

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> posudek vedoucího | <input checked="" type="checkbox"/> posudek oponenta |
| <input type="checkbox"/> bakalářské práce | <input checked="" type="checkbox"/> diplomové práce |

Autorka: **Natália Verkinová**

Název práce: **Vývoj magmatického oceánu ve slapově zahříváných terestrických exoplanetách**

Studijní program a obor: **Fyzika, Geofyzika a fyzika planet**

Rok odevzdání: **2023**

Jméno a tituly oponenta: **Doc. RNDr. Hana Čížková, Ph.D.**

Pracoviště: **Katedra geofyziky MFF UK**

Kontaktní e-mail: **Hana.Cizkova@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:

Předložená diplomová práce se zabývá numerickým modelováním termálního vývoje slapově zahříváných terestrických exoplanet a měsíců. Analýza je aplikována na exoplanetu velikosti Země a na exoměsíc podobný měsíci Io. Konvekce v tělese se složitou reologií a silnou slapovou deformací, kde dochází k částečnému tavení materiálu, je velmi složitý nelineární problém.

Autorka používá parametrické modely, které popisují vzájemně provázaný vývoj slapového zahřívání, teploty, reologických parametrů a taveniny ve zkoumaných tělesech, na základě škálovacích vztahů odvozených pro konvekci těles s vnitřním či spodním zahříváním. V rámci práce provedla rešerši literatury a na základě publikovaných parametrických modelů vytvořila vlastní programy v jazyce Python. V plášti předpokládá Andradeův reologický model, pro slapovou deformaci vhodnější než často užívaný Maxwelllovský model. Software aplikovala na dvě terestrická tělesa – větší planetu s předpokládaným podílem spodního zahřívání na tepelné bilanci, a menší měsíc s předpokládaným čistě vnitřním zahříváním. Obě tělesa jsou vystavena slapovému působení. Práce předkládá detailní parametrickou studii vlivu reologických a orbitálních parametrů a mechanismu transportu taveniny v plášti tělesa. Ukazuje, že u obou těles může přítomnost taveniny výrazně redukovat zahřívání pláště prostřednictvím mechanického oddělení části pláště díky výraznému poklesu viskozity a modulu torze. Výsledky jsou prezentovány spíše jako mapování parametrického prostoru a pochopení vzájemného propojení mechanismů ovlivňujících vývoj slapově deformovaného tělesa, než jako pokus o vysvětlení konkrétních jevů pozorovaných na konkrétních tělesech (např. zmiňovaný měsíc Io).

Co se týče hodnocení textu práce, musím bohužel konstatovat, že kvalita výkladu poněkud pokulhává za kvalitou výsledků samotných. Zdá se, že autorka v závěrečné fázi tvorby textu měla málo času a text tedy občas trpí jistou zkratkovitostí a logickými skoky. Za hlavní nedostatek považují, že se v něm obtížně hledá, co je v prezentovaných modelech nového oproti citovaným předchozím parametrickým modelům. Čtivost textu pak snižuje řada chybějících informací/vysvětlení. (Např. popisy veličin na obr. 4; vysvětlení významu a velikosti konstanty ε_c ve vztazích (1.1, 1.2) pro Zemi a Io; odkaz na teorii hraniční vrstvy mezi vztahy (1.5) a (1.6); matoucí je používání jednoho symbolu pro více veličin – α je teplotní roztažnost ve vztahu (1.6) a zároveň parametr compliance ve vztahu (1.46); jaký význam má v modelu kůra zmíněná pouze ve vztahu (1.25); co se myslí škálováním rychlosti γ v rovnici (1.31); co je Γ v rovnici (1.46); když se v obr. 2.3 hovoří o vlivu viskozity, má se tím na mysli η_{ref} ve vztahu (1.52)?; u obr. 1.4 je řečeno, že ukazuje porovnání s prací Moore (2001) a že výsledky vykazují dobrou shodu. Výsledky citovaného článku v obrázku ale nejsou, není ani citován příslušný obrázek z citovaného článku a obrázek 1 v článku Moore (2001) pracuje zřejmě s jinak velkým tělesem.)

Navzdory zmíněným nedostatkům textu je ale třeba konstatovat, že práce nepochybně splňuje nároky kladené na diplomové práce. Autorka vytvořila software pro parametrické modely termálního a orbitálního vývoje slapově zahříváných těles, otestovala jej a provedla parametrickou studii efektů řady modelových parametrů. Lze očekávat, že software bude dále využíván pro aplikace na exoplanetární tělesa. Jednoznačně tedy doporučuji přijetí diplomové práce.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

1. Prosím o vysvětlení, jak se prezentované modely liší od citovaných publikovaných prací.
2. V obr. 1.2 se v plášti předpokládá adiabatický průběh teploty, zřejmě s klesající teplotní roztažností. Co se pak rozumí teplotou pláště T_m (např. obr. 2.2) – průměrná teplota?
3. Při jakých frekvencích Maxwelllovská reologie podhodnocuje slapovou disipaci a jak jsou tyto relevantní pro zkoumané problémy (str. 15)?
4. Jaké jsou kritická a přechodová porozita ve vztahu (1.55) – platí, že kritická porozita v obr. 3.1 je asi 0.3?
5. Zastavil se někdy výpočet podle iteračního schématu na obr. 1.6 aniž by byla dosažena konvergence (tedy díky dosažení N_{max})?

Práci doporučuji nedoporučuji

uznat jako diplomovou.

Navrhuji hodnocení stupněm: výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

V Praze, 5. 9. 2023

Handwritten signature in blue ink, reading "Jana Čížková".