

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: Oldřich Sedlák
Název práce: Quantum Thermodynamics
Studijní program a obor: Fyzika, Obecná fyzika
Rok odevzdání: 2018

Jméno a tituly oponenta: Prof. RNDr. Petr Chvosta, Csc.
Pracoviště: KMF MFF UK
Kontaktní e-mail: petr.chvosta@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 oponenta:

Název práce obepíná velmi širokou doménu aktuálně řešených problémů nerovnovážné termodynamiky kvantových systémů, interagujících s kvantově popsáním vnějším elektromagnetickým polem. Název práce je příliš široký: ve skutečnosti je v práci řešena jedna parciální úloha, kdy relevantním kvantovým systémem je tříhladinový, popřípadě pětihladinový systém. Pro matici hustoty těchto systémů se odvodí pohybová rovnice, ta je potom řešena a výsledky jsou fyzikálně interpretovány.

Na úvod svého posudku chci poznamenat, že fyzikální důvody volby studovaných systémů, a fyzikální interpretace výsledků, jsou v práci odsunuty do několika málo vět v úvodu a v závěru. Chybí jasné a dostatečně zdůrazněné propojení fyzikálně důležitých veličin a formálních pohybových rovnic pro matici hustoty.

S trochou fantazie a důvěry může čtenář nejprve sledovat odvození uzavřené soustavy rovnic pro matici hustoty relevantního systému. Například pro tříhladinový model v Kapitole 2 je dynamika matice hustoty řízena soustavou obyčejných diferenciálních rovnic s konstantními koeficienty a odpovídající matice soustavy má obecně (9×9) maticových elementů. Relevantní aspekty dynamiky jsou popsány menší soustavou s maticí (5×5) . Její maticové elementy nakonec závisejí pouze na čtyřech fyzikálních parametrech. Bylo tedy určitě možné řešit numericky dynamiku v relevantním podprostoru a ukázat, jaký vliv mají uvedené čtyři parametry na charakter časově rozlišeného řešení, popřípadě na charakter časově asymptotického stavu. Tuto část, která by připravila vzhled do dynamiky složitějšího pětihladinového modelu v Kapitole 3, výrazně postrádám. Autor se spokojil s pouhou formulací pohybové rovnice (2.21).

V úvodu třetí kapitoly jsou popsány jednotlivé větve činnosti tepelného motoru. Je zavádějící, že větve jsou popsány, jakoby následovaly jedna za druhou. Přitom se ve skutečnosti studuje stacionární stav, tj. všechny uvedené „větve“ probíhají současně a přitom o výsledné energetické bilanci rozhoduje míra zastoupení jednotlivých procesů ve stacionárním stavu.

Na závěr podkapitoly 3.1. je nenápadný odstavec, který ve skutečnosti odhaluje motivaci celé práce: relevantní publikované výsledky jsou špatně, my jsme převzali model, ale použijeme jiného uspořádání hladin, a pokusíme se opravit nefyzikální výsledky. Ale i tato jasná myšlenka je znehodnocena logickou chybou v poslední větě odstavce. Mělo být: Our model then ensures physically acceptable properties of the density matrix.

Tuto zdánlivou maličkost uvádím jako příklad nepečlivého vyjadřování a značení, se kterým se shledávám na více místech. Autora mohu pochválit za grafickou úroveň. Na první pohled působí práce imponantně. Ale při druhém a dalším čtení jsem byl mnohdy v textu ztracen. Chyběla mi jasná logická struktura textu, vytýčení jasných cílů a zřetelné zvýraznění místa, kde bylo vytýčených cílů dosaženo. Například ve většině grafických ilustrací se studuje proud pravděpodobnosti ve stacionárním režimu. Přitom se mi nepodařilo zjistit, jak je tato veličina přesně definována, tj. jaký výraz je vynášen na vertikální osu.

Samotné téma práce je podle mého názoru na úrovni vyšší, než je obvyklá v bakalářském studiu. Autor se tedy nezalekl abstraktního tématu, pokročilých metod, a z energetického hlediska velmi důležitého modelu. Protože však pracoval bez konzultací, téma se ukázalo nad jeho síly.

Marginální připomínky:

1) Na obrázku 5.8. má pravděpodobnost záporné hodnoty.

2) Texty k obrázkům (Figure Captions) se obvykle píše změněným typem písma pod obrázek. Zvýší to přehlednost textu.

Mám-li shrnout své hodnocení, práce je zajímavým a originálním příspěvkem k termodynamice kvantových systémů. Dosažené výsledky jsou cenné, je však nutná jejich kontrola, pečlivější fyzikální interpretace a vyjasnění role jednotlivých parametrů. Hodnota výsledků je poněkud devalvována nedůsledným vyjadřováním a značením a nejasnou logickou strukturou textu. Těžiště práce je výrazně vychýleno ve směru formálních manipulací a ve směru samotné samotné formulace pohybových rovnic pro matici hustoty. Fyzikální důsledky, například energetické úvahy jsou posunuty na okraj pozornosti.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

1) Lineární algebra poskytuje silné nástroje na analýzu hodnosti matic a dimenze podprostorů, které odpovídají nulovému vlastnímu číslu v úloze vlastních hodnot matic. Bylo by možné těchto nástrojů použít při detailní analýze soustavy (2.21).

2) Z matematického hlediska se hlavní fyzikální výsledky práce opírají o řešení soustav obyčejných lineárních diferenciálních rovnic s konstantními koeficienty. Například pro V-systém je to soustava (2.21). Charakter řešení je tedy diktován vlastními čísly matice soustavy. Z fyzikálního hlediska je nutné požadovat, aby reálné části všech vlastních čísel byly nekladné (záporné, nebo nula). Podobně musí být zajištěno, že diagonální elementy matice hustoty jsou reálné, nezáporné funkce času. Je možné tyto vlastnosti *a priori* ukázat? Platí vždy, nebo jen v jisté oblasti parametrů modelu?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího/oponenta: Praha, 31. 8. 2018, Prof. RNDr. Petr Chvosta, CSc.