

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: **Marek Jankola**
Název práce: **Entropy production in periodically driven systems**
Studijní program a obor: **Fyzika, Obecná fyzika**
Rok odevzdání: **2023**

Jméno a tituly oponenta: **doc. RNDr. Tomáš Novotný, Ph.D.**
Pracoviště: **109-KFKL**
Kontaktní e-mail: **tno@karlov.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:

Bakalářská práce pana Jankoly se zabývá studiem stochastické dynamiky a termodynamiky brownovské částice pod vlivem prostorově a příp. i časově periodických (harmonických) sil. Hlavním cílem studia je pak produkce entropie a takzvané termodynamické relace neurčitosti, do kterých vstupuje. Práce má velmi vysokou odbornou úroveň a jí spolu se značným rozsahem pojednaných témat prakticky dosahuje parametrů práce diplomové. Mimo jiné bylo dosaženo zcela nových výsledků v oboru, které zřejmě mohou být publikovány v odborném časopise.

Práce má tři hlavní části odpovídající nejprve velmi solidnímu úvodu, kde jsou zavedeny všechny relevantní pojmy, veličiny a metody použité v dalších částech (brownovský pohyb, stochastická termodynamika, produkce entropie, stochastické simulace atd.), a dále pak dvě kapitoly studující dva specifické a úzce vztažené modely – konkrétně stochastický pohyb v potenciálu „nakloněné valchy“ a galileovsky ekvivalentním potenciálu běžící vlny. Třetí část je zjevně nejnovativnější a obsahuje nové výsledky.

Práce velmi obratně využívá různých analytických vztahů mezi dvěma příbuznými modely a rozličnými veličinami a chytře kombinuje analytické výsledky s přímočarými, leč zcela netriviálními numerickými simulacemi (včetně simulací provedených na superpočítači MetaCentrum). I když je vysoce pravděpodobné, že velkou část intelektuální elegance použitých metod lze připsat osobě školitele, už samotný fakt, že student se dokázal s těmito koncepty vypořádat takto dobře, zasluhuje velké ocenění. O to více mě mrzí, že prezentace takto kvalitních výsledků zdaleka nedosahuje jejich odborné úrovně, což velmi (a podle mě zcela zbytečně) kazí jinak skvělý dojem z této práce.

Jedním, byť tím menším zdrojem problémů je použití angličtiny. Zásadní problém je ve větne skladbě, která naprosto neodpovídá té anglické. Mnohdy jsou věty v podstatě jakási bezkontextová zvolání, jejichž existence je hraniční už v češtině i slovenštině, ale naprosto za hranou v angličtině. Tento problém jde ve skutečnosti za rámec pouhého jazyka – u mnoha vět, ba i celých odstavců jsem si upřímně nebyl jist, co jimi autor vlastně chtěl říci. Za odborně nejzávažnější považuji vydávání proudu (current) za polohu částice (position of the BP – 2. řádka na str. 18, resp. displacement – 3. řádka sekce 2.1). Také jsem se za celou svou odbornou kariéru zahrnující i minimálně 10 let intenzivní práce na kvantovém transportu neseťkal s výrazem „rate of current“ (viz např. v popisku obr. 2.1, ale i mnohde jinde v celém textu).

Další problematickou částí je prezentace výsledků zejména od str. 33 dále. Těžkopádnost textového popisu, nepříliš silné provázání textu s obrázky (nenašel jsem jedinou zmínku o obr. 3.5 v hlavním textu) a přespříliš stručný přístup k rovnicím, konceptům i obsahu obrázků činí četbu této klíčové a nesmírně zajímavé části práce obtížnou a nejasnou, což je velká škoda. Vyjmenuji zde pouze několik nejmarkantnějších nejasností:

- Uvádět kritickou sílu pomocí nekonstantní derivace potenciálu (str. 24) je dost nesmyslné. Jaká je tedy vlastně hodnota F_c ? Na téže straně je podivné odkazovat se na obr. 2.4 dříve než na 2.3, rozumnější je prohodit pořadí obrázků v textu.
- Odhad času simulace potřebného pro danou přesnost (viz rce (3.24) a pod ní) je nepřímo úměrný kvadrátu síly F , což má být jaksi ilustrováno v obr. 3.3. Přesto je v panelu a použitý 4-krát kratší simulační čas, než v panelu b, i když síla použitá v panelu b je více než dvakrát větší než v a (naivně bych to čekal přesně opačně).
- Poslední odstavec sekce 3.2 (první na str. 34) – je toto tvrzení nějak jasné? Měl jsem dojem, že dlouhé τ je v odvozeních důležité...

- V diskusi pod rci (3.27) mi přijde matoucí nerozlišit explicitně, co se myslí pod termínem „maximum entropy production“. Nejde totiž překvapivě o saturaci nerovnosti, ale o nezávislou maximalizaci pravé strany rovnice, což tedy rozhodně není z textu zřejmé.
- Konstanta C na spodku str. 36 (přesně o dvě strany později na spodku str. 38 přejmenovaná až do konce textu na K) má být menší než 1, to by snad šlo nějak explicitněji ukázat, protože je to důležité v dalším. Poslední věta sekce 3.4 je trochu výkřik, co má vlastně sdělit (striktně vzato není ani pravdivá)?
- Za krajně matoucí považuji mnohé obrázky demonstrující různé „bounds“. Ve skutečnosti mnoho obrázků žádné „bounds“ nedemonstruje (viz např. obr. 3.6 a,b, obr. 3.7 a,b a obr. 3.9 b) – ovšem tyto problémy jsou nepřímo zmíněny jedinou větou v textu (poslední věta na str. 35 k obr. 3.6) o numerických problémech s přesností pro malou hodnotu síly F. Nicméně k (analogickým?!) problémům dochází i v obr. 3.7 a,b, ale tam pro velkou (panel a) a střední (panel b) hodnotu síly. Jakýkoliv komentář chybí... Umístění legendy v obr. 3.6 a 3.7 považuji za tragické.

Přes tyto své výhrady jednoznačně doporučuji uznat tuto práci jako bakalářskou a vzhledem ke zmíněným problémům v textu ji navrhuji hodnotit stupněm „velmi dobře“.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

- Opravdu jste v obr. 1.1 použil 10 milionů kroků (ve všech dalších obrázcích to bylo o mnoho řádů méně), a pokud ano, tak proč? Dále nikde neuvádíte hodnotu x_0 v simulacích. Byla fixní, nebo volená z nějakého pravděpodobnostního rozdělení? Také mi vrtá hlavou Vaše volba (občas dost obskurních) hodnot parametrů v simulacích obecně. Nebylo by výrazně lepší zavést bezrozměrné parametry, čímž by se snížil počet nezávislých parametrů, a tudíž i zvýšila šance jejich proskenování? Jak byste k takovému kroku přistoupil?
- Můžete okomentovat status narušení odvozených „bounds“ v obr. 3.6, 7 a 9? Nebylo by lepší (a vyšlo by to?) spojit obr. 3.7 a 8 (resp. analogicky 3.9 a 10) a porovnávat stochastickou realizaci s analytickými křivkami pro „bounds“?
- Můžete mi prosím vysvětlit rovnici (3.43) a její vztah k rci (3.44). Co je T v rci (3.43)?! Má-li to být teplota, nesedí minimálně jedna z rovnic ani rozměrově, navíc by pak tyto „bounds“ byly konzistentní pouze po teplotu větší než 1(!)...
- Při diskusi rce (3.23) na konci prostředního odstavce na str. 33 a poté v komentáři k rci (3.27) v „Note“ na vršku str. 35 jakýmsi způsobem vyvstávají otázky na znaménkovou konvenci v definicích produkce entropie v obou modelech. Těm poznámkám nerozumím a shledávám je velmi matoucími. Naznačujete snad, že by podle Vašich definic mohla být produkce entropie záporná?! Můžete prosím jasně vysvětlit, co jste oběma poznámkami přesně zamýšlel?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis oponenta: V Praze, 18. 6. 2023

Janův - hardy!