

Efektivní interakce Euler-Heisenbergova typu v modelech kvantové teorie pole

Téma předložené diplomové práce, stručně vystižené jejím názvem, je už po mnoho let dobře etablovanou součástí kvantové teorie pole. Euler-Heisenbergův efektivní lagrangián odpovídající spinorové kvantové elektrodynamice (QED), lze dokonce najít v mnoha učebnicích. Pokud se však seriózní zájemce o teorii pole pokusí o jeho odvození, zjistí záhy, že je to obtížná záležitost, zejména pokud se vydá cestou přímého srovnání amplitudy jednosmyčkových diagramů se stromovou amplitudou odpovídající efektivní teorii (v angličtině se v takové situaci užívá přílehavého termínu “matching”, který v češtině bohužel nemá dostatečně výrazný ekvivalent). Pokud vyšetřujeme analogický problém v rámci plného standardního modelu (SM) elektroslabých interakcí, je třeba uvažovat také uzavřené smyčky skalárních a vektorových bosonů, podle toho, v jaké kalibraci se rozhodneme SM formulovat.

Diplomant ve své práci nejprve na základě vlastního výpočtu reprodukoval známý výsledek spinorové QED a pokračoval dále skalární elektrodynamikou a elektrodynamikou hmotných nabitých vektorových bosonů. Posledně jmenovaný model je fakticky přímo součástí SM. Filip Přeučil úspěšně zdolal výpočet Feynmanových diagram s uzavřenými smyčkami W bosonů v tzv. unitární kalibraci (kde se za propagátor W bere jeho kanonická Procaova forma). V takové formulaci problému je počet diagramů minimální, ale výpočet sám je nesmírně náročný kvůli vysokému stupni divergence jednotlivých grafů. Jsem přesvědčen, že tuto cestu zatím nikdo neprošel a v tomto smyslu je diplomantův výsledek světovým unikátem. Podařilo se mu tímto způsobem reprodukovat starý a málo známý výsledek Těrentějeva a Vaňjašina z poloviny 60. let, kteří ovšem použili úplně jinou (snazší) funkcionální Schwingerovu metodu. (Mimochodem, je zajímavé, že práce zmíněných dvou ruských teoretiků se obvykle cituje spíše v souvislosti s diskusí asymptotické volnosti v neabelovské kalibrační teorii a jejich výsledek pro efektivní EH lagrangián prošel takřka bez povšimnutí.) Funkcionální metodu Schwingerova typu diplomant diskutuje v poslední kapitole na příkladě spinorové QED. Potvrzuje se samozřejmě, že taková metoda vede k cíli mnohem rychleji než přímý výpočet Feynmanových diagramů, ale nezávislé odvození téhož výsledku dvěma zcela odlišnými metodami je vždy velkým přínosem.

Závěrem mohu konstatovat, že diplomant splnil původní zadání, z mého pohledu je dokonce překročil svým výpočtem v rámci vektorové QED – musím přiznat, že jsem o schůdnosti takové cesty pochyboval. Tím více si cením toho, že Filip Přeučil tento velmi obtížný postup dokázal realizovat. Práce je napsána přehledně kultivovanou angličtinou, což je jistě další plus. Jsem tedy přesvědčen, že diplomová práce Filipa Přeučila bezpečně splňuje standard požadovaný v oboru teoretická fyzika a navrhuji klasifikaci stupněm výborně.