

Oponentský posudek disertační práce RNDr. Jaroslava Merce:

„Multifrequency research of symbiotic binaries“

Prírodovedecká fakulta Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach

Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy v Praze

Tento oponentský posudek disertační práce žadatele o titul PhD., **RNDr. Mgr. Jaroslava Merce**, doktoranda Ústavu fyzikálních věd Přírodovědecké fakulty Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košicích a Astronomického ústavu Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze ve studijním programu „Astrofyzika“ pod dvojím vedením („cotutelle de thèse“), byl vypracován ve shodě s ustanoveními § 63 Zákona č. 131/2002 o vysokých školách a dalších relevantních předpisů, v návaznosti na ustanovení článku 11, odstavec 1, Studijního řádu doktorandského studia na UPJŠ v Košicích. Školitelé Jaroslava Merce byli doc. RNDr. Rudolf Gális, PhD. (ÚFV PF UPJŠ) a doc. RNDr. Marek Wolf, CSc. (AsÚ MFF UK).

Hlavním odborným zájmem Mgr. Jaroslava Merce je výzkum proměnných hvězd, speciálně pak symbiotických dvojhvězd, které jsou i předmětem posuzované disertační práce. Během vysokoškolského studia uchazeč o titul PhD. publikoval čtyřicet původních prací, z toho 21 v recenzovaných odborných astrofyzikálních časopisech. Pětadvacetkrát byl hlavním autorem publikovaných prací. Jeho práce byly celkem 106krát citovány, Hirschův index má rovněž úctyhodný - 5. V publikovaných pracích jednoznačně prokázal výtečnou orientaci ve zmíněné astrofyzikální problematice, smysl pro týmovou práci, citlivý přístup k pozorování a zběhlost v počítačové technice, která bohužel vůbec není samozřejmostí. Osobně jej považuji za jednoho z nejtalentovanějších českých a slovenských studentů astrofyziky v poslední době. Má vynikající mezinárodní reputaci, pracuje rychle, samostatně a přitom pečlivě, s oblibou využívá moderních metod. Oceňuji i to, že se hlásí k amatérským pozorovatelům proměnných hvězd, z jejichž řad povstal, a že se věnuje budování kontaktů mezi profesionálními astronomy a rozsáhlou amatérskou komunitou na republikové i mezinárodní úrovni. Osobně vysoce hodnotím i jeho spolupráci s astrofyziky na ÚTFA MU v Brně a Sekcí pozorovatelů proměnných hvězd a exoplanet České astronomické společnosti.

Nadále se budu zabývat už jen předloženou disertační závěrečnou prací (DZP) uchazeče. Ta sestává z čtyř hierarchicky členěných kapitol o délce 178 stran, rozsáhlého soupisu literatury a příloh. Práce je sepsána ve srozumitelné angličtině, což je zcela na místě, protože anglický jazyk je základním dorozumívacím jazykem mezinárodní astrofyzikální komunity. Celková úprava práce je vynikající, čtenář se v ní snadno orientuje, překlepů je minimum. Zručnost v matematické sazbě nemohu posoudit, protože DZP matematické vztahy takřka neobsahuje. Tabulky a obrázky mají dobrou grafickou kulturu, u popisů některých obrázků mi vadí příliš velký font písma, který se jen málo liší od řezu písma základního textu, což všeobecně zhoršuje orientaci na stránce.

Ale to vše jsou jen drobnosti, které celkový dobrý dojem z disertace nekazí. Naopak, Mercovu DZP budu doporučovat všem studentům doktorského a magisterského studia se specializací na fyziku hvězd a hvězdných soustav jako vzor výborné formální úpravy závěrečné práce a výtečný úvod do problematiky interagujících dvojhvězd, zejména pak těch symbiotických.

Ad a) Aktuálnost zvoleného tématu DZP. Studium symbiotických dvojhvězd sestávající ze široké dvojice diametrálně odlišných komponent – chladného rozměrného obra a horké degenerované složky – bílého trpaslíka nebo neutronové hvězdy – obklopené plynoprachovou mlhovinou, má u nás dlouhou tradici. V druhé polovině minulého století bylo těchto soustav známo jen několik, a jejich chování bylo dosti záhadné a nepredikovatelné. V posledních dvaceti letech však počet známých symbiotik řádově narostl, tyto systémy byly nalezeny i v jiných galaxiích, zlepšilo se porozumění procesů, které tam probíhají.

V soustavě symbiotických dvojhvězd dochází k pulzacím, k přenosu hmoty, k obnaženému termonukleárnímu hoření akreovaného vodíku na povrchu bílého trpaslíka, k výbuchům, erupcím a řadě dalších nestacionárních jevů, které se pak projevují specifickým rozložením energie ve spektru a proměnností na škále od několika sekund do desítek let. Studium symbiotických hvězd je tak svrchovaně aktuální astrofyzikálním tématem, které slibuje množství překvapujících odhalení i do budoucnosti.

Ad b) Zvolená metodika zpracování DZP. Poznatky uvedené v DZP vycházejí ze současného stavu vědy a jsou založeny na syntéze výsledků pocházejících buď z vlastního výzkumu, nebo z převzatých poznatků publikovaných článcích v recenzovaných časopisech. Vlastní metodika získávání těchto výsledků je v DZP popisována odkazy na originální publikace, samostatně však traktována není. Není však nejmenší pochyby, že řemeslo astrofyzikálního hledání výsledků zná uchazeč dokonale, protože jinak by nebyl tak publikačně úspěšný.

Ad c) Splnění sledovaných cílů DZP. Cílem DZP Jaroslav Merce podle zadání z roku 2018 byla analýza fotometrických a spektroskopických pozorování vybraných symbiotických soustav se zaměřením na jejich dlouhodobou proměnnost a hledání fyzikálních mechanismů zodpovědných za pozorovanou aktivitu těchto interagujících dvojhvězd. V průběhu přípravy této DZP však uchazeč, pod inspirujícím vedením doc. Gálise a doc. Wolfa, tyto záměry ambiciózně rozšířil na vytvoření aktualizovatelné On-line databáze všech známých symbiotických dvojhvězd, určené pro stále se rozšiřující mezinárodní komunitu zájemců o studium těchto astrofyzikálně zajímavých objektů. Databáze v této chvíli představuje nejúplnější soupis orbitálních, stelárních a dalších pozorovacích parametrů všech známých nebo alespoň podezříváných symbiotických dvojhvězd na světě.

Koncipování této vynikající pomůcky, a zejména pak její naplňování relevantním astrofyzikálním obsahem bylo (a je) intelektuálně a časově mimořádně náročným úkolem, pro jehož realizaci musel uchazeč důkladně pročíst více než 600 odborných článků a kriticky zhodnotit a vybrat co nejdůvěryhodnější informace o tisícovce objektů v naší Galaxii a v dalších 16 sousedních galaxiích.

Při této mravenčí práci narazil na řadu nejasností a sporů, které podrobně spektroskopicky a fotometricky analyzoval u 47 symbiotických kandidátů a výsledky svých zjištění pak publikoval v odborném tisku. To se stalo dalším z cílů DZP. Třetím, původně vůbec neplánovaným cílem DZP, bylo hledání nových, dosud neznámých symbiotických dvojhvězd. To bylo korunováno nalezením několika astrofyzikálně unikátních systémů, především pomocí pozorování nového astronomického satelitu Gaia. V práci je popsán objev a charakteristiky objektu Gaia18aen, který byl Gaiou detektován během vzplanutí a potvrzen jako první symbiotická soustava odhalená touto evropskou misí. Inspirující je i popis objevu jižní symbiotické podvojně soustavy DeGaPe 35, která byla objevena během amatérské pozorovací kampaně na planetární mlhoviny.

Sumárně lze konstatovat, že uchazeč ve své DZP splnil a více než trojnásobně překročil její cíle obsažené v zadání práce.

Ad d, e) Dosažené výsledky a přínos DZP pro další rozvoj vědy. Jaroslav Merc v průběhu svého doktorského studia dokonale zvládl problematiku jednoho z nejsložitějších oborů, jímž je studium symbiotických dvojhvězd, který od svých řešitelů vyžaduje vskutku komplexní astrofyzikální znalosti a dovednosti. Naučil se své objevy adekvátním způsobem publikovat a syntetizovat, jak nás o tom přesvědčil i ve své DZP. Nevyhýbá se ani popularizaci svého oboru na nejrůznějších fórech, včetně setkání amatérských astronomů. Při svých vystoupeních dává jasně najevo, že svému oboru rozumí, a také, že jej to nesmírně baví. I tím posouvá vědu a přírodovědné vzdělávání na vyšší úroveň a plně si zaslouží titul PhD. Je i zjevným důkazem toho, že zvolená forma studia pod dvojím vedením přináší své ovoce. Oba vedoucí studia: doc. Wolf a doc. Gális, mají na jeho úspěchu lví podíl.

Ad f) Na základě zevrubného posouzení předložené disertační práce RNDr. Mgr. Jaroslava Merce navrhuji, aby mu byl udělen akademický titul philosophiæ doctor (PhD.).

V Brně, 3. srpna 2022

prof. RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc.

Ústav teoretické fyziky a astrofyziky PřF MU
Kotlářská 2, 611 37 Brno, Česká republika

Předkládám zde ještě dvě otázky, které mě napadly při podrobném pročitání disertace.

- 1) Když jsem se podrobněji seznamoval se strukturou a obsahem On-line databáze symbiotických hvězd, zjistil jsem, že na adrese <http://astronomy.science.upjs.sk/symbiotics/> se nachází dva roky stará verze, datovaná ke konci roku 2020. Docela určitě existují i verze aktuálnější, třeba ta, na niž se odvolává DZP. Jak je to tedy s aktualizováním obsahu veřejně dostupné databáze, a kdo je za ni oficiálně zodpovědný?
- 2) Souhlasím s tím, že symbiotické dvojhvězdy včetně svého okolí představují astrofyzikální laboratoř, kde se uplatňuje široká paleta mechanismů vzniku nejrůznějších typů variability. Nicméně jsem v DZP našel pouze jedinou zmínku o roli magnetického pole, a to ještě jen v souvislosti s magnetickou aktivitou chladné obří složky. Podle mě však lze očekávat, že alespoň některé z horkých složek symbiotických dvojhvězd mají silné globální magnetické pole, které bude vytvářet magnetosféru těchto složek. Magnetické pole by tak mohlo ovlivňovat průběh akrece látky na degenerovanou hvězdu, vznik povrchových fotosférických skvrn, a možná i modulovat tempo spalování vodíku ve vnější vrstvě aktivních bílých trpaslíků. Co vy na tuto spekulaci?