

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: Marco Souza de Joode
Název práce: Modelling of protoplanetary disks based on ALMA and VLTI measurements
Studijní program a obor: Fyzika, Obecná fyzika (FOF)
Rok odevzdání: 2024

Jméno a tituly oponenta: Mgr. Richard Wunsch, Ph.D.
Pracoviště: Astronomický ústav AV ČR, v.v.i.
Kontaktní e-mail: richard.wunsch@asu.cas.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:

V této práci autor studuje protoplanetární disk DoAr44 v nám nejbližší oblasti tvorby hvězd v Hadonoši. Tento objekt patří do třídy tzv. před-přechodových (pre-transitional) disků, jejichž spektrum naznačuje existenci relativně široké mezery na středních poloměrech jednotek až desítek astronomických jednotek. Tato mezera činí tuto třídu objektů velmi zajímavou, protože může souviset s probíhajícím procesem vzniku planet.

Autor vytváří rozsáhlou sérii modelů disku DoAr44 a porovnává je s archivními daty z nejmodernějších a nejvýkonějších současných astronomických přístrojů: spektry z VLT/UVES a VLT/X-shooter, infračervenými interferometrickými daty z VLTI/GRAVITY, radiovými interferometrickými daty z ALMA a dalšími. Při modelování autor začíná s jednoduchými analytickými modely a pokračuje až k poměrně sofistikovaným numerickým modelům řešícím rovnici přenosu záření pro několik složek (např. disk, obálka nebo výtrysk). Prohledáním prostoru parametrů pak získává modely, které nejlépe odpovídají pozorováním a na základě toho může učinit několik závěrů o struktuře a fyzikálních parametrech studovaného systému.

Velmi vysoko hodnotím rozsah celé práce. Množství znalostí a schopností, které jsou potřebné k analýze tolika různých typů pozorování s moderními komplexními přístroji a k práci s použitými modely je úctyhodné a neobvyklé na úrovni studenta bakalářského studia. Ukazuje to také na velký entuziasmus autora, který zkoušel použít všechny dostupné informace a řadu různých modelů, aby se o objektu dozvěděl co nejvíce. Podařilo se mu tak získat originální výsledky, které podle mého názoru nebude problém publikovat v prestižním astronomickém časopise.

Z formálního hlediska je práce napsána srozumitelně a přehledně a splňuje kritéria kvality požadovaná pro vědecké texty. Práce je napsána velmi dobrou angličtinou. Nalezl jsem několik nedokonalostí, které jsou pochopitelné pro práci daného rozsahu, a které uvádím níže.

1. Některé veličiny a symboly nejsou řádně definovány. Např. r v rovnici 1.24, B_* v rovnici 1.28, v_0 a r_{csh} v rovnici 3.25, nebo B_1 a B_2 v rovnici 3.28. Pro interferometrickou viditelnost (visibility) je zaveden symbol \mathcal{V} (patrně \mathcal{V}), ale později je používán symbol V , který koliduje s jedním ze Stokesových parametrů. V naprosté většině případů nejde o vážnější problém, protože význam symbolů lze pochopit z kontextu. Nicméně, nepodařilo se mi zjistit, jak se liší veličiny $\chi_{r,\dots}^2$ v levém sloupci na str. 43 a 44 od veličin $\chi_{r,\dots}^2$ v pravém sloupci (které jsou dále diskutovány na rozdíl od těch levých).

2. Není uvedeno, jak byla určena rychlost akrece, jejíž hodnota je daná rovnicí 3.32. Jako přirozený se mi zdá vztah $\dot{M} = 4\pi r_{insh}^2 \rho_{sh} v_{sh}$, ale po dosazení hodnot z tabulky 3.5 dostanu $\dot{M} = 8.0 \times 10^{-8} M_{\odot} \text{yr}^{-1}$ a nikoli $6.6 \times 10^{-9} M_{\odot} \text{yr}^{-1}$. Možná nebyl použit faktor 4π , ale není mi jasné proč.

3. V kap. 3.3.1 odst. 4 je uvedeno, že model SED v pravém horním panelu obr. 3.12 přeceňuje emisi v $7 - 10 \mu\text{m}$ oblasti a podceňuje emisi v mm a sub-mm oblasti. Pohledem na obrázek se mi ale zdá, že emise v mm a sub-mm oblasti je v modelu a pozorování identická. Podobně se mi zdá, že model a data souhlasí velmi dobře v $1 - 2 \mu\text{m}$ oblasti v pravém dolním panelu, kde by podle popisu souhlas být neměl. Bez ohledu na toto je ale nesoulad mezi modelem s monotónním profilem a daty patrný při porovnání s interferometrickými daty z ALMA.

4. Horní panel obr. 3.19 nesouhlasí s údaji v tab. 3.7. Podle popisu by vnitřní disk měl být vyznačen pro parametry modelu A, tedy s vnitřním a vnějším poloměrem 108 a $1075 R_{\odot}$ a s hustotou $\rho_{dc} = 10^{-10} \text{g/cm}^3$. Červená čára v dané oblasti ale ukazuje vnitřní poloměr $\sim 42 R_{\odot}$ a hustotu téměř 10^{-7}g/cm^3 .

5. Data z JWST v obr. 4.4 patrně nejsou získána z archívu ESO (pokud vím, ten je neobsahuje) a uvedená reference Delmotte et al. (2006) je obecný software na zpracování dat, nikoli odkaz na dané pozorování.

6. V práci jsem našel menší množství překlepů, za které uvádím jen příklad: v tabulkách 3.4 a 3.5 jsou některé teploty uváděny v km/s a některé rychlosti v Kelvinech. V principu je to možné, ale v

tomto případě se jistě jedná o chybu.

Tyto nedokonalosti ale nijak nesnižují hodnotu práce. Její úroveň hodnotím jako vynikající, díky jejímu bezprecedentnímu rozsahu, získaným originálními, zajímavými a vysoce aktuálními výsledkům, a použití moderních dat a metod.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

- Mohou nám tyto disky s širokou mezerou říci něco o tom, jak probíhá migrace planet (t.j. testovat modely migrace)? Může být právě velká šířka mezery důsledkem migrace?
- Plánujete v budoucnu přidat do modelů protoplanetárních disků dynamiku? Mohlo by to být užitečné např. pro modelování shromáždění prachových částic v prstencích.

Práci:

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl

Místo, datum a podpis oponenta:

Praha, 12. června 2024