

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> posudek vedoucího | <input checked="" type="checkbox"/> posudek oponenta |
| <input type="checkbox"/> bakalářské práce | <input checked="" type="checkbox"/> diplomové práce |

Autor: **Jaroslav Trnka**

Název práce: **Resonances in Chiral perturbation theory**

Studijní program a obor: **Theoretical physics**

Rok odevzdání: **2007**

Jméno a tituly oponenta: **RNDr. Karol Kampf, Ph.D.**

Pracoviště: **ÚČJF**

Odborná úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Věcné chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu přiměřený počet méně podstatné četné závažné

Výsledky:

- originální původní i převzaté netriviální kompilace citované z literatury opsané

Použité metody:

- nestandardní standardní obojí

Aplikovatelnost:

- přínos pro teorii přínos pro praxi bez přínosu nedovedu posoudit

Rozsah práce:

- veliký standardní dostatečný nedostatečný

Grafická, jazyková a formální úroveň:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Tiskové chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet četné

Celková úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky oponenta:

Diplomová práce se zabývá studiem rezonancí v chirální poruchové teorii (ChPT), což je efektivní teorie kvantové chromodynamiky pro nízké energie, tj. přesněji, popisuje interakce a vlastnosti lehkých pseudoskalárních mezonů. Je to teorie, která je již víc jak 20 let plně etablována, nicméně je to pořád živá a rozvíjející se možnost nebo nástroj k pochopení a uchopení hadronů. Studium rezonancí je samozřejmě velice široké téma a je dobře, že je v práci zúženo pouze na popis tzv. vektorových rezonancí. Jsou to (zhruba řečeno, a ne úplně přesně) ty „nejdůležitější“ rezonance, což se vyjadřuje termínem 'vector meson dominance' (VMD). Přesnější název práce by přesto mohl znít 'Vector resonances in ChPT'.

Práce obsahuje úvod, šest kapitol, tři appendixy a seznam použité literatury. Na začátku je navíc pro přehlednost uvedeno pět článků, na kterých J. Trnka v souvislosti s diplomovou prací pracoval, resp. pracuje (dva články jsou v přípravě). Protože jsem na těchto člancích s diplomantem a jeho školitelem Dr. J. Novotným spolupracoval, nesluší se asi abych se vyjadřoval k jejich vědecké hodnotě a dále bych se soustředil na věci, které jdou nad jejich rámec. Rád bych nicméně zdůraznil, že se jednalo o recenzované publikace a jednotlivé části byly prezentovány na mezinárodních konferencích a seminářích a především, že sám diplomant naše výsledky samostatně prezentoval na dvou zahraničních školách a jedné konferenci.

První kapitola představuje úvod do ChPT. Na čtrnácti stránkách můžeme najít zhuštěnou podobu toho nejdůležitějšího k vysvětlení základů této teorie. Myslím, že je napsána srozumitelnou a přehlednou formou. Mám jenom několik poznámek: doplnil bych na některé místa citace, nebo bych je upřesnil (konkrétně např.: Goldstonův teorém, str. 8, problém s theta-členem, str. 9, nebo komutační relace s/bez Schwingrových členů, str. 12, chybí odkazy úplně). Některé souvislosti by zasloužily detailnější popis (např.: popis 'small quantity' str. 17, nebo problém s renormalizací, str.19).

Druhá kapitola popisuje zakomponování rezonancí jako aktivních stupňů volnosti do ChPT, jehož výsledkem je tzv. RChT (chirální teorie rezonancí). Tato kapitola představuje jak úvod do problematiky, tak novou metodu k popisu vektorových rezonancí, tzv. formalismus prvního řádu, formalismus, který rozšiřuje standardní popisy (Proca a antisymmetric tensor formalismus), které byly zatím používány k popisu 1^- rezonancí. Obecně a striktně vzato samozřejmě na formalismu fyzikální výsledek nesmí záviset, ale u efektivního přístupu musíme výpočet omezit do daného řádu a proto se různé modely a přístupy mohou v daném řádu lišit. Druhá kapitola vyčerpávajícím způsobem popisuje a porovnává jednotlivé formalismy a na formální úrovni dokazuje, že tento nový třetí způsob má šanci lépe popsat některé efekty.

Třetí kapitola, Greenovy funkce na stromové úrovni, obsahuje, podobně jako kapitola druhá, jak úvodní, vysvětlující část, tak vlastní výpočty diplomanta. Spolu s Apendixem A jsou zde názorně vysvětleny pojmy jako „Greenova funkce“, „Operator product expansion“, „Feynmanovy diagramy“... Některé pojmy by samozřejmě zasloužily detailnější vysvětlení (např. souvislost korelátoru s fyzikálním procesem, (3.1.11)), důležitější jsou ale vlastní výpočty v sekci 3.2 , 3.3 a Apendixu B. Jedná se o výpočet $\langle PP \rangle$, $\langle VV \rangle$, $\langle VVP \rangle$ korelátorů a vektorového formfaktoru. Jedná se jak o rozšíření a doplnění již existujících výpočtů, tak o úplně nový přístup v případě formalismu prvního řádu. Výsledky jsou velice zajímavé, ale bohužel ne úplně jednoduché a jednoznačné. S touto a poslední částí diplomové práce souvisí také můj 'námět do diskuze'.

Třetí kapitola ilustrovala potenciál nového formalismu, ale ukázala také nutnost studia dalších jeho aplikací. Návrh takového výpočtu je obsahem kapitoly 4. Jedná se o aplikaci použití čtyřbodového korelátoru k výpočtu Comptonova rozptylu. Rád bych zdůraznil, že čtyřbodové korelátorů jsou v současné době předmětem zájmu více teoretických skupin, ale zatím bez jakéhokoliv prezentovaného výsledku. Není proto zatím jasné, co můžeme v této oblasti očekávat a co nám přinese. Práce diplomanta v této oblasti je velice přínosná a v kombinaci s dalšími výpočty může pomoci pochopit některé vlastnosti hadronových rezonancí.

Ještě více aktuální a zajímavé téma je dle mého názoru obsahem kapitoly 5. Prozatím byly rezonance počítány jen na stromové úrovni, což je limita nekonečného počtu barev. Chceme-li „zpřesnit“ výpočet, musíme počítat rezonance ve smyčkách a nevyhneme se tak pojmu renormalizace. Explicitním výpočtem pro propagátory diplomant zjistil, že se jsme nuceni zavést nové stupně volnosti, které se nám na této úrovni začínou propagovat. Co jsou tyto nečekané stavy, zač je zatím otázka na kterou neznáme odpověď.

Myslím si, že diplomant projevil orientaci v náročném a moderním tématu teoretické částicové fyziky. Je psaná přehledně a má výbornou jak jazykovou tak grafickou úroveň. Drobné překlepy a některé gramatické chyby, které uvádím na konci, nijak nesnižují celkovou úroveň a myslím si, že předložená práce více než splňuje předpoklady kladené na diplomovou práci a hodnotím ji známkou výborně s hvězdičkou.

Některé překlepy a drobné nedostatky:

- Introduction, poznámka 2: chybí zmínka o $SU(3)$,
- str.7, poslední věta úvodu: 'this is impossible' bych zeslabil
- (1.1.5): chybí závorka
- za (1.1.7): chybí $\langle 0 | \dots | 0 \rangle$ pro order parametr
- flavour/fluor -> obě možnosti jsou v textu
- (1.2.10) a dále: G má být kaligrafické
- str.11: pozn. 2: described detailed
- (1.2.27): chybí závorka
- před (1.2.44): jedná se o zdroje, ne proudy
- za (1.2.52): chybí zmínka o fotonu A_μ
- (1.2.60): chybí γ_5
- str. 22, pozn. 1: depends
- vztah pro A a B za (2.2.13) – špatné indexy
- (3.2.1), (3.2.2), indexy μ, ν
- str. 89: which is not true... => which is the case...
- str. 94: „As was mentioned earlier“ => in the main text
- (A.4.3) – vysvětlit, nebo doplnit citaci - není úplně standardní

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

V části 3.2 Jaroslav Trnka, spíše pro demonstraci, uvádí výpočet jednoduchého korelátoru $\langle PP \rangle$. Pro tento objekt zjišťuje, že nemá žádný příspěvek vektorových rezonancí. To je samozřejmě pravda jenom na stromové úrovni. V kapitole 5 ale zavádí celou mašinerii výpočtu dalších řádů. Myslím, že by bylo zajímavé zkusit pro tento korelátor spočítat jednosmyčkové příspěvky 1^{--} rezonancí, a tím určit dominantní příspěvek ve smyslu VMD.

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis oponenta:

V Praze 4. září 2007

