Posudek na doktorskou disertaci

"Chiral perturbation theory and the low energy phenomenology of pseudoscalar mesons"

autora Mariána Kolesára.

Chirální poruchová teorie (ch.p.t.) je v současnosti jedním z důležitých nástrojů zkoumání procesů zahrnujících hadrony při nízkých energiích. Jedná se o efektivní teorii vycházející z obecnější teorie silných interakcí QCD, která určitým způsobem řeší zásadní problém - neporuchový charakter QCD při nízkých energiích. V chirálním lagranžiánu tedy vystupují stupně volnosti, které odpovídají pozorovaným objektům, mesonům a baryonům.

Lagranžián v ch.p.t. je konstruován tak, aby vyhovoval symetrii QCD – chirální symetrii (ch.s.), která je však narušena nenulovostí hmot kvarků. Různé předpoklady o rozsahu ch.s. – SU(2) nebo SU(3), spolu s různými možnými schématy konstrukce poruchových řad v efektivní teorii – Standard, Generalized, Resumed, může v některých případech vést k různému chování poruchových řad pro pozorovatelné veličiny. Prověření citlivosti předpovědí k různým předpokladům v rámci různých přístupů k poruchovým výpočtům je tedy nutností pro to, aby byla ch.p.t. spolehlivým nástrojem pro studium hadronových procesů při nízkých energiích.

Cílem disertace bylo studium různých přístupů ke konstrukci poruchových rozvojů pro pozorovatelné veličiny srovnáním předpovědí pro konkrétní procesy (rozpad η mesonu na $2\pi^0 2\gamma$ a rozptyl $\pi\eta$ mesonů).

Disertace se skládá ze dvou částí. V první části je nejprve stručnou ale srozumitelnou formou podán přehled o problematice ch.p.t. (symetrie QCD a její narušení, konstrukce efektivního lagranžiánu, různá schémata konstrukce poruchových řad v chirální teorii a důsledky vyplývající ze spontánního narušení ch.s.). V kapitole 4 je podán alternativní přístup k popisu rozptylu pseudoskalárních mezonů založený na vlastnostech S-matice: analytičnosti, unitaritě a „crossing symetrii". Tento přístup je konkrétně vyjádřen v „Reconstruction theorem", který předepisuje dispersní relace pro amplitudu rozptylu. Rozšíření efektivní teorie o další stupně volnosti – rezonanční stavy, je věnována kapitola 5.

V druhé části disertace jsou uvedeny originální výsledky ve formě tří publikovaných prací. V první z nich (kap.6) jsou uvedeny výsledky výpočtů rozpadové šířky η mesonu na $2\pi^0 2\gamma$ v rámci „Generalized chiral perturbation theory". Bylo ukázáno, že výpočet na stromové úrovni je značně citlivý k narušení standardního schématu ch.p.t. Výpočtu rozpadové konstanty v rámci „Resummed Chiral perturbation theory" a srovnání s jinými přístupy je věnována kapitola 7. Hlavní část práce je soustředěna v nejrozsáhlejší kapitole 8 věnované rozptylu $\pi\eta$. V rámci SU(3) ch.p.t. jsou zde studovány různé verze chirálních rozvojů (Standard, Resumed and Generalized). Tato část disertace byla jako celek přijata do tisku v European Physical Journal C.

Nové výsledky, které jsou uvedeny v závěrech kapitol 6, 7 a 8, rozšiřují naše znalosti o vlastnostech a mezích použitelnosti studovaných schémat používaných v ch.p.t. V tomto smyslu jsou výsledky disertace zajímavé a jsou přínosem pro danou, v současnosti se rozvíjející oblast. Škoda jen, že absence experimentálních dat pro rozpad η na $2\pi^0 2\gamma$ a pro $\pi\eta$ rozptyl zatím neumožňuje vyvodit konkrétnější výsledky jak

je tomu v případě ππ a Kπ rozptylu. Získané výsledky však mohou být impulsem pro další experimentální činnost v dané oblasti.

Disertace je napsána v anglickém jazyce v přehledné a srozumitelné formě s malým množstvím překlepů. Mám pouze několik drobných poznámek:

- k literatuře: disertace obsahuje 4 nezávislé seznamy literatury číslované stejným způsobem, což může způsobit nedorozumění. V referencích 34, kap.8 a IV v seznamu vlastních prací je různé pořadí autorů;
- ke značení veličin: v rovnici (2.7) na str. 26 je použit stejný symbol „p" pro impuls i mesonové pole, což může zmást nezasvěceného čtenáře.

K autorovi mám tyto otázky:

- Je možné srovnat výsledky analýzy πη rozptylu s analogickými výsledky pro ππ a Kπ rozptyl z ref. 9 kapitoly 8? Konkrétněji: Je citlivost studovaných veličin na výběru schématu větší pro πη nebo ππ rozptyl?
- Lze očekávat, že budou v brzké době získána data pro studovaný rozpad η nebo pro rozptyl πη?
- Na kterých dalších procesech by bylo vhodné studovat rozdíly v chování různých schémat poruchové chirální teorie?

Závěrem mohu konstatovat, že autor prokázal znalosti v širokém okruhu temat a výpočetních technik souvisejících s chirální poruchovou teorií. Prokázal, že se umí orientovat ve složité problematice a dojít ke konkrétním závěrům, což je předpokladem k samostatné a tvořivé vědecké práci. Dle mého názoru je práce velmi kvalitní a splňuje požadavky na disertaci. Proto navrhuji, aby po úspěšné obhajobě byl Mariánovi Kolesárovi udělen titul Ph.D.

V Řeži, dne 25. 7. 2008