Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze

❑ posudek vedoucího ◆ posudek oponenta
❑ bakalářské práce ◆ diplomové práce

Autor: Bc. Miroslav Kuchta
Název práce: Termální konvekce s volným povrchem v rotujícícm ledovém měsíci

Studijní program a obor: Matematika, Matematické modelování ve fyzice a technice
Rok odevzdání: 2011

Jméno a tituly oponenta: Prof. RNDr. Josef Málek, DrSc.
Pracoviště: Matematický ústav UK

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:

Miroslav Kuchta si za téma diplomové práce vybral atraktivní a obtížné téma, které je navíc z pohledu celkové koncepce studia studijního oboru Matematické modelování ideální. Atraktivnost je dána až detektivním bádáním po důvodech proč a kdy na ledovém měsíci Iapetu vznikl význačný hřbet (k dalšímu zmíněnému problému odlišné reflexe světla na obou stranách měsíce se autor již nevrací). Obtížnost je dána složitostí úlohy s volnou hranicí, která zapadá do termodynamiky kontinua respektive termodynamiky směsí, kde je třeba rozhodnout, co je podstatné a co lze zanedbat vhodnou redukcí původního modelu. Optimálnost volby tématu je pak dána obtížností, která je jak v modelování, tak analýze modelů na hranici mezi tím, co je známo či je dosažitelné a množstvím otevřených základních problémů.
Uvažovaný výsledný model popisuje evoluci teplotního pole a rychlostního pole spojující nelineární Stokesův model s rovnicí pro vedení teploty (varianta Oberbeck-Boussinesqovy aproximace) na časově se měnící oblasti. Vzhledem k symetrii je problém řešený na polovině mezikruží, ve kterém probíhají tepelné konvekčně-difúzní procesy v ledu a vnější hranice je volná. Cílem práce je efektivně a správně řešit úlohu s volnou hranicí tak, aby se navržená metoda a vyvinutý program daly použít k počítačovému modelování vznik hřbetu na rovníku Iapetu.

Hlavní výsledek práce je obsahem kapitoly 3. Po testovaní Geryaovy MAC-metody, které způsobuje oscilace vyvolané interpolací hodnot různých řádů získané z obou stran rozhraní nespojitosti, pan Kuchta uvádí v sekci 3.4 metodu zachycující vývoj plochy pomocí funkce popisující vzdálenost hraničního bodu od středu, která je kombinována se zavedením regularizované hustoty a viskozity namísto ostrého nespojitého rozhraní. Tato metoda, kterou Miroslav Kuchta navrhl, úspěšně implementoval a testoval na třech odlišných problémech (viz pečlivá diskuse v Sekci 5), je podpořena, za předpokladu existence hladkého řešení, teoretickými výsledky zaměřených na stabilitu navržených schémat. Tato schémata, která patří do metody sítí – metody konečných diferencí, jsou analyzována v Sekci 4).

Práce Miroslava Kuchty představuje velmi kvalitní diplomovou práci, ze které je patrné, že pan Kuchta se tématu práce věnoval dlouhodobě a cílevědomě, přičemž se snažil pokrýt veškeré aspekty, které s tématem práce souvisí (geofyzikální data a jevy, konstitutivní rovnice v termodynamice kontinua, redukce modelu, konstrukce a analýza numerické metody, její implementace, pečlivé testování vytvořeného softwaru). Práci doporučuji k obhajobě.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

- Počítačové simulace jsou prováděny pro Oberbeck-Boussinesqovu aproximaci, kdy se některé vlastnosti původního úplného systému ztrácí. Mohl byste okomentovat, jak je to se zachováním celkové energie a hmoty při použitém schématu a řešených problémech?
- Můžete okomentovat existenci (byť třeba lokální v čase) hladkých řešení?
- Můžete rozvést důkaz kroků 2 a 3 v důkazu Lemmatu 4.4.1.?
- Jste schopen počítat řešení tepelné konvekce (viz Sekce 5.1) pro Rayleighovo číslo 5.10^6?

Práci
◆ doporučuji
❑ nedoporučuji
uznat jako diplomovou.

Navrhuji hodnocení stupněm:
◆ výborně ❑ velmi dobře ❑ dobře ❑ neprospěl/a

Místo, datum a podpis oponenta: 18. 5. 2011 Prof. RNDr. Josef Málek, DSc.