

Posudek práce
předložené na Přírodovědecké fakultě JU

- | | |
|---|---|
| ☒ posudek vedoucího | ☐ posudek oponenta |
| ☐ bakalářské práce | ☒ diplomové práce |

Autor/ka: Bc. Sofya Belov

Název práce: Numerical simulations of dynamic processes in the solar corona

Studijní program a obor: Fyzikální měření a modelování

Rok odevzdání: 2022

Jméno a tituly vedoucího: doc. RNDr. Petr Jelínek, Ph.D.

Pracoviště: Katedra fyziky

Kontaktní e-mail: pjelinek@prf.jcu.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/oponenta:

Předložená diplomová práce se zabývá 3D numerickými simulacemi dynamických procesů ve sluneční koróně, zejména studiem tvorby vírů za válcovou překážkou, simulující například vlákno protuberance, a souvisejícími možnými oscilačními procesy díky jevu nazývanému „vortex shedding“. Tato práce navazuje na předchozí bakalářskou práci studentky, kterou vypracovala v letech 2019 – 2020 a ve které se zabývala simulacemi proudění okolo překážky válcového průřezu ve dvou dimenzích. Diplomová práce je tedy rozšířením problému do tří dimenzí, zejména za přítomnosti magnetického pole, a pokusem o přiblížení k reálnému prostředí sluneční koróny zavedením gravitačního pole a dalších fyzikálních parametrů, např. hustoty, tlaku, teploty atd.

Diplomová práce je rozdělena do několika kapitol, ve kterých je popsán úvod do studovaného problému, dále je popsán samotný numerický model a nastavení počátečních parametrů včetně okrajových podmínek a jako nejdůležitější část lze považovat popis numerických výsledků, které byly získány pomocí volně šiřitelného kódu Lare3d, řešícího magnetohydrodynamické (MHD) rovnice ve třech dimenzích. Studentka ve své práci provedla nejdříve jednodušší simulaci v hydrodynamických podmínkách ve třech rozměrech, aby bylo možné zaručit, že numerický kód funguje správně. Následně zavedla do modelu konstantní magnetické pole v celém simulačním boxu, to znamená jak v magnetické struktuře samotné, tak i v jejím okolí, provedla několik běhů simulací pro různé počáteční hodnoty tohoto konstantního magnetického pole a konstantní počáteční rychlost proudění a zkoumala vytváření vírů za magnetickou strukturou. Z těchto simulací bylo například zjištěno, že perioda tvorby vírů roste společně s rostoucím magnetickým polem. Poté studentka přistoupila k simulaci obdobného problému, ale v reálném prostředí sluneční koróny, tj. za přítomnosti gravitačního pole a zavedení magnetického pole, které je ve vlákne protuberance silnější než v okolí a splňuje podmínku magnetohydrodynamické rovnováhy. Z těchto simulací byly získány unikátní výsledky, neboť v podmínkách sluneční koróny s magnetickým polem doposud žádný autor nestudoval ve třech rozměrech efekty jevu „vortex shedding“ na možné generování tzv. „kink“ oscilací. Jako další část práce je možné považovat studium závislosti tzv. Strouhalova čísla na intenzitě magnetického pole, což je opět záležitost, kterou se nikdo systematicky nezabýval, neboť Strouhalovo číslo je zavedeno a podrobně zkoumáno pouze v hydrodynamických podmínkách. Zde bylo zjištěno, že Strouhalovo s rostoucím magnetickým polem klesá.

Celkově bych chtěl jako vedoucí této diplomové práce vyzdvihnout aktivitu studentky při řešení výše uvedených problémů. Mimo jiné je zapojena do řešení mezinárodního bilaterálního grantu

GAČR 21-16508J a účastnila se také výjezdů na Astronomický ústav AV ČR v Ondřejově, kde byly problémy řešené v její práci konzultovány s kolegy ze Slunečního oddělení. Dále absolvovala v říjnu 2021 dvoutýdenní pobyt na fakultě fyziky a astronomie na univerzitě ve Vratislavi v Polsku, kde přednesla v rámci fakultního semináře přednášku na téma „Numerical simulations of dynamic processes in the solar corona“. V září 2021 se účastnila mezinárodní konference 16th ESPM (European Solar Physics Meeting), což je jedna z největších konferencí sluneční fyziky, s příspěvkem „Study of Alfvénic vortex shedding past a cylindrical obstacle“ ve formě posterového příspěvku, který je součástí přílohy předložené diplomové práce. V červnu letošního roku se studentka ještě plánuje zúčastnit 26. Celostátního slunečního semináře v Piešťanech na Slovensku, dále Celostátního setkání studentů astronomie a astrofyziky v planetáriu Ostrava a také dvoutýdenního pobytu na UMCS v Lublinu v Polsku. Domnívám se, že práce je zpracována na velmi vysoké úrovni, a to jak po odborné, tak i formální stránce, a splňuje požadavky na diplomové práce na PřF JU.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Bylo by možné model rozšířit na celou strukturu, např. protuberanci nebo na magnetickou smyčku? Mít tedy model struktury v podobě půlkruhu?

Práci

☒ doporučuji
☐ nedoporučuji
uznat jako diplomovou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

☒ výborně ☐ velmi dobře ☐ dobře ☐ neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího:

České Budějovice