



Katedra fyziky
FJFI ČVUT
Břehová 7
115 19 Praha 1

Posudek školitele bakalářské práce Nicolý Trakslové

„Vlastnosti obrazů v gravitačním čočkování“

Astrofyzikálního jevu gravitačního čočkování je možné využít jak ke studiu extrémně vzdálených zdrojů záření, díky jejich zjasnění a úhlovému zvětšení, tak ke studiu rozložení hmoty v čočkujícím objektu, díky deformacím pozorovaných obrazů těchto zdrojů. Pochopení detailních vlastností zobrazení gravitačními čočkami je proto nezbytným předpokladem ke správné analýze a interpretaci pozorovaných systémů.

Při studiu čočkování perturbovaným halem temné hmoty (Karamazov & Heyrovský 2022) jsme s mým doktorandem zavedli jako nový nástroj convergence—shear (CS) diagram. Ten umožňuje z jednoho diagramu dvou charakteristických veličin dané gravitační čočky odečíst základní vlastnosti libovolných obrazů vytvořených touto čočkou (např. zjasnění, zploštění, paritu, orientaci). V uvedeném článku jsme metodu použili k ilustrování vlastností čočkování halem s charakteristickým hustotním profilem Navarro, Frenka & Whitea (1996; NFW).

Cílem bakalářské práce slečny Trakslové bylo použít tuto novou metodu na jiné běžně užívané modely gravitačních čoček. V první řadě šlo o sestavení jejich CS diagramů, dále o porovnání vlastností obrazů odečtených z diagramu s vlastnostmi reálných obrazů získaných řešením čočkové rovnice. V rámci práce je tak metoda postupně aplikována na sféricky symetrické modely relevantní pro čočkování hvězdami nebo černými dírami (hmotný bod), galaxiemi (izotermální modely, Hernquistův model), nebo kupami galaxií (NFW model a jeho radiálně omezená verze). Ilustrovány jsou také dva modely bez sférické symetrie: triviální model s konstantní konvergencí a shearem (lokální aproximace téměř jakéhokoliv modelu) a hmotný bod s vnější konvergencí a shearem (hmotný bod v externím gravitačním poli).

Kapitoly 3 (kromě podkapitoly 3.2) a 4 předložené práce obsahují nové originální výsledky, které potvrzují užitečnost CS diagramů. Zatímco diagramy některých modelů mají strukturu podobnou (NFW a Hernquist), jiné jsou na první pohled odlišné (hmotný bod, izotermální modely), poukazující na globálně odlišný charakter zobrazení. Ze struktury diagramu blízko počátku lze také například ihned odečíst odlišnosti modelů v asymptotickém režimu. V případě „nesymetrických“ modelů je potřeba brát v potaz komplikovanější propojení mezi bodem v CS diagramu a odpovídajícími polohami v rovině čočky.

Ústav teoretické fyziky

V Holešovičkách 747/2, 180 00 Praha 8
telefon: 95155 2493, fax: 95155 2496
e-mail: mfkf@mbx.troja.mff.cuni.cz

K odborné stránce připomínky nemám, práce splnila svůj účel a výsledky jsou velmi zajímavé. V textu jsem narazil pouze na pár překlepů a mám k němu pouze několik připomínek:

- Obr. 3.17: V levých panelech by stálo za to znázornit bodovou tangenciální kaustiku tečkou.
- Str. 49 Odst.1: V předposlední větě má být „ $\theta = 2 \kappa_0 = 0.2$ “.
- Kap. 3.5.2 poslední tři odstavce a Obr. 3.20: Uváděné polohy zde nejsou v jednotkách θ_c .
- Obr. 3.19: V popisku zmiňovaná křivka pro $\theta_c = \kappa_0$ chybí, u prostřední rysky má být „0.1“.
- Kap. 4: Nadále jsou zde používány orientace „tangenciální“ a „radiální“, i když tyto výrazy ztrácejí svůj doslovný význam, který měly u symetrických modelů. Zde jsou tedy jejich ekvivalentem ve smyslu „ve směru fáze“ a „kolmo na fázi“.
- Str. 58 nahoře: Pro doplnění, při $\kappa_c = 1$ tvoří kritickou křivku dva body (s nulovým shearem), kaustiku tvoří také dva body.

Ve všech případech jde o drobnosti, které nemají dopad na výsledky a celkové vyznění práce.

S postupem práce slečny Traksové jsem byl velmi spokojen. Docházela pravidelně na konzultace a pracovala průběžně během celého roku. Dostalo se díky tomu i na modely bez sférické symetrie, s netriviálními vlastnostmi a obrazovými konfiguracemi. Získané původní výsledky plánujeme využít v nadcházejících publikacích.

Bakalářskou práci slečny Traksové navrhuji hodnotit známkou A (výborně).

V Praze, dne 18. srpna 2022

David Heyrovský