

Posudek oponenta na diplomovou práci pana Jiřího Doubka:

SPEKTROSKOPIE Be HVĚZDY 60 CYGNI

Hvězdy se závojem (Be stars) jsou horké hvězdy s povrchovými teplotami asi 10000 -- 30000 K, v jejichž spektrech se vyskytují emisní čáry vodíku a dalších prvků. Existují přesvědčivé důkazy toho, že emisní čáry pocházejí z rozsáhlých plynných obálek kolem těchto hvězd, které se během let a desetiletí objevují a opět mizí. Přes značné úsilí se dodnes nepodařilo zjistit fyzikální příčinu vzniku podobných obálek ani důvody jejich časové proměnnosti. Právě soustavné studium proměnnosti konkrétních hvězd se závojem je nesporně jednou z cest, jak pochopit povahu celého jevu.

Vzhledem k tomu, že v poslední době bylo na Astronomickém ústavu UK obhajováno několik diplomových prací týkajících se problematiky hvězd se závojem, chtěl bych ocenit, že pan Doubek pojal úvod práce tak, že své předchůdce neopakuje. Zařadil docela pěkný úvodní přehled hvězdné spektroskopie včetně výčtu některých mechanismů rozšíření spektrálních čar. K této části mám ale několik připomínek.

Str. 12: Tvzení, že rotační periody horkých hvězd činí jen několik hodin, je takto obecně formulováno nesprávné. Lze to zhruba tvrdit pro hvězdy se závojem. Jinak ale mnohé horké hvězdy rotují velmi pomalu, s periodami třeba i dva týdny a podobně.

Str. 13: Hranice mezi spektrálním typem O a B je mnohem blíže 29000-30000 K, než 25000 K uváděných autorem. On sám ostatně později v kap. 4.1 srovnává B1 spektrum 60 Cygni s teoretickým spektrem o teplotě 27000 K. Podobně hranice mezi typy B a A je něco méně než 10000 K.

Str. 14: Popis dodatečných spektrálních tříd je neúplný a poněkud matoucí. Spektrální typy L a T (který autor opominul), rozšiřují spektrální klasifikaci k nižším efektivním teplotám, zatímco typy WR, R,N či S jsou projevem jistých spektrálních anomálií u stejných efektivních teplot jako třídy O, respektive M. Navíc charakteristikou třídy L je silná čára draslíku, ne lithia, jak autor uvádí.

Obsáhlá druhá kapitola podává stručný přehled některých hypotéz pokoušejících se vysvětlit vznik hvězd se závojem a též vlastností těchto hvězd. Struktura této kapitoly mi nepřijde úplně dobře promyšlená: Jak lze vidět již z obsahu, jsou zde vedle sebe na stejnou úroveň postaveny hypotézy vysvětlující jev závoju, některé pozorované vlastnosti, teorie radiálních a neradiálních pulsací, proměnnost hvězd se závojem a konečně základní údaje o samotné 60 Cygni. Pominu-li ale tuto skutečnost, je pravda, že se v jednotlivých podkapitolách čtenář dozví celkem podrobně řadu vlastností studovaných hvězd.

Několik poznámek:

Oddíl 2.3.2 Shell čáry: Autor vysvětluje fázové přechody B – Be – Be shell precesí zploštělého disku. Ačkoliv ani takový případ nelze vyloučit, domnívám se, že existují dostatečné pozorovací doklady toho, že fázové přechody souvisejí s postupným zánikem disku a jeho novým vznikem.

Hvězda theta CrB měla emisní a shell čáry pouze asi rok ve dvacátých letech 20. století, jinak celou dobu vykazovala normální B6 spektrum. Až letos se opět objevily v optickém spektru čáry obálky.

Oddíl 2.3.3 Rotace: Když už se autor o otázce rychlé rotace a jejím možném původu zmiňuje, měl by uvést i možná vysvětlení, která nabízejí jak teorie hvězdného vývoje se započtením rotace, tak i původní dvojhvězdná hypotéza.

Oddíl 2.4 Pulsace: Autor správně konstatuje, že pro hvězdu v daném vývojovém stadiu lze pomocí perturbací vyšetřovat její stabilitu či nestabilitu vůči pulsacím. Bylo by ale korektní dodat, že oblast, ve které se v HR diagramu hvězdy se závojem nacházejí, se jen částečně překrývá s oblastmi, pro něž byla nalezena nestabilita vůči pulsacím. Právě tak by se slušelo ke sdělení, že Maintz a kol. 2003 úspěšně modelovali změny profilů omega CMa jako neradiální pulsace dodat, že Balona, Aerts a Štefl 1999 MNRAS 305, 519 došli naopak k závěru, že změny profilů této hvězdy téměř jistě nejsou způsobeny pulsacemi.

Obecná výtka, kterou k práci mám, se týká toho, že autor by si měl uvědomit, že v badatelských publikacích je třeba soustavně uvádět zdroje tvrzení, která jsou předkládána jako již známa. Např. při přehledu hypotéz vysvětlujících vznik jevu hvězd se závojem je většina hypotéz uvedena bez jakýchkoliv odkazů. Podobně nejsou uvedeny odkazy na použité zpracovatelské programy atd. Seznam citovaných prací je rozhodně o mnoho kratší, než by ve skutečnosti měl být.

Těžiště vlastní práce autora je v kapitolách 3 a 6. S potěšením mohu konstatovat, že v nich autor zcela nepochybně prokázal své předpoklady k originální badatelské práci a přinesl některé svěží nápady do způsobu,

jak data zpracovávat a analyzovat. K těmto podstatným kapitolám nemám žádné vážnější výhrady, jen dotaz:

V tabulce 8 na str. 50 uvádí autor pro H alfa absorpci poloviční amplitudu křivky radiálních rychlostí 8,5 km/s. Fázový diagram v obr. 19 by mne i přes značný rozptyl bodů sváděl k domněnce, že skutečná amplituda by měla být o dost větší. Může se autor k této věci při obhajobě vyjádřit?

Přátelská rada pro konstrukci budoucích obrázků: Při presentaci např. cyklických změn v závislosti na čase je dobré uvážit vhodné měřítko na ose Y. Kdyby autor u obr. 22 zvolil výrazně větší rozsah hodnot pro poměr V/R, byly by změny s periodou 146 dní pro oko daleko lépe patrné.

Autor získal několik velmi cenných původních výsledků, jmenovitě:

- (1) významným způsobem zpřesnil křivky radiálních rychlostí s periodou 146 dní, takže o podvojnosti 60 Cygni již nemůže být pochyb;
- (2) prokázal současnou existenci dvou různých obálek a zajímavým způsobem popsal jejich dynamický vývoj;
- (3) získal velmi přesné fázové křivky změn radiálních rychlostí a zpřesnil periodu rychlých změn profilů čar. Škoda jen, že v apriorní víře, že se musí jednat o projev neradiálních pulsací, nezkusil o hodnotě periody 0,53 dne uvažovat vzhledem k vlastnostem hvězdy. Pro pravděpodobnou hmotnost a poloměr B1 hvězdy je totiž taková perioda blízká očekávané hodnotě periody keplerovského oběhu v blízkosti hvězdy, její dvojnásobek se pak zhruba shoduje s hodnotou kritické rotační periody slapově deformované hvězdy s poloměrem na rovníku o polovinu větším, než je poloměr polární.

Překlepy:

Úprava práce je obecně na velmi dobré úrovni. Překlepy a stylistické nepřesnosti, kterých jsem si během četby práce povšiml, uvádím pouze pro pořádek, a také proto, že některé jsou roztomilé.

Str. 11: kvantové mechaniky

Str. 14: termionukleární reakce

Str. 18: "vyšším řádům Balmerovy série": lépe by bylo "vyšším členům.."

Str. 19: Narozdíl (bez mezery); hovorový tvar "můžou" místo správného "mohou" (též str.25).

Str. 23: periody nestále – periody nestálé

Str. 27: teroie

Str. 29: Na základě...

Str. 33: ..absorpce...

Str. 42: tlušťku

Str. 46: tabulka 7

Str. 59: pravěpodobně

Str. 63: Czecholovakia – navíc by správná citace měla být Bull. Astron. Inst. Czechoslovakia

Závěrem konstatuji, že výše uvedené drobnější připomínky nemění nic na faktu, že předložená diplomová práce je kvalitní, přináší původní vědecké výsledky a plně splňuje požadavky na podobnou práci kladené.

Navrhuji práci po úspěšné obhajobě klasifikovat známkou výborně.

V Praze 23. května 2006

Petr Harmanec