

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: Jonáš Dujava
Název práce: Counting Operators in Effective Field Theories
Studijní program a obor: Fyzika, Obecná fyzika (FOF)
Rok odevzdání: 2022

Jméno a tituly vedoucího: Mgr. Petr Vaško, PhD.
Pracoviště: Ústav částicové a jaderné fyziky, MFF UK
Kontaktní e-mail: vasko@ipnp.mff.cuni.cz

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

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 vedoucího:

Práce byla zadána jako rešerše úspěšných článků od skupiny autorů Henning et al., kteří od roku 2015 rozvinuli metodu výpočtu multiplicit operátorů v Lagrangiánech efektivní teorie pole. Jde o velmi náročnou bakalářskou práci sahající za standardní sylabus programu Obecná fyzika. Student se musel samostatně seznámit se základy efektivní teorie pole a především s pokročilou teorií grup. Pan Dujava se s tím vypořádal bravurně. Stačilo ho nasměrovat na relevantní literaturu a od té doby pracoval velmi samostatně s vysokým stupněm motivace. Výrazně překročil zadání, které vyžadovalo aplikaci metody výpočtu multiplicit pro skalární pole. Kromě úspěšného zreprodukování tohoto případu si byl schopen rozmyslet modifikaci metody pro pole s vyšším spinem (včetně technicky komplikovaného případu spinorů). Jako korunovací svého výkonu tuto metodu aplikoval na pole se spinem jedna (Maxwellovo pole), čímž obdržel své vlastní originální výsledky, rozšiřující ty získané v článku Chowdhury et al.

Výsledný text má excelentní logickou strukturu a je psaný rigorózním stylem, včetně klíčových důkazů (samozřejmě s využitím literatury) v technické kapitole shrnující potřebnou teorii grup. Pan Dujava byl schopný studovanou metodu přeformulovat v matematicky elegantním jazyce a tudíž z pedagogického hlediska jeho expozice pravděpodobně překonává původní články. Věřím, že tato práce může sloužit jako hodnotný úvodní text do problematiky počítání operátorů v efektivních teoriích pole. Jako doplněk je dostupný strukturovaný Mathematica kód umístěný na github.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

- Jaký je vztah mezi následujícími objekty: (i) množina všech (Lorentz invariantních) operátorů bez dodatečných relací; (ii) baze (invariantních) operátorů se započtením relací - pohybové rovnice, translační invariance, konečná dimenze prostoročasu (Gramovy relace); (iii) on-shell amplitudy rozptylu spočtené z Lagrangiánu zkonstruovaného z výše uvedených množin operátorů
- Jak obecná je grupově teoretická metoda výpočtu multiplicit invariantních operátorů? Pokud by se zadání změnilo na počítání multiplicit objektů transformujících se v netriviální reprezentaci (např. počet vlastních stavů energie v nějaké konkrétní reprezentaci globální grupy symetrie), bylo by složité metodu výpočtu modifikovat?
- Šla by tato metoda použít při konstrukci efektivní teorie gravitace? Jak by byly započítány topologické operátory zkonstruované z Riemannova tenzoru (např. Gauss-Bonnetův člen počítající Eulerovu charakteristiku prostoročasu)?

Práci:

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl

Místo, datum a podpis vedoucího:

Praha, 12. srpna 2022

Váško