

GSC 2314-0530 – (BX Tri) – krátkoperiodický zákrytový systém s trpasličí složkou.

P. Dimitrov, P. Kjurkchieva

MNRAS - 5/2010

V této práci jsou uvedeny výsledky V,R a I fotometrie nově objevené zákrytové dvojhvězdy GSC 2314-0530 (NSVS 6550671) s trpasličí složkou dMe s krátkou periodou $P = 0,192636$ dne. Analýza světelné křivky a měření radiálních rychlostí umožňuje stanovit parametry této dvojhvězdy – $T_1 = 3735$ K, $T_2 = 3106$ K, $M_1 = 0,51 M_{\text{sl}}$, $M_2 = 0,26 M_{\text{sl}}$, $R_1 = 0,55 R_{\text{sl}}$, $R_2 = 0,29 M_{\text{sl}}$, $L_1 = 0,053 L_{\text{sl}}$, $L_2 = 0,007 L_{\text{sl}}$, $i = 72,5^\circ$, $a = 1,28 R_{\text{sl}}$, $d = 59$ pc. Chromosférická aktivita složek se projevuje silnou emisí ve vodíkových čarách (průměrná EW = 0,5 nm). Vztahy hmotnost – Mbol, hmotnost – poloměr a hmotnost – teplota byly odvozeny na základě parametrů známých dvojhvězd s malou hmotností hvězd dM.

Ačkoliv jsou chladní trpasličí nejpočetnější skupinou hvězd v naší Galaxii, hmotnost, metalicita a věk a jejich závislost na zářivý výkon a poloměr jsou špatně kalibrovány. Důvodem je výběrový efekt, jelikož se jedná o málo svítivé a malé objekty. Je známo méně než dvacet binárních systémů, jejichž složkou je trpaslík třídy M, a u nich jsou stanoveny hmotnosti, poloměry, zářivé výkony a teploty (**viz tabulka 4**). Z toho vychází, že vztah hmotnost – svítivost je určena pouze pro hvězdy s malou hmotností. Tento nedostatek neumožňuje přesnější výzkum chladných hustých atmosfér trpaslíků třídy M. Všechny dostupné modely podceňují poloměry o 10-15 % a přeceňují teploty o 200 – 300 K pro krátkoperiodické dvojhvězdy se složkami dM (Ribas 2003, Maceroni a Montalbán 2004).

Northern Sky Variability Survey (NSVS) je projekt, díky němuž se podařilo získat množství fotometrických dat (Wozniak, 2004). Z této databáze bylo možné objevit proměnné hvězdy a stanovit periody a jejich typ proměnnosti. Jednou z těchto hvězd je GSC 2314-0530 (NSVS 6550671). Na základě fotometrie v letech 1999 – 2000 byla získána základní efemerida

$$\text{HJD}_{\text{min}} = 2\,451\,352,062 + 0,192637 \times E$$

a na základě ní sestavit fázovou světelnou křivku (**obrázek 1**). Dále bylo zjištěno, že má také přiřazené číslo z projektu SuperWASP (Pollacco, 2006). Norton (2007) uvádí tento objekt také jako rentgenový zdroj z družice ROSAT 1RXS J022050.7 322.049. Zpočátku tento systém přitahoval pozornost svou krátkou oběžnou dobou, protože je málo systémů s nedegenerovanými složkami, které mají periodu kratší než 0,22 dne (Ručinský 2007): **GSC 1387-0475** s periodou $P = 0,217811$ dne (Rucinski 2007, Rucinski a Pribulla 2008), **ASAS J071829-0336.7** s periodou 0.211249 dne (Pribulla a kol., 2009), hvězda **V34** v kulové hvězdokupě 47 Tuc s periodou 0.2155 dne (Wel Drake a kol. 2004) a **BW3 V38** s periodou 0,1984 dne (Maceroni a Rucinski, 1997).

Analýza fotometrických dat:

Kvalitativní analýza nových světelných křivek vede k několika závěrům.

- 1) Primární minimum je hlubší než sekundární. To znamená, že teplota sekundární složky je nižší, než primární.
- 2) Maxima na světelné křivce nejsou stejná. To vysvětluje O'Connellův efekt, kdy se na povrchu hvězd vyskytují teplotní skvrny.
- 3) První maximum se objevuje v očekávané fázi 0,25, zatímco druhé maximum se pohybuje kolem fáze 0,78. Výsledkem je, že druhá polovina světelné křivky je zkreslená. Podobná asymetrie je také vidět na světelné křivce z projektu NSVS (**obrázek 1**) z téměř před deseti lety, to znamená, že toto zkreslení je patrně trvalé. Tvar světelné křivky GSC 2314-0530 ve fázi v rozmezí 0,5 – 0,8 se do jisté míry podobá kataklyzmickým hvězdám.
- 4) V – I světelná křivka GSC 2314-0530 jasně ukazuje, že se systém stává červenější při zákrytech a modřejší ve fázi 0,25 a 0,75. Extrémy na této světelné křivce mají fázový posun kolem 0,05 oproti světelným křivkám ze zákrytů s výjimkou druhého maxima V-I, kde je zpoždění 0,10.
- 5) Během pozorování bylo zaznamenáno několik vzplanutí podobných jako u eruptivních hvězd typu UV Ceti. Pro určení parametrů GSC 2314-0530 byly modelovány složené VRI světelné křivky pomocí softwaru Phoebe (Prša, Zwitter 2005) následujícím postupem.
 - a) byl opraven poměr hmotností na $q = 0,519$ na základě řešení nových křivek radiálních rychlostí
 - b) byly získány složky heliocentrických rychlostí v prostoru $U = -23$ km/s, $V = -44$ km/s a $W = -12$ km/s, což umožňuje předpoklad podobného zastoupení kovů jako u Slunce

- c) byly přijaty koeficienty gravitačního zjasnění $g_1 = g_2 = 0,32$ a odrazu (reflexe) $A_1 = A_2 = 0,5$ (vhodné pro hvězdy pozdní spektrální třídy), koeficient okrajového ztmavnutí byl pro každou hvězdu a barvu převzat z tabulek práce van Hammeho (1993)
- d) pokud je hodnota $E(V-I) = 0,03$ mag, pak podle práce Schlegela a kol. 1998 získáme de-reddened barevný index $(V-I)_0 = 2,35$ mag. Podle tabulky 2 z práce VandenBerg a Clem (2003) pak barevný index mimo zákryty odpovídá průměrné teplotě dvojhvězdy $T_m = 3560$ K. Je potřeba poznamenat, že pro index B-V = 1,18 pro GSC 2314-0530 odpovídá průměrná teplota 4400 K, tedy o 840 K vyšší, než získaná teplota podle indexu V-I. V tomto případě se může jednat o potvrzení závěru, že většina dMe hvězd může být index B-V modřejší než index V-I (Stauffer a Hartmann 1986). Z výsledků vychází, že teplotní rozdíly získané barevnými indexy (V-I a B-V) jsou vyšší než 200 – 300 K (Ribas 2003) a mohou dosáhnout až 800 K.
- e) V první fázi byla opravena teplota $T_1 = 3700$ K (s přihlédnutím, že teplota primární složky T_1 je vyšší než T_m a měnili teplotu sekundární složky, sklon orbitální dráhy i a potenciál $\Omega_{1,2}$. Aby bylo možné reprodukovat O'Connellův efekt pro lehce deformovanou světelnou křivku, bylo nutné přidat dvě chladné skvrny na povrchu primární složky a měnit jejich parametry – polohu na hvězdě, úhlový rozměr a teplotu T_{sp} . Aby bylo možné získat dobrý fit pro všechny tři barvy V, R a I, bylo potřeba přidat třetí světelný tok L3, který přispívá různými hodnotami k jednotlivým barvám. Domnívá se, že poslední předpoklad jako umělý krok navíc kompenzuje zvláštní rozložení energie u dM hvězd a objevuje se zejména ve slabém V pásmu, pravděpodobně jako důsledek velké absorpce molekul TiO, jakožto i příspěvek skvrn.
- f) Po získání dobrého fitu pro fotometrická data v oboru V,R a I se začalo se změnami teploty primární složky. Bylo tak získáno nejlepší řešení světelné křivky, jejíž parametry jsou uvedeny v **tabulce 3**. Příslušné syntetické světelné křivky jsou zobrazeny na **obrázku 2** jako šedé čáry. Shodují se dobře s pozorovacími daty ve všech fázích, s výjimkou pozorovaných zjasnění. Bylo možné určit relativní střední poloměry hvězd $r_1 = 0,431$ a $r_2 = 0,228$. Z toho vyplývá, že primární složka téměř vyplňuje Rocheův lalok (**obrázek 3**).

Parametry GSC 2314-0530

Na základě zjištěného sklonu orbitální dráhy $i = 72,5^\circ$ bylo možné určit následující parametry:

- orbitální rychlosti obou hvězd $V_1 = 115,1 \pm 3,4$ km/s, $V_2 = 221.6 \pm 6,1$ km/s
- vzdálenost hvězd $a = 1,28 \pm 0,04$ R_{sl}
- hmotnosti složek $M_1 = 0,51 \pm 0,02$ M_{sl} a $M_2 = 0,26 \pm 0,02$ M_{sl}
- poloměry hvězd $R_1 = 0,55 \pm 0,01$ R_{sl} a $R_2 = 0,29 \pm 0,01$ R_{sl}
- gravitační zrychlení $\log g_1 = 4,68$ a $\log g_2 = 4,95$
- svítivost hvězd $L_1 = 0,053 \pm 0,002$ L_{sl} a $L_2 = 0,0070 \pm 0,0006$ L_{sl}
- bolometrické absolutní magnitudy hvězd $M_{bol1} = 7,91 \pm 0,04$ mag a $M_{bol2} = 10,11 \pm 0,09$ mag, pro celou dvojhvězdu $M_{bol(total)} = 7,77 \pm 0,05$ mag
- absolutní V magnituda dvojhvězdy $M_{V(total)} = 9,5 \pm 0,05$ mag (při použití $BC_V = -1,73$ odpovídá T_m z tabulky 2 VandenBerg a Clem 2003)
- vzdálenost dvojhvězdy $d = 59 \pm 2$ pc

Je potřeba poznamenat, že zatímco hmotnosti a poloměry jsou určeny přímo, teploty a absolutní magnitudy jsou určeny hůře, jelikož kalibrace pro tyto hvězdy nejsou dobře stanovené. Byly také vypočítány rovníkové rotační rychlosti z rozšíření vodíkových spektrálních čar (pro $i = 72,5^\circ$). Ty jsou $V_{rot1} = 145 \pm 15$ km/s a $V_{rot2} = 69 \pm 15$ km/s. Z toho vyplývá, že tato dvojhvězda patří mezi rychlé rotátory.

V **tabulce 4** jsou uvedeny podobné binární systémy s určenými základními parametry.

Na **obrázku 4** jsou ukázány empirické vztahy hmotnost – M_{bol} , hmotnost – poloměr a hmotnost – teplota pro hvězdy uvedené v **tabulce 4**. Vzhledem k tomu, že zabírají poměrně úzké pásmo v těchto diagramech, znamená to, že svítivost, poloměry a teploty jsou závislé na jejich hmotnostech. Tyto statistické vztahy je možné popsat následujícími vzorci.

$$M_{bol} = 13,0 - 13,4 M + 7,7 M^2$$

$$R = 0,019 + 1,002M$$

$$T = 2983 + 396 M + 1333 M^2$$

Aktivita GSC 2314-0530

Projevy hvězdné aktivity, jako jsou emisní vodíkové čáry, skvrny a vzplanutí, jsou důsledkem magnetických polí. Předpokládá se, že starší, plně konvektivní hvězdy mají silné a dlouhodobé magnetické pole. Podle Mullana a MacDonalda (2001) větší poloměry a nižší teploty dM hvězd může být vysvětleno silnými magnetickými poli. Je možné, že pokrytí povrchu hvězd velkými skvrnami snižuje fotosférickou teplotu, které hvězda kompenzuje zvětšením poloměru při zachování celkového zářivého toku.

Hvězdné skvrny

Fotosférická aktivita starých hvězd je prokázána především O'Connellovým efektem ze zkreslení světelných křivek. Je možné reprodukovat pomocí skvrn nehomogenity povrchových teplot. Je možné předpokládat existenci těchto skvrn jako analogii těch slunečních. Obvykle se vyskytují na primární složce, i když mohou být na sekundární, ale museli by být větší a chladnější. Světelné křivky všech dvojhvězd z **tabulky 4** jsou zkreslené a při reprodukci skvrn mohou dosáhnout úhlových rozměrů až 80°. Zkreslení světelné křivky GSC 2314-0530 bylo rekonstruováno pomocí dvou skvrn, jejichž parametry jsou uvedeny v **tabulce 3** a pokrývají 3,5% povrchu. Skutečnost, že tvar světelné křivky zůstává téměř 10 let stejný, znamená, že oblast viditelná ve fázi 0,6 je trvalou aktivní oblastí.

Emisní čára H α

Ekvivalentní šířka čar vodíku je ukazatelem chromosférické aktivity u M trpaslíků, protože jsou jasnější na vlnové délce 650 nm než na 390 nm. Stauffer a Hartmann (1986) dělí hvězdy dM do čtyř podskupin. Nejméně chromosféricky aktivní dM hvězdy vykazují slabou absorpční vodíkovou čáru. Jak chromosférická aktivita stoupá, absorpce se nejdříve zvětšuje, posléze klesá a pak přechází do emise. **Tabulka 2** ukazuje hodnoty EW v závislosti na oběžné fázi. Zdá se, že změny EW jsou v rozsahu 0,36 – 0,66 nm během jednoho oběhu, v první čtvrtině bývá EW menší než v druhé čtvrtině orbitální dráhy. Výjimkou v tomto trendu jsou pouze velké hodnoty EW z 1.1.2010 ve fázi 0,23 a 0,31 což může být důsledek předcházejícího vzplanutí.

V **tabulce 5** jsou uvedeny změřené hodnoty EW pro některé systémy uvedené v **tabulce 4**. Z porovnání vyplývá velmi silná emise GSC 2314-0530. Tento výsledek není překvapující s ohledem na nízké teploty a rychlou rotaci hvězd. Průměrná hodnota EW = 0,5 nm emisní čáry H α u GSC 2314-0530 je výrazně menší než u hvězd spektrální třídy dMe před vstupem na hlavní posloupnost, kde je hodnota EW větší než 1 nm.

Vzplanutí

Aktivita hvězd formou vzplanutí je typická pro starší hvězdy. Poslední sloupec **tabulky 5** označuje hvězdy z **tabulky 4**, u kterých bylo pozorováno vzplanutí (označení Y). Během kampaně bylo pozorováno šest zjasnění GSC 2314-0530. Amplitudy a délky trvání pozorovaných erupcí jsou uvedeny v **tabulce 6**. Je potřeba poznamenat, že 3 ze šesti zjasnění byla pozorována ve fázi 0,6, tedy v době viditelnosti stabilní skvrny (Sp1). To naznačuje vztah mezi dvěma aktivitami – skvrnami a vzplanutím. Taktéž se předpokládá, že aktivní oblasti se nachází na primární složce. Kromě optických zjasnění existují pozorování zjasnění v rentgenové oblasti (Fuhrmeister a Schmitt, 2003).

Moment hybnosti

Malá hodnota momentu hybnosti je charakteristická pro systémy CVs a CB s krátkou periodou, které jsou již staré, tedy moment hybnosti ztrácí zkracováním periody. Výpočet byl proveden podle vztahu uvedeného v práci Poppera a Ulricha 1977

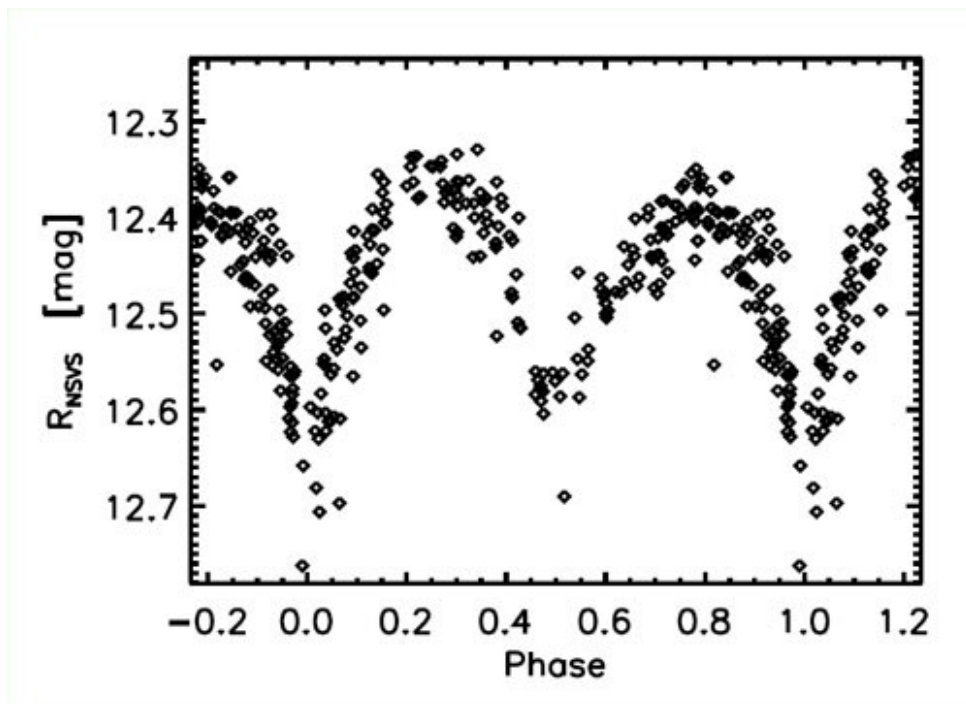
$$J_{\text{rel}} = M_1 M_2 \left(\frac{P}{M_1 + M_2} \right)^{1/3}$$

kde perioda P je uvedena ve dnech a hmotnosti M v jednotkách Slunce. Po dosazení vychází hodnota $\log J_{\text{rel}} = -1,01$, což je podstatně menší hodnota než u dvojhvězd s hvězdami typu RS CVn a oddělených systémů, které mají hodnotu $J_{\text{rel}} > +0,08$. Moment hybnosti u GSC 2314-0530 je dokonce menší než u kontaktních systémů, které mají hodnoty $J_{\text{rel}} > -0,5$. Tento malý moment hybnosti se dá vysvětlit epizodou ztráty hybnosti během vývoje dvojhvězdy. To také znamená, že tento systém není pre-MS objektem. Tento závěr je také podpořen hodnotou $\log g$ jednotlivých hvězd.

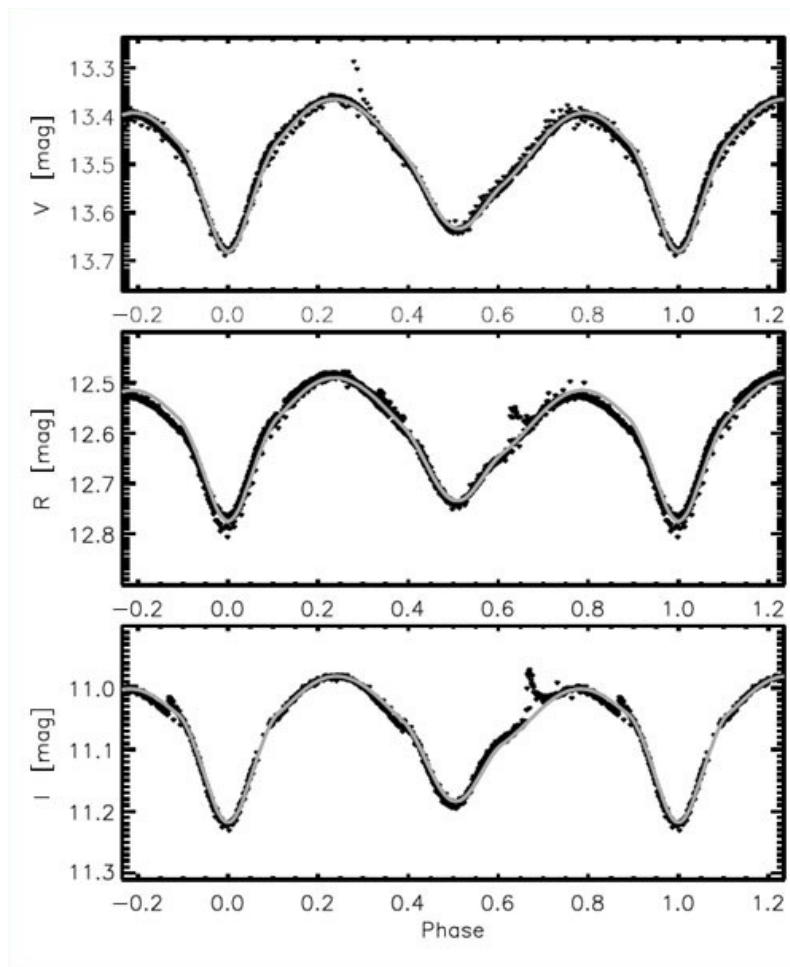
Rentgenová emise

Rentgenové záření pocházející z hvězdné koróny má přímou souvislost s magnetickým polem a taktéž poskytuje informace o účinnosti hvězdného dynama. Ručinsky (1984) zjistil, že rentgenového záření přichází méně u pozdějších M hvězd, zatímco poměr L_x/L_{bol} se mění nevýrazně pro spektrální třídy M0 – M6. Z toho důvodu

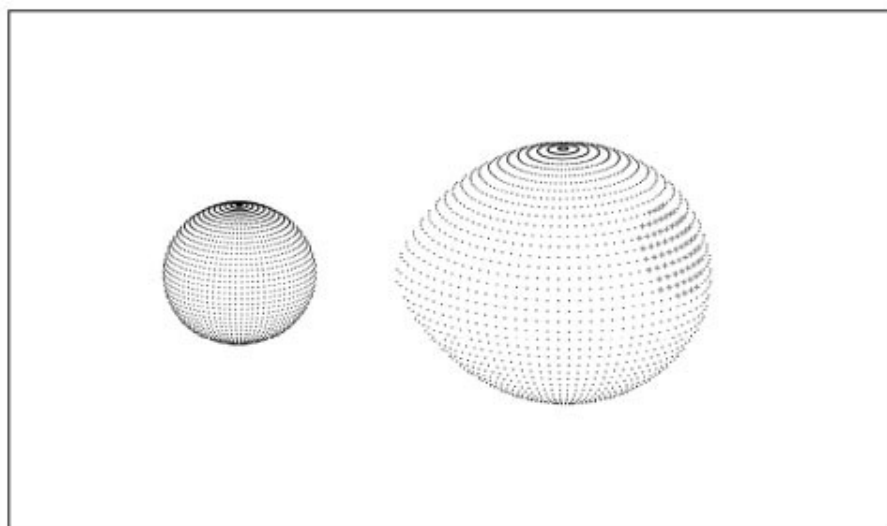
navrhuje tento poměr jako nejdůležitějším měřítkem aktivity trpaslíků třídy M. Vilhu a Walter (1987) zjistili horní mez poměru $L_x/L_{bol} = 10^{-3}$. Kromě pozorované aktivity v optické oblasti (povrchové nehomogenity, emisní čáry a erupce) je GSC 2314-0530 také identifikována jako zdroj rentgenového záření (z družice ROSAT jako 1RXS J022050.7 332049) a také jako eruptivní zdroj. Na základě změřeného toku $F_x = 4,266 \times 10^{-13} \text{ ergs cm}^{-2}$ v klidovém období (Voges a kol., 1999, Schmitt a kol. 1995) a při známé vzdálenosti 59 pc je možné vypočítat celkový tok $L_x = 1,68 \times 10^{29} \text{ ergs s}^{-1}$. Tato hodnota je horní hranicí $\log L_x = 29$ pro dM hvězdy (Rosner a kol. 1981, Caillault 1986). Hodnoty toku pro GSC 2314-0530 vychází $f_x/f_{bol} = L_x/L_{bol} = 0,7 \times 10^{-3}$ a jsou na hranici uvedené v práci Vilhu a Waltera (1987). Je známo, že aktivita a ztráta momentu hybnosti má tendenci být kompenzována vysokou rotační rychlostí. Díky krátké periodě a vysoké aktivitě GSC 2314-0530 je právě tento systém příkladem takové konfigurace.



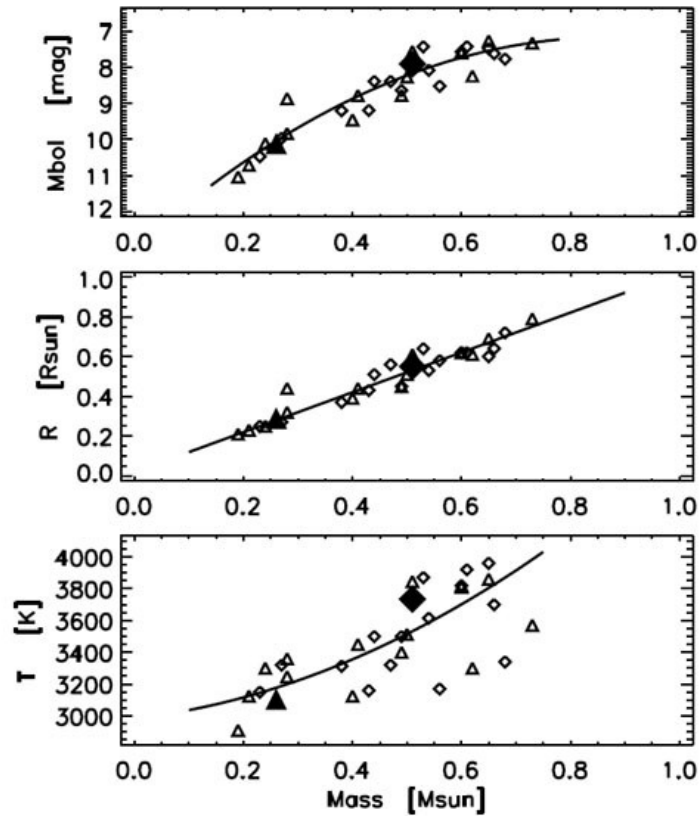
Obrázek 1: Fázová křivka GSC 2314-0530 z databáze NSVS



Obrázek 2: Fázové křivky ve filtrech V, R, I GSC 2314-0530 a jejich proložení nejvhodnějším fitem. Na křivkách jsou vidět pozorovaná vzplanutí.



Obrázek 3: 3D model GSC 2314-0530 ve fázi 0,75



Obrázek 4: Empirické vztahy hmotnost - Mbol, hmotnost - poloměr a hmotnost – teplota pro hvězdy s malou hmotností uvedených v **tabulce 4**. Primární složky dvojhvězdy jsou označeny diamantem, sekundární trojúhelníkem. Velkými symboly je označena hvězda GSC 2314-0530

Date	HJD(start)	Phases	Filter	Exp. [s]	N	Telescope
2009 July 25	2455038.482662	0.725 – 1.298	<i>R</i>	120	126	60-cm
2009 July 26	2455039.484907	0.927 – 0.491	<i>R</i>	120	54	60-cm
2009 July 27	2455040.468322	0.032 – 0.693	<i>R</i>	120	83	60-cm
2009 July 28	2455041.501250	0.395 – 0.881	<i>R</i>	120	62	60-cm
2009 Oct. 21	2455126.412740	0.210 – 1.294	<i>V</i>	15	737	2-m
2009 Nov. 13	2455149.178102	0.393 – 1.389	<i>I</i>	10	850	2-m
2009 Nov. 13	2455149.375822	0.419 – 1.391	<i>R</i>	10	835	2-m
2009 Nov. 20	2455156.324421	0.489 – 0.521	<i>B</i>	120	3	60-cm
2009 Nov. 20	2455156.325521	0.495 – 1.862	<i>V</i>	60	183	60-cm
2009 Nov. 20	2455156.326088	0.498 – 0.529	<i>R</i>	30	3	60-cm
2009 Nov. 20	2455156.326493	0.500 – 0.531	<i>I</i>	30	3	60-cm
2009 Dec. 30	2455196.225416	0.610 – 1.785	<i>V</i>	120	65	60-cm
2009 Dec. 30	2455196.226516	0.616 – 1.791	<i>R</i>	60	65	60-cm
2009 Dec. 30	2455196.227256	0.619 – 1.810	<i>I</i>	60	65	60-cm

Tabulka 1: Časy pozorování GSC 2314-0530 autorů práce

No	HJD	S/N	phase	RV_1 [km s ⁻¹]		RV_2 [km s ⁻¹]		EW_{total} [Å]
01	2455162.375293	23	0.88	89.2	±3.3	-157.5	±6.2	4.97
02	2455162.385975	19	0.93	42.8	±3.7			4.56
03	2455162.396657	22	0.99	-9.3	±6.6			3.61
04	2455162.407335	21	0.04	-57.9	±4.5	63.0	±4.0	6.64
05	2455162.418012	27	0.10	-68.0	±4.5	99.1	±10.8	4.34
06	2455162.428689	28	0.15	-92.8	±3.2	210.3	±9.3	4.04
07	2455162.439367	28	0.21	-116.6	±4.4	165.8	±6.9	3.53
08	2455162.450048	29	0.27	-120.7	±4.6	174.0	±7.9	3.62
09	2455162.460726	28	0.32	-86.7	±2.6	187.1	±3.2	4.60
10	2455162.471405	30	0.38	-81.6	±4.3	176.4	±4.9	4.49
11	2455162.482903	25	0.44	-48.4	±2.2			5.47
12	2455162.493582	26	0.49	-0.6	±3.8			5.55
13	2455162.514939	25	0.60	73.4	±5.6	-106.5	±12.9	5.34
14	2455162.526143	24	0.66	93.8	±4.1	-170.6	±5.9	4.94
15	2455162.537036	25	0.72	96.2	±3.4	-222.2	±8.6	6.18
16	2455197.222839	18	0.78	120.7	±7.4			5.92
17	2455197.236667	29	0.85	93.9	±3.0	-160.6	±9.1	5.07
18	2455197.250817	27	0.92	48.6	±4.4	-123.3	±4.5	5.34
19	2455197.264965	28	0.99	-37.1	±4.9			5.59
20	2455197.279111	27	0.07	-60.1	±3.0			5.67
21	2455197.293257	29	0.14	-91.7	±4.8	198.2	±10.0	4.16
22	2455197.308131	29	0.22	-119.1	±4.3	212.2	±7.8	4.44
23	2455197.322278	30	0.29	-101.8	±2.9	191.2	±6.1	3.76
24	2455197.336431	28	0.37	-75.4	±4.0	168.5	±6.1	3.65
25	2455198.274197	25	0.23	-91.5	±3.4	205.3	±4.3	6.04
26	2455198.288351	25	0.31	-72.2	±4.0	199.8	±4.0	6.29

Tabulka 2: Časy a výsledky spektroskopie a parametry čáry H α .

Parameter		Value
i	[°]	72.5 ±0.1
T_1	[K]	3735 ±10
T_2	[K]	3106 ±10
Ω_1		2.944 ±0.002
Ω_2		3.545 ±0.009
λ_{Sp1}	[°]	147 ±5
β_{Sp1}	[°]	70 ±10
α_{Sp1}	[°]	20 ±1
T_{Sp1}	[K]	3175 ±50
λ_{Sp2}	[°]	195 ±5
β_{Sp2}	[°]	75 ±10
α_{Sp2}	[°]	8 ±1
T_{Sp2}	[K]	3175 ±50
$L_3(V)$		0.171 ±0.003
$L_3(R)$		0.222 ±0.002
$L_3(I)$		0.298 ±0.002

Tabulka 3: Parametry světelné křivky vypočtené programem PHOEBE

Name	P [d]	T [K]	M [M_{\odot}]	R [R_{\odot}]	L [L_{\odot}]	i [$^{\circ}$]	q	$V-I$ [mag]	M_{bol} [mag]	a [R_{\odot}]	d [pc]	Type	Ref.
CU Cnc=GJ 2069A	2.77	3160	0.43	0.43	0.016	86	0.92	2.80	9.19	0.92	12.8	D	(1)
2MASS J01542990+0053266	2.64	3125	0.40	0.39	0.013	86	0.95		9.45	8.70	623	D	(2)
		3300	0.62	0.61	0.039				8.24				
NSVS 06507557	0.51	3960	0.65	0.60	0.079	83	0.42	2.13	7.48	2.65	111	D	(3)
		3360	0.28	0.44	0.022				8.86				
NSVS 07394765	2.26	3170	0.56	0.58	0.030	84	1.16		8.52	2.60		D	(4)
		3860	0.65	0.69	0.095				7.27				
NSVS 07453183	0.37	3340	0.68	0.72	0.060	89	1.07	1.40	7.77	7.75		D	(4)
		3570	0.73	0.79	0.090				7.33				
UNSW-TR-2	2.11	3870	0.53	0.64	0.082	83	0.95		7.43	7.05	160	D	(5)
		3845	0.51	0.61	0.073				7.56				
CM Dra	1.27	3150	0.23	0.25	0.005	90	0.93		10.47	3.75		D	(6)
		3125	0.21	0.23	0.004				10.71				
TrES HerO-07621	1.12	3500	0.49	0.45	0.027	83	0.95		8.64	2.25	118	D	(7)
		3400	0.49	0.45	0.024				8.77				
YY Gem	0.81	3820	0.60	0.62	0.070	86	1.00	1.92	7.57	3.87		D	(8)
		3820	0.60	0.62	0.070				7.57				
GJ 3226	0.77	3313	0.38	0.37	0.016	83	0.75	2.73	9.20	3.08	42	D	(9)
		3247	0.28	0.32	0.009				9.83				
2MASS 04463285+1901432	0.62	3320	0.47	0.56	0.034	81	0.41	2.59	8.39	2.66	540	D	(10)
		2910	0.19	0.21	0.003				11.03				
V405 And	0.496	4050	0.49	0.78	0.147	66	0.98		6.80	2.25		D	(11)
		3000	0.21	0.23	0.004				10.71				
GU Boo	0.49	3920	0.61	0.62	0.082	88	0.98	1.90	7.43	2.79	100	D	(12)
		3810	0.60	0.62	0.073				7.60				
SDSS MEB-1	0.41	3320	0.27	0.27	0.008	85	0.98		9.96	1.85		D	(13)
		3300	0.24	0.25	0.007				10.11				
NSVS 01031772	0.37	3615	0.54	0.53	0.043	86	0.92		8.08	2.20	40	D	(14)
		3513	0.50	0.51	0.036				8.27				
OGLE BW3 V38	0.198	3500	0.44	0.51	0.035	86	0.95	2.45	8.39	1.35	400	SD	(15)
		3450	0.41	0.44	0.025				8.78				
GSC 2314-0530	0.192	3735	0.51	0.55	0.053	72	0.52	2.34	7.91	1.28	59	SD	(16)
		3106	0.26	0.29	0.007				10.11				

Tabulka 4: Parametry lehkých dvojhvězd s dM složkami

Star	V_{rot1} [km s^{-1}]	V_{rot2} [km s^{-1}]	EW [\AA]	Flares
CM Dra			em	Y
CU Cnc			4	
V405 And				Y
GU Boo	64	64	1.7	
YY Gem	37	37	2	Y
NSVS 06507557	59	43	[-3,+2]	
NSVS 01031772	72	70		
BW3 V38	131	113	5.4	
GJ3236	25	19		
GSC 2314-0530	145	69	≤ 6.6	Y

Tabulka 5: Aktivita lehkých dM hvězd

Date	HJD _{max} 2455000+	Phase	Filter	<i>A</i> [mag]	τ [min]
2009 Oct. 26	126.49373	0.61	<i>V</i>	0.022	4
2009 Nov. 13	149.23146	0.64	<i>I</i>	0.085	22
2009 Nov. 13	149.26995	0.84	<i>I</i>	0.027	13
2009 Nov. 13	149.41788	0.61	<i>R</i>	0.085	19
2009 Nov. 13	149.55281	0.31	<i>R</i>	0.015	9
2009 Nov. 20	156.48180	0.31	<i>V</i>	0.092	25

Tabulka 6: Pozorovaná vzplanutí GSC 2314-0530