

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě

Univerzity Karlovy v Praze

posudek vedoucího

posudek oponenta

bakalářské práce

diplomové práce

Autor: Lukáš Ledvina

Název práce: Mapování akrečního disku kvasaru gravitačním mikročočkováním

Studijní program a obor: Fyzika, teoretická fyzika

Rok odevzdání: 2014

Jméno a tituly oponenta: RNDr. Jiří Horák, PhD.

Pracoviště: Astronomický Ústav AV ČR

Kontaktní e-mail: horak@astro.cas.cz

Odborná úroveň práce:

vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Věcné chyby:

X téměř žádné vzhledem k rozsahu přiměřený počet méně podstatné četné závažné

Výsledky:

X originální původní i převzaté netriviální kompilace citované z literatury opsané

Rozsah práce:

veliký **X** standardní dostatečný nedostatečný

Grafická, jazyková a formální úroveň:

vynikající **X** velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Tiskové chyby:

téměř žádné **X** vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet četné

Celková úroveň práce:

X vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího/oponenta:

Diplomová práce Bc. Lukáše Ledviny se zabývá využitím gravitačního mikročočkování k mapování vyzařovacích vlastností tenkých akrečních disků v jádrech aktivních galaxií. Hlavním tématem je změna profilu železné čáry v důsledku přechodu zdroje, v tomto případě kvazaru, přes kaustiku, kterou je v tomto případě tzv. fold. Jedná se o velice aktuální téma, které v sobě spojuje jak časovou tak spektrální analýzu pozorování a z této kombinace dovozuje vytěžit velice cenné informace pro akreční fyziku. Myšlenka, že lze použít gravitační čočky k detailnímu mapování centrálních oblastí akrečních systémů a získat tak nezávislé informace o geometrickém uspořádání akrečního toku (inklinace, radiální profil intenzity a teploty) popřípadě i o samotné centrální černé díře (spin), je fascinující sama o sobě a i předložená diplomová práce dává tušit, že se jedná o velice slibné téma dalšího bádání.

Práce čítá 66 stran, je rozdělená do 5 kapitol, z nichž první kapitola (7 stran) podává poněkud stručný (leč ucelený) úvod do problematiky gravitačních čoček. Autor očividně předpokládá alespoň minimální čtenářovu obeznámenost s tématem, což je naprosto v pořádku, ale zrovna v mém případě by byl trochu obsáhlejší úvod docela užitečný [z tohoto důvodu jsem do následující části zařadil otázku (1)]. Zbylé kapitoly obsahují převážně výsledky autorovy samostatné práce. Lze konstatovat, že, *co do objemu nových poznatků, jde o práci jednoznačně nadprůměrnou*. Kapitola 2 je věnována statistickým vlastnostem světelných křivek, vhodné volbě velikosti a rozlišení map zjasnění a vlivu okrajových podmínek na jejich okraji. Kapitoly 3 a 4 pojednávají o přechodu akrečního disku přes kaustiku, tvaru výsledných světelných křivek a deformaci tvaru železné čáry. Závěrečná kapitola 5 slouží jako rekapitulace výsledků odvozených v předchozích kapitolách.

Při listování prací pana Ledviny se čtenář neubrání dojmu, že kapitola 2 působí spolu s následujícím textem poněkud nesourodě. Ačkoliv rozhodně nehodlám zpochybňovat její kvalitu ani vědecký přínos, uvítal bych její hlubší začlenění do kontextu celé práce. Není mi například úplně jasné, jaké důsledky mají výsledky druhé kapitoly pro mikročočkování centrálních oblastí kvazarů [z tohoto důvodu přidávám otázku (2)].

Kapitoly 3 a 4 jsou těžištěm diplomové práce a stejně jako kapitola 2 jsou sepsány velmi pečlivě. Drobné nejasnosti [kterým jsou věnovány otázky (4) a (5)], jsou při značném rozsahu práce zcela pochopitelné. Velice sympatická je zejména autorova snaha interpretovat jednotlivé jevy v numericky simulovaných světelných křivkách pomocí zjednodušených analytických modelů (např. část 3.3 a zejména pak část 4.4). Tento přístup poskytuje nejen mnohem hlubší vhled do podstaty dané situace, ale umožňuje udělat si i lepší představu o obecnosti daného jevu. V tomto případě je navíc shoda mezi numerickým a analytickým výpočtem nejen kvalitativní, ale také kvantitativní.

Rovněž po formální stránce je práce pana Ledviny na vynikající úrovni. Všechny obrázky jsou skvěle graficky provedeny, některé z nich (zejména obr. 4.10 a 4.11) navíc velice vhodně doplňují autorovy výpočty a prozrazují značnou pečlivost s níž byly vytvořeny. Ani drobné stylistické nedokonalosti a jazykové experimenty, které zde nebudu uvádět, nijak nesnižují vysokou úroveň předložené diplomové práce. Spíše prozrazují autorovo nadšení pro tuto problematiku a v některých případech i umocňují čtenářovo napětí při četbě textu.

Závěrem lze konstatovat, že práce Lukáše Ledviny jednoznačně naplňuje veškeré předpoklady kladené na diplomové práce na MFF UK.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

(1) V diplomové práci se používá k modelování přechodu přes kaustiku tzv. fold, který dává značně nesymetrický profil zjasnění zdroje. Je možné vysvětlit, díky čemu tato nesymetrie vzniká?

(2) O jak častý jde jev? Některé mapy zjasnění (jako např. na Obr. 1.2) mají poměrně komplikovanou strukturu kaustik a přechod přes izolovaný fold nemusí být pravděpodobný. Je možné stanovit například mezní rudý posuv kvazaru (tj. jeho vzdálenost) popřípadě typ čočkující galaxie, pro kterou jsou výsledky práce aplikovatelné?

(3) V části 3.3.4 je zmíněna nesymetrie v orientaci disku. Čím je způsobena?

(4) Rovnice (3.5) předpokládá integraci přes určitý rozsah energií, který však dále není specifikován. Jak byly jeho meze E_1 a E_2 v další práci zvoleny?

(5) Jak je definován faktor zjasnění A ? Je dán poměrem energií záření daného pixelu nebo počtem fotonů? V prvním případě mi v rovnici (3.6) chybí jeden g -faktor...

(6) Vznik široké železné čáry je v současné době stále kontroverzní, prakticky si konkurují dva scénáře, tzv. refleční model, který vysvětluje rozšíření čáry železa pomocí relativistických efektů v blízkém okolí centrální černé díry a který využívá i autor práce, a tzv. partial-covering scenario, který tento jev připisuje absorpci fotonů nižších energií na oblacích v okolí disku. Bylo by možné využít gravitační mikročochy k rozhodnutí, který scénář vzniku široké čáry je pravděpodobnější?

Práci

doporučuji nedoporučuji

uznat jako diplomovou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis oponenta:

19.5.2014, J. Kovář