

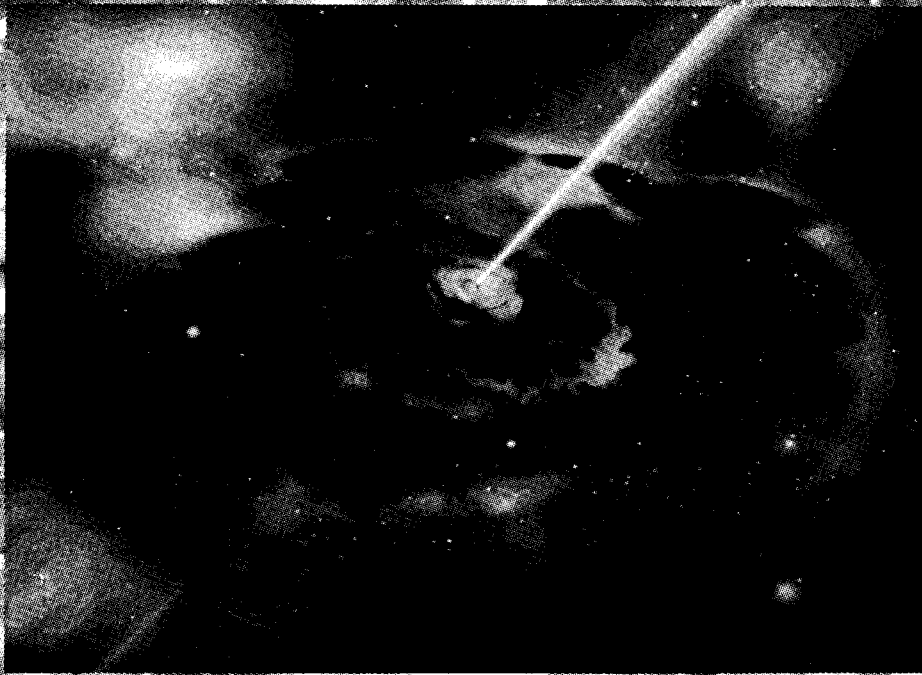
PERSEUS

Věstník B.R.N.O. - sekce pozorovatelů
proměnných hvězd CAS



5/2003

ROČNÍK 13



HORKÉ HVĚZDY - ČÁST 2.

ČESKÉ NOVY

OBJEV ZÁKRYTU VE SVĚTELNÉ KŘÍVCE Z AND

ARKTUREM OTŘÁSAJÍ ZVUKOVÉ VLNY

ASYMETRICKÁ SUPERNOVA

VIZUÁLNÍ OBJEV SUPERNOVY 2003GD

CCD FOTOMETRIE DESETI MIRID

ASTROFYZIKÁLNĚ PRAKTIKUM 2003

SUMMER SCHOOL IN BULGARIA

Úvodník

Editorial

Milí čtenáři,

časopis Perseus byl zaregistrován na Ministerstvu kultury ČR v evidenci periodického tisku. To nám umožní od tohoto čísla využít služeb jedné distribuční firmy v Praze a náklady na poštovné Persea se tím značně sníží.

Z obsahu bych chtěl upozornit především na druhou část článku doc. Mikuláška, který podává přehled o horkých hvězdách. Jiří Grygar píše o velkém úspěchu Kamila Hornocha, který v krátkém časovém odstupu objevil tři novy v galaxii M31. Nový objev učinil Augustin Skopal, když na světelné křivce symbiotické hvězdy Z And odhalil zákryty. V článku P. Sobotky se dozvíte, že „standardní svíčky“ - supernovy Ia - možná nejsou tak spolehlivé. Další příspěvky pojednávají o proměnnosti Arktura, kterou lze vysvětlit jako projev šíření zvukových vln atmosférou hvězdy, o zvýšení rekordu v počtu vizuálně objevených supernov, CCD fotometrii deseti mirid, Astrofyzikálním praktiku 2003, Letní škole v Bulharsku a nové verzi MedDatu.

Petr Sobotka, šéfredaktor

PERSEUS - časopis pro pozorovatele proměnných hvězd

Vydává B.R.N.O. - sekce pozorovatelů proměnných hvězd České astronomické společnosti

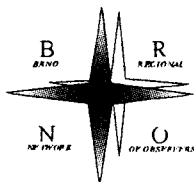
Adresa redakce: Redakce Persea, Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka, Kraví hora 2, 616 00 Brno. Tel. a fax: 541 321 287, e-mail: petr.sobotka@astro.cz

Šéfredaktor: Bc. Petr Sobotka, Recenzent: Dr. Vojtěch Šimon, PhD.,
Redakční rada: Petr Hejduk, RNDr. Miloslav Zejda, Redakční okruh: Pavol A. Dubovský.

Vychází 6x ročně. Ročník 13. ISSN 1213-9300. MK ČR E14652.

Číslo 5/2003 dáno do tisku 15. 9. 2003, náklad 160 kusů.

Sazba: Bc. Petr Sobotka, tisk: TYPO, Kolín



<http://var.astro.cz/brno/>



www.meduza.info

Obsah

Contents

Horké hvězdy - část 2., <i>Z. Mikulášek</i>	2
Hot Stars - part 2	
České novy, <i>J. Grygar</i>	8
The Czech Novae	
Objev zákrytu ve světelné křivce Z And, <i>P. Sobotka</i>	14
Discovery of the Eclipse in the Light Curve of Z And	
Arkturem otrásají zvukové vlny, <i>M. Haltuf</i>	16
Sound Waves Vibrate Arcturus	
Asymetrická supernova, <i>P. Sobotka</i>	19
Asymmetry of Supernova	
Vizuální objev supernovy 2003gd, <i>M. Lehký</i>	21
Visual Discovery of SN 2003gd	
CCD fotometrie deseti mirid, <i>L. Šmelcer</i>	23
CCD Photometry of Ten Miras	
Astrofyzikální praktikum 2003, <i>J. Kubica</i>	24
Astrophysical Summer Camp 2003	
Summer School in Bulgaria, <i>V. Bakis</i>	26
Letní škola v Bulharsku	
Vydán MedDat 1.1, <i>M. Haltuf</i>	28
MedDat 1.1 Update	
Proměňářské novinky	29
Digging the Literature	
Zvěsti a neřesti	32
The Lapses at the Telescopes	
Došlá pozorování, <i>M. Haltuf, M. Zejda</i>	33
New Observations	

- Obrázky na obálce: 1 - AGN: prsteneček kolem černé díry (článek str. 29)
2 - Kulová hvězdokupa NGC 6397 (článek str. 30)
3 - Rentgenové záření aktivní galaxie Centaurus A (článek str. 30)

Uzávěrky příštích čísel: číslo 6/2003 - 15. 10. 2003
číslo 1/2004 - 15. 12. 2003
číslo 2/2004 - 15. 02. 2004



Horké hvězdy - část 2.

Zdeněk Mikulášek

Hot Stars - part 2

Přehledový článek o horkých hvězdách je převzat z úvodní části vysokoškolských skript Zdeňka Mikuláška a Jiřího Krtičky „Fyzika horkých hvězd“. Stejnomená přednáška se od letošního roku bude přednášet na Masarykově univerzitě.

A review article about hot stars is adopted from the introductory parts of academic textbook by Zdenek Mikulasek and Jiri Krticka "Hot Stars". The same named lecture will be prelected at Masryk University in Brno.

1.2.5 Modří opozdilci (blue stragglers)

Jedná se o hvězdy hlavní posloupnosti s hmotností 1,2 až 1,7 M_{\odot} , zpravidla rychle rotující. To vše jsou charakteristiky standardních horkých hvězd populace I, mladších než několik miliard let. Problém ovšem je v tom, že v případě modrých opozdilců jde o hvězdy prokazatelně staré nejméně 10 miliard let, jež nejčastěji nacházíme v centrálních partiích kulových hvězdokup. Hypotéz vysvětlujících jejich vznik je řada, nejčastěji se však soudí, že jde o výsledek splynutí dvou hvězd kulové hvězdokupy. V hustých částech kulových hvězdokup nejsou tyto srážky ničím zvlášť neobvyklým, podobně omlazených hvězd ve větších hvězdokupách může být i několik desítek.

Při splynutí dojde k promíchání, a tím i chemické homogenizaci hvězdy, která se tak zase vrátí do údobí hvězdy hlavní posloupnosti, ovšem s vyšší hmotností. Modří opozdilci jsou ve hvězdokupách nápadní jak svým zabarvením, tak i relativně vysokou jasností - konkurují červeným a obrům asymptotické větve.

1.2.6 Obří a veleobří populace I

Na HR diagramu hvězd populace I v prostoru vpravo od hlavní posloupnosti (luminozitní třídy V) nacházíme postupně ještě podobry (IV), obry (III a II) a veleobry (Ib a Ia). Jedná se vesměs o poměrně hmotné, chemicky nehomogenní hvězdy v pokročilejším stadiu vývoje. V těchto hvězdách je vodíkové palivo v centrálních částech hvězdy již vyčerpáno, jejich výkon je však i nadále zajišťován vodíkovými TNR probíhajícími ve slupce obepínající vyhořelé heliové jádro, v němž mohou existovat i další aktivní oblasti, kde se energie uvolňuje v důsledku postupného spojování heliových a těžších jader až po železo.

Vývojové stopy HR diagramu modelů hvězd o hmotnosti nad 11 Sluncí jsou poměrně jednoduché: hvězda svou životní dráhu začíná jako chemicky homogenní hvězda hlavní posloupnosti nulového stáří, kdy začíná spalovat zásoby vodíku v cen-



trálních oblastech. Po jejím vyčerpání se víceméně klidně zažehnou další jaderné zdroje. Po celou tu dobu se zářivý výkon hvězdy prakticky nemění, hvězda se však postupně zvětšuje. Znamená to, že její efektivní teplota pozvolna klesá. Tím se snižuje i gravitační zrychlení na povrchu hvězdy, což znamená, že z hvězdy snáze uniká hmota prostřednictvím hvězdného větru. Proces obrušování vnějších částí veleobří hvězdy dokáže zvrátit i směr dosavadního vývoje - poloměr hvězdy se začne zmenšovat, hvězda se z oblasti chladných veleobrů může vrátit zpět do oblasti horkých veleobrů. Vývoj hmotné hvězdy bývá násilně přerušeno, tím že hvězda vzplane jako supernova typu II (případ hvězdy Sanduleak -69°202), k čemuž dochází v důsledku víceméně nezávislého vývoje vnitřních partií hvězdy.

Všeobecně platí, že pro danou efektivní teplotu je zářivý výkon přímo úměrný čtverci poloměru hvězdy, platí tedy jednoduchá zásada, že čím je zářivý výkon (absolutní jasnost) hvězdy větší, tím je hvězda rozměrnější. Poloměry veleobrů jsou tak vždy větší poloměry obrů téže teploty, a ty jsou zase větší než poloměry hvězd na hlavní posloupnosti. U horkých hvězd je navíc splněno, že se vzrůstajícím výkonem rostou v dané teplotě i hmotnosti hvězd.

Rozdíl absolutních hvězdných velikostí hvězd luminozitních tříd²⁾ Ia, Ib, II, III, IV a V (hlavní posloupnost) téže efektivní teploty s klesající teplotou narůstá. Je to dáno tím, že zatímco u jasných veleobrů zářivý výkon na teplotě prakticky nezávisí, u hvězd hlavní posloupnosti je patrný velice strmý nárůst zářivého výkonu s teplotou. Takže u spektrálního typu O5 jsou veleobří jen o 0,7 mag jasnější, zatímco u F0 tento rozdíl činí typicky 9 magnitud! Rozdíl v zářivých výkonech jsou způsobeny zejména různými poloměry hvězd. Zde platí, že zatímco poloměry hvězd hlavní posloupnosti s klesající teplotou klesají, u obrů a veleobrů rostou! - viz tabulka 2.

Rotační rychlosti horkých obřích a veleobřích hvězd jsou úctyhodné, nicméně nejsou tak velké jako rychlosti hvězd hlavní posloupnosti téže teploty, což je konečně přirozené, uvážíme-li větší rozměry těchto hvězd.

Z hvězd jasnějších než 2,00 mag vybíráme tyto obří a veleobří horké hvězd (většina z nich leží na jižní hvězdné obloze): Canopus (F0 II, -5,6 mag), Rigel (B8 Ia, -6,8 mag), Hadar (B1 III, -5,4 mag), Mimosa (B0,5 III, -3,9 mag), Deneb (A2Ia, -8,5 mag), Acrux (B0,5 IV -3,6 mag), Adhara (B2 II -4,1 mag), Bellatrix (B2 III, -2,7 mag),

²⁾K luminozitní klasifikaci horkých hvězd nutno přistupovat s notnou dávkou obezřetnosti, poněvadž se jen zřídka opírá o spolehlivě zjištěný zářivý výkon. To má dvě příčiny: paralaxy zářivých hvězd jsou relativně nejisté, navíc situaci komplikuje silná extinkce. Luminozitní třídy hvězd jsou tak obvykle stanoveny jen na základě nepřímých spektrálních příznaků, a ty nemusejí být vždy spolehlivé.



Tabulka 2 - Rozdílné trendy ve vybraných charakteristikách tří tříd svítivosti.

Table 2 - Parameters of the hot stars of different luminosity class.

Spektrum	V			III			I		
	M/M_{\odot}	R/R_{\odot}	V_{rot}	M/M_{\odot}	R/R_{\odot}	V_{rot}	M/M_{\odot}	R/R_{\odot}	V_{rot}
O6	37	10					40	25	
O8	23	8,5	200				28	20	125
B0	17,5	7,4	170	20	15	120	25	30	100
B5	5,9	3,9	240	7	8	130	20	50	40
A0	2,9	2,4	180	4	5	100	16	60	40
A5	2,0	1,7	170				13	60	38
F0	1,6	1,5	100				12	80	30
F5	1,4	1,3	30				10	100	< 25

El Nath (B7 III, -1,4 mag), Miaplacidus (A2 IV, -1,0 mag), Alnila (B0 Ia, -6,4 mag). Je patrné, že tato skupina hvězd je v průměru podstatně zářivější než horké hvězdy hlavní posloupnosti - je to vskutku dáno především výběrovým efektem.

1.2.7. Horizontální větev obrů populace II

Hvězdy populace II v naší Galaxii se vyznačují relativně nízkým obsahem prvků těžších než helium ($Z < 0,01$) a všeobecně vyšším stářím než hvězdy populace I. Hmotnosti hvězd populace II, které jsou v aktivní fázi svého života, nebývají větší než 0,8 M_{\odot} . Nejteplejšími hvězdy populace II jsou příslušníci tzv. *horizontální větve obrů* (HB - horizontal branch), jejíž modrý okraj výjimečně zasahuje až k 10 000 kelvinům. Nejteplejší hvězdy horizontální větve jsou současně nejméně hmotné - 0,5 M_{\odot} , směrem k větvi červených obrů střední hmotnosti hvězd narůstají, až do 0,8 M_{\odot} . Zářivé výkony hvězd na horizontální větvi jsou zhruba stejné - cca 80 L_{\odot} , což tedy znamená, že jejich poloměry se směrem k modrému konci zmenšují.

Na řadě HR diagramů větších skupin hvězd populace II, jakými jsou třeba kulové hvězdokupy, nepozorujeme horizontální větev kompletní, ale třeba jen některou její část, často je horizontální větev přerušena, a mluvíme pak o její teplejší *HBa* a chladnější části *HBb*.

Evoluční status hvězd horizontální větve obrů představoval pro teoretiky hvězdného vývoje tvrdý oříšek. Je zřejmé, že se vesměs jedná o hvězdy s původně sluneční hmotností a menší v pokročilém stadiu jejich vývoje, kdy se v nich již zažehlo hélium v centrálních částech hvězdy a souběžně tu ovšem existuje další zdroj hvězdné energie - spalování vodíku na hélium. Vodík zde hoří ve velice tenké slupce obklopující vyhořelé héliové jádro. Hvězdy horizontální větve musely během



svého předcházejícího vývoje (například v momentu héliového záblesku, při němž se v nich zapálilo hélium) utrpět citelnou ztrátu hmoty, při nichž přišly o vnější části své řídké, na vodík bohaté obálky. Čím důkladněji tak byly svého vnějšku zbaveny, tím jsou menší a současně teplejší. Stav hvězdného nitra, v němž se uvolňuje energie, tímto dějem nebyl nijak poznamenán, což vcelku vysvětluje skutečnost, že zářivý výkon hvězd zde na celkové hmotnosti v podstatě nezávisí.

1.2.8 Proměnné typu RR Lyrae

Uprostřed horizontální větve, v místech, kde se protíná z tzv. pásem pulsační nestability se setkáváme s radiálně pulzujícími hvězdami typu *RR Lyrae* - jde o hvězdy spektrálního typu A až F, jež jsou též nazývány krátkoperiodické cefeidy, cefeidy populace II. Periody mají v intervalu 0,2 až 1,2 dní, amplitudy 0,2 až 2 mag. Proměnné jsou tvary světelných křivek a občas i periody. Maximum expanzní rychlosti odpovídá maximu jasnosti. Hvězdy typu RR Lyrae lze použít jako standardy při stanovování vzdáleností hvězdných soustav, neboť všechny mají zhruba tutéž střední absolutní hvězdnou velikost ($M_V = 0,7$ mag). S výhodou se tak činí zejména u kulových hvězdokup a eliptických galaxií.

1.2.9 Wolfovy-Rayetovy hvězdy

Wolfovy-Rayetovy hvězdy jsou pokročilým vývojovým stadiem hvězd o počáteční hmotnosti větší než 40 Slunci. Charakterizovány jsou zejména svým neobvyklým spektrem, jež obsahuje silné emisní čáry které vznikají v okolohvězdné obálce živené prudkým hvězdným větrem. Existují tři typy WR hvězd: WN, kde převládají čáry ionizovaného hélia a dusíku, WC, kde nacházíme čáry hélia, uhlíku a kyslíku a konečně řídkce zastoupený typ WO s velmi silnými čarami kyslíku. Neobvyklá spektra WR hvězd jsou nejspíše důsledkem chemické anomálie látky tvořící jejich atmosféry.

Globální charakteristiky Wolfových-Rayetových hvězd jsou velice nejisté, neboť velmi nejistá je i sama interpretace jejich bizarního spektra. Vlastní poloměry hvězd leží v intervalu 2 až 20 R_\odot , efektivní teploty jsou velmi vysoké: 30 000 - 70 000 K, rychlosti hvězdného větru jsou 1000 až 3000 km/s, velmi podstatná je ztráta hmoty, jež činí 10^{-5} až 10^{-4} M_\odot /rok!

1.2.10 Horcí podtrpaslíci

Občas pozorujeme nepřilíš hmotné horké hvězdy s vysokým zastoupením hélia, které jsou vzhledem ke své efektivní teplotě (až 20 000 K) slabší než hvězdy hlavní



posloupnosti v běžném slova smyslu. Hvězdy se někdy chápou jako prodloužení horizontální větve obrů do oblasti vysokých povrchových teplot. Hvězdám se ovšem častěji říká horcí podtrpaslíci nebo héliové hvězdy. Soudíme, že tyto stálice jsou příslušníky tzv. héliové hlavní posloupnosti, která je množinou více či méně chemicky homogenních hvězd s nedostatkem vodíku. Do tohoto stadia hvězda může dojít v důsledku předchozího vývoje - například působením silného hvězdného větru, který z ní odvane prakticky kompletně její vodíkovou obálku, nebo při vývoji v těsné dvojhvězdě s přenosem hmoty mezi složkami.

V centru héliové hvězdy se spaluje hélium na uhlík a kyslík. Vzhledem k tomu, že tyto reakce nejsou nijak energeticky efektivní, probíhá vývoj héliových hvězd relativně rychle, rychleji, než by odpovídalo jejich hmotnosti.

1.2.11 Jádra planetárních mlhovin

Tyto extrémně horké hvězdy (20 000 až 250 000 K, typicky ale 70 000 K) se nacházejí zpravidla v centrálních částech planetárních mlhovin. Jde o objekty, které jsou vývojovým mezičlánkem mezi vyvinutými AGB hvězdami a horkými bílými trpaslíky. Jádra planetárních mlhovin sestávají z hustého elektronově degenerovaného uhlíkokyslíkového jádra o hmotnosti kolem 0,6 M_{\odot} , obtaženého tenkou héliovou slupkou a vnější atmosférou bohatou na vodík. Nedávno ztratily podstatnou část své hmoty odhozením planetární mlhoviny rychlostí několika desítek km/s.

Spektrum je typu WR, O, Of apod., poloměry od 0,005 do 1,5 R_{\odot} . Ultrafialové záření z jader planetárních mlhovin budí k záření řídký plyn planetárních mlhovin, které září převážně v emisních čarách vysoce ionizovaných iontů a vodíku.

1.2.12 Bílí trpaslíci

Bílí trpaslíci jsou horké kompaktní hvězdy se slunečními hmotnostmi a rozměry planet zemského typu. Jejich střední hustoty jsou řádově milionkrát větší než střední hustota Slunce, tedy asi 10^9 kg m^{-3} . Z větší části jsou tvořeny elektronově degenerovaným plynem, který je s to vytvořit v nitru těchto hvězd potřebný gradient tlaku, jímž hvězda vzdoruje své vlastní gravitaci.

Prvními objevenými představiteli tohoto typu objektů v závěrečné fázi svého vývoje byly bílí trpaslíci 40 Eridani B a Sírius B³⁾. Tyto hvězdy raného spektrálního typu jsou řazeny mezi bílé hvězdy - odtud „bílé“ trpaslíci. Později byly objeveny žhavější, ale i chladnější hvězdy tohoto typu. S tím, jak budou tyto hvězdy chladnout, stanou se postupně nezářivými „černými trpaslíky“.

Spektra bílých trpaslíků se již na první pohled liší od spekter jiných hvězd, byt



stejného spektrálního typu. Charakteristické je silné rozšíření čar tlakem a mohutný gravitační červený posuv $\Delta\lambda/\lambda \sim 10^4$. Červený posuv je výsledkem ztráty energie fotonu nuceného překonat silné gravitační pole, lze jej však též interpretovat jako „nadbytečné vzdalování bílých trpaslíků“ od místa pozorovatele. Statisticky dochází ke střednímu excessu o velikosti 54 km s^{-1} . Při známé závislosti poloměru na hmotnosti, lze z této veličiny odvodit jak střední hmotnost bílých trpaslíků: $0,56 M_{\odot}$, tak i odpovídající střední poloměr tohoto typu hvězd, který činí $8\,800 \text{ km}$.

Chemické složení atmosfér bílých trpaslíků je velmi nezvyklé. Z tohoto hlediska pozorujeme několik spektrálních typů bílých trpaslíků: **DA** - atmosféry bílých trpaslíků tohoto spektrálního typu jsou složeny čistě z vodíku. Pokud se zde setkáváme s těžšími prvky, pak je jejich zastoupení desetkrát až stokrát menší než ve sluneční atmosféře. Tento fakt se ovšem vztahuje jen na tenkou atmosféru, pokud by byl vodíkový celý bílý trpaslík, již dávno by termonukleárně explodoval. Řidčeji se setkáváme s bílými trpaslíky, jejichž atmosféry jsou tvořeny čistě heliem (typ **DB**) či jinými prvky.

Pozorované chemické rozdíly ve složení atmosfér jsou výsledkem předchozího vývoje a dlouhodobého působení silného gravitačního pole (10^3 gz) v relativně klidné a tenké atmosféře. Za těchto podmínek dochází k chemické diferenciaci látky tak, že lehčí prvky vyplouvají na povrch a vytvářejí pak falešnou informaci o chemickém složení bílých trpaslíků. Pokud u některých bílých trpaslíků v důsledku předchozího vývoje byly odvrženy veškeré zbytky obalu obsahující vodík, pak se povrch dostane helium. Není-li zde pak ani to, dostávají příležitost i další prvky skupiny uhlíku.

U několika desítek bílých trpaslíků byla pozorována silná polarizace záření (u polárů) působená silným magnetickým polem, podobně jako Zeemanovo rozštěpení spektrálních čar. Indukce pozorovaných magnetických polí jsou nezvykle vysoké: 10^2 až 10^4 teslů. Někteří bílí trpaslíci vykazují rychlé světelné oscilace téhož typu, jaké pozorujeme například u cefeid. Hlavním rozdílem tu je časová škála světelných změn - periody těchto proměnných bílých trpaslíků se pohybují mezi 10^2 až 10^4 s .

³⁾ Sirius B byl objeven roku 1862 jako vedlejší složka nejjasnější hvězdy hvězdné oblohy Síria optikem Alvanem Clarkem. Existence průvodce však byla předpovězena už v roce 1834 německým astronomem a matematikem Bessellem na základě rozboru vlastního pohybu Síria A. Efektivní teplota prakticky čistě vodíkové atmosféry (horní hranice $\text{He}/\text{H} = 1,8 \cdot 10^{-3}$) Síria B činí $(24\,800 \pm 100)$ kelvinů, povrchové zrychlení $g = (3,7 \pm 0,6) \cdot 10^6 \text{ m s}^{-2}$. Paralaxa, zjištěná družicí Hipparcos $\pi = (0,3792 \pm 0,0016)''$, společně s novodobými astrometrickými daty vede k odhadu hmotnosti Síria B: $M = (1,034 \pm 0,026) M_{\odot}$ a poloměru hvězdy: $R = (0,0084 \pm 0,00025) R_{\odot}$.



1.2.13 Proměnné typu ZZ Ceti

jsou neradiálně pulzující bílí trpaslíci nacházející se na prodloužení pásu nestability. Periody pulzací činí 30 s až 25 minut, světelné změny 0,001 až 0,2 mag. Obvykle pulzují současně v několika blízkých periodách. Známo je zatím jen několik kusů.

České novy

Jiří Grygar

The Czech Novae

Členu naší Sekce Kamilu Hornochovi se letošního léta během 22 dnů podařilo objevit 3 novy ve spirální galaxii M 31. Pojďme si při té příležitosti říci něco více o novách a historii jejich pozorování u nás.

Member of the Czech Astronomical Society Kamil Hornoch discovered 3 novae in the galaxy M31 during 22 days this summer. Let's tell more about novae and their relations with Czech astronomy.

Nova jako hvězdný ohňostroj

Na neměnném hvězdném pozadí pozorovali už starověcí astronomové čas od času očima viditelnou hvězdu navíc - byla to pro ně tedy nová hvězda, latinsky nova. Očima viditelné novy se objevují naprosto nepředvídatelně a náhle, z noci na noc. V dalších dnech pak jejich jasnost většinou ještě stoupne, dosáhne maxima, a pak začíná poměrně rychle klesat, až se po několika dnech či týdnech z oblohy opět vytratí.

Až ve druhé polovině 20. století se díky pozorováním velkými dalekohledy zjistilo, že vůbec nejde o hvězdy nové; naopak jde o hvězdy zestárlé, kterým říkáme bílí trpaslíci. Bílí trpaslíci vyčerpali v předešlém hvězdném životě zásoby vodíku, takže v nich již neprobíhají termonukleární reakce. Proto je jejich zářivý výkon nízký - dosahuje nanejvýš několika setin zářivého výkonu Slunce. Aby mohl bílý trpaslík vzplanout jako jasná nova, musí však být splněna další nutná podmínka: v jeho těsné blízkosti se musí nacházet další hvězda s normálními rozměry a chemickým složením, která na povrch bílého trpaslíka plynule předává vodík ze svého plynného obalu; musí tedy jít o tzv. těsnou dvojhvězdu.

Výpočty na superpočítačích ukázaly, že bílý trpaslík trpělivě snáší po desítky tisíce let ukládání vodíku ve slupce na svém povrchu, ale tato trpělivost má své meze: jakmile tloušťka vodíkové slupky přesáhne kritickou hranici, hvězda se vzbouří, neboť na dně slupky začne překotně rychlá termonukleární reakce přeměny vodíku na hélium. Zatímco v nitru běžných hvězd probíhá tato reakce pomalu a stabilně po mil-



iardy let, ve vodíkové slupce bílého trpaslíka dochází fakticky k výbuchu a rozmetání slupky. Plynné cáry novy se rozpínají od bílého trpaslíka všemi směry rychlostmi až několika tisíc km/s a zářivý výkon bílého trpaslíka stoupne na krátkou dobu na řádově statisícinásobek svítivosti Slunce, což na dálku pozorujeme jako novu.

Po několika letech celý výbuch odezní a bílý trpaslík, který tuto výbušnou epizodu hladce přežije, se opět navrátí k původnímu klidovému režimu - nova se vytratí i z dosahu velkých dalekohledů, ale stejné divadlo se připravuje po dalších desítkách tisíc let znovu, protože sousední hvězda stále vytrvale pokračuje v dodávce vodíku na bílého trpaslíka. Jelikož je však interval mezi výbuchy tak dlouhý, neměli astronomové dosud možnost přistihnout téhož bílého trpaslíka při opakovaném výbuchu - proto se nedají výbuchy nov předvídat.

K čemu jsou novy dobré?

Tak úžasné kosmické ohňostroje zajímají astronomy z řady důvodů. Především se tím ověřuje teorie hvězdného vývoje pro těsné dvojhvězdy, přičemž dvojhvězd je ve vesmíru mnohem více než osamělých hvězd. Za druhé je to jedinečná příležitost zkoumat explozivní variantu termonukleárních reakcí, což se velmi hodí při návrhu pokusů s řízenou termonukleární reakcí na Zemi.

Mimořádná jasnost nov v maximu pak umožňuje sledovat takové výbuchy do velké vzdálenosti od Země, tj. nejenom uvnitř naší vlastní hvězdné soustavy Mléčné dráhy, ale i v cizích galaxiích. Tak se daří jednak srovnávat vývoj hvězd v různých hvězdných soustavách a jednak měřit nezávisle vzdálenost galaxií, což je kriticky důležité pro určování rozměrů, stáří i rozpínání vesmíru, čili pro ověřování teorie velkého třesku.

Jak se novy objevují?

Zmíněná nepředvídatelnost výskytu nov však představuje vážný problém, jelikož ty nejzajímavější části kosmického ohňostroje se odehrávají v prvních hodinách či dnech po začátku výbuchu. Proto astronomové profesionálové, byť vybavení moderními přístroji na Zemi i v kosmu, potřebují spolupráci s mnohem početnějšími astronomy-amatéry i laickou veřejností, neboť často jde doslova o hodiny, kdy je zapotřebí objev učinit a zprávu o něm rozšířit po celém astronomickém světě. K tomu slouží světová centrála Mezinárodní astronomické unie pro astronomické telegramy (dnes vesměs rozesílané elektronickou poštou na všechny světové hvězdárny) v americké Cambridgi, která musí každý objev ověřit, aby nedocházelo k planým poplachům, a pak co nejrychleji předat zájemcům.