

# Posudek doktorské disertační práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy v Praze

Autor práce: Mgr. Evžen Šubrt, student doktorského studia.  
Název práce: Diffusion in time-dependent potentials.  
Obor: F4-Biofyzika, chemická fyzika a makromolekulární fyzika.  
Rok odevzdání: 2007.  
Pracoviště: Katedra Makromolekulární Fyziky MFF UK.  
Posuzovatel: Doc. RNDr. Petr Chvosta, CSc., školitel doktoranda.

## 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 školitele:

Předkládaná práce se zabývá teoretickým studiem difúze v případech, kdy se v průběhu časové evoluce systému současně mění zadaným způsobem vnější podmínky dynamiky. To je paradigmatická situace v oblasti studia molekulárních motorů a při analýze stochastických rezonancí. Současně je zvolené téma velmi aktuální v souvislosti s nedávnými objevy fundamentálních zákonitostí v oblasti termodynamiky a statistické fyziky malých systémů. Paralelně s teoretickým popisem se ve všech zmiňovaných oblastech setkáváme s nově vyvinutými experimentálními metodami mikromanipulace na úrovni jednotlivých makromolekul.

Nutnou podmínkou ke splnění cílů disertace bylo předběžné zvládnutí pokročilých partií teorie pravděpodobnosti a statistické fyziky. V této přípravné fázi prokázal uchazeč značnou pracovitost. Součástí vlastní práce bylo programování a počítačové simulace prováděné v prostředí MATLAB. Také zde prokázal uchazeč zájem, systematickosti a iniciativu. Samotný úkol doktorské disertace zvládl doktorand samostatně a prokázal přitom schopnost pracovat s odbornou časopiseckou literaturou. Mgr. Evžen Šubrt ve spolupráci se mnou připravil k publikaci 5 vědeckých prací. Z toho čtyři již prošly recenzním řízením a byly přijaty k publikaci, u jedné recenzní řízení dosud probíhá. Jsou to tyto práce:

[1] P. Chvosta and E. Šubrt: Exact analysis of stochastic resonance and directed transport in potential with time-dependent discontinuity, *Physica E* **29** (2005) 426–434.

[2] E. Šubrt and P. Chvosta: Diffusion in the time-dependent double-well potential, *Czech. J. Phys.* **26** (2006) 125–140.

[3] E. Šubrt and P. Chvosta: Spatially restricted diffusion of a particle driven by an oscillating space-homogeneous force, *Cent. Eur. J. Phys.* submitted.

[4] E. Šubrt and P. Chvosta: Statistical description of work in single-molecule stretching experiment, 14th Annual Conference of Doctoral Students Week of Doctoral Students 2005, June 7–10, Prague. Published in *WDS'05 Proceedings of Contributed Papers, Part III*, edited by J. Šafránková, pages 550–555, *MATFYZPRESS* 2005, ISBN 80-86732-59-2.

[5] E. Šubrt and P. Chvosta: Exact analysis of work fluctuations in two-level systems, *J. Stat. Mech.* (2007) P09019.

O samotných výsledcích bude jistě pojednáno v průběhu obhajoby. Zde chci podtrhnout jen jeden z nich. V práci [5] byl nalezen explicitní analytický výraz pro hustotu pravděpodobnosti pro práci konanou na systému v průběhu nerovnovážného izotermického procesu. Příslušné vzorce jsou uvedeny v citované publikaci pod čísly (49) až (52). Tento výsledek, a to bylo potvrzeno také recenzenty publikace, je v celosvětovém měřítku prvním svého druhu. Představuje dosud chybějící článek při diskuzi flukuačních teorémů v termodynamice malých systémů. Současně popisuje reálnou experimentální situaci a má značný význam při interpretaci odpovídajících experimentů. Jako u každého podobného průlomového výsledku se současně otevírá cesta k netriviálním zobecněním a aplikacím. Lituji, že se doktorand po této cestě z časových důvodů již nemohl ubírat.

Zmíněný výsledek dobře dokumentuje jeden důležitý rys předkládané disertace. Difúzní úlohy s časově závislým potenciálem rychle vedou k problému výpočtu propagátoru, kterým je jistý

časově uspořádaný exponenciální operátor. Jinak a ekvivalentně řečeno, řeší se systémy diferenciálních rovnic s časově závislými koeficienty. Tato úloha je z čistě matematického hlediska velmi komplikovaná. Doktorand tak musel v průběhu výpočtů čelit netriviálním technickým problémům, musel se například seznamovat se speciálními funkcemi a s jejich vlastnostmi. A přesto představuje každá ze tří hlavních kapitol disertace neporuchové, analytické řešení uvedené úlohy. Lze ocenit, že se doktorand neuchýlil k čistě numerickému řešení, k poruchovým rozvojem, popřípadě k čistě numerickým simulacím.

Rád bych se zmínil o pedagogické aktivitě Mgr. Evžena Šubrta. V průběhu doktorského studia prokázal nesporný talent k pedagogické práci. Se zájmem a se zaujetím samostatně vedl cvičení k mým přednáškám Termodynamika a statistická fyzika a Pravděpodobnostní metody ve fyzice. Tato práce nebyla finančně oceněna a rád bych za ni Mgr. Šubrtovi poděkoval.

Konstatuji, že předkládaná práce je po formální i po obsahové stránce způsobilá k zahájení řízení k její obhajobě. Doporučuji ji uznat jako doktorskou disertaci a doporučuji, aby byl v případě úspěšné obhajoby Mgr. Evženu Šubrtovi udělen titul PhD.

Místo, datum a podpis školitele:

V Praze dne 30. září 2007

Doc. RNDr. Petr Chvosta, CSc.