

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: Filip Klimovič

Název práce: Zkoumání nových definic termodynamické účinnosti

Rok odevzdání: 2015

Jméno a tituly vedoucího: RNDr. Viktor Holubec, Ph.D.

Pracoviště: Katedra makromolekulární fyziky

Kontaktní e-mail: Viktor.Holubec@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 vedoucího:

Tradiční definice termodynamické účinnosti tepelného motoru je dána podílem středních hodnot práce konané motorem a celkového motorem přijatého tepla. V roce 1824 objevil Sadi Carnot maximální hodnotu této veličiny - tzv. Carnotovu účinnost. Tato účinnost tvoří ústřední koncept klasické termodynamiky. Mimo jiné vedla k objevu 2. termodynamického zákona a k definici Kelvinovy teplotní stupnice. Malé (mezoskopické) motory pracují v "Brownově hájemství" velkých fluktuací, kde je tok energie z/do systému náhodnou veličinou. K popisu těchto motorů se tak nabízí použít fluktuující účinnost. Pro funkci velkých deviací pro fluktuující účinnost definovanou jako podíl práce vykonané motorem a tepla přijatého z horkého rezervoáru byly v loňském roce publikovány tři univerzální vlastnosti. 1) Pro časově symetrické motory souhlasí nejméně pravděpodobná hodnota fluktuující účinnosti s Carnotovou účinností. 2) Nejpravděpodobnější hodnota fluktuující účinnosti vždy souhlasí s tradiční definicí účinnosti (střední hodnoty). 3) Celá distribuce pro fluktuující účinnost je v případě pomalých (kvazistatických) procesů určena charakteristikami motoru získanými pomocí teorie lineární odezvy. V dnešní době je studium fluktuující účinnosti žhavým tématem, o čemž dostatečně svědčí to, že za dobu řešení této bakalářské práce vyšlo na toto téma nejméně 8 dalších publikací v prestižních časopisech. Cílem této teoretické bakalářské práce bylo na jednoduchém modelu reprodukovat výše uvedené univerzální výsledky a prozkoumat možnosti zavedení dalších definic fluktuující účinnosti. Výše popsaná definice totiž není jediná možná a navíc má určité nefyzikální vlastnosti, např. může nabývat všech reálných hodnot.

Filip Klimovič ve své práci nejprve velice stručně shrnuje výsledky dosažené v oblasti stochastické termodynamiky, do které práce tematicky spadá, a po té okamžitě definuje použitý model. Tím je dvouhladinový systém řízený Markovskou Mistrovskou rovnicí s časově závislými přechodovými pravděpodobnostmi. Cyklus motoru se skládá ze čtyř větví. Filip nejprve řeší dynamiku systému během celého cyklu a po té počítá propagátory mistrovské rovnice během jednotlivých větví. Tyto propagátory využívá k výpočtu hustot pravděpodobnosti pro práci a teplo přijaté z horkého rezervoáru za jeden a dva cykly. Dále se věnuje možným definicím účinnosti. Jako jediná další vhodná definice mu vychází podíl práce a tepla přijatého z obou rezervoárů do systému. Pomocí propagátorů počítá hustotu pravděpodobnosti i pro tyto účinnosti. V další kapitole pak využívá těchto výsledků k výpočtu funkcí velkých deviací pro teplo, práci a obě definice účinnosti. Všechny výsledky kontroluje pomocí Monte Carlo simulací. Hlavními výsledky práce jsou (i) nová definice fluktuující účinnosti, která zachovává univerzální vlastnosti definice původní (bohužel tento výsledek nebyl v práci z časových důvodů zcela ověřen analyticky a zatím plyne jen ze simulací) a navíc je vždy menší nebo rovna jedné a (ii) objevení protokolu pro který funkce velkých deviací pro účinnost neexistuje a tudíž nemohou platit ani její obecné vlastnosti.

Práce je graficky výborně zpracovaná a češtinářsky neurazí. Slabší je pouze anglický abstrakt. Není tak na první pohled poznat, že byla šitá horkou jehlou a že se Filip do jejího řešení vrhl až na poslední chvíli. Na práci je to však přece jen trochu poznat. Je škoda, že výpočet funkce velkých deviací pro novou definici účinnosti nebyl dotažen do konce. Také fyzikální diskuze některých obrázků a úvodní rešerše mohly být bohatší. Celkově mě však výsledný produkt Filipova snažení velice příjemně překvapil a nemohu než navrhnout udělit mu po úspěšné obhajobě známku *výborně*.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

- 1) Definice účinnosti jste porovnával na modelu s po částech konstantním protokolem. Dokázal byste odhadnout, jak by dopadlo podobné srovnání pro spojitý protokol?
- 2) Váš symetrický protokol, který dává dvě ostré hodnoty originální fluktuující účinnosti pro libovolný počet cyklů, je pozoruhodný. Dokázal byste najít i další podobné protokoly a případně určit podmínky, které nutně vedou k podobným distribucím účinnosti.

Práci

- doporučuji
 nedoporučuji
uznat jako bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

- výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího: V Lovosicích, 13. 8. 2015