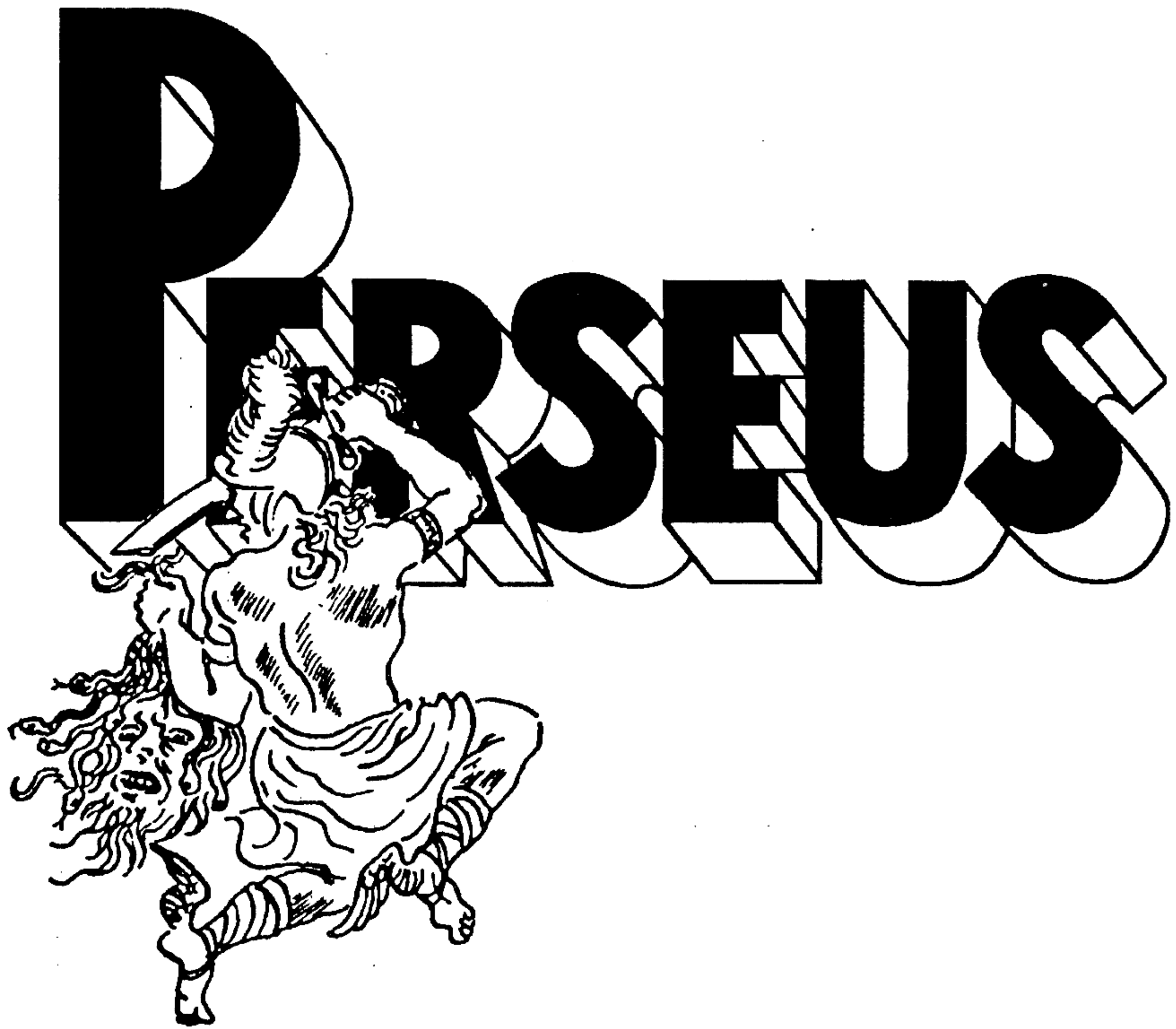


---

**3/1993**

---



---

**Věstník pro pozorovatele proměnných hvězd.**

---



## Jaké bylo

### 33. praktikum pro pozorovatele proměnných hvězd?

Letošní 33. praktikum pro pozorovatele proměnných hvězd se konalo ve dnech 12. až 23. července. Místem jeho realizace byla pouze hvězdárna ve Vyškově, protože se nepřihlásilo tolik zájemců, aby bylo nutné souběžně pořádat část praktika i na hvězdárně ve Ždánicích.

Původně se přihlásilo 10 zájemců, nakonec však přijelo jen 8 pozorovatelů. Tři z nich byli úplní začátečníci, kteří se nejprve museli seznámit s technikou pozorování a metodou jeho zpracování. Zjednodušenou teorii zvládli za dva dny, když však mělo dojít k vlastnímu pozorování, počasí se k nám obrátilo zády. Vždyť z 11 plánovaných nocí bylo pro pozorování dostatečně jasno jen ve dvou případech. V ostatních nocích buď pršelo, anebo se během pozorování obloha úplně zatáhla. Ani veteráni pozorovacích praktik tak špatné počasí nepamatují, přesto se nám podařilo získat 13 pozorovacích řad. Tři začátečníci vytvořili jednu publikovatelnou řadu a několik nedokončených pozorování, která mohou v budoucnu využít pro skládání.

Nepřízeň počasí mnozí pozorovatelé využili k přípravě podkladů nových map, k vytváření vlastní pozorovatelské databáze, práci s katalogem, třídění a registraci map. Účastníci praktika měli dosti velký časový prostor pro diskuse o svých zážitcích při pozorování a i tento moment přinesl kladný pohled na 33. praktikum, vždyť někteří z pozorovatelů se vlastně vidí pouze jednou do roka.

Petr Hájek

## Zkušenosti s pozorováním CCD kamerou

Během ledna a února letošního roku jsem měl možnost pracovat se CCD kamerou na hvězdárně v Ondřejově. Po Antonovi Paschkem, který již takto pozoruje delší dobu, je to druhý případ v rámci okruhu nám známých lidí, kdy byla použita CCD technika pro pozorování okamžiků minim jasnosti zákrytových dvojhvězd. Ani v celosvětovém měřítku však není, podle mých znalostí, takových pozorování příliš mnoho - CCD se používá hlavně pro „atraktivnější“ objekty. Rád bych se proto podělil se svými, dosud nepřilíživě rozsáhlými zkušenostmi, na stránkách Persea.

### 1. Obecně o CCD

Nebudu zde popisovat princip CCD, ten ostatně pozorovatel ani znát nemusí. K pozorování je potřeba CCD kamera, počítač, dalekohled s paralaktickou montáží a pohonem a zdroj napětí pro kameru. Já jsem měl k dispozici kameru ST-6, kterou



vyrábí Santa Barbara Instrumental Group (SBIG) v Kalifornii, USA a je určena pro astronomická pozorování. Jako dalekohled sloužil zrcadlový teleobjektiv „tisícovka“: typ Maksutov, ohnisko 1 000 mm, průměr 180 mm. Byl použit počítač PC/AT. Pro pozorování stačí připevnit kameru k dalekohledu a připojit ji ke zdroji a k počítači. Kamera má zabudované chlazení, v zimních měsících bylo možno chladit na - 30 stupňů Celsia i méně. Součástí dodávky kamery je i počítačový program na její ovládání a základní zpracování snímků. Cena kamery ST-6 je asi 3 000 amerických dolarů. Kameru pro Astronomický ústav obstarali a celou výše popsanou konfiguraci dali dohromady dr. René Hudec a dr. Petr Pravec. Chtěl bych jim zde poděkovat, že mi umožnili pozorování. Hlavním programem je sledování komet, planetek a hledání protějšků gama-záblesků. Zákrytové dvojhvězdy byly jen doplňkem.

Výstupem z kamery je obraz o rozměru 242 x 375 pixelů. Pixely nejsou přesně čtvercové, rozměr čipu (tj. „citlivé plochy“) je 6,5 x 8,6 mm. Při ohnisku 1 000 mm poskytuje zorné pole 22 x 30 úhlových minut. Kamera má 16bitový převodník, to znamená, že hodnoty signálu na jednotlivém pixelu mohou nabývat hodnot 0 až 65 535. Tento široký rozsah umožňuje měřit na jednom snímku s rozumnou přesností hvězdné velikosti v rozsahu asi sedmi magnitud. Nevýhodou je, že jeden obrázek (včetně hlavičky) zabírá na záznamovém médiu 183 548 B paměti. Obslužný program umožňuje snímky komprimovat, běžný obrázek se takto zredukuje asi na 100 kB. Pro úplnost dodejme, že existuje i menší kamera ST-4, rovněž od SBIG, která má 165 x 192 pixelů a 8bitový převodník (signál 0 až 255).

Surový snímek získaný expozicí noční oblohy je třeba před proměřením předzpracovat - odečíst temný snímek a vyrovnat pole. Temný snímek se získá stejně dlouhou expozicí jako snímek oblohy při zavřené závěrce, přičemž teplota čipu musí být stejná jako při expozici vlastního snímku oblohy. Odečtením temného snímku odečteme signál, který nebyl vyvolán dopadajícím světlem („temný proud“). Vyrovnáním pole (flat-field) se kompenzuje různá citlivost jednotlivých pixelů a různá vystavenost různých částí snímku dopadajícímu světlu (vignetace). Proveďte se pomocí vyrovnávacího snímku - snímku rovnoměrně rozptýleného světla. Ten získáme expozicí oblohy za soumraku přes nějaké rozptylující prostředí před objektivem (např. pauzovací papír). Délka expozice se upraví tak, aby maximální signál dosahoval hodnoty asi 30 000. Zkušenosti ukázaly, že kvalitní vyrovnání pole je předpokladem kvalitní fotometrie. Bez vyrovnání bychom dostali nesprávné výsledky např. při porovnávání hvězd různě vzdálených od středu zorného pole. Pokud se nemění konfigurace dalekohledu a kamery, není třeba pořizovat vyrovnávací snímek každou noc, stačí jednou za čas. Procedury pro odečtení temného snímku a vyrovnání pole obsahuje obslužný program kamery.

Zpracování vyrovnaných obrázků je v principu jednoduché. Je třeba získat celkový čistý signál od hvězd, které nás zajímají. Obraz hvězdy vždy zabírá několik sousedních pixelů. Sečteme tedy signál v čtvercové oblasti zahrnující celý obraz



hvězdy. V našem případě bylo třeba sčítat přes oblast 7 x 7 pixelů. Od výsledku je třeba odečíst pozadí (jas oblohy). Pro vyrovnané obrázky by měl být jas pozadí rovnoměrný v celém snímku. Určíme tedy hodnotu signálu v oblasti 7 x 7 pixelů neobsahující žádný obraz hvězdy a tuto hodnotu odečteme od signálů hvězd. Protože CCD je lineární detektor, můžeme z čistých signálů  $S$  získat přímo relativní hv. velikosti  $m = C - 2,5 \log(S)$ . Konstanta  $C$  je stejná pro všechny hvězdy na snímku a její hodnotu můžeme volit libovolně, pokud nám jde jen o určení rozdílu hv. velikostí proměnné a srovnávací hvězdy. V tom případě se  $C$  odečte. Obslužný program kamery umožňuje realizovat uvedený postup tak, že se v jednom místě stanoví pozadí a potom se přejíždí kurzorem na hvězdy a na obrazovce se odečítají relativní hv. velikosti. Pro zpracování velkého množství snímků je to však činnost dosti zdlouhavá, já jsem raději vytvořil program proměřující automaticky všechny hvězdy na snímku. Zároveň lze navazovat na sebe snímky jedné řady tím, že se určí rozdíly v konstantě  $C$  pro různé snímky. Tyto rozdíly jsou dány měnicími se pozorovacími podmínkami (např. výškou nad obzorem).

## 2. Pozorování zákrytových dvojhvězd

K pozorování minim zákrytových dvojhvězd lze přistoupit různě. „Fotoelektrický přístup“ spočívá v co nejčastějším měření jedné hvězdy, u CCD tedy v pořizování jednoho snímku za druhým. Já jako bývalý vizuální pozorovatel jsem dal přednost méně podrobnému pozorování, abych mohl sledovat více hvězd současně. Střídal jsem tedy snímkování několika hvězd. Při vizuálním pozorování jsem míval mezery mezi odhady okolo pěti minut, u CCD jsem dosahoval 8 - 10 minut. Postup při rozběhnutém pozorování byl následující:

Zadal jsem uložení předcházejícího snímku přímo na disketu (to trvá téměř minutu) a zároveň začátek další expozice v režimu AutoDark. V tomto režimu se nejdříve exponuje temný snímek, zdigitalizuje se, pak začne expozice s otevřenou závěrkou, snímek se zdigitalizuje, odečte se od něj předtím získaný temný snímek a výsledek se přenese do počítače. To vše probíhá automaticky. Digitalizace trvá poměrně dlouho, asi půl minuty. Expoziční doby jsem používal v rozmezí 1 - 2 minuty, podle jasnosti hvězdy. Po zadání uložení předcházejícího snímku jsem měl tedy v případě minutové expozice více než dvě minuty času na nastavení další hvězdy. Musel jsem nastavit pole v hledáčku a spolehnout se, že se trefím tak, aby proměnná hvězda byla na snímku. Protože zorné pole bylo dosti velké, v naprosté většině případů to vyšlo. Samozřejmě při prvním hledání nějaké proměnné jsem dělal pokusné snímky s krátkou expozicí.

Po přenesení výsledného snímku do počítače se tento zobrazí na obrazovce. Díky režimu AutoDark je již odečten temný snímek a obrázek je dobře „čitelný“. Jinak by se ještě musel odečíst na disku nahraný temný snímek, protože na surovém obrázku není téměř nic vidět. Vyrovnaní pole není třeba pro zorientování se v poli a předběžné proměření jasnosti proměnné dělat. Vždy jsem předběžně změřil



jasnost proměnné vůči jedné srovnávací hvězdě, abych měl přehled o jejím chování a mohl průběžně upravovat pozorovací program. Po zapsání tohoto „odhadu“ jsem zadal ukládání snímku a šel nahoru hledat další hvězdu v pořadí. K urychlení přispělo, že dalekohled nebyl v kopuli, kterou by bylo třeba otáčet, ale na plošině s odsuvnou střechou.

Při pozorování jsem se setkal s některými problémy, které byly specifické pro daný přístroj a pozorovací podmínky. Montáž s hodinovým pohonem nebyla zcela spolehlivá a někdy byly hvězdy po dvouminutové expozici již trochu rozpointované. Ještě nepříjemnější byla výrazná teplotní závislost ohniskové vzdálenosti dalekohledu. Zejména na počátku noci bylo třeba stále přeastřovat, aby obrázky byly alespoň trochu ostré. Při daném způsobu pozorování jsem neměl čas rozpointované nebo rozostřené snímky opravovat. Naštěstí i takové jsou zpracovatelné, celkový signál od hvězdy se dá změřit, i když přesnost poněkud klesá. Problémy nastávají, pokud je pole husté a obrazy blízkých hvězd se začnou překrývat.

Další nepříjemností bylo orosování dalekohledu (menisku). Mírné orosení vcelku nevadí, stejně jako jemné cirry nebo mírná mlha (i za takových podmínek jsem pozoroval), protože všechny hvězdy v poli jsou zeslabeny rovnoměrně. Přesnost však samozřejmě klesá a sníží-li se signál na polovinu, začíná být zle. Při větší vlhkosti se osvědčilo odkrývat dalekohled pouze na dobu expozice. Pro ilustraci možno dodat, že řada hodin pozorovacího času byla strávena za situace, kdy horní hranice inverzní mlhy oscilovala mezi 500 - 535 metry nad mořem, přičemž dalekohled je umístěn 530 m n.m.

Popsaným způsobem jsem pozoroval až čtyři hvězdy současně. Pro určení času minima jsem tak získal kolem deseti měření (7 - 14). To se ukázalo být dostatečné. Přesnost jednoho měření byla 0,03 mag u hvězd jasnějších než 14 mag a typicky 0,09 mag u hvězd mezi 14 - 15 mag. Nejslabší na snímcích viditelné hvězdy měly asi 16 mag, ty však již nebylo možné spolehlivě měřit. Uvedené hvězdné velikosti platí pro instrumentální systém (bez filtru), který je nejbliže červenému fotometrickému oboru R. Protože většina hvězd je v červené oblasti jasnější než v modré (indexy V-R a B-V jsou kladné), ve skutečnosti bylo možné měřit hvězdy, které ve fotografickém oboru dosahují jen 16 mag. Na druhou stranu, amplitudy algolid jsou v červeném oboru menší než v modrém, což je dáno tím, že sekundární hvězdy jsou červenější než primární.

Pozoroval jsem hvězdy brněnského programu, zejména ty méně pozorované a slabé, zároveň však většinou takové, které už jsem trochu znal a věděl jsem, že u nich minimum nastane. Přesto mě některé překvapily posunutím minima tak, že jsem ho kompletně nezachytil. Asi dvakrát se to podařilo napravit v jiné noci. Celkem jsem získal 24 okamžiků minim 24 hvězd, většinou s přesností lepší než 5 minut. Pro většinu hvězd jsou to nejspolehlivější minima, jaká kdy byla pozorována. O jejich významu svědčí i to, že v deseti případech přesahuje (O-C) vůči GCVS 0,3 dne. Pro hvězdu MO Aur umožnilo získané minimum vůbec první určení



periody. V několika případech jsem odvodil poprvé spolehlivě dobu trvání úplného zákrytu (d). Tyto výsledky byly již publikovány v IBVS 3877 z 6. 5. 1993. Potěšitelné je, že ve všech případech se potvrdil celkový trend vývoje (O-C) určený z dřívějších vizuálních pozorování, jinými slovy, vizuální pozorování jsou v pořádku. Navíc jsem odvodil předběžnou periodu hvězdy NSV 4497, zde však s publikací ještě počkám.

Dále uvádím seznam 36 hvězd, pro které jsem získal alespoň jeden snímek, i když pro 12 z nich jsem z různých důvodů (posunutí minima, počasí, časová tíseň) nemohl odvodit čas minima. Nicméně snímky by mohly být užitečné třeba při přípravě mapek: CI Aur, EQ Aur, LV Aur, MO Aur, QT Aur, V379 Aur, AR Boo, TY Cnc, AE Cnc, GSC 1383\_600 Cnc, RY CMi, AP CMi, AE Cas, AV Cep, NSV 5598 Com, AU Dra, AN Gem, CX Gem, EG Gem, HI Gem, UW Hya, AG Lac, BG Leo, RY Lyn, V481 Lyr, VX Mon, AY Mon, BZ Mon, NN Mon, V456 Mon, EH Ori, QT Ori, FQ Per, LS Per, TW UMa, NSV 4497 UMa.

### 3. Perspektivy CCD

Každý, kdo bude mít možnost pozorovat s CCD, bude pravděpodobně nadšen. Pozorování jsou velmi efektivní a s kamerou ST-6 i značně přesná. I s malým dalekohledem lze pozorovat slabé objekty. S výše uvedenou „tisícovkou“ lze vizuálně jít v nejlepším případě do 13 mag, a ani fotograficky při rozumných expozicích by to zřejmě nešlo o mnoho dále. CCD posune limit o 2 - 3 magnitudy, což znamená stovky hvězd navíc.

Přesnost CCD je lepší než vizuální i fotografická. Při mých pozorováních nebylo limitní přesnosti ani dosaženo. Pozoroval jsem jednobarevně a navíc poněkud ledabyle (ne vždy přesné zaostření atd.). Při pečlivých pozorováních alespoň se dvěma barevnými filtry, kdy je možno korigovat různou extinkci pro různé barvy v různých výškách nad obzorem, je možné dosáhnout u jasnějších hvězd vnitřní přesnosti až 0,01 mag. To se nám s Petrem Pravcem podařilo u hvězdy 11. hvězdné velikosti GSC 1383\_600. Pro vizuálního pozorovatele je trochu nezvyklé, že přesnost rychle klesá u slabých hvězd. Vizuálně lze odhadovat bez větší ztráty přesnosti (která je ovšem vždy malá) i nejslabší viditelné hvězdy.

CCD spojuje výhody fotografických a vizuálních pozorování. Stejně jako fotografie, zachycuje na jednom snímku mnoho objektů a umožňuje snímky archivovat. Zároveň je srovnatelně pohodové jako vizuální pozorování, umožňuje střídat více hvězd a okamžitě vyhodnocovat jejich chování, samozřejmě bez nebezpečí subjektivního ovlivnění pozorovatele. Díky linearitě je zpracování v principu jednoduché a protože snímky jsou v digitální formě uloženy v počítači, je zpracování při dobrém programovém vybavení i poměrně rychlé. Potíže může při velikosti snímků způsobit jejich archivace. Je však třeba si uvědomit, že většina informace v snímku popisuje šum pozadí. Pokud se této informace vzdáme, pozadí vyhladíme a odečteme, je pak možné nějakým kompresním programem (např. ZIP) snímek,



který obsahuje již převážně jen informace o hvězdách, výhodně stlačit. Podle mých zkušeností v závislosti na hustotě hvězdného pole na 10 - 30 kB.

Porovnáme-li CCD s fotoelektrickým měřením, zjistíme, že špičková fotoelektrická fotometrie je přesnější. Pouze však pro dostatečně jasné hvězdy. Pro hvězdy slabší než 12 mag je již potřeba pořádný dalekohled k fotometru, aby se vyrovnal CCD na malém dalekohledu. Fotoelektrická fotometrie rovněž dosahuje lepšího časového rozlišení. Výhodou CCD je, že snímá proměnnou i srovnávací hvězdu zároveň a nevyžaduje tudíž špičkovou kvalitu ovzduší, lze pozorovat i v nocích, které nejsou zcela fotometrické.

Domnívám se, že až se CCD rozšíří mezi amatéry a poloprofesionály, budou konečně pozorovány, a to s dobrou přesností, spousty hvězd všech typů okolo 13 - 14 mag, z nichž většina je dnes zanedbána po řadu desetiletí. Vizualní pozorování zřejmě ztratí význam. Fotografie bude užitečná pro snímkování širokých polí a objevy nových proměnných. Fotoelektrická fotometrie bude používána tam, kde je třeba vysoké přesnosti řádu 0,001 mag nebo velkého časového rozlišení. Já jsem s pozorováním prozatím skončil, CCD kamera se přestěhovala na Klet' a to je přece jenom trochu z ruky.

Jiří Borovička

## Pozorování vyvíjející se dvojhvězdy

John Isles, 1821 Golfview Drive, Kalamazoo, MI 49001

Rád bych Vás obeznámil s jednou jasnou, známou, avšak neobyčejně podivnou proměnnou hvězdou naší oblohy. Je jí beta Lyrae, jejíž proměnnost byla objevena 10. září 1784. Tehdy mladý britský amatér John Goodricke na podnět Williama Herschela sledoval hvězdy v souhvězdí Lyry a zjistil, že beta nebo gama Lyrae mohou být proměnné. Vše, co potřeboval ke studiu chování hvězd, byly dobré oči.

Betu Lyrae snadno nalezneme blízko Vegy. Během 13denního cyklu světelných změn přicházejí dvě maxima a dvě minima. V maximech, která jsou si blízká svou jasností, je beta téměř tak jasná jako její sousedka gama o hvězdné velikosti 3,2 magnitudy. Minima světelné křivky nejsou stejně hluboká. Primární minima, kdy hvězdná velikost klesá až na 4,1 magnitudy, se střídají s mělkými sekundárními minimy, kdy hvězdná velikost sestupuje na 3,8 magnitudy.

Beta Lyrae je těsná zákrytová dvojhvězda. Minima jasnosti tedy odpovídají vzájemným zákrytům složek. K primárnímu minimu dojde tehdy, když je částečně zakryta jasnější složka složkou druhou. Jasnější složka má vejčitý tvar, přičemž nejdelší osa hvězdy vždy směřuje k druhé složce. Jak systém v prostoru rotuje, povrch hlavní složky se k nám různě natáčí a jasnost bety Lyrae se nepřetržitě mění.



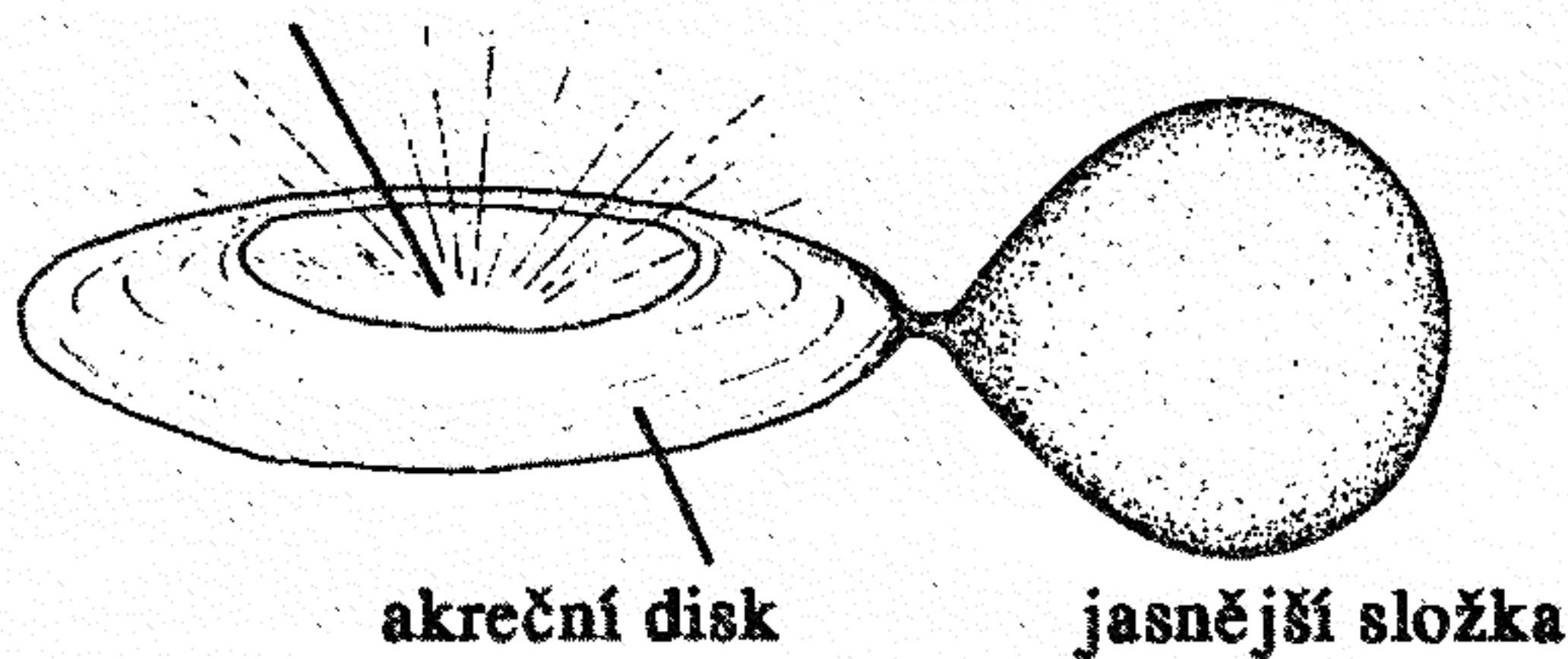
Obr. 1 Souhvězdí Lyra.

Jasnější komponenta je podle spektra klasifikována jako pekuliární obr typu B7 nebo B8, její hmotnost však dosahuje pouze dvou hmotností Slunce! Méně svítivá složka je však mnohem hmotnější, její hmotnost se odhaduje na 12 Sluncí. Svítí však méně, protože je skryta v hustém, neprůhledném materiálu, který hvězdu obepíná v tlustém prstenci podobnému koblize. Hvězda je diskem zcela zakryta, jasnější zakrývaná místa kotouče jsou tedy vnitřní částí tohoto disku, a ani tam hvězda z oblaku nevykukuje.

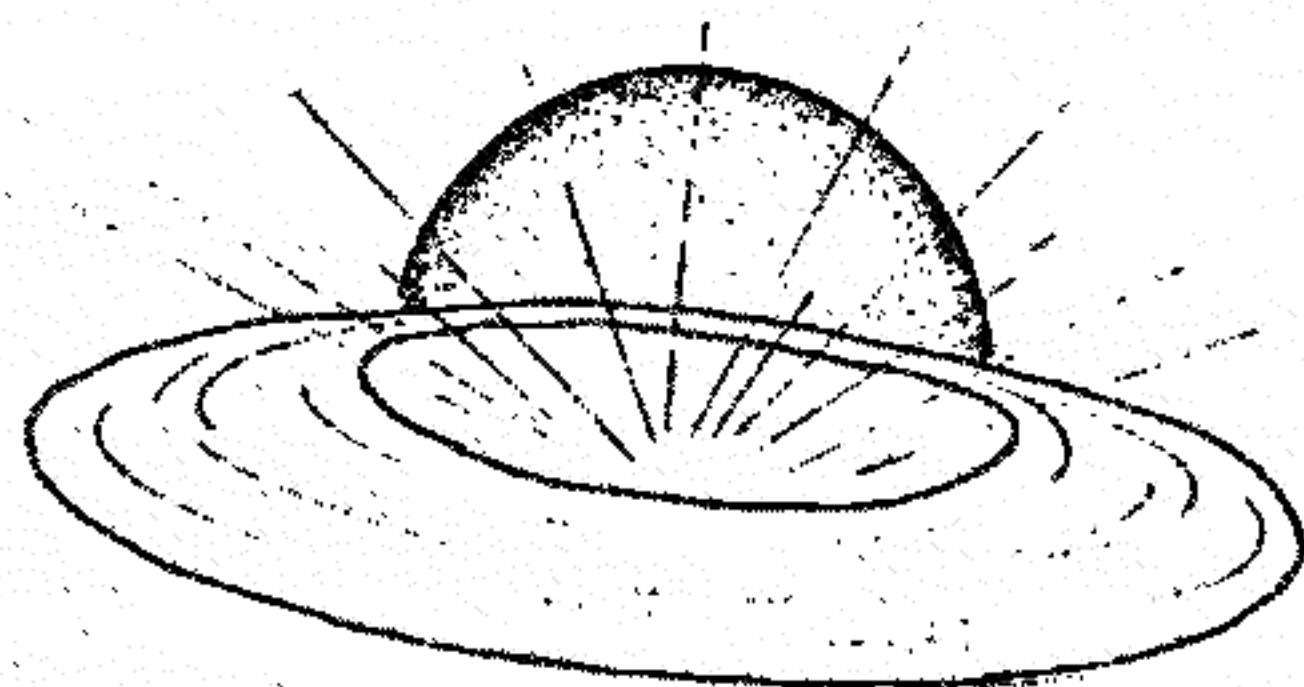
Oběžná perioda bety Lyrae se prudce mění. Zvětšila se z 12,89 dne (dle pozorování Goodricka) na dnes běžných 12,94 dne. Toto zpomalení musí být způsobeno jasnější složkou, ze které přetéká plyn na druhou hvězdu rychlostí jedné zemské hmotnosti během jednoho až čtyř měsíců. Jasnější složka je dnes totiž už jen pouhým jádrem dříve velmi hmotné hvězdy, která se snaží stát červeným obrem. Místo toho však ztrácí velké množství materiálu ve prospěch své sousedky, kolem níž se vytváří hustý akreční disk. Zvláštní chemické složení hlavní hvězdy - bohaté na helium a dusík a chudé na vodík, uhlík a kyslík - nám dává alespoň malou jistotu, že tato hvězda je skutečně odhaleným jádrem vyvinuté masivní hvězdy.

MIMO ZÁKRYT

sekundární složka



ZÁKRYT JASNĚJŠÍ SLOŽKY  
(primární minimum)

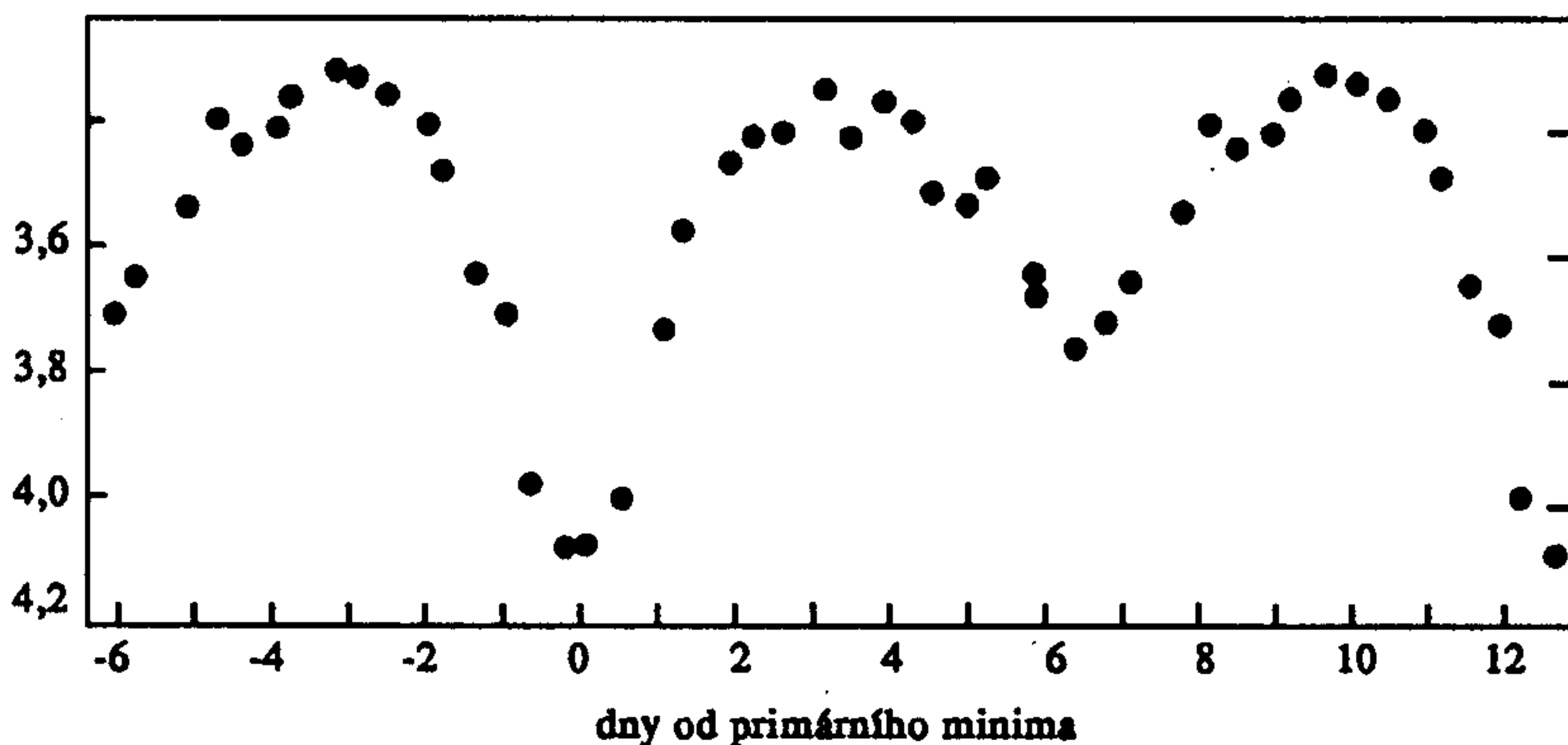


Obr. 2 Současný model soustavy beta Lyrae. Nafouklá, odlivem hmoty vyždímaná jasnější hvězda zásobuje materiálem mocný akreční disk, uvnitř něhož se ukrývá masívnější sekundární hvězda. Ta je pravděpodobně hvězdou blízkou B-typu, a tak lze předpokládat, že po skončení přesunu hmoty (za několik desítek tisíc let) přezáří současnou primární složku.





vizuální  
hvězdná  
velikost  
[mag]



*Obr. 3 Tato světelná křivka bety Lyrae vyplynula ze stovek pozorování pouhým okem provedených Johnem Islesem v letech 1987 - 88. Každý bod je průměrem z osmi nebo devíti odhadů. Uvedená světelná křivka je velmi hladká díky velkému množství vizuálních pozorování a dokonce odhaluje charakteristické rysy systému beta Lyr, které jsou jinak detekovány teprve fotoelektrickými fotometry.*

Po mnoho desetiletí představovala beta Lyrae pro astronomy tvrdý oříšek. Důvodem byla skutečnost, že jsme ji „přistihli“ ve velmi krátké, překotné fázi jejího vývoje. Vždyť některé výpočty naznačují, že přenos hmoty mezi hvězdami začal pouze před 60 000 lety! Během několika následujících desetitisíců let rychlost přenosu významně poklesne až se nakonec zcela zastaví. Částice akrečního disku po spirále dopadnou na masívnější složku, jejíž maska, za kterou se nyní skrývá, se tedy rozplyne. Hvězda se nám odhalí. Bude pak skvostně svítit jako hvězda 1. nebo 2. velikosti. Soustava beta Lyrae se stane zákrytovou dvojhvězdou typu Algol s nedlouhou periodou a možná bude tou nejjasnější proměnnou hvězdou tohoto typu na obloze.

Ze Sky and Telescope June 1993  
přeložila Eva Neureiterová  
redakční úpravy Zdeněk Mikulášek

## Objev eruptivních proměnných hvězd

V roce 1940 objevil Van Maanen na fotografických deskách zcela nový typ proměnných hvězd. Dostaly název „a flare“ (vybuchující). Objev to byl zcela náhodný a byl uskutečněn během jiného výzkumného programu. Původní prací Van Maanena totiž bylo určování vzdáleností hvězd, které vykazují zvláště rychlý pohyb po hvězdné obloze a které jsou tudíž blízké Slunci - to jest ve vzdálenosti několika



parseků. Metoda ke zjištění trigonometrické paralaxy slabých hvězd vyžaduje získání fotografií ve dvou protilehlých místech dráhy Země, tedy s odstupem šesti měsíců. Tímto způsobem lze u hvězd s rychlým pohybem určit úhlové posunutí vzhledem k jiným hvězdám, které se jeví jako nehybné v důsledku velké vzdálenosti.

Pro každý hvězdný objekt pořizoval Van Maanen snímky, přičemž lehce přemísťoval dalekohled mezi jednotlivými expozicemi. Získal tak desky s několika obrazy hvězdy. Při analýze poloh hvězd na deskách zaznamenal změny konstantní hvězdné velikosti v případě dvou hvězd, jejichž jasnosti se na stejné desce měnily. Tyto první dvě fotografované hvězdy „a flare“ byly Lal 21258 (dnes označovaná jako WX UMa) a Ross 882 (YZ CMi), obě dvě trpaslíci typu Me s absolutní hvězdnou velikostí kolem + 15 mag. Hvězdy vykazují na fotografických záběrech rychlé zvýšení svítivosti trvající jen několik málo minut a pak rovněž náhlý návrat k normální hvězdné velikosti. Podobné záblesky několika hvězd byly již předtím zaznamenány Pogsonem a v r. 1924 Hertzsprungem.

Van Maanenův objev zůstal nepovšimnut až do roku 1949, když jiný astrometr Luyten během paralaktického programu zjistil krátce trvající zjasnění vedlejší složky těsné vizuální dvojhvězdy L726-28B, později pojmenované UV Cet. Tato nová kategorie proměnných hvězd obsahuje všechny nejslabší červené trpaslíky spektrální třídy M s emisními čarami vodíku, jejichž vzdálenost nepřevyšuje 20 pc od Slunce. Také Proxima Centauri, nejbližší hvězda ke Slunci, patří k hvězdám „a flare“ a je tedy klasifikovaná jako eruptivní proměnná hvězda s označením V645 Cet.

Podle Annuario della Specola Cidnea per l'anno 1990, str. 30  
Miroslav Král

## Minimum NSV 9538 ztraceno

Proměnnost hvězdy označené NSV 9538 = CSV 3382 = S 4176 objevil C. Hoffmeister, později ji potvrdil W. Goetz.

Hvězda má souřadnice:

$17^{\text{h}}39^{\text{m}}24^{\text{s}}, +05^{\circ}17,7'$  (1950)

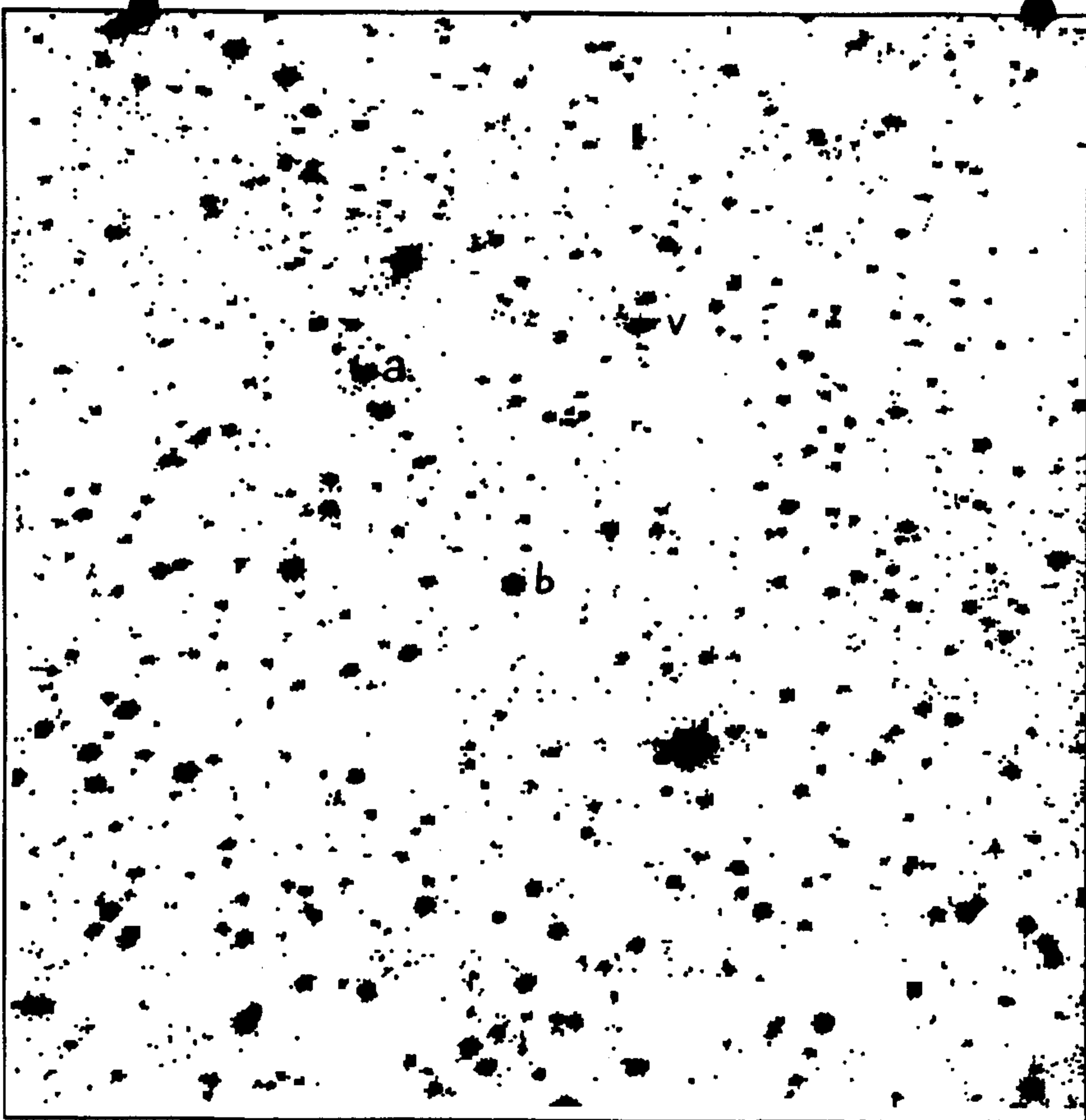
a leží asi stupeň na sever od bety Oph. Podle NSV kalalogu má fotografickou hvězdnou velikost 12,6 - 13,1 mag, spektrum známé není, odhaduji ale, že není červená. V létě 1991 se mi podařilo zachytit tři zeslabení v odstupu 9 dní, na jaře 1992 pak další dvě, takže jsem odvodil předběžné elementy:

**48398.70 + 8.925**

Podle těchto elementů by nyní, v květnu 1993, mělo opět nastat několik pozorovatelných minim, která se mi ale zatím nepodařilo nalézt. Hvězda je slabá a má



N



Obr. 4 Mapa těsného okolí NSV 9538.



malou amplitudu (ale poměrně úzké minimum), takže bych její sledování vizuálním pozorovatelům nedoporučoval.

Teď mi ale jde pouze o nalezení minima. Zda minimum nastalo, by se vizuálně zjistit dalo. Jde jenom o to, zdali perioda je trochu kratší nebo trochu delší, než jsem myslel. Mám zatím prohledáno asi pět hodin před a dvě hodiny po předpovězeném minimu a je snadno možné, že minimum bude během příštích týdnů nalezeno (nastává-li později a dá-li počasí). Jelikož sedím uprostřed západních Alp, mám jiné počasí než pozorovatel v Praze či na severní Moravě. A bude-li počasí nadále takové, jaké bylo minulý měsíc, kdy jsme často měli jižní vítr a tím pádem mraky, hvězda mi letos uteče. Pakliže předpověď nevydržela přes 80 oběhů, bude potřeba příští rok hledat v daleko větším rozsahu.

Na přiloženém snímku jsou hvězdy tak do 15. hvězdné velikosti, několik hvězd důležitých pro orientaci je přikresleno od ruky. Možná také, že ve vizuálním oboru spektra bude poměr jasnosti hvězd jiný než na snímku.

Antonín Paschke,  
Rüti (resp. Eggerberg), Švýcarsko

Dodatek autora z 8. 8. 1993: měřením jsem zjistil, že minimum nastává dříve. Hvězda NSV 9538 mezitím získala označení V 2288 Oph.

*Pozn. redakce:*

*Na návrh A. Paschkeho bude brněnská hvězdárna toto pozorování koordinovat. Veškeré výsledky i z dalších pozorovacích sezón tedy pošlejte přímo na adresu redakce Persea.*

## Záhada „pevných“ dvojic

Paul Baize

Jde o otázku, kterou si, pokud vím, nepoložil ještě žádný astronom: proč určité vizuální dvojhvězdy vykazují zřetelný orbitální pohyb, zatímco jiné, byť podobného vzhledu, se vůči sobě i po 50, 100 i 150 letech prakticky nepohly?

Abych osvětlil tento problém, který mne už dlouho trápí, vzal jsem si na pomoc „Index Catalogue“ (dále IDS) vydaný roku 1963 Jeffersem a Van den Bosem. Toto dílo obsahuje 64 247 vizuálních hvězdných dvojic a pro každou z nich udává hvězdnou velikost, spektrální třídu, hodnotu vlastního pohybu a také popis chování složek, pokud se u nich projeví nějaké změny.

Bohužel autoři začlenili do svého katalogu mnoho slabých a úhlově vzdálených dvojic, buď nalezených na snímcích Carte du Ciel různými autory, anebo vybraných ze seznamů Johna Herschela. Tyto dvojhvězdy představují asi 2/3 katalogu, ale asi jsou málo zajímavé. Z IDS tak zbývá asi 20 000 dvojic, které lze



zřejmě pokládat za pravé dvojhvězdy. Nejzajímavější páry - ty, které vykazují oběžný pohyb - mají úhlovou vzdálenost pod  $1,5''$ . Pod touto hranicí obsahuje IDS o něco více než 9 000 dvojhvězd, z nichž jen 7 500 vykazuje patrný oběh. Ostatní jsou nehybné, ačkoliv se ničím jiným od předešlých neodlišují - a právě tuto zvláštnost je třeba vysvětlit.

Přihlédl jsem jen k:

- úhlové vzdálenosti složek  $s$ ,
- jejich pozorované hvězdné velikosti  $m$ ,
- jejich spektrální třídě.

Tyto údaje, doplněné empirickými vztahy, Hertzsprungovým-Russellovým diagramem (jenž udává absolutní hvězdnou velikost  $M$  v závislosti na spektrální třídě) a vztahem hmotnost-spektrální třída (jenž udává hmotnost  $\mu$ ), dovolují s dostatečnou přesností odhadnout paralaxu, lineární vzdálenost složek a pravděpodobnou oběžnou dobu.

Paralaxa  $\pi$  je dána vzorcem: 
$$\log \pi = - \frac{(m - M) + 5}{5} \quad [1]$$

Podíl úhlové vzdálenosti ve vteřinách a paralaxy dá průmět skutečné lineární vzdálenosti  $A$  v astronomických jednotkách:

$$A = \frac{s}{\pi} \quad [2]$$

Konečně pravděpodobná délka oběžné doby  $P$  je dána dalším vztahem, odvozeným ze třetího Keplerova zákona (předpokládáme, že spojnice obou složek je kolmá na zorný paprsek):

$$P = \sqrt{\frac{A^3}{\sum \mu}} \quad [3]$$

Použil jsem tyto vztahy u 1 624 dvojic z IDS, jejichž úhlová vzdálenost je menší než  $1,5''$  a nebyla u nich zaznamenána změna v pozičním úhlu v době delší než 25 let.

Vím velmi dobře, že proti tomuto postupu řešení problému lze vznést řadu námitek:

1. Nejzávažnější námitka se týká hodnoty  $A$  (skutečné vzdálenosti složek). Je vskutku málo pravděpodobné, že všechny „pevné“ (nehybné) dvojice vidíme směrem kolmým k jejich velké poloose. Naopak jejich oběžné roviny jsou patrně k zornému paprsku skloněny pod různými úhly. Hodnota  $A$  vypočtená z rovnice [2] bude tedy vždy nižší, než by odpovídalo skutečnosti.
2. Nejistota ve hvězdných velikostech je méně závažná, neboť její vliv se při průzkumu velkého počtu dvojic anulují.
3. Zůstává možnost omylu ve spektrální klasifikaci. Jestliže hvězdného obra zaměníme za hvězdu hlavní posloupnosti, vznikne velká chyba v důsledku



špatného určení absolutní hvězdné velikosti  $M$ . Je však malá pravděpodobnost, že dojde k chybě vlivem špatného určení spektrální třídy, protože v okolí Slunce (v jediné dostupné oblasti) patří 98% hvězd k hvězdám hlavní posloupnosti.

Vezmeme-li v úvahu všechny nepříznivé okolnosti, je zřejmé, že výsledky této studie mají jen relativní hodnotu. Přes všechny výhrady však můžeme uvést zajímavé závěry. Například: většina parallax odvozených z rovnice [1] nabývá hodnot jen několik tisícín obloukové vteřiny, což udává, že jde o dvojhvězdy nadměru vzdálené. Vidíme-li jejich složky odděleně, pak je zřejmé, že musí být od sebe vzdálené stovky či tisíce astronomických jednotek. Z toho vyplývají tak dlouhé oběžné doby, že jsou z lidského hlediska neměřitelné.

Pro názornost uveďme dvojhvězdu ADS 3602 - Bu 1238, v níž se ve vzdálenosti 1,4" k sobě váží hvězdy o hvězdných velikostech 9,7 mag a 11,1 mag. Pozorujeme ji už po 70 let a v průběhu této doby zůstává vzájemné postavení nezměněno. Hlavní hvězda patří do spektrální třídy B5, jejímu průvodci můžeme přiznat typ o něco pokročilejší - A2 nebo A3. Celková hmotnost činí 9,2 hmotností Slunce. Paralaxa této dvojice se podle rovnice [1] rovná 0,0007", což odpovídá minimální vzdálenosti cca 2 000 AU. Oběžná doba podle [3] vychází nejméně 29500 let, což představuje roční úhlový posun 0,012°. Za 70 let by se tedy poziční úhel změnil jen o 0,8°, a to je menší hodnota než hodnota chyby měření.

Zde se samozřejmě jedná o extrémní případ. Je však jisté, že určitý počet párů se nám jeví jako nehybné vlivem velké poloosy jejich trajektorií dosahující stovky AU a periody tisíců let.

S výše uvedeným vysvětlením však neuspějeme, jestliže takové nehybné dvojice leží blízko nás. Takových jsem v IDS našel 590. Jejich paralaxy určené vzorcem [1] leží mezi 0,01" a 0,05" a řádově tedy odpovídají hvězdným párům v pohybu. Hodnoty velkých poloos pro obě kategorie dvojic jsou zhruba 50 AU. Přes veškerou podobnost s „pohyblivými“ dvojhvězdami však zůstávají v klidu. Příkladem může být dvojice ADS 3764 - STF 652. Vybral jsem právě ji, přestože vykazuje poněkud větší paralaxu než 1,5" (konkrétně 1,7"). První měření pozičního úhlu bylo totiž provedeno již před 150 lety. Jde o hvězdy 6,3 mag a 7,8 mag. Spektrální třída hlavní složky je F5 (jí odpovídá absolutní hvězdná velikost 3,7 mag a hmotnost 1,3 hmotnosti Slunce), pro průvodce ji lze z rozdílu ve hvězdných velikostech odhadnout na G4 ( $M = 5,2$  mag a hmotnost 0,9 hmotnosti Slunce). Paralaxa vypočtená dle [1] vychází 0,030" a odpovídá skutečné vzdálenosti složek 56,7 AU a periodě 288 let, což představuje změnu pozičního úhlu o 1,25° ročně. U fyzické dvojhvězdy by se musel oběh dávno projevit (činil by cca 187° od prvního měření), to se však nestalo a poloha složek se za 150 let nezměnila!

Lze uvést dvě vysvětlení této anomálie:

1. První předpokládá, že složky těchto „pevných“ dvojic již opustily hlavní posloupnost HR diagramu a jsou tedy zářivější, než by byly hvězdy hlavní



posloupnosti. Pak by tedy ze vztahu [1] vyšla menší paralaxa, ze vztahu [2] větší skutečná vzdálenost mezi složkami. Vratme se k příkladu ADS 3764: přijmeme-li, že absolutní hvězdná velikost hlavní složky by se mohla rovnat 1,7 mag (nikoli 3,7), pak paralaxa nabude hodnoty jen 0,012", vzájemná vzdálenost složek bude činit 142 AU a perioda 1 141 let. Ale i to by vedlo k dost velké změně pozičního úhlu - o 47° za 150 let. Zvětšíme-li přírůstek svítivosti kupř. o 4 mag, vyjde  $\pi = 0,0049''$ ,  $A = 237$  AU a  $P = 4\,357$  let, což dává za 150 let změnu pozičního úhlu o 12°. Takové změny bychom jistě nepřehlédli. Toto první vysvětlení tedy není přijatelné, alespoň ne obecně, protože velká zvýšení svítivosti jsou spíše výjimečná.

2. Příčina „nehybnosti“ může spočívat také ve tvaru oběžné dráhy a jejího sklonu k zornému paprsku. Jedná-li se o systém se silně excentrickou dráhou, jejíž velká poloosa je kolmá na zorný paprsek, mohou se složky v apastru jevit po dlouhou dobu jako nehybné (i 50 let, což je případ ADS 8185, 60 let u ADS 10230, ...). Ale zkušenost nabytá při výzkumu dvojhvězd s vypočtenými parametry dráhy ukazuje, že tvary a sklony drah jsou prostorově zcela náhodné. A tak můžeme jen těžko předpokládat, že u stovek dvojhvězd, jejichž prvky se jeví jako stálé, by se hvězdy nacházely právě v apastru.

Žádné z obou vysvětlení nemůže tedy záhadu „pevných“ dvojic objasnit. I nadále stojíme před problémem, proč se dvojhvězdy podobné svým fyzikálním složením a blízkostí chovají tak rozdílně? Tento fakt nemůžeme obejít, vždyť z kosmologického hlediska může být důležitý. Jak smířit nepohyblivost určitých hvězdných párů s Newtonovým zákonem, který pro blízké hvězdy vyžaduje vzájemný pohyb? Může být nějaká odchylka od gravitace a ta není tak univerzální, jak se věří? Lze vůbec uvažovat po takových geniích, jako byl Newton a Einstein, o podobné možnosti? Přiznávám, že pokud jde o mne, jsem úplně neschopen odpovědět na tyto otázky.

Z *Astronomie* II/1993  
přeložil Prof. Emil Škrabal, Brno

## NEKROLOG

### Profesor Zdeněk Kopal

*Zdeněk Kopal, profesor astronomie na Manchesterské univerzitě v letech 1951 až 1981, zemřel 23. června 1993 ve věku 79 let ve Wilmslow, Cheshire. Narodil se v Litomyšli, v Čechách (tehdy provincii Rakouska-Uherska) 4. dubna 1914.*

Zdeněk Kopal po celý svůj život nadšeně provozoval svou prvořadou vášně - astronomii. Nikdy ho neopustil jeho mladický zájem o průzkum nebe malými



optickými dalekohledy - dokonce i přesto, že jeho nejčasnější profesionální práce byly pouze teoretické.



Na nejvyšší akademické půdě se prvně zapsal díky těsným dvojhvězdám, a to rozvojem numerických metod potřebných k výzkumu jejich povahy podle proměn jasnosti. Práci na nich zahájil už v Praze a krátce v ní pokračoval v Cambridge, před přestěhováním do Harvardu roku 1938 a pak do massachusettského Technologického institutu. V roce 1938 se oženil s Alenou, dcerou Judga B. Muldnera, s níž měl tři dcery. Ve stejné době také získal v USA státní občanství a během 2. světové války pak uplatnil své matematické znalosti ve službách americké armády.

*Z. Kopal jako mimořádný profesor na massachusettském Technologickém institutu v době oslav 75. výročí jeho založení na jaře 1949 (převzato z knihy O hvězdách a lidech).*

V roce 1951 nastoupil jako profesor na Manchesterskou universitu. Příchod do Manchesteru předznamenal Kopalovu nejznámější práci, která se zabývala přetokem látky mezi jednotlivými složkami ve dvojhvězdných systémech. Tento jev byl klíčem k pochopení vývoje těsných dvojhvězd. Numerické metody potřebné pro tyto astronomické analýzy Z. Kopal popsal v roce 1955 ve své (dodnes užívané) knize „Numerical Analysis“.

Pak přišel Měsíc. Prof. Kopal byl do té míry vzrušen možným přistáním člověka na Měsíci, že vrhl svou úžasnou energii, neodolatelný šarm a veškerou dovednost právě tímto směrem. Ale jak by mohl matematik a astronom z věčně zamlženého Manchesteru pomoci dopravit člověka na Měsíc?

Pro něho byla odpověď jasná. Shromáždil 100 000 fotografií Měsíce pořizených starobylým 60centimetrovým refraktorem observatoře Pic du Midi na jihu Francie. To byla velmi smysluplná práce, neboť observatoř v Pyrenejích proslula



*Observatoř na Pic du Midi*





díky velké nadmořské výšce dobrým „seeingem“ (kvalitou obrazu). Také dalekohled měl dostatečně dlouhou ohniskovou vzdálenost (přes 6 metrů) k vytvoření obrazů vhodných pro detailní mapování Měsíce. V projektu, podporovaném obrovskými částkami z fondů amerického vojenského letectva (USAF), byl Měsíc systematicky pozorován a mapován. Konečně kosmonauti přistáli na správném místě.

Astronomické oddělení v Manchesteru bylo tehdy něčím „zvláštním“, vždyť peníze přinesly svobodu a prostor k tvůrčí činnosti. Kopalovy příběhy z té doby se staly legendárními. Při každé štědré vánoční party prof. Kopal pyšně oznámil celkovou vzdálenost procestovanou jednotlivými pracovníky jeho oddělení za poslední rok, a to vždy v porovnání ke vzdálenosti Měsíce. Ta byla také nejvhodnější jednotkou pro vyjádření i jeho vlastního pohybu po světě při jeho četných konzultacích.

Měl také smysl pro humor, místy až zlomyslný. Po návratu z Egypta neostýchavě nosil fez. Návštěva Cizineckého úřadu v Londýně znamenala naopak tvrdý klobouk a svinutý deštník. Na přednáškové cestě po Indii pak samozřejmě nosil Gándhího čepec, a to tak dobře, že byl pozván jako „někdo významný z kongresové společnosti“ na několik slavnostních událostí.

Když lunární projekt dospěl do přirozeného konce, Z. Kopal se s chutí vrátil k práci na dvojhvězdách. Založil několik časopisů a psal populární knihy. Svě hlavní poslání však spatřoval v astronomii jako námětu pro střední východ, a proto v Manchesteru vytvořil školu pro studenty z Egypta, Iráku, Iránu a Libye. I v těchto zemích bude tedy jistě postrádán pro své pedagogické a organizační vlohy.

Dokonce i jeho poslední řeč před odchodem byla pozoruhodná. Začala větou „Dámy a pánové, nedostává se mi slov“ a potom trvala dvě hodiny.

Kopal byl okouzující, vysoce inteligentní vědec formovaný z těsta významných mužů. Především bude s láskou vzpomínán v astronomickém oddělení Manchesterské university, vždyť do života svých spolupracovníků dokázal vnést vzrušení i pohodu.

Z The Times Wednesday July 7 1993  
přeložila Eva Neureiterová

## Anglický koutek

### PERIOD AND BV LIGHT CURVES OF A NEW W UMA VARIABLE GSC 4383.0384

The recent discovery of a new variable star GCS 4383.0384 by Kamil Hornoch, Jan Kyselý and Dalibor Hanžl has been announced in *IBVS* 3879, (13 May 1993) [1].

The star was photometrically measured by means of the 0.4-m Nasmyth



reflector of the N. Copernicus Observatory in Brno from April 16th to May 25th. The telescope was equipped with an unrefrigerated photomultiplier tube EMI 6256 with UBV filters of Johnsons standard system. An insufficient signal-to-noise ratio in the U band compelled us into using the reduced BV system only.

As the comparison star HD 86677 was adopted. The star is very close visual double star (ADS 7611), the components of which are unresolvable by the instrument specified above. The basic BV data of the comparison star ( $V = 7.876$  mag,  $(B-V) = + 0.510$  mag), taken from *The Hipparcos Input Catalogue* [2], refer to the total light of this joint system. The light constancy of the star was confirmed by frequent observations of three check stars. (Basic data and BV photometry for the comparison and check stars will be published in [3]).

Observing the variable star GSC 4383.0384 in the course of 9 nights we obtained 244 and 239 individual photoelectric measurements in B and V, respectively (see Table 1).

Using the method of „trials and errors” we found a preliminary period of light variations:  $P = 0.529$  days. Both the corresponding BV light curves and the period rank the star among the W UMa type variables. The observed mean  $(B-V)$  index of  $+ 0.48$  mag is also consistent with this classification. Then we improved the preliminary period applying a special gradient least square method [3] to the whole set of photometrical data. We have arrived at the following formula predicting times of primary minima:

$$JD_{hel} = 2\,449\,104.3592 + 0.528904^d (E - 19). \quad (1)$$

$\pm 6 \qquad \qquad \qquad \pm 25$

As the reference minimum we have chosen the best observed primary minimum.

The period is obviously real, since all expected allied periods give much worse phase diagrams. The reality of the period given above has additionally been confirmed through independent visual observations of the star obtained by Kamil Hornoch [3], who did them without knowing any ephemeris.

The phase  $\emptyset$  and the epoch  $E$  for an arbitrary  $JD_{hel}$  time can be evaluated through relations:

$$f = (JD - 2\,449\,094.3100)/0.528904, \\ \emptyset = \text{Frac}(f), E = \text{Int}(f). \quad (2)$$

Table 1 contains a review of our BV photoelectric observations. For individual nights they are listed here:  $JD_{hel}$  times of beginnings and ends of observations and corresponding values of sums  $(E + \emptyset)$ , and numbers of measurements  $n$  and standard deviations of one measurement in magnitudes (SD) in B and V colours, respectively.



night	1	2	3	4	5	6	7	8	9
JD-2449000									
begin.	94.33	95.32	98.31	101.32	102.51	104.31	121.34	125.34	133.37
end	.38	.36	.49	.51	.54	.54	.45	.50	.43
$E + \emptyset$									
begin.	0.03	1.90	7.57	13.26	15.50	18.91	51.10	58.66	73.85
end	0.12	1.98	7.90	13.61	15.57	19.35	51.31	58.98	73.96
B									
$n_B$	6	5	30	44	13	56	30	45	15
$SD_B$	.029	.037	.031	.063	.035	.027	.027	.020	.047
V									
$n_V$	6	5	30	38	13	56	30	45	16
$SD_V$	.038	.055	.031	.046	.046	.030	.033	.023	.056

Table 1

The whole set of our BV photoelectric measurements embraces 74 cycles, both light curves are covered without gaps. Unfortunately, the accuracy of measurements is comparatively low (0.038 mag in B, 0.036 mag in V), which is due to both the faintness of the variable and generally bad observational conditions. That is why we have introduced normal points for the demonstration of light curves (see Figure). Each normal point of the light curve is a result of 7 individual consecutive dots of the phase diagram, the bar shows the expected error of the normal point.

The B and V light curves exhibit two unequally deep light minima, the difference between their depths being  $(0.057 \pm 0.015)$  mag and  $(0.054 \pm 0.012)$  mag in B and V, respectively. The centre of the primary minimum has been put at the phase 0.000, the centre of the secondary seems to be placed at the phase 0.50. Both eclipses seems to be partial. The maxima, as we expected, occur near phases 0.25 and 0.75. The apparent inequality between them may be (at least in B) spurious. We have not found any pronounced variations of (B-V) so that it appears to be more or less constant within the whole cycle. The mean (B-V) is equal to  $(+0.482 \pm 0.004)$  mag. Absolute values of magnitudes of the variable GSC 4383.0384 are given in Table 2.

The more detailed information on the star including the whole photoelectric and visual observational material and the description of the light elements determination method will be published in [3]. The variable appeals for further observations.

*Acknowledgments:* We would like to thank Filip Hroch for his assistance in carrying out observations and Marek Chocholatý for his valuable contribution to writing the manuscript.

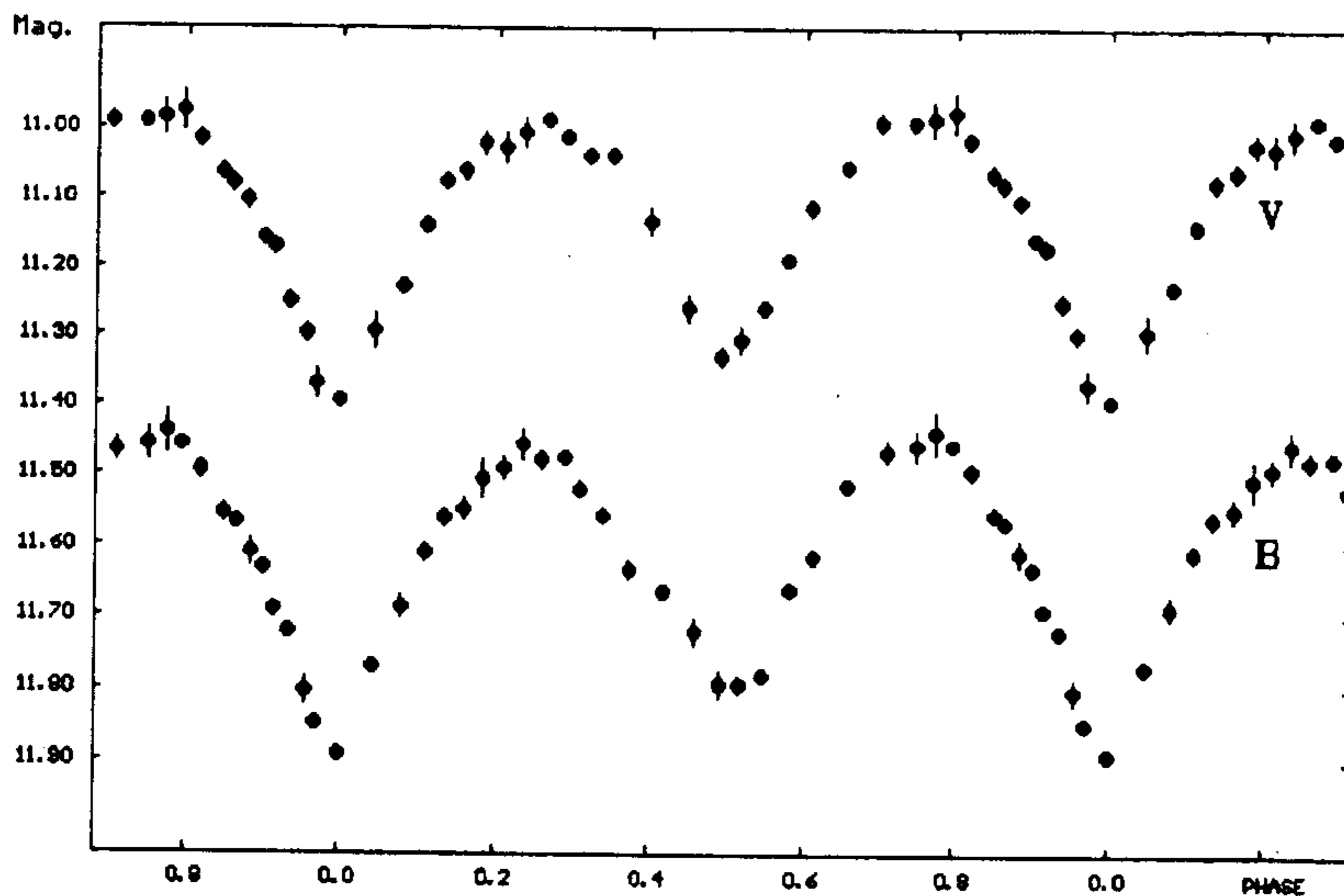


	B [mag]		V [mag]	
Mean magnitude	11.614	± 0.0035	11.132	± 0.0025
Primary minimum	11.866	± 0.011	11.382	± 0.008
Secondary minimum	11.809	± 0.012	11.328	± 0.009
Maxima	11.455	± 0.008	10.987	± 0.006
Amplitude I	0.411	± 0.014	0.395	± 0.010
Amplitude II	0.354	± 0.015	0.341	± 0.011

Table 2

Figure:

BV photometry of GSC 4383.0384



Zdeněk Mikulášek, Dalibor Hanžl

References:

- [1] Hanžl, D., Kyselý, J., Hornoch K., 1993, *Inform. Bull. Var. Stars* 3879
- [2] Turon, C. et al., 1992, *The Hipparcos Input Catalogue*, INCA Consortium, ESA
- [3] *Contribution of the Nicholas Copernicus Observatory and Planetarium in Brno*, No 31, 1993 (will be published)



## Proměnářské songy

Tato píseň je mladšího data, než ty předcházející - pochází z roku 1987 a jejím tvůrcem jsem já osobně. Nápěv je na skladbu „Lady in Black” od skupiny URIAH HEEP.

### „Proměnářský song”

1. *My jsme staří proměnáři, máme silný binary, naděláme spousty řad a to nás všude proslaví. Ref.: Ná na ná na ná na na na, ná na ná na na na.*
2. *Padá odhad za odhadem. už máme plné deníky, přišel mrknout na nás se Mik a nazval nás profíky. Ref.: Ná...*
3. *Lepší křivku neudělám, nežli dělaj „Tukani”, není taky se co divit, vždyť jsou vyškovští hošani. Ref.: Ná...*
4. *V koutě Jindra počítá desetimístnýho logika a v kopuli zatím Dobra si zas dává šlofíka. Ref.: Ná...*
5. *Na vyškovský hvězdárně tam se žije náramně, káva syčí, magneták kvičí a Petr vaří bezvadně. Ref.: Ná...*
6. *Na hvězdárně v Třebíči Jenda dělá ražničí, my mrzneme u čtrnáctky a kolem chodí patnáctky. Ref.: Ná...*
7. *Na ždánické hvězdárně, která má tři kopule, Milan má zas jen tři pülky, mraky mu lezou do pole. Ref.: Ná...*
8. *Co je tohle za výsledky, kde má Liška minimum, budete pít limonády, žádný pivo, víno, rum. Ref.: Ná...*
9. *Hvězda leze až po patnáctku, kdo jí dělá binarem, co je tohle za šilence, to může být Znojil jen. Ref.: Ná...*
10. *Za necelou hodinu má RW Tri minimum, pospíchejte do kopule, za chvíličku bude důle. Ref.: Ná...*
11. *Vzpomeňte si na přísloví a nechte to osudu, pamětník vám hnedka poví, co je matkou odhadu. Ref.: Ná...*

K této písničce přibyly ještě další sloky v témže roce na praktiku v Třebíči, ty si však již nepamatují.

Petr Kučera



## SOUTĚŽ

Pozorovatelé proměnných hvězd, kteří spolupracují s brněnskou hvězdárnou na programu pozorování zákrytových dvojhvězd, od minulého roku používají zkratku B.R.N.O. (Brno Regional Network of Observers - Brněnská oblastní síť pozorovatelů). Stále však chybí nějaký symbol, emblém nebo znak této skupiny. Vždyť každá dobrá firma má svou značku (např. AAVSO pětispou hvězdu a znak brněnské hvězdárny snad není nutno připomínat).

Vyhlašujeme tedy soutěž o nejlepší návrh symbolu, který by reprezentoval B.R.N.O. Pro inspiraci otiskujeme několik emblémů zahraničních astronomických společností.



**Výherce soutěže bude odměněn!**

### TO JSME SE ZAS POUČILI Kalibalismus ve vesmíru

Hubbleův kosmický dalekohled, umístěný na oběžné dráze kolem Země, nedávno zjistil, že souhvězdí Andromeda se chová jako „kanibal” - při srážce s jinými galaxiemi je pohlcuje.

Vědci tuto teorii opírají o existenci dvou jader Andromedy, jednoho velkého, druhého malého. „Větší z těchto jader vypadá jako napůl strávená kost v žaludku masožravce”, citoval list Stephena Marana z amerického Národního úřadu pro letectví a vesmír (NASA).



„Jsou to zcela jasně zbytky jádra jiné galaxie, s níž se Andromeda srazila asi před miliardou let a kterou stále ještě pohlcuje“, uvedl americký vědec.

Spirální galaxie Andromeda směřuje rychlostí asi 60 km/s k Mléčné dráze, tedy naší Galaxii. Srážka je podle vědců nevyhnutelná, hvězdy se vzájemně promíchají a plynová oblaka Andromedy vytvoří v Mléčné dráze nové hvězdy.

Pro pozemšťany může být útěchou, že se obě galaxie srazí asi za 11 miliard let.

Uveřejněno v TELETEXTU dle brit. listu The Sunday Telegraph

Také brněnská rozhlasová stanice Radio Brno tuto zprávu uvedla. Redaktor ji však ještě vylepšil tvrzením, že „galaxie Andromeda je spirální“.

## Srpnové meteory

Letos se neobyčejné množství lidí zajímalo o četnost a čas maxima meteorického roje Perseid. Ne všichni však přesně věděli, oč se jedná a někteří ani nedovedli roj přesně pojmenovat. A tak jednoho dne zazvonil telefon a ženský hlas se nás zeptal, kdy že „budou lítat ty Perverzeidy“.

*Když už jsme u Perseid, jednu Vám z té letošní úrody nabízíme. Vyfotografoval ji v ranních hodinách 12. srpna Jan Šafář z Brna.*





## PROTEST

Všechny dnešní otázky se vztahují k brněnské hvězdárně:

1. Znáte datum založení hvězdárny?
2. Kdo byl prvním ředitelem hvězdárny a kdo šéfem programu, který se zabýval proměnnými hvězdami?
3. Která nebeská tělesa byla předlohou pro znak hvězdárny?

Protest z druhého čísla Persea 1993 zůstal bez jakékoli odezvy. Zejména jsem čekal na vaši reakci na druhou otázku stran nalezení číselné chyby v kapitole nazvané: „Tvoří Alkor s Mizarem fyzickou dvojhvězdu?“ z 1. dílu nedávno vydaných „Záludných otázek z astronomie“. On to byl tak trochu chyták, protože tam žádná chyba ve skutečnosti není. Pokud jste to zjistili i vy, a nenapsali nám to, pak je to vaše chyba, poněvadž jste se tak připravili o zaslouženou odměnu. Po pravdě však musím přiznat, že jsem si ve chvíli, kdy jsem tento úkol do Protestu zadával, doopravdy myslel, že tam chyba je.

Bylo to tak, že za mnou přišel prof. Škrabal s tím, že si důkladně přečetl naše Záludné otázky a narazil tam v oné inkriminované kapitole na zjevnou chybu ve výpočtu délky oběžné doby soustavy Alkor - Mizar. Tu je nutno vypočítat pomocí 3. Keplerova zákona, podle něhož pro periodu  $P$  dvojhvězdy o celkové hmotnosti  $M$  platí:

$$P^2 = \frac{a^3}{M}$$

Jenže co je to  $a$  - přirozeně je to velká poloosa oběžné dráhy. Jsou-li tedy složky dvojhvězdy od sebe vzdáleny minimálně 16 500 astronomických jednotek, pak je nutno za velkou poloosu vzít polovinu jejich vzdálenosti, čili 8 250 a. j. Činí-li pak hmotnost soustavy 5 Sluncí, pak dojdeme k oběžné době pouze 335 000 let, nikoli k 950 000 letům, jak se v ukázce píše.

Bez velkého přemýšlení jsem si nasypal popel na hlavu a začal jsem uvažovat o tiskové opravě a dalších smutných věcech. Týž den jsem to také dal do Protestu, abych alespoň zčásti učinil pokání. Pak Perseus vyšel a dostal se až k vám. Mezitím se mi to rozleželo a já zjistil, že jsem přece jenom měl s oběžnou dobou systému Mizar - Alkor pravdu. A jak jsem na to přišel? Jednoduše - vzpomněl jsem si na Zemi. Platí-li výše uvedený vztah pro dvojhvězdu, což je soustava dvou těles, pak musí v nezměněné formě platit i pro soustavu Slunce - Země. Hmotnost soustavy je rovna 1, ne-li o malounko víc. Polovina vzdálenosti Země od Slunce je půl astronomické jednotky. Jenže pak by měl rok jen 129 dní, což je ovšem v příkrém rozporu s naší každoroční zkušeností. To už mi bylo nad Slunce i nad Zemi jasnější, že jsem se nechal zmást. Okamžitě jsem sedl k počítači a napsal prof. Škrabalovi svou odpověď, z níž vyjímám odvození, které jsem provedl těmi nejjednoduššími prostředky pro případ kruhových komplanárních drah. Vše však





samozřejmě platí i obecně pro dráhy eliptické, což je však nutno ukázat pomocí poněkud náročnějšího aparátu pohybových rovnic ve vektorovém tvaru.

Necht' jsou tedy dráhy obou složek dvojhvězdy kruhové a jejich geometrická vzdálenost necht' je  $a$ . Jsou-li hmotnosti složek  $M_1$  a  $M_2$  a hmotnost soustavy je  $M = M_1 + M_2$ , pak těžiště leží na jejich spojnici ve vzdálenosti  $a_1$  od první složky,  $a_2$  od druhé složky,  $(a_1 + a_2) = a$ , přičemž platí:

$$a_1 M_1 = a_2 M_2, \quad a_1 = a \frac{M_2}{M}, \quad a_2 = a \frac{M_1}{M} \quad (1)$$

Složky na sebe vzájemně působí přitažlivou silou  $F_p$  podle Newtonova zákona:

$$F_p = G \frac{M_1 M_2}{a^2} \quad (2)$$

kde  $G$  je gravitační konstanta. Proti síle gravitační působí opačně namířená síla odstředivá, která vzniká křivočarým pohybem složek, přičemž střed křivosti leží v těžišti. Je-li soustava v dynamické rovnováze, pak musí být součet síly odstředivé a přitažlivé roven nule pro každou ze složek systému.

Odstředivé síly vznikající kruhovým pohybem kolem těžiště pro jednotlivé složky jsou  $F_{O1}$  a  $F_{O2}$ , přičemž platí:

$$F_{O1} = M_1 \frac{v_1^2}{a_1} \quad \text{a} \quad F_{O2} = M_2 \frac{v_2^2}{a_2} \quad (3)$$

kde  $v_1$  a  $v_2$  jsou postupné rychlosti jednotlivých složek na jejich kruhové trajektorii se středem v těžišti. Protože v každém okamžiku leží nehybné těžiště na spojnici obou složek, musí být úhlová rychlost obou složek stejná. Pak ovšem platí:

$$\frac{v_1}{a_1} = \frac{v_2}{a_2} = \frac{2\pi}{P} \quad (4)$$

$P$  je oběžná perioda soustavy. Dosadíme-li do vztahů (3) vztahy (1) a (4), dojdeme k očekávanému závěru, že odstředivé síly působící na každou složku jsou si číselně rovny, přičemž platí:

$$F_{O1} = F_{O2} = \frac{4\pi^2}{P^2} \frac{M_1 M_2}{M} a \quad (5)$$

Nyní stačí porovnat odstředivou a přitažlivou (dostředivou) sílu vyjádřené vztahy (5) a (2) a dojdeme k výrazu pro 3. Keplerův zákon v problému dvou těles ve tvaru:

$$a^3 = \frac{GM}{4\pi^2} P^2 \quad (6)$$



Přejdeme-li nyní ze soustavy SI k jednotkám běžně používaným v astronomii, tj.  $a$  budeme vyjadřovat v astronomických jednotkách,  $P$  v rocích a  $M$  v hmotnostech Slunce, dospějeme k jednoduchému vztahu:

$$a^3 = M P^2 \quad (7)$$

který velice připomíná 3. Keplerův zákon v přiblížení, kdy jedna z hmotností obou těles je vůči hmotnosti druhého z těles zanedbatelná, nicméně význam symbolů, jež se zde vyskytují je poněkud odlišný, poněvadž  $M$  je součet hmotností obou složek,  $a$  je lineární vzdálenost.

Je-li minimální geometrická vzdálenost složek, u nichž předpokládáme kruhovou dráhu,  $a = 16500$  a.j. a předpokládaná celková hmotnost soustavy  $M = 5 M_{\odot}$  pak dosazením do vztahu (7) dospějeme k hodnotě oběžné periody 948 000 let, což dostatečně přesně souhlasí s údajem, který je v knize uveden.

V případě výpočtu oběžné doby systému, v němž se tělesa pohybují po kruhových drahách, si lze představit, že počátek vztažného systému ztotožníme s jedním z těles a v něm soustředíme veškerou hmotnost soustavy. Vzhledem k tomuto počátku se bude to druhé těleso pohybovat opět po kruhové dráze o poloměru  $a$ . Oběžnou dobu tohoto uvolněného tělesa pak zjistíme použitím vztahu (7).

V případě eliptických drah platí, že těžiště soustavy leží ve společném ohnisku obou elips, přičemž další ohniska obou elips leží na jedné přímce procházející těžištěm a obě elipsy leží v téže rovině. Numerické excentricity obou elips jsou stejné. Jestliže opět ztotožníme jedno z těles s počátkem vztažného systému, bude to druhé těleso vzhledem k prvnímu opisovat elipsu, v jejímž jednom těžišti bude „stát“ ona první složka. Excentricita oběžné elipsy druhého tělesa bude táž jako excentricita obou původních elips, velká poloosa výsledné elipsy druhé složky a bude součtem velkých poloos obou původních elips. Při výpočtu oběžné doby systému budeme postupovat obdobně, jenom tentokrát do vztahu (7) dosadíme za  $a$  velikost poloosy oběžné elipsy druhé ze složek vztažené k nehybné složce první.

Budeme-li ovšem vztah (7) chtít aplikovat třeba na výpočet oběžných drah vizuálních dvojhvězd, musíme vzít v úvahu, že rovina oběžné dráhy k nám bude natočena v obecném úhlu a že pozorovaná dráha „pohyblivé složky“ na obloze bude zkreslena tím, že v podstatě jde o průmět této dráhy do roviny kolmé k zornému paprsku. Pak obecně nebude „nepohyblivá“ složka umístěna v ohnisku promítnuté elipsy, ale kdekoli uvnitř dráhy. Zkuste si pohrát s nakláněním takových elips a dojdete někdy k velice kuriózním situacím, např. že se dráha pohyblivé složky může jevit jako elipsa a druhá složka může být mimo střed této kružnice, nebo naopak se můžeme setkat s případem, kdy dráha jedné složky je výrazně eliptická, přičemž ta hlavní, nehybná složka bude pěkně dřepět ve středu této elipsy a nikoli někde poblíž jejího ohniska.

A kdo to dočte až sem, bude odměněn tím, že se dozví také odpověď na první

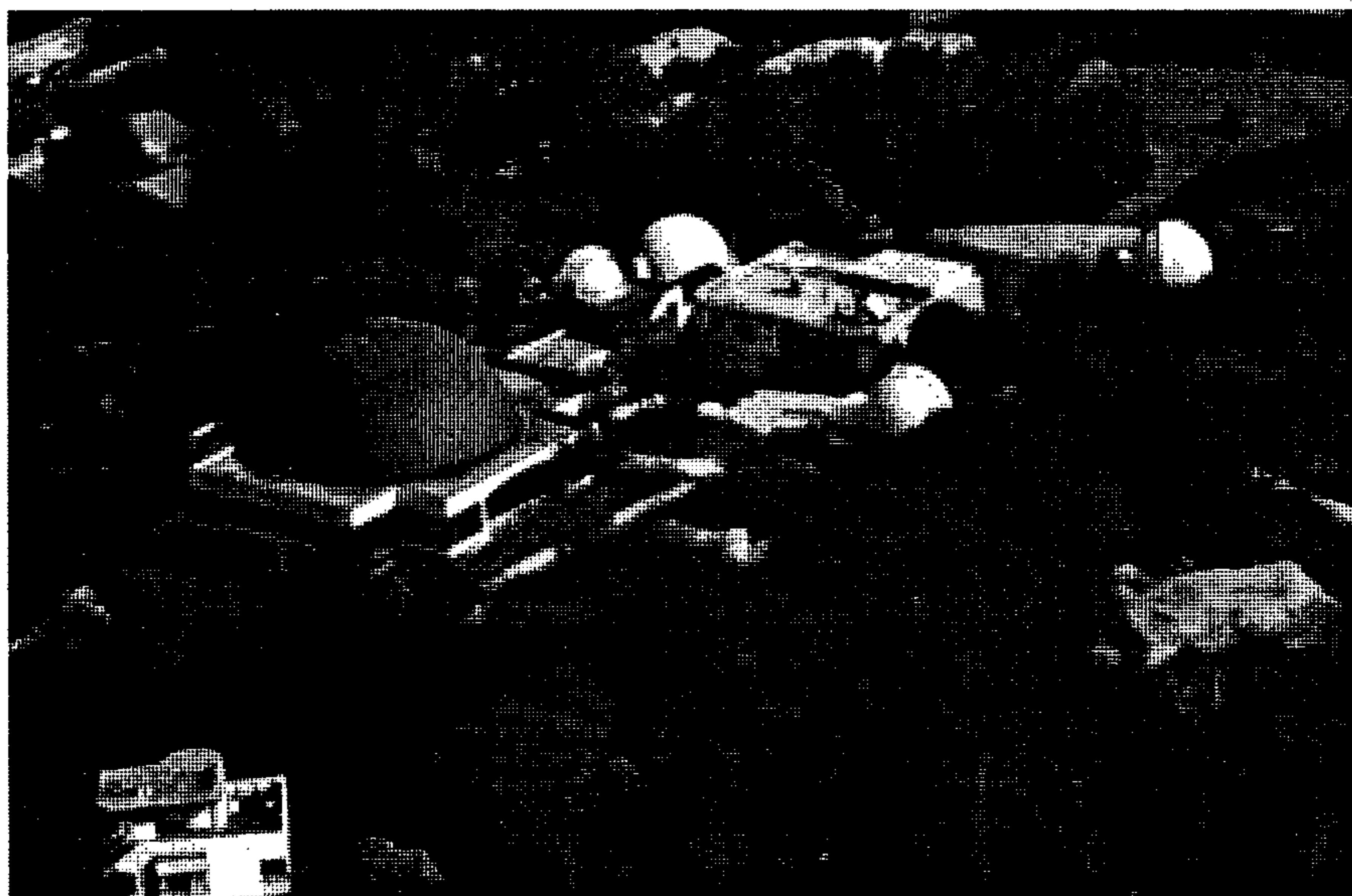
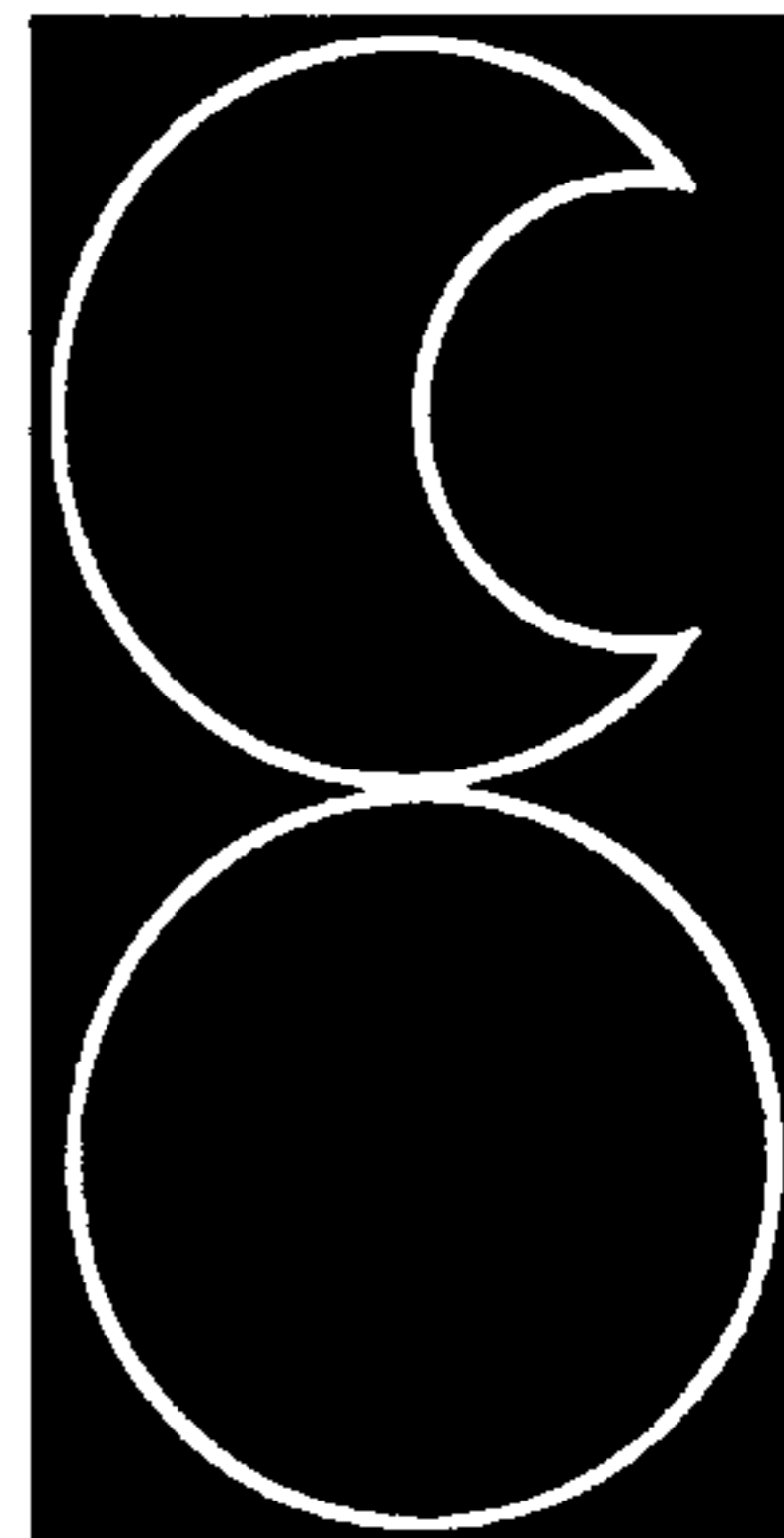


otázku Protestu, kde se tážeme na to, co je Kuiperův oblak. Tak tedy jedná se o hypotetický oblak kometárních jader, který se předpokládá ve vzdálenosti Neptunu. Tato jádra tam prý byla vymrštěna gravitačním působením Jupiteru a Saturnu.

Zdeněk Mikulášek

Pro snazší vyluštění Protestu otiskujeme znak brněnské hvězdárny. Co představuje?

Původní budova hvězdárny se od roku svého založení značně rozrostla. Pod největší kopuli se skrývá sál velkého planetária, které bylo otevřeno 4. října 1991. Aby člověk získal přehled, jak celý komplex vypadá, může obejít budovu nebo projít bludištěm chodeb. Nejucelenější a také nejhezčí pohled na naše spojené hvězdárny a planetária se však naskytá z letadla. Snímek pořídil Jan Šafář 18. září 1992.





Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně a sekce pozorovatelů proměnných hvězd ČAS dovolují si Vás pozvat na

## 25. seminář o výzkumu proměnných hvězd

Uskuteční se 20. a 21. 11. 1993 v budově Hvězdárny a planetária v Brně na Kraví hoře (konečná tramvaje č. 4 v Masarykově čtvrti, POZOR! č. 4 teď jezdí z nám. Svobody!).

### SOBOTA 20. 11. 1993

- 10.00 Zahájení  
*N. N. Samus*: Čtvrté vydání GCVS
- 12-14 Přestávka na oběd.  
 Schůzka výboru sekce pozorovatelů proměnných hvězd ČAS
- 14.00 *RNDr. Borovička*: Pozorování zákr. dvojhvězd CCD kamerou  
 Objev nové proměnné hvězdy v (*Mikulášek, Hanžl*)  
 Zpráva o činnosti vedení programu za roky 1992 - 1993  
 Tvorba nového návodu (*Suchan*)  
*Sonneberg (Mánck)*  
 BAI po roce své činnosti (*Hanžl, Hájek*)  
 Zprávy o činnosti pozorovacích skupin  
 Informace o letních praktikách 1993  
 Příspěvky účastníků, diskuse
- 18-19 Přestávka na večeři
- 19.00 Další příspěvky účastníků nebo ukázka pořadu ve velkém planetáriu
- 20.15 Schůze sekce pozorovatelů proměnných hvězd ČAS

### NEDĚLE 21. 11. 1993

- 8.30 Diskuse  
 Závěry diskuse, usnesení semináře
- 10.30 *RNDr. Mikulášek*: Čekání na supernovu
- 11.45 Závěr semináře

Prosíme všechny zájemce o účast, aby vyplnili přiloženou návratku a poslali ji na adresu: *Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka, k ruk. RNDr. M. Zejdy, Kraví hora, 616 00 Brno*. Žádáte-li ubytování, musí být návratka zaslána do 3. listopadu. Ubytování bude zajištěno v Tauferových kolejích v Brně-Králově poli v ceně Kč 40,-- za noc. Objednávka ubytování je závazná a pokud nebude využita, budeme podle okolností nuceni vymáhat i celou hodnotu noclehu. V průběhu obou dní bude přímo na hvězdárně zajištěno občerstvení. Ode všech účastníků semináře (kromě důchodců) budeme na místě vybírat konferenční poplatek Kč 10,--.

Program semináře rádi rozšíříme o příspěvky účastníků. Pokud můžete nějaký předněst, napište jeho název a přibližnou délku rovněž na návratku. Každý účastník semináře může prezentovat svůj příspěvek také formou vývěsky. Informace týkající se přípravy vývěsky byly publikovány v *Perseovi* č. 3 z roku 1992.

Na semináři bude možno zaplatit předplatné za *Persea* a předpovědi na rok 1994. Prosíme účastníky, aby této možnosti využili, protože za manipulaci s účtem banka účtuje vysoké poplatky, takže běžný způsob úhrady složenkou je pro nás při těchto menších částkách nevýhodný.

V Brně 30. 9. 1993

RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., ředitel hvězdárny

Mapka je na 3. straně obálky.



## Obsah

Jaké bylo 33. praktikum pro pozorovatele proměnných hvězd, <i>P. Hájek</i> .....	1
Zkušenosti s pozorováním CCD kamerou, <i>J. Borovička</i> .....	1
Pozorování vyvíjející se dvojhvězdy, <i>J. Isles</i> .....	6
Objev eruptivních proměnných hvězd, <i>M. Král</i> .....	8
Minimum NSV 9538 ztraceno, <i>A. Paschke</i> .....	9
Záhada „pevných“ dvojic, <i>P. Baize</i> .....	11
Nekrolog - Profesor Zdeněk Kopal .....	14
Period and BV Light Curves of a New W UMa Variable GSC 4383.0384, <i>Z. Mikulášek, D. Hanžl</i> .....	16
PROMĚNÁŘSKÉ SONGY, <i>P. Kučera</i> .....	20
Soutěž .....	21
To jsme se zas poučili .....	21
PROTEST otázky .....	23
odpovědi .....	23
Příloha - pozvánka na 25. seminář o výzkumu proměnných hvězd .....	27

---

Uzávěrka příspěvků do příštího čísla je 21. 11. 1993.  
(Příspěvky lze zasílat i na disketách o hustotě 1,2 MB.)

**PERSEUS**, nepravidelný věstník pro pozorovatele proměnných hvězd.

Vydává Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně.

Bankovní spojení: Komerční banka Brno-město, č. účtu 9633-621/0100, var. symbol 10, název účtu HVĚZDÁRNA A PLANETÁRIUM Mikuláše Koperníka, Kraví hora, 616 00 Brno

Odpovědný redaktor: RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc.

Výkonný redaktor: Eva Neureiterová

Redakční rada: Ing. Antonín Dědoch, RNDr. Petr Hájek,  
Mgr. Jindřich Šilhán, RNDr. Miloslav Zejda

Číslo 3/93 dáno do tisku 26. 8. 1993, náklad 120 ks.

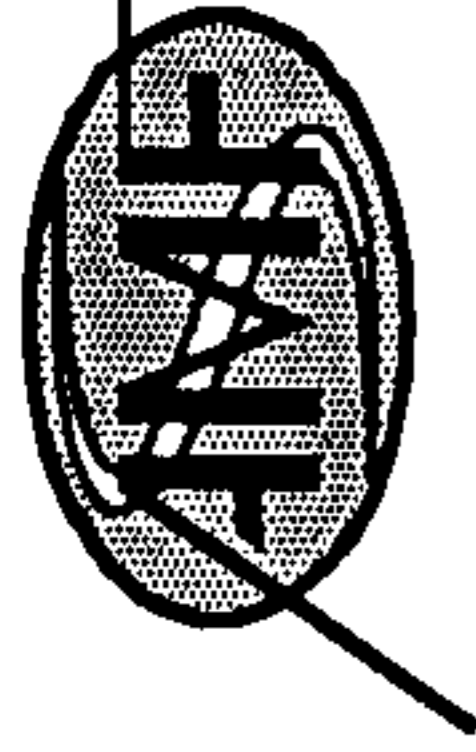
Vyrobil AMF servis, P. O. Box 26, 700 47 Ostrava, tel. (069) 353 423/56.

---

Podávání novinových zásilek povoleno Oblastní správou pošt v Brně  
č. j. P/3-3750/92 ze dne 9. 11. 1992.

---





AMF servis, Hasičská 52, OSTRAVA - HRABŮVKA  
Tel.: (069) 353 423 kl. 56

---

# TISKOVÉ A GRAFICKÉ PRÁCE REKLAMA A PROPAGACE

**TISKOVÁ  
SAZBA**

DTP na bázi počítačů  
AMIGA 3000/1200, kompatibi-  
lita s IBM PC a Apple, barevné  
scannování obrázků, konverze  
formátů mezi počítači AMIGA  
a PC, výstup z laserové tiskárny  
nebo osvitové jednotky.

**ROZMNOŽENÍ  
TISKOVIN**

KOPIROVÁNÍ  
OFSETOVÝ TISK  
SÍTOTISK

Jednobarevné i vícebarevné  
do formátu A2.

**TABULE  
A VÝVĚSNÍ ŠTÍTY  
DROBNÉ REKLAMNÍ  
PŘEDMĚTY**

VYDAVATELŮM  
NABÍZÍME  
SPOLUÚČAST  
NA VYDÁNÍ.

OD VIZITEK PŘES TISKOPISY AŽ PO HOTOVÉ KNIHY.