

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor/ka: Richard Škultéty
Název práce: Kvantové jizvení v mnohočásticových kolektivních systémech
Studijní program a obor: Teoretická fyzika, FTFP
Rok odevzdání: 2024

Jméno a tituly oponenta: prof. RNDr. Pavel Cejnar, Dr., DSc.
Pracoviště: ÚČJF
Kontaktní e-mail: pavel.cejnar@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 oponenta:

Diplomová práce Richarda Škulůtyho se zabývá fenoménem výskytu tzv. kvantových jizev ve spektrech vlastních stavů některých mnohočásticových hamiltoniánů. Autor se zaměřuje na kolektivní mnohočásticové modely, které se vyznačují nižšími dimenzemi konfiguračního prostoru a umožňují názornou interpretaci semiklasické limity.

Práce je rozdělena do tří kapitol, z nichž první dvě jsou rešeršního charakteru a třetí popisuje vlastní výpočty autora. V první kapitole jsou stručně zavedeny základní pojmy klasického a kvantového chaosu. V druhé kapitole je na převzatých příkladech představen fenomén „kvantového jizvení“ a s ním související koncepty. Ve třetí kapitole autor nejprve popisuje vázané kvazispinové modely, na nichž bude jizvení studováno. Jedná se o dvou- a více-komponentní soustavy interagujících kvantových bitů s hamiltoniány Lipkinova typu, které byly v literatuře již dříve zavedeny pro jiné účely. Numerická analýza jizvení v těchto modelech, která představuje originální příspěvek předložené diplomové práce, je popsána v částech 3.3 a 3.4 (str. 33-46).

Výsledky práce popsané v kapitole 3 jsou zajímavé a původní. Pomocí entropie provázání, Peresových mřížek a spektrální statistiky (rozdělení vzdálenosti sousedních hladin) autor nejprve identifikuje chaotické části modelových spekter. Stavů, které se v entropii provázání a některých Peresových mřížkách zřetelně vydělují ze zbytku spektra, jsou určeny jako potenciální kandidáti „zjizvených stavů“. Tento předpoklad je následně potvrzen vizualizací (vhodných projekcí) Husimiho rozdělení těchto stavů ve fázovém prostoru, jež vykazují zvýšenou lokalizaci podél jednoduchých periodických trajektorií.

Ačkoliv předložená diplomová práce obsahuje cenné výsledky, které se do budoucna mohou stát součástí publikace v kvalitním mezinárodním časopise, je třeba upozornit také na některé formální nedostatky. Práce má podprůměrnou jazykovou úroveň – obsahuje překlepy, pravopisné chyby, neobratné formulace, vyšínutí z větných vazeb atd. Ani notace matematických výrazů není zcela konzistentní (operátory se stříškou i bez, Kroneckerovo delta s dolními i horními indexy apod.). Některá vysvětlení nejsou dotažená – např. při vysvětlování entropie provázání není jasné, co je provázáno s čím, v sekci 3.1 o kolektivních kvazispinových modelech chybí definice „kolektivních operátorů“ J_a atd.

Jako příklad uvádím definici 15 na str. 17-18. Nehledě na to, že sporné je už samo použití slova „definice“ ve významu shrnutí různých poznatků daného typu (v tomto případě poznatků o hypotéze termalizace vlastních stavů), text v této části obsahuje redundantní výrazy (opakování vzorce pro časovou střední hodnotu), dvojité značení (různé symboly pro okamžitou střední hodnotu) i faktickou chybu (čísla c_a nejsou „koeficienty maticového elementu“). Celkově si nejsem jistý, zda hypotézu o termalizaci vlastních stavů z tohoto textu může předem nezasvěcený čtenář pochopit.

Několik dalších postřehů: V sekci 2.3.2 je citován článek Pilatowsky-Cameo et al. 2022, ale chybí informace o tom, že obrázky 2.11 a 2.12 jsou jen převzaté výřezy obrázků z tohoto článku. Pod obrázkem 3.3 na str. 36 je mylně uváděno, že na obrázku je zobrazena Peresova mříž momentu hybnosti (ta je až na dalším obrázku). Na obr. 1.2 a 3.1, 3.2, 3.3... je matoucí nazývat parametr eta „mírou chaotičnosti“, protože $\eta = 0$ pro plně chaotický systém a $\eta = 1$ pro zcela regulární systém.

Shrnutí: Není pochyb, že student při plnění zadání práce nastudoval pokročilou literaturu a seznámil se s netriviálními koncepty moderní, v současné době aktivně rozvíjené oblasti poznání. Nabyté teoretické znalosti úspěšně převedl do praxe analýzou jizvení ve spektrech několika konkrétních modelů. Práci lze brát jako součást zajímavého projektu, který bude určitě završen publikováním výsledků v některém z kvalitních mezinárodních časopisů. Bohužel však nelze pominout ani četné formální nedostatky předložené práce. S přihlédnutím k těmto skutečnostem navrhuji předloženou práci uznat jako diplomovou a klasifikovat ji známkou „velmi dobře“.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Kvantové „jizvení“ v mnohočásticových systémech je zprvu zaváděno jako fenomén silných revivalů počátečního stavu po vhodné skokové změně parametrů systému (quantum quench dynamics). Uvažoval autor práce o podobné dynamické studii v případě jím studovaných modelů?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis oponenta:

Praha, 26. 1. 2024