

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: Jaroslav Hamerský
Název práce: Magnetické pole v jádru Galaxie
Studijní program: Fyzika
Studijní obor: Astronomie a astrofyzika
Rok odevzdání: 2011

Jméno a tituly oponenta: RNDr. Jiří Kovář, Ph.D.
Pracoviště: Ústav fyziky, Filozoficko-přírodovědecká fakulta, Slezská univerzita v Opavě
Kontaktní e-mail: jiri.kovar@fpf.slu.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:

Diplomová práce „Magnetické pole v jádru Galaxie“ se věnuje jednomu z aktuálních astrofyzikálních problémů, popisu jevů pomocí obecně relativistické magnetohydrodynamiky, tedy magnetohydrodynamiky na pozadí zakřiveného prostoročasu. Použití tohoto velmi komplexního a značně netriviálního popisu je většinou oprávněno a nutné v případě, kdy máme v úmyslu studovat pohyb plazmy v silných gravitačních polích kompaktních objektů jako jsou černé díry či neutronové hvězdy, v jejichž okolí se nachází například i silné magnetické pole. Takových případů můžeme ve vesmíru najít poměrně velké množství. Jedním z nich je i centrum naší Galaxie, kde se předpokládá existence rotující černé díry na kterou „padá“ (akreuje) elektricky nabitá či kvazineutrální hmota – plazma. Právě sem směřuje také pozornost diplomanta Jaroslava Hamerského.

V první kapitole své práce pan Hamerský stručně, avšak velmi účelně, představuje netriviální formalismus obecně relativistické magnetohydrodynamiky, jejíž aplikace na konkrétní astrofyzikální situaci většinou vyžaduje použití poměrně sofistikovaných programů umožňujících numerické řešení základních rovnic. Diplomant si pro své účely zvolil program HARM, který v první kapitole též stručně představuje. Nejen z prvního pohledu na prezentaci použitého numerického schématu je zřejmé, že pan Hamerský musel strávit spoustu času a vyvinout nemalé úsilí na jeho pochopení, které bylo nezbytné pro následné aplikování HARMu na konkrétní problémy. Tímto problémem bylo studium akrece hmoty na rotující černou díru po narušení rovnováhy její stabilní konfigurace (toru) a vliv magnetického pole na tento proces, čemuž se diplomant věnuje ve zbylé, hlavní části své práce.

V druhé kapitole jsou nejprve teoreticky velmi přehledně představeny standardní 2+1 modely pro akreční disky (tory). Konkrétně se jedná o torus Fishbonové a Moncriefa, torus s konstantní hustotou momentu hybnosti a torus s konstantní hustotou momentu hybnosti s přítomností toroidálního magnetického pole. Ve třetí kapitole se potom již objevují konkrétní výsledky simulací a výpočtů. Ty jsou částečně jistým ověřením správnosti pochopení a fungování programu HARM, neb dobře reprodukuje některé již známe skutečnosti týkající se torů, ale přináší také zcela nové výsledky, týkající se právě akrece hmoty s přítomným toroidálním magnetickým polem.

Práce se mi jeví jako velice zdařilá. Přestože se může někomu zdát na první pohled jako méně objemná (cca. 45 stran), nesporně velice přehledně, srozumitelně a efektivně popisuje dosažené výsledky a nezbytnou základní teorii k problematice. Přestože jako každá teoretická práce v astrofyzice používá pro úspěšné vyřešení problému celou řadu zjednodušujících předpokladů (zde například předpoklad zcela axiální symetrie akrečního toku, přítomnost pouze toroidálního magnetického pole, tory s přesně předepsaným momentem hybnosti, atd.), zdá se mi práce astrofyzikálně relevantní a užitečná. Velmi sympatické je též autorovo vyjádření snahy v práci

dále pokračovat a zde uvedený, v jistém smyslu idealizovaný model, zobecnit a množinu svých výsledků rozšířit.

Kromě odborné úrovně práce je třeba též vyzdvihnout rozhodnutí autora sepsat ji v angličtině. Přestože mi jistě nepřísluší hodnotit přesnost vyjadřování v anglickém jazyce, troufám si tvrdit, že úroveň odpovídá minimálně úrovni běžně se vyskytující v odborných publikacích v mezinárodních impaktovaných časopisech. Text je psán srozumitelně a dobře členěn. V práci se objevují sice menší typografické a gramatické nedostatky, spíše však možná překlepy, avšak v míře zcela typické a jistě omluvitelné pro podobný druh práce. Z věcí, na které jsem například narazil a sám psal jinak, může být: „Černá díra“ (v českém abstraktu psána s velkým „Č“) by mohla být psána „černá díra“ (s malým „č“), „*lin*“ (kurzíva v dolním indexu) by mohlo být „*l_{in}*“ (bez kurzívy v dolním indexu), atd.

Obrázky prezentované v práci působí velice dobře a přitažlivě. Toto bych ještě vylepšil například zvětšením popisků u os na obr. 3.2 a dalších jemu podobných. Na těchto obrázcích, znázorňující tvar toru, bych prezentovanou konturu proložil spojitou křivkou. Předpokládám, že nespojitý charakter kontury, jakožto výsledek numerického výpočtu, může vypovídat o použitém kroku a přesnosti výpočtu, nicméně obrázky tak působí trochu „nedodělaně“. U obr. 3.1 a jemu podobných mi třeba také chybí popisky os a měřítko, přestože v textu je toto svým způsobem popsáno. Zde by možná také nebylo od věci více znázornit souvislosti mezi obr. typu 3.1 a 3.2, například „přeložením“ obr. 3.2 na 3.1 po nutném přepočítání v důsledku různého škálování os. Je možné, že toto je vzhledem ke komplikovanosti HARMu velmi obtížné. Dovoluji si proto toto navrhnout jako jeden bod do diskuse.

Dále bych si k práci dovolil ještě pár dalších drobných komentářů (viz. níže), které mohou sloužit také jako námět do diskuse. Prezentované výsledky popisují situaci v případě Kerrovy černé díry s poměrně malým rotačním parametrem a . Docela by mě zajímalo, jestli se výsledky nebudou kvalitativně lišit v případě vyšších spinů černé díry, tedy pro a blížící se 1. Dále by rád věděl, jaký může být zdroj použitého toroidálního magnetického pole. Je toto pole pouze vnější, víceméně „akademické“, či má reálný zdroj? Nakonec bych se rád zeptal, jestli by bylo možné do HARMu zasáhnout nějakým podstatnějším způsobem, který by umožnil modelovat konfigurace torů a akreční tok nabitě hmoty, tedy ne pouze kvazi-neutrální plazmy.

Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem si dovoluji tvrdit, že práce zcela jistě splňuje všechny požadavky kladené na magisterskou diplomovou práci. Především přináší nové poznatky k dané problematice a dle mého názoru by po jistých úpravách mohla sloužit minimálně jako dobrý základ pro publikaci ve vhodně vybraném mezinárodním impaktovaném časopise. Práci Jaroslava Hamerského tak doporučuji uznat jako diplomovou a po úspěšné obhajobě ji navrhuji hodnotit známkou výborně.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Navrhuji do diskuse zahrnout následující body, podrobněji popsány v textu výše.

- 1) sjednocení obrázků typu 3.1 a 3.2,

- 2) kvalitativní odlišnost prezentovaných výsledků od výsledků, který by byly pro spiny černé díry blížící se 1,
- 3) zdroje použitého toroidálního magnetického pole,
- 4) modifikace programu HARM pro popis nabitě hmoty s nenulovým celkovým nábojem.

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

V Opavě dne 2.5. 2011

.....
RNDr. Jiří Kovář, Ph.D.