium eta mesonu a studovaných procesů. Podotázka: bude-li zatím nový experiment nereálný, neexistuje ještě prostor v Kaon sektoru (případně doplněním existujících prací na toto téma)?

Rád bych znovu uvedl, že autor zvolil přiměřenou formu pro sepsání doktorské práce, která se mi dobře četla. Nicméně nevyužil všech možností, které se při takovém sepisování nabízejí. Například celá práce neobsahuje žádný appendix (nepočítáme-li appendix u článku v kapitole 8). Umožnilo by to ještě větší odlehčení textu, případně doplnění věcí na které autor odkazuje do literatury a tím ulehčení práce případnému zájemci, který by tuto práci bral jako materiál uvozující do problematiky.

Na závěr bych rád zdůraznil jeden opomíjený, ale přesto důležitý aspekt ChPT. Je to teorie, která se ve své kanonické formě rozvíjí již více než 20 let. Zdálo by se, že již dosáhla svého maxima a v dnešní době můžeme sledovat jen její jisté přešlapování. Myslím si ale, že opak je pravdou. Teprve dnes začínáme odkrývat důležité a koncepční věci, které stojí v základu této teorie. Práci Mariána Kolesára proto vidím jako nesmírně důležitou a aktuální. Je také dobré si uvědomit, že je to naše zatím jediná *netriviální* efektivní teorie, kde známe 'underlying model'. Jako taková je tedy zdrojem inspirace pro studia při hledání teorie za standardním modelem (z poslední doby např. Little Higgs).

Přes menší výhrady a některé kritické poznámky, jež jsem zde uvedl, považuji předkládanou práci za výbornou a nikterak nezpochybňuji její výsledky. Doktorand prokázal schopnost samostatně vědecky pracovat, v práci uvádí původní výsledky, které vytvořil a které byly publikovány v recenzovaných časopisech a rovněž je úspěšně prezentuje na mezinárodních konferencích a seminářích. Navrhuji, aby na základě úspěšné obhajoby předložené práce byla Mgr. Mariánovi Kolesárovi udělena vědecká hodnost PhD.

V PSI 22. července 2008



