

MUNI

Rotující proměnné hvězdy

Jakub Kolář

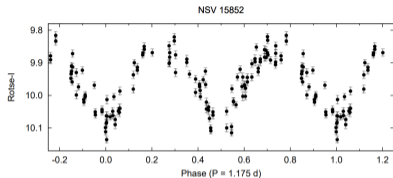
25.10.2021

Rotující proměnné hvězdy

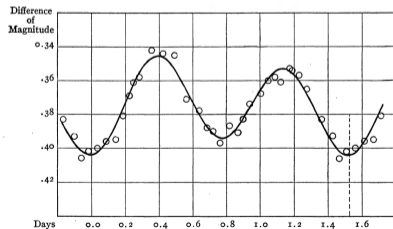
- Geometrické (extrinsic) proměnné
- Asféričnost
- Hvězdné skvrny
- Magnetické pole

Asférické hvězdy

- Deformace vlivem rychlé rotace
- Proměnnost jen při změně sklonu rotační osy - změna velikosti plochy směrem k pozorovateli
- Složky těsných dvojhvězd, změna průřezu
- Perioda změn shodná s orbitální periodou, malé amplitudy (do 0,1 mag)



[1]



[7]

Skvrny na hvězdách

- Na povrchu hvězd
- Nehomogenity v jasnosti, chemickém složení, magnetickém poli apod.
- S odlišnou efektivní teplotou
- Barevné - odlišné zastoupení chemických prvků
- Jediný zdroj proměnnosti, nebo příspěvek k dalšímu druhu

Hvězdné atmosféry

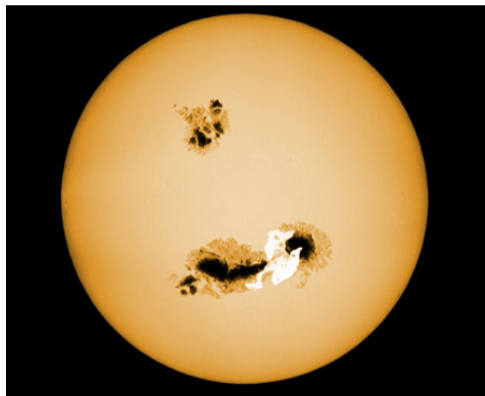
- Chladné a horké hvězdy
- Hranice 7 000 K, odráží vlastnosti vnějších vrstev
- Chladné hvězdy: konvektivní vrstva - velká aktivita, fotosférické skvrny, erupce, protuberance, hvězdy slunečního typu
- Horké hvězdy: klidnější atmosféry, přenos energie zářením, CP hvězdy

Slunce a hvězdy slunečního typu

- Skvrny důsledkem aktivity
- Sluneční skvrny - přímo pozorovatelné
- změny v jasnosti, spektru - emise v čarách sodíku a ionizovaného vápníku (Ca II)
- Dva typy změn Ca II emise
- krátkodobá - několik dní
- dlouhodobá - 8 – 12 roků (jedenáctiletý cyklus u Slunce)

Slunce a hvězdy slunečního typu

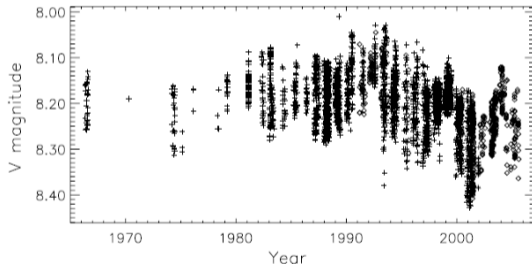
- Míra aktivity - množství skvrn
- Hvězdy bez projevů aktivity (minima), Slunce 1400 – 1510, 1645 – 1715
- Superflares



[sciencenews.org/article/stellar-superflares-trigger-challenged](https://www.sciencenews.org/article/stellar-superflares-trigger-challenged)

Typ FK Comae Berenices

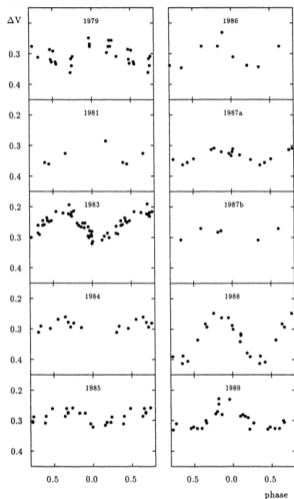
- Obři spektrálního typu G a K
- Velmi rychle rotují (kolem 100 km/s - elipsoidální tvar)
- Většinou samostatné, také ve dvojhvězdách (UZ Lib)
- Perioda rotace - dny
- Nejasný vývojový status, několik teorií
- Výsledek splynutí složek těsné dvojhvězdy, přetok hmoty z neviditelné složky, mladé hvězdy s velmi rychlou rotací



[2]

Typ BY Draconis

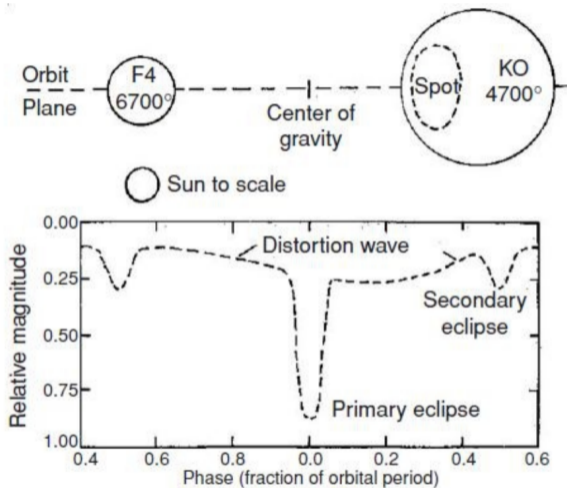
- Chladné hvězdy na hlavní posloupnosti (třída K a M)
- Rychlejší rotace než jiné hvězdy tohoto typu
- Hvězdy třídy M jsou plně konvektivní - jiný zdroj proměnnosti než u hvězd slunečního typu
- Mají magnetické pole
- Periody pod 1 den až několik dní
- Amplitudy typicky kolem 0, 1 mag



Typ RS CVn - skvrnití psi

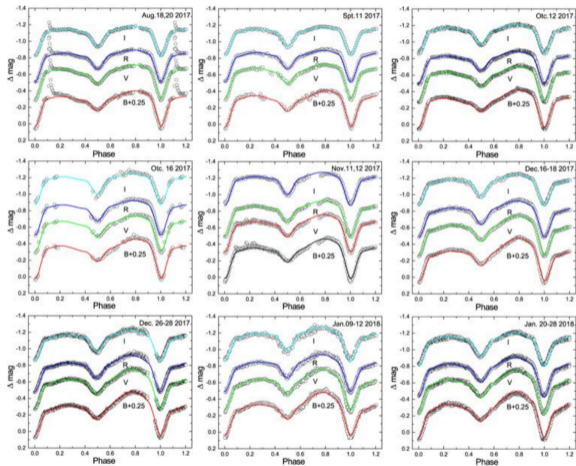
- Dvojhvězdy, typické periody 1 – 14 dní
- Teplejší složka třídy F – G, emise čar H a K mimo zákryty
- Emise v rádiové oblasti, záblesky
- Emise v rentgenové oblasti (vysoké teploty)
- Silné chromosféry, koronální magnetické smyčky
- Aktivita podobná Slunci, ale intenzivnější

RS CVn



[4]

DV Psc



[6]

Chemicky pekuliární hvězdy

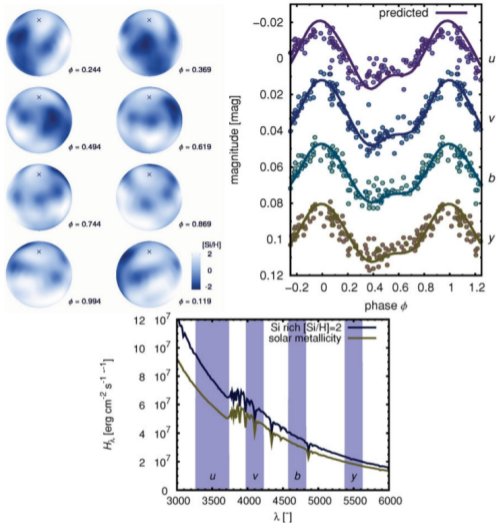
- Hvězdy hlavní posloupnosti typu F2 – B0 (7 000 – 30 000 K)
- Zhruba 10 % těchto hvězd má neobvyklá spektra, značení Ap, Bp, Fp
- Příčina anomálního spektra - neobvyklé chemické složení atmosféry
- Vnitřní stavba CP hvězd obvyklá, odlišnost ve vnějších vrstvách
- Častá přítomnost globálního magnetického pole
- Pomalejší rotace

Chemicky pekuliární hvězdy

- Velmi různá míra pekuliárnosti, dělení CP 1 – 7
- Přítomnost magnetického pole, zastoupení prvků
- Periodické změny jasnosti, spektra, případně magnetického pole
- Spektroskopické skvrny - nehomogenní rozložení prvků, periodické změny profilů spektrálních čar
- Fotometrická proměnnost - objevena později, skvrny - rozdílné rozložení energie ve spektru, malé amplitudy (typicky setiny mag)

Chemická anomálie

- Přebytek nebo deficit některých prvků
- Korelace mezi pekuliárností a povrchovou teplotou, 7 000 – 30 000 K
- Pod 7 000 K konvektivní vrstva, vysoká aktivita, nad 30 000 K hvězdný vítr
- Magnetické pole přispívá ke stabilizaci hvězdy
- Pomalé procesy, nutný klidný povrch
- Zářivá difúze - některé prvky vzlínají na povrch, jiné klesají, cm/s



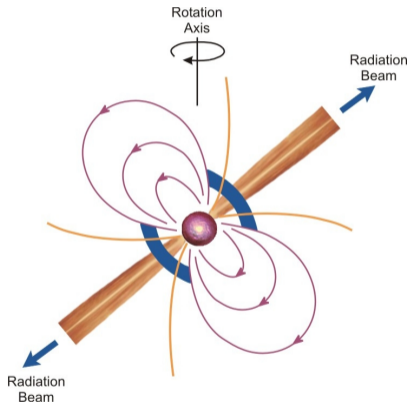
[3]

Magnetické pole

- Důležité pro hvězdu
- Magnetické chemicky pekuliární hvězdy
- Pulzary

Pulzary

- Rychle rotující neutronová hvězda
- Objev - 1967, J. Bellová, periodický rádiový signál
- Velmi krátké periody (milisekundy – desítky sekund)
- Majákový model

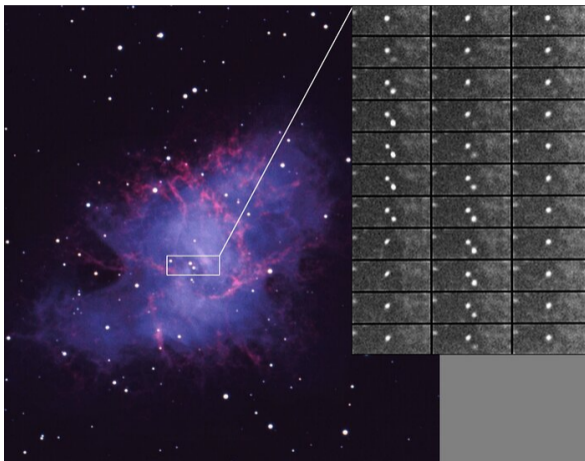


nrao.edu/pr/2005/terzan5/

Pulzary

- Většina září hlavně v rádiové oblasti
- Dotované z rotační energie – v důsledku ztráty rotační energie hvězdy
- Poháněné přírůstkem hmoty (pro většinu) – zdrojem energie akrece
- Magnetary – zdrojem energie rozklad extrémně silného magnetického pole

Pulzar v Krabí mlhovině



noirlab.edu/public/es/images/noao-03036/

Bibliografie I

- [1] John Greaves a Patrick Wils. „NSV 15852 is likely an Elliptical Variable akin in type to AO Cas“. In: *Information Bulletin on Variable Stars* 5517 (dub. 2004), s. 1.
- [2] L. Jetsu. „Real light curves of FK Comae Berenices: Farewell flip-flop“. In: *arXiv e-prints*, arXiv:1808.02221 (srp. 2018), arXiv:1808.02221. arXiv: 1808.02221 [astro-ph.SR].
- [3] Jiří Krtička et al. „The mechanism of the light variability of chemically peculiar stars“. In: *Proceedings of the International Astronomical Union* 5.S264 (2009), s. 270–272.
- [4] John R. Percy. *Understanding Variable Stars*. 2011.
- [5] B. R. Pettersen, K. Olah a W. H. Sandmann. „Longterm behaviour of starspots. II. A decade of new starspots of photometry of BY Draconis and EV Lacertae.“. In: 96 (pros. 1992), s. 497–504.

Bibliografie II

- [6] Qing-feng Pi et al. „Magnetic Activity and Orbital Period Study for the Short-period RS CVn-type Eclipsing Binary DV Psc“. In: 877.2, 75 (čvn. 2019), s. 75. DOI: 10.3847/1538-4357/ab19c3.
- [7] J. Stebbins. „The ellipsoidal variable star B Persei.“. In: 57 (led. 1923), s. 1–6. DOI: 10.1086/142722.

**MASARYKOVA
UNIVERZITA**