

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího  posudek oponenta  
 bakalářské práce  diplomové práce

Autor: Tomáš Tuleja  
Název práce: Bootstrapping quantum mechanics and matrix models  
Studijní program a obor: Fyzika, Obecná fyzika (FOF)  
Rok odevzdání: 2024

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

Cílem bakalářské práce bylo vyřešit konkrétní model – “double well” potenciál – v rámci kvantové mechaniky třemi různými metodami. Jako hlavní pozorovatelná veličina byl zvolen rozdíl energií prvního excitovaného a základního stavu. Tento výběr měl ilustrovat fenomén nastávající v silně interagujících systémech – ne všechny veličiny je možné rozvinout do Taylorovy řady ve vazbovém parametru, některé mají tzv. neporuchový charakter.

Pan Tuleja se se zadáním vypořádal bravurně. Nejprve zvládl rešerši dvou standardních analytických aproximativních řešení – WKB metody a metody dráhového integrálu kolem netriviálního řešení pohybových rovnic (instantonu). Poté projevil vysokou míru nezávislosti při implementaci analyticko-numerickeho algoritmu, který byl hlavním cílem práce. Šlo o adaptaci “bootstrap” metody, proslavené v posledních patnácti letech v rámci konformní teorie pole (např. nejpřesnější rigorózní výpočet kritických exponentů pro 3D Isingův model), pro kvantovou mechaniku. Numerickeou část algoritmu naprogramoval pan Tuleja zcela samostatně a korektně v jazyce Python. Navíc projevil vlastní iniciativu a v literatuře dohledal článek, kde byl problém vyřešen dráhovým integrálem do vyššího řádu než ve standardních textech. To umožnilo ještě lépe dokreslit, jak aproximativní analytické metody konvergují k jeho numerickeému řešení.

Celkově pracoval pan Tuleja na projektu s nadšením a prokázal značnou míru samostatného kritického myšlení, tedy vlastností ceněných v akademické sféře. Výsledek dle mne splňuje všechna kritéria pro kvalitní bakalářskou práci a s potěšením můžu tento text doporučit.

## Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

- Ze zkušenosti s inicializací numericke “bootstrap” metody pro kvadratický a kvartický potenciál – jakou dimenzi byste odhadl pro prostor počátečních podmínek (“search space”) klíčové rekurentní relace pro potenciál daný sudým polynomem osmého řádu?
- Šla by “bootstrap” metoda pro “double-well” potenciál použít i pro hledání rozdílů energií vyšších excitovaných stavů? Jaké hlavní změny by nastaly v aproximativním teoretickém odvození takových veličin pomocí dráhového integrálu?

## Práci:

- doporučuji  
 nedoporučuji  
uznat jako bakalářskou.

## Navrhuji hodnocení stupněm:

- výborně    velmi dobře    dobře    neprospěl

Místo, datum a podpis vedoucího:

Praha, 19. srpna 2024