

Oponentský posudek na disertační práci

Vojtěch Patkóš: Radiation corrections to atomic spectra

Předložená disertace je věnována výpočtům korekcí k hladinám energie iontů vodíkového typu v rámci kvantové elektrodynamiky (dále QED). Jde o téma v jistém smyslu klasické, neboť stálo u zrodu moderní QED jakožto funkčního modelu kvantové teorie pole na přelomu čtyřicátých a padesátých let 20. století. Dnes již učebnicovým příkladem fyzikálního efektu, o který se jedná, je známé Lambovo posunutí pro vodíkový atom, tj. rozdíl energií stavů $2P_{1/2}$ a $2S_{1/2}$, který se nedá vysvětlit pouze Diracovou rovnicí v rámci relativistické kvantové mechaniky. Průkopnickou teoretickou práci na dané téma publikoval v roce 1947 Hans Bethe a problematika „radiačních korekcí“ k atomovým hladinám v rámci QED byla pak přirozeně dosti živá zhruba do poloviny šedesátých let. V devadesátých letech pak došlo k oživení zájmu o toto téma především v souvislosti s výrazným zpřesněním spektroskopických měření. Pro konfrontaci s velmi přesnými experimentálními daty bylo tak třeba zdokonalit příslušné výpočty, především pokud jde o zahrnutí coulombovské interakce elektronu s atomovým jádrem bez použití poruchového rozvoje (tj. rozvoje v mocninách $Z\alpha$). Efekt virtuálního fotonu vlastního elektromagnetického pole elektronu se přitom obvykle vystihuje poruchovou QED na úrovni jednosmyčkového Feynmanova diagramu.


V disertaci Vojtěcha Patkóše se vyšetřuje jedna partikulární neporuchová metoda, kterou dříve formuloval jeho školitel. Metoda je založena na zobecnění multipólového rozvoje pro elektronový propagátor v coulombovském poli a představuje nepochybně zajímavou alternativu ke starším pracem jiných autorů (jako např. Jentschura et al., kteří užívají rozvoj do parciálních vln). V tomto smyslu je téma disertace aktuální a práce obsahuje řadu původních výsledků, které již ostatně byly publikovány ve Physical Review A. V tomto ohledu předložená disertace jistě splňuje požadované standardy a navíc se v ní rýsují další možné směry bádání v dané oblasti.

Pokud jde o formální zpracování disertace, mohlo být určitě lepší, zejména pokud jde o úvodní část. Rušivě zde působí občasná jazykové neobratnosti, časté vynechávání členů určitých i neurčitých a používá se také nestandardní terminologie: Anglický ekvivalent pro „radiační korekce“ je „radiative corrections“ (a nikoli „radiation“ – s tímto nesprávným tvarem se bohužel setkáme hned v názvu). Dále, na str.3 se vyskytuje termín „electric radius“, standardní je ovšem „electromagnetic“. Pokud jde o formulace v textu, mám několik dalších poznámek: Na str. 6 se uvádí, že použitá regularizace je „...rather inaccurately known as Pauli-Villars regularization“. Myslím, že tento výrok není korektní. Mimochodem, není mi úplně jasné, jakou výhodu představuje umělý přepis subtrahovaného fotonového propagátoru pomocí integrace přes λ (ale to je jen formalita). Dále, na konci prvního odstavce na str.8 je záhadná věta týkající se volby kalibrace: „Since the low-energy region itself is not gauge independent the correction term appears“. Obsahu tohoto sdělení jsem

neporozuměl. Celkově řečeno, autor mohl být vstřícnější k případnému čtenáři a trochu lépe jej zasvětit do obecnějších souvislostí. Tak např. semianalytický rozvoj funkce F (formule (1.20)) by si zasloužil podrobnější komentář, stejně tak by mohl být jasnější popis metody parciálních vln, kterou používají konkurenční autoři. Konečně, na str.17 je formule (2.39) pro dílčí příspěvek ke koeficientu A_{50} a posléze je uveden výsledek pro sumu přes všechny řády multipólového rozvoje (vztah (2.41)). Formulace v textu budí dojem, že autor opravdu sečetl komplikovanou nekonečnou řadu a reprodukoval tak pozoruhodně jednoduchý výsledek získaný před mnoha lety jinými autory a jinými metodami. Jak to tedy je? Disertant by mohl během obhajoby na tuto otázku odpovědět.

Závěrem konstatuji, že navzdory uvedeným spíše estetickým výhradám je předložená disertace objemem vykonané práce a svými výsledky kvalitní a autor prokázal předpoklady k samostatné tvořivé práci. Po obhajobě práce proto doporučuji udělit Mgr. Vojtěchu Patkóšovi titul Ph.D.

V Praze 18. 7. 2014



Prof. Jiří Hořejší, DrSc.