KOZMOS

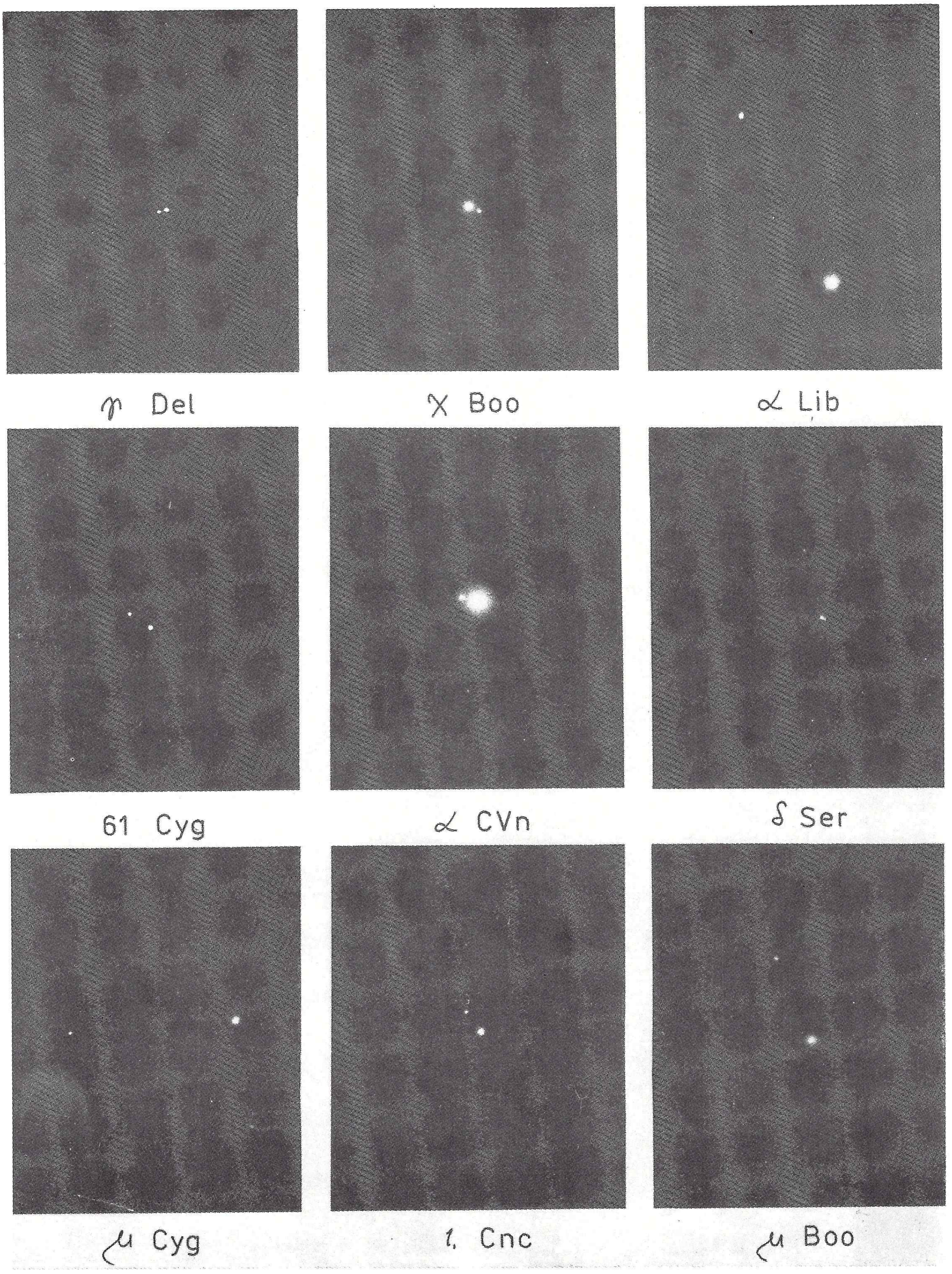
1992
ROČNÍK XXIII.
Kčs 10,-
4

DVOJHVIEZDY

Nova Cygni 1992

Pozrite si akrečný disk

Ako objaviť supernovu



Dvojhviezdy v podaní Jana Šafářa z Brna. Čo sa za týmito peknými dvojicami hviezd v skutočnosti skrýva, o tom sa dočítate vnútri čísla v sérii článkov o dvojhviezdach.

KNIHOVNA HVEZDÁRNY NA PETŘÍNĚ
118 46 Praha 1, Petřín 205

POPULÁRNO-VEDECKÝ **KOZMOS** ASTRONOMICKÝ ČASOPIS

2 SLOVO DO DISKUSIE — **XI. zjazd SAS**
3 Z CIRKULÁROV IAU
4 DVOJHVIEZDY — **Ako vznikajú dvojhviezdy** / *Alan P. Boss*
7 — **Existují skutečné čtyřhvězdy?** / *Zdeněk Mikulášek*
9 — **Nova Cygni 1992** / *Drahomír Chochol*
10 — **Dvojhvězdy a vývoj hvězd** / *Miroslav Vetešník*
15 — **Brněnská fotometrie** / *Dalibor Hanžl*
17 HVIEZDY V POČÍTAČI — **Dráha dvojhviezdy** / *Roman Piffl*
18 ZAUJÍMAVOSTI NOČNEJ OBLOHY — **Pozrite si akrečný disk** / *Leoš Ondra*
23 POZORUJTE S NAMI — **Obloha v kalendári (august, september)** / *Roman Piffl, Jiří Dušek*
26 AMATÉRSKA ASTRONÓMIA — **Hvezdáreň (už zasa) v Pardubiciach** / *Bohumil Ruprecht*
28 — **Ako objaviť supernovu** — rozhovor s Robertom Evansom / *Flavio Castellani*
30 — **Supernovy 1991** / *Roman Piffl*
31 — **Kronika jedného objavu** / *Pavel Šťastný*
Jupiter vizuálně i fotograficky / *Libor Lenža*
Detailní kresby Jupitera / *Vojtěch Šimon*
Venuša v koronografe? / *Miroslav Znášik*
Bulletin pozorovaní / *Roman Piffl*
Dlhoperiodické premenné hviezdy / *Ivan Dorotovič*
34 AMATÉRSKE POZOROVANIA — **Fotografická fotometria premenných hviezd** (4. časť) / *Zdeno Velič*
36 SERVIS

Vydáva: Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove za odbornej spolupráce Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV. Adresa vydavateľa: Slovenské ústredie amatérskej astronómie, 947 01 Hurbanovo, tel. 0818/-24 84, fax 0818/24 87. Za vydavateľa zodpovedný: Ing. Teodor Pintér.

Redakcia: Eugen Gindl — šéfredaktor, Roman Piffl — redaktor, Milan Lackovič — grafický redaktor. **Adresa redakcie**: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel. 07/314 133.

Redakčný kruh: RNDr. Ján Štohl, DrSc. — predseda, doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, Vladimír Pohánka, RNDr. Zdeněk Pokorný, CSc., RNDr. Pavol Rapavý, RNDr. Vojtech Rušin, CSc., RNDr. Vladimír Vaculík, RNDr. Juraj Zverko, CSc.

Tlačí: Tlačiareň GARMOND, š. p., ul. gen. Svobodu 1099/58, 958 30 Partizánske, tel. 08154/31 11.

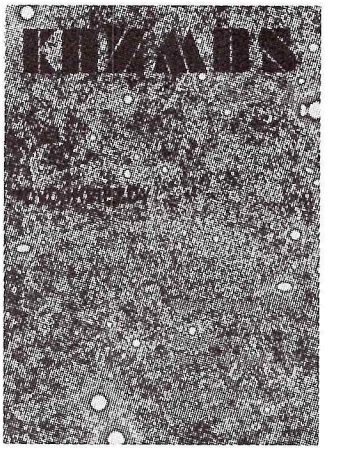
Vychádza: 6× do roka. Neobjednané rukopisy nevraciame. Cena jedného čísla 10,- Kčs. Rozširuje Poštová novinová služba. Objednávky na predplatné i do zahraničia prijíma PNS — Ústredná expedícia a dovoz tlače, Pribinova 25, 813 81 Bratislava, a redakcia časopisu Kozmos.

Zadané do tlače: 10.7.1992, expedícia 31.7.1992.

Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8

INHALT • EIN WORT ZUR DISKUSSION / XI. Kongress von SAS /2/ AUS DEN ZIRKULAREN VON IAU /3/ • DOPPELSTERNE / *A. P. Boss*: Wie entstehen die Doppelsterne? /4/ • *Z. Mikulášek*: Existieren wirkliche Vierfachsterne? /7/ • *D. Chochol*: Nova Cygni 1992 /9/ • *M. Vetešník*: Doppelsterne und die Entwicklung von Sternen /10/ • *D. Hanžl*: Fotometrie von Brno /15/ • STERNE IM COMPUTER / Die Bahn von einem Doppelstern /17/ • SEHENSWÜRDIGKEITEN DES NACHTHIMMELS / *L. Ondra*: Sehen Sie sich die Materie-einfangsscheibe an /18/ • BEOBACHTEN SIE MIT UNS / *R.Piffl, J.Dušek*: Das Himmelsgewölbe im Kalender (August, September) /23/ • AMATEURASTRONOMIE / *B. Ruprecht*: Eine Sternwarte /schon/ in Pardubice /26/ • *F. Castellani*: Wie man eine Supernova entdeckt — ein Gespräch mit Robert Evans /28/ • *R. Piffl*: Supernovas 1991 /30/ • *R. Evans*: Chronik einer Entdeckung /31/ • ALBUM DES BEOBACHTERS/*P. Šťastný*: Jupiter in der Opposition • *L. Lenža*: Jupiter visuell und photographisch • *V. Šimon*: Detailzeichnungen von Jupiter /32/ • *M. Znášik*: Venus im Koronograf? • *R. Piffl*: Bulletin von Beobachtungen • *I. Dorotovič*: Langperiodische veränderliche Sterne /33/ • AMATEURBEOBACHTUNGEN / *Z. Velič*: Photographische Fotometrie von veränderlichen Sternen /34/ • SERVICE /36/

CONTENTS • THE WORD INTO A DISKUSSION / The 11th Session of the SAS /2/ • FROM THE IAU CIRCULARS /3/ • DOUBLESTARS / *A. P. Boss*: How Do the Doublestars Origin /4/ • *Z. Mikulášek*: Are There the Real Fourstars? /7/ • *D. Chochol*: Nova Cygni 1992 /9/ • *M. Vetešník*: Doublestars and the Star's Evolution /10/ • *D. Hanžl*: The Brno fotometry /15/ • STARS IN THE COMPUTER / The Doublestar's Track /17/ • THE CONSPICUOUS OBJECT OF THE NIGHT SKY / *L. Ondra*: Have o Look at the Accretion Disc /18/ • LET US OBSERVE TOGETHER / *R. Piffl, J. Dušek*: The Sky in the Calendar (August, September) /23/ • THE AMATEUR ASTRONOMY / *B. Ruprecht*: The Observatory (already) in Pardubice /26/ • *F. Castellani*: How to Invent the Supernova — an Interview with Robert Evans /28/ • *R. Piffl*: Supernovas in 1991 /30/ • *R. Evans*: The Cronicle of One Invention /31/ • THE ALBUM OF THE OBSERVER / *P. Šťastný*: Jupiter in Oposition • *L. Lenža*: Jupiter Visualy and Photographicaly • *V. Šimon*: The Detail Drawings of Jupiter /32/ • *M. Znášik*: Venus in the Coronograph? • *R. Piffl*: The Observation Bulletin • *I. Dorotovič*: The Longperiodical Variable Stars /33/ • THE AMATEUR OBSERVATIONS / *Z. Velič*: The Photographic Photometry of the Variable Stars (4th part) /34/ • SERVICE /36/



Astronómovia sa snažia prenikať čoraz hlbšie do vesmírnych diaľav. Hlbšie v tomto prípade znamená dosiahnuť a zachytiť objekty čo najmenšej jasnosti. Prináša to však čoraz väčšie problémy, pretože počet a hustota objektov rastie oveľa rýchlejšie, ako klesá ich jasnosť. Navyše, pri takýchto hĺbkových snímkach tvoria už prevažnú väčšinu zaznamenaných telies slabé a ešte slabšie galaxie, ktorých obrazy splývajú, navzájom sa zoslabujú, ale i zosilňujú. Pri snímkach tohto druhu navyše nezostane prakticky žiaden pixel detektora prázdny, čo tiež komplikuje spracovanie snímky. Najväčším problémom je rekonštrukcia skutočnosti, pretože v hustých oblastiach sa prejavujú rôzne efekty, ktoré detektory všetkých typov vytvárajú. Zložité však býva najmä posúdenie reálnosti rekonštrukcie. Jednu z takýchto snímok získali astronómovia zložením 56 rozličných expozícií v celkovom trvaní 24 hodín v ohnisku teleskopu Isaaca Newtona na Kanárskych ostrovoch. Oblasť s rozlohou 3,5×5,5' obsahuje okolo 3000 objektov do jasnosti +28^{m}. Medzi husto rozloženými objektami zostalo na detektore 2048×2048 pixelov len 7 prázdnych.

XI. riadny zjazd Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV začal 16. mája 1992 v Starej Lesnej v areáli AsÚ SAV. Za necelých šesť hodín 44 účastníkov zasadnutia zhodnotilo prácu tejto profesnej astronomickej organizácie, ktorá mala v čase zjazdu 355 členov (14 čestných, 128 riadnych a 213 mimoriadnych). Okrem prerokovania správy o činnosti za uplynulé obdobie a niekoľkých zmien v stanovách Spoločnosti bola uzlovým bodom voľba nových orgánov (Predsedníctvo, Hlavný vbor, Kontrolná a revízna komisia) a najmä diskusia o tom, čo môže byť podmienkou vstupu člena do vedeckej organizácie a aký má mať tento člen štatút. Výsledkom je, že tento bod zostáva aj na ďalšie tri roky nezmenený. Predsedom SAS bol zvolený RNDr. Vojtech Rušin, CSc., podpredsedom RNDr. Pavol Rapavý, vedeckým sekretárom RNDr. Richard Komžík a hospodárom RNDr. Ľubomír Klocok, CSc. Hlavný výbor SAS pri SAV má 7 členov, KRK členov troch. Za čestného člena SAS zvolili delegáti zakladajúceho člena spoločnosti (jeho legitimácia z r. 1959 má poradové číslo 0003, to však nebolo hlavným dôvodom jeho menovania) RNDr. Záviša Bochníčka, CSc. Na to, čo je (alebo by malo byť) hlavnou úlohou SAS a jej členov v nasledujúcom období, sme sa opýtali niekoľkých účastníkov jedinú otázku:

Čo je hlavnou úlohou SAS?

RNDr. Anton Hajduk, DrSc.,
rektor Trnavskej Univerzity

— Podľa mňa by teraz astronomická spoločnosť mala byť naozaj vedeckou spoločnosťou, t. zn. postarať sa o vedecké renomé astronómie, ktoré utrpelo všelijakými astrologickými a podobnými pavedeckými podujatiami, ktoré sú dnes oveľa viac predmetom verejnej mienky ako boli doteraz. Tento jav môžu eliminovať vedeckí pracovníci, ktorí by mali aj na verejnosti náležite vystupovať. SAS by nemala byť spoločnosť, do ktorej môže vstúpiť s rovnakými právami hocikto. Keď je to spoločnosť SAV, mala by to byť spoločnosť vedecká, mala by umožniť aj ostatným záujemcom o astronómiu byť členmi vedeckej spoločnosti, ale s mimoriadnym členstvom a obmedzenými právami. Inak spoločnosť stratí vedecký charakter. Hlavnou úlohou je teda podporovať vedu a nedopustiť jej devalváciu.

RNDr. Juraj Zverko, CSc.,
člen Hlavného vboru SAS

— Astronómia má medzi ostatnými vedami špecifické postavenie tým, že sa o ňu zaujímajú a že púta pozornosť ľudí, ktorí sa jej profesionálne nevenujú. Astronomická spoločnosť okrem poslania vedeckej spoločnosti (najmä podporovať styky vedecké i organizačné medzi rôznymi profesionálnymi pracoviskami) má ešte aj druhú hlavnú úlohu, a to je sprostredkúvať vedecké poznatky a vlastne aj styky i tým, ktorí profesionálnymi astronómami nie sú. Úlohou je teda dávať zmysel záujmovej činnosti ľudí, ktorí nie sú priamo profesionálmi.

PaeDr. Štefánia Lenzová,
riaditeľka HaP Prešov

— SAS motivuje záujemcov o astronómiu k aktívnej činnosti, k stretávaniu a využívaniu astronomických zariadení na získanie prvého kontaktu s astronómiou. Tu možno nájsť ľudí z iných oblastí prírodných a technických vied, ktorí sa môžu na hvezdárni schádzať, konzultovať svoje názory a predstavy a debatovať o nových poznatkoch. Odbočky SAS pri hvezdárňach im na túto činnosť môžu vytvárať najlepšie podmienky. Hlavnou úlohou je teda šíriť astronomické poznatky a súčasne združovať ľudí, ktorí o ne majú záujem.

doc. RNDr. Záviš Bochníček, CSc.,
novozvolený čestný člen SAS pri SAV

— Vzbuzovat zájem o astronomii, přivádět lidi do hromady, kde si můžou vyměňovat zkušenosti. Za ty desítky let úlohy zůstaly ty samy, pochopitelně v uplynulých desetiletích tady byl vplyv a řekněme nátlak ze strany orgánů, které tady rozhodovaly o lidském životě, to ale zmizelo a dnes je tedy Společnost ve svých ideách volnější, není nikterak omezována. Směr astronomie zůstává ten jistý, možná že pro budoucnost by bylo dobré, kdyby si Společnost taky uvědomila, že sem s přístupem nového myšlení přišla také celá řada podvodníků a že by tedy měla vystupovat proti pavědám aktivněji. Mělo by se na veřejné mínění vplývat více a občas připomenout, co věda je a co není. My totiž tu vědeckou stránku bereme skoro jako samozřejmost a domníváme se, že jenom ji můžeme ostatním sdělovat, nepotřebujeme ji obhajovat. Zatím ti, kteří stojí na nikoliv pravdivém základě (a voni jsou si toho dobře vědomi) hlasitě křičí, že oni mají pravdu. Hlavní úlouhou tedy je tento vliv neserioznosti na veřejné mínění co nejvíce omezit.

RNDr. Jiří Grygar, CSc.,
predseda ČAS

— Já si myslím, že je velká výhoda, že existuje symetrie mezi astronomickou společností v Čechách a na Slovensku, že ČAS i SAS paralelně řeší tytéž problémy. Ty problémy jsou podle mého soudu dva. Jeden je profesionální, t. zn. být reprezentanty naší profesionální astronomie vůči zahraniční veřejnosti, tím mám na mysli kontakty s Evropskou astronomickou společností, která nedávno vznikla, i kontakty řekl bych na takové odborné akademické úrovni, která je vlastně dána přidružením k Slovenské a teďka už i k České akademii věd. Druhý úkol směřuje vůči široké laické veejnosti a štěpí se na dvě věci — jednak je to výchova k tomu, aby se astronomické vzdělání dostalo každému, kdo o něj stojí, a možná i tomu, kdo o něj tak zcela nestojí, aby prostě lidé skutečně měli to povědomí kosmického prostoru a toho, co jsem kdysi vyjadřoval sloganem "vesmír je náš svět". Druhá věc, která je specifická a týká se speciálně období porevolučního, je vztah k různým pavědám, astrologiím a podobným věcem, kde astronomie sama může sehrát nesmírně důležitou roli. Ani ne snad v přímém útočení proti pavědám, ale v tom, že se lidem nabízí alternativa — vědecký výzkum, který má svá omezení, ale o těch on dobře ví, a který nenabízí žádné falešné ideje a nevzbuzuje žádné falešné naděje. To je věc velice důležitá, protože v současné epoše, kdy dochází k jakémusi tažení proti vědě, astronomie jako vlajková loď přírodních věd vlastně sehrává zcela nezastupitelnou roli v tom, aby se tyto věci srovnaly spátky to normálu, kde mají být. Vědecký pracovník je zvyklý mít za partnera přírodu, vůči níž arogantně a sebevědomě vystupovat prostě nemůže. On na to tedy není zvyklý. Na rozdíl od něho lidé, kteří tuto zkušenost profesionálně nezažijí, nemají žádné zábrany. Já věřím na solidnost a serioznost a myslím si, že nadšení lidí z toho, jak se teďka těmi pavědami všechno rychle vyřeší, skoro opadne. Zkušenost je totiž taková, že za několik století své existence ty pavědy neudělaly žádný výsledek, co veřejnosti skoro dojde. Do té doby se ale nesmí vyklidit pole a alternativa se musí stále nabízet. Nejdříve ti nejosvícenější, krátce po nich ale i širší veřejnost nakonec vědeckou doktrinu zase přijme. Je to ale dlouhodobý proces a úlohou našich společností je hlídat ho a dovést ho až do konce.

doc. RNDr. Pavol Paľuš, CSc.,
odstupujúci predseda SAS

— Úloha SAS a ČAS je v istom zmysle jednotná a je to úloha astronómie ako takej. Astronómiu chápem ako akúsi mozaiku, ktorú jednotlivé zložky vytvárajú svojimi kamienkami. Aj SAS prikladá do mozaiky menom astronómia svoj kamienok. S potešením môžem konštatovať, že o poznatky z astronómie je medzi mladými ľuďmi dnes veľký záujem, a to bez ohľadu na akési ideologické ciele alebo niečo podobné. Úlohou Spoločnosti a astronómie ako takej je poznanie dopĺňať a ľuďom umožňovať, aby na správnej úrovni tieto poznatky získali. Úloha je jednotná v tom, že jedna zložka dopĺňa druhú, škola dopĺňa akadémiu, akadémia dopĺňa školu, veľmi dôležitá je každá hvezdáreň. Nedávno som položil profesorovi Kopalovi otázku, ako on vidí paradox, že niektoré observatóriá vo svete sú bohaté a majú nesmierne drahé prístroje a iné sú zasa chudobné a mali by teda časom zaniknúť a zostali by len tie bohaté. Odpovedal mi, že rovnako dôležité sú aj tie malé, pretože sa podieľajú na celkom iných veciach a sú teda nevyhnutné. Ak chceme totiž pochopiť veľkú rieku, nepochopíme ju skôr, než sa pozrieme, kde pramení a čo do nej priteká. Inak nepochopíme, prečo táto rieka vysychá, prečo sa vylieva z brehov. V astronómii je to to isté — veľmi dôležitá je aj astronómia ľudová alebo osobná. Práve preto je aj Spoločnosť jedným z dôležitých článkov, ktoré veľkou mierou prispievajú k uspokojeniu túžby po poznaní.

Pýtal sa
Roman Piffl

CH Cygni je symbiotická hviezda, v ktorej sústave (červený obor a biely trpaslík) prebiehajú výrazné javy, sprevádzajúce interakciu hmoty pri prenose z jednej zložky na druhú. Táto hviezda patrí do programu sledovania symbiotických hviezd na observatóriu AsÚ SAV v Tatranskej Lomnici. Podľa pozorovaní A. Skopala, L. Hrica a R. Komžíka v novembri 1991 a v apríli 1992 pomocou 2-metrového ondřejovského ďalekohľadu a 0,6 m fotoelektrického fotometra na Skalnatom Plese sa ukázalo, že aktivita v sústave opäť vzrástla. Jej nárast zrejme súvisí s nadmerným prenosom či s nahromadením hmoty v akrečnom disku okolo bieleho trpaslíka.

Nova Scorpii 1992 má v našich zemepisných šírkach oveľa menšiu publicitu ako N Cyg 1992. Asi preto, že v máji 1992 vzplanula príliš nízko na južnej oblohe ($\alpha=17^m03^m42{,}69^s$, $\delta=-43°11'26{,}5''$, ekvinokcium 1950,0) a že jej najväčšia jasnosť sotva prekročila hranicu $8{,}0^m$. Novu objavil 24. mája fotograficky Paul Camilleri v Cobrame, Viktória, Nový Zéland. Na priehliadke južnej oblohy SERC sa podarilo nájsť pravdepodobného progenitora novy, hviezdičku zhruba 18^m. Spektrum novy napovedá, že sa zrejme jedná o hviezdu typu FU Ori v štádiu vzplanutia. Zmena jasnosti je však na tento typ priveľká a relatívne široké Balmerove čiary vodíka v spektre objektu by mohli naznačovať, že s najväčšou pravdepodobnosťou je to "železná" nova. Trochu vzruchu do skúmania príbehu tejto hviezdy vniesli pozorovania jasnosti objektu, ktoré sú veľmi nejednoznačné a vizuálne jasnosti sa až priveľmi odchyľujú od fotoelektrických meraní. Ani tie sa však medzi jednotlivými observatóriami tentoraz nezhodujú tak, ako je obvyklé. Pozorovania zaujímavého objektu pokračujú ďalej.

4U 1543−47 je katalógové označenie rekurentnej röntgenovej novy. Počas zákrytu objektu Zemou zaregistrovala 18. apríla družica GRO (Comptonovo kozmické observatórium pre registrovanie rtg. žiarenia) výrazný zdroj tohto žiarenia na miestach, kde leží spomínaná nova. Výdatnosť zdroja sa zvyšovala až do 20. apríla, keď dosiahla svoje maximum. Optický ekvivalent objektu pozorovali astronómovia ESO na La Silla, kde získali jeho CCD-spektrum. Zjasnenie sa prejavilo aj v optickej oblasti, 3. mája bola jasnosť hviezdy V=14,6, čo zhruba zodpovedá úrovni, ktorú pri minulom vzplanutí roku 1983 pozoroval Pedersen. Pozorovania z mája 1989 odhalili, že na mieste novy sa nachádza normálna hviezda spektrálneho typu A s jasnosťou V=16,7 a farbou B−V=+0,75. Táto hviezda roku 1983 zjasnela (V=15,1, B−V=+0,6) vplyvom dejov v akrečnom disku, ktorý sa vytvoril okolo neviditeľného sprievodcu potom, čo A-hviezda vyplnila svoj Rocheov lalok. Horúca škvrna, ktorú utvorila dopadajúca hmota na sprievodcovi, je zrejme aj pôvodcom röntgenovej aktivity objektu.

Asteroidy v blízkosti dráhy Zeme pribúdajú stále. Planétka 1992 HE, ktorú objavil R. H. McNaught na Siding Spring, zabieha z pásma asteroidov medzi dráhami Marsa a Jupitera až do vnútra zemskej dráhy, jej perihélium leží vo vzdialenosti 0,942 a. j. od Slnka. Vysoký sklon jej dráhy však vylučuje blízke stretnutie so Zemou. Druhým objektom, ktorý pribudol do rodiny Apollo, je od 1. mája planétka 1992 JB. Taktiež k nám zabieha z vnútorných oblastí pásma asteroidov, obežná doba (1,77 roka) a sklon dráhy (14,7°) sú nižšie ako v prípade predchádzajúcom, kolízia s našou planétou jej však nehrozí. To ale nemožno tvrdiť o treťom z nových telies, objekte 1992 JD. Jeho takmer kruhová dráha skoro kopíruje dráhu Zeme, čo je samo osebe podozrivé, pretože prirodzené objekty by z takýchto dráh mali byť už dávno vypudené gravitačným pôsobením Zeme. Je preto vážne podozrenie, že podobne ako v prípade 1991 VG pôjde zrejme o teleso pozemského pôvodu, asi kozmickú sondu. Do tejto koncepcie však veľmi nezapadá sklon dráhy objektu — 13,5° je v takomto prípade dosť veľa. Hádanka menom 1992 JD teda na svoje rozlúsknutie stále čaká. Zaujímavým objektom je ale aj planétka 1992 LC, ktorú objavili Shoemakerovci a Levy na Mt. Palomare 4. júna. Afélium dráhy objektu vo vnútri dráhy Marsa vo vzdialenosti 1,462 a. j. pasuje 1992 LC do malopočetnej rodiny Aten. Obežnú dobu okolo Slnka má 1,15 roka, sklon jej dráhy voči ekliptike je 9,4°.

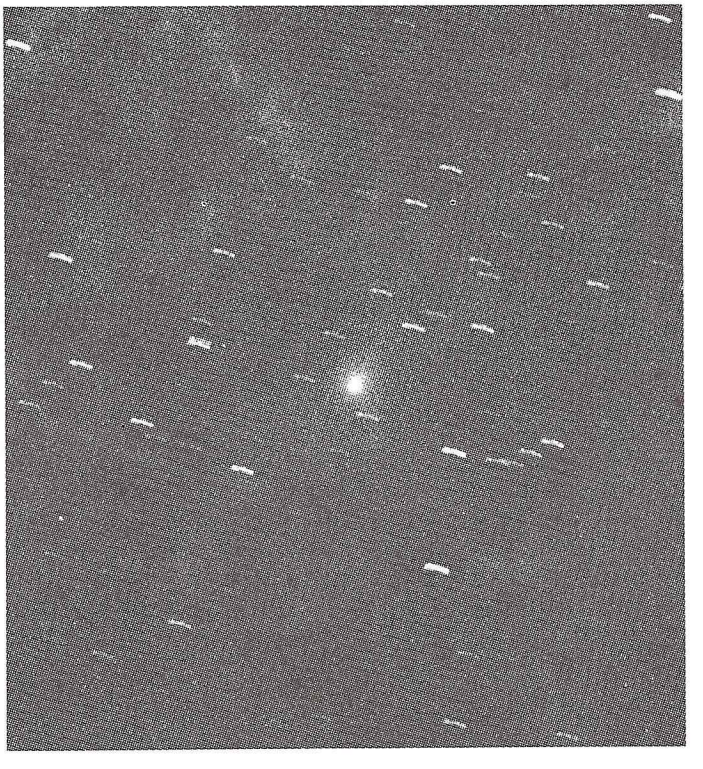
NGC 5548 je Seyfertova galaxia typu 1,5, ktorá sa prejavuje aktivitou svojho malého a veľmi jasného jadra. T. Iijuma objavil v spektre galaxie, získanom 11. a 12. mája pomocou 1,82 m reflektora na Mt. Ekar, emisné komponenty vodíkových Balmerových čiar, ktoré boli pozorované v spektrách objektu získaných pred februárom 1982. Jadro galaxie zrejme prešlo do ďalšej fázy svojho kľudového štádia. Radikálne zmeny, ktoré posúvali galaxiu z typu 1,5 na typ 1,9, však mali trvanie iba niekoľko dní. Spektrogram získaný pomocou Multiple Mirror Telescope 22. mája ukázal, že galaxia sa vrátila do svojho normálneho štádia nízkej aktivity, ktoré trvá už jedenásty rok.

Geminga je jedným z najvýraznejších zdrojov tvrdého gama žiarenia na oblohe. Pozornosť vedcov sa samozrejme zamerala na odhalenie procesov, ktoré uvoľňujú toľké množstvo energie. Jedným z prvých krokov bolo nájdenie ekvivalentov Gemingy na iných vlnových dĺžkach. Pomôcť mala periodicita 237 ms, ktorú sa v signále od Gemingy podarilo objaviť a ktorá nasvedčuje tomu, že za celým problémom stojí neutrónová hviezda. V oblasti mäkkého rtg. žiarenia sa vďaka rovnakej periodicite Gemingu podarilo stotožniť so zdrojom 1E 0630+178, ktorý odhalila družica COS-B v roku 1975. Podrobné pátranie na rádiových vlnách pomocou 100-metrového rádioteleskopu v Effelsbergu však bolo neúspešné. Ukazuje sa, že Geminga je prvou známou neutrónovou hviezdou, ktorá výdatne emituje lúče tvrdého gama žiarenia, ale nie rádiové vlny. Tento výsledok je podložený veľmi seriózne a vyzerá to tak, že príčinou neexistencie emisie na týchto vlnových dĺžkach bude geometria emisnej oblasti. Odhalenie zdroja 1E 0630+178 ale umožnilo spresniť polohu objektu natoľko, že snahy o nájdenie aj optického ekvivalentu Gemingy majú dnes oveľa väčšie vyhliadky na úspech ako ešte celkom nedávno. Optický ekvivalent by mal byť kľúčikom od trinástej komnaty, v ktorej sa skrýva tajomstvo tohto výnimočného objektu.

HV Virginis je podľa označenia premennou hviezdou, ktorá v roku 1929 vzplanula ako Nova Virginis 1929 ($\alpha=13^h18{,}5^m$, $\delta=+2°09'$, 1950,0). Peter Schmeer z nemeckého Bischmisheimu zaznamenal zjasnenie objektu, 21.4. až na $11{,}7^m$. V roku 1929 HV Vir dosiahla 11. magnitúdu, na platniach POSS sa javí ako hviezda 19^m. Fotoelektrická fotometria z 21.4. ukázala, že farby UBV svedčia o opätovnom vzplanutí novy. Spektroskopia pomocou ESO/MPI 2,2 m teleskopu na La Silla ale naznačuje, že silné modré kontinuum s čiarami $H\beta$, $H\alpha$ a He I nie je dôkazom rekurentnosti novy. Podľa meraní v apríli a v máji 1989 mala HV Vir jasnosť V=19,10, 21. apríla 1992 V=11,56, čo je amplitúda $\sim 8^m$. Monitorovanie objektu pomocou CCD kamery na Wise Observatory navyše ukázalo, že na čistej svetelnej krivke s amplitúdou $0{,}05^m$ a s periódou zmien $86{,}1 \pm 2{,}2$ minúty sa s periódou $84{,}1 \pm 0{,}4$ minúty objavujú superhrby s amplitúdou $0{,}2^m$. Rozdiel period je 3,4%. Všetky spomínané javy nasvedčujú tomu, že HV Vir patrí medzi trpaslíčie novy do podtriedy SU UMa, pretože spĺňa všetky podmienky: medzi normálnymi vzplanutiami sa z času na čas objaví supervzplanutie, jasnejšie asi o 2^m a trvajúce asi 5× dlhšie, na svetelnej krivke sa objavujú periodické zmeny s amplitúdou $0{,}2-0{,}3^m$ s periódou blízkou obežnej a obežná perióda sústavy má dĺžku asi 0,1 dňa. V prípade HV Vir je orbitálna perióda v sústave zrejme $80{,}6 \pm 0{,}1$ dňa. Doba rekurencie medzi supervzplanutiami ~60 rokov zaraďuje túto trpasličiu novu medzi typ WZ Sge.

Podľa IAUC 5496−5546

- rp -



Jedným z najsledovanejších objektov na severnej hviezdnej oblohe je od začiatku leta kométa Shoemaker-Levy 1991a$_1$, ktorá v polovici júla dosiahla jasnosť na hranici viditeľnosti voľným okom, navyše v cirkumpolárnych oblastiach. Takto vyzerala 27. júna. Desaťminútovou expozíciou na ORWO ZU-21 ju v ohnisku Maksutovovej komory 630/850/1870 hvezdárne na Kleti zachytil Miloš Tichý.

ALAN P. BOSS /

Ako vznikajú DVOJHVIEZDY

Dvojhviezdy a viacnásobné hviezdy dlho ponúkali nadšeným pozorovateľom iba krásne pohľady. Až v priebehu posledného desaťročia sa astronómom podarilo dosiahnuť reálny pokrok v pochopení, ako vlastne tieto hviezdne sústavy vznikajú. Zásadný krok umožnilo najmä spojenie vyspelej teórie s rýchlymi superpočítačmi.

Ešte dlho po vynájdení ďalekohľadu pozorovatelia predpokladali, že dve hviezdy blízko seba sú iba náhodným usporiadaním objektov v rozdielnych vzdialenostiach od Zeme. Objav skutočných dvojhviezd - dvoch hviezd spočívajúcich v reálnom gravitačnom objatí - vyplynul až z pozorovaní "súrodeneckej dvojhviezdy", Williama a Caroline Herschelovcov.

Herschelovci, neúnavní pozorovatelia, ktorí pravidelne prezerali oblohu ďalekohľadmi s priemerom objektívu od 15 do 45 cm, začali roku 1782 zostavovať zoznam dvojhviezd, ktoré sa ocitli v zornom poli ich prístrojov. Zoznam sa rozrastal a už veľmi skoro obsahoval toľko dvojíc hviezd, že bolo veľmi nepravdepodobné, aby vo všetkých prípadoch išlo o náhodné usporiadanie. Po niekoľko desaťročí trvajúcom pozorovaní troch dvojíc hviezd nakoniec William Herschel dokázal, že každá z týchto dvojíc obieha okolo spoločného ústredného bodu. Keď takýto test uplatnil aj na ďalšie dvojice zoznamu, väčšina z nich z testu vyšla so štítom - boli to ozajstné hviezdne sústavy.

Koľko je dvojhviezd?

Prečo ale astronómovia považujú dvojhviezdy a viacnásobné hviezdy za tak dôležité? Jednoducho preto, že príroda ich vytvorila veľmi veľa. Väčšina hviezd hlavnej postupnosti v disku Mliečnej cesty patrí do dvojhviezdnych či viacnásobných sústav. Osamotené hviezdy, podobné nášmu Slnku, sú v menšine.

A. Duquennoy a M. Mayor zo Ženevského observatória zistili, že väčšina hviezd hlavnej postupnosti podobných nášmu Slnku, ktoré sa nachádzajú do vzdialenosti 75 svetelných rokov, v skutočnosti nie je v priestore osamotená, ale že sa jedná o dvojhviezdy s rôznymi hmotnosťami sprievodcov: 65 % dvojíc má sprievodcu s hmotnosťou prinajmenej jedna desatina hmotnosti primárnej hviezdy, ďalších 18 percent tvoria hviezdy, kde je hmotnosť sprievodcu zrejme menšia. Duquennoy a Mayor našli vo svojej vzorke aj množstvo viacnásobných hviezd, trojité i štvorité sústavy.

Viacnásobné hviezdy zvyčajne spadajú do jedného z dvoch základných typov: hierarchického a typu Trapéz. Väčšina z nich je hierarchická - sústava sa skladá z dvoch hviezd tvoriacich tesný pár a sprievodcu (ktorým môže byť iný tesný pár), obiehajúceho okolo nich v určitej vzdialenosti. Do tejto kategórie patrí napr. sústava Alfa Centauri s jej základným párom A—B a vzdialenou trpaslíčou hviezdou C, Proximou Centauri.

Typ Trapéz sa vyskytuje oveľa zriedkavejšie. Pomenovaný podľa jasnej viacnásobnej hviezdy v srdci hmloviny v Orióne, tento typ objektov obsahuje tri a viac hviezd obiehajúcich zhruba v rovnakých vzdialenostiach okolo spoločného ťažiska. Sústavy typu Trapéz sú zriedkavé, pretože podobná situácia je veľmi nestabilná - nakoniec musí dôjsť k tesnému stretnutiu

V záhadných zámotkoch vznikajú tesné hviezdne páry, ktoré vďaka rozmanitosti svojich foriem privádzajú astronómov neraz do úžasu.

troch z hviezd a jedna či dve budú zo sústavy vypudené. Astronómovia nachádzajú takéto sústavy zvyčajne v mladých oblastiach s intenzívne prebiehajúcim procesom hviezdotvorby, ako je to v hmlovine Orióna, kde novovzniknuté sústavy doposiaľ nemali dosť času, aby dospeli k dezintegrácii. Na rozdiel od tejto situácie sú hierarchické sústavy dynamicky stabilné, a teda celkovo dlhoveké.

Duquennoyov a Mayorov prieskum bol zameraný len na vyvinutejšie hviezdy. Na skúmanie pôvodu dvojhviezd je ale potrebné zaoberať sa oveľa mladšími objektami - hviezdami pred štádiom hlavnej postupnosti, v ktorých doposiaľ nedošlo k začatiu jadrového spaľovania. Robert Mathieu z Wisconsinskej univerzity a jeho spolupracovníci našli medzi hviezdami pred štádiom hlavnej postupnosti celý rad spektroskopických dvojhviezd, ktoré sa prezradili tým, že čiary v ich spektre periodicky menia svoju polohu, alebo sa štiepia na dve zložky v dôsledku orbitálneho pohybu neviditeľnej hviezdy-sprievodcu, ktorý vyvoláva dopredný a spätný Dopplerov posun spektrálnych čiar primárnej hviezdy.

Skryté dvojhviezdy však možno objavovať aj iným spôsobom. Michael Simon z Newyorskej štátnej univerzity v Stony Brooku a Wen-Ping Chen z Carnegieho inštitútu vo Washingtone využili na zisťovanie neviditeľných sprievodcov v dvojhviezdach zákryty Mesiacom. Keď atmosférou neskreslený ostrý skalnatý okraj Mesiaca prechádza pred nerozlíšenou dvojhviezdou, rozreže lúč hviezdneho svetla ako to najostrejšie ostrie noža. Ak je zakrývaná hviezda podvojná, jedna z jej zložiek zapadne za okraj Mesiaca malý okamih pred druhou. Pomocou prístroja, ktorý bude reagovať dostatočne rýchlo, môže astronóm v svetelnom signále sústavy zreteľne rozoznať pauzu, ako svetlo hviezdy klesá na nulu v dvoch etapách. Hoci Simon a Chen doposiaľ pozorovali iba relatívne malý počet hviezd, ich výsledky ukazujú, že medzi hviezdami pred štádiom hlavnej postupnosti sa dvojhviezdy vyskytujú rovnako často, ako medzi hviezdami hlavnej postupnosti. Tento výsledok nepotvrdzuje iba celkovú štatistickú frekvenciu dvojhviezd, ale aj naznačuje, že

väčšina dvojhviezd sa rodí ako dvojhviezdy, nestáva sa dvojhviezdami v nejakom neskoršom vývojovom štádiu.

Kolika hvězdami je tvořena soustava Mizar-Alkor?

Systém Mizar-Alkor obsahuje celkem sedm hvězd! Vezměme to ale pěkně popořádku. Nejprve tu byla dvojice Mizar s Alkorem. V roce 1650 si ji však dalekohledem důkladně prohlédl italský astronom Giovanni Baptiste Riccioli a zjistil, že jasnější Mizar sestává ze dvou složek vzdálených od sebe 14,3". Dvojhvězda Mizar A a Mizar B se tak stala první podvojnou soustavou, objevenou pomocí dalekohledu. Její oběžná doba se počítá na desítky tisíc let.

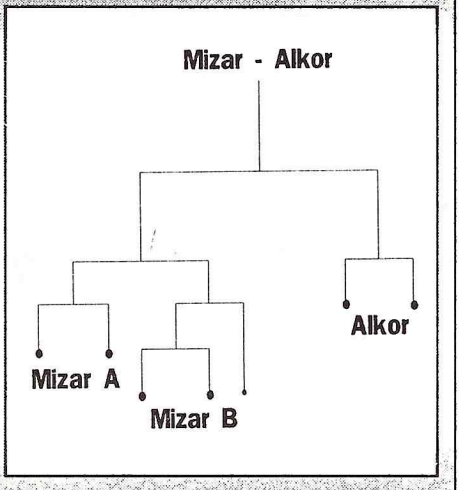
Řada objevů však ještě nekončí. Průkopník hvězdné spektroskopie, Američan Edward Charles Pickering, studoval v roce 1889 spektrum Mizaru A. Zjistil přitom, že čáry ve spektru se pravidelně rozdvojují a pak opět spojují. Vše se děje s periodou 20,53 dne. Pickering okamžitě přišel na správné vysvětlení tohoto jevu. Mizar A je ve skutečnosti dvojhvězdou, jejíž složky kolem sebe oběhnou za 20,5 dne. Mají k sobě natolik blízko, že je ani dalekohledem nerozlišíme na dvě komponenty. Na základě periodického posouvání čar ve spektru v důsledku Dopplerova jevu byla objevena již spusta dvojhvězd, nicméně jen jedna jediná z nich byla tou první. A tou byl právě již zmiňovaný Mizar A.

Aby to nebylo Mizaru B líto, i ten byl posléze shledán spektroskopickou dvojhvězdou s oběžnou dobou 361 dnů. Ba co víc, ukázalo se, že tato dvojhvězda má i svého slabého průvodce, jenž kolem ní oběhne jednou za 1350 let. Mizar B je tak trojhvězdou.

Zdá se, že ani Alkor není hvězdou osamělou. Z určitých náznaků v jeho spektru vyplývá, že i on má svého průvodce.

Shrňme si to tedy: Alkor je nejspíš dvojhvězdou, Mizar se rozpadá do dvou složek, z nichž ta jasnější je spektroskopickou dvojhvězdou a slabší je dokonce trojhvězdou. Suma sumárum obnáší soustava Mizar-Alkor celkem sedm kusů.

Zdeněk Mikulášek



Na prvý pohľad dosť komplikovane vyzerá schematický model viacnásobnej sústavy hviezd, známejší pod označením Mizar - Alkor, ktorá leží vo vzdialenosti 88 svetelných rokov. Mizar (+2,40^m) je v skutočnosti päťhviezda, ktorú tvoria dva spektroskopické páry a jedna samostatná hviezda, obiehajúca okolo jedného z nich. Alkor (+4,02^m) je tiež spektroskopická dvojhviezda. Gravitačné puto medzi Mizarom a Alkorom, hoci sa spoločne pohybujú priestorom, je zrejme slabé, pretože ich vzdialenosť je aj v skutočnosti pomerne veľká, 0,3 svetelného roka.

Pri postupe ku stále mladším a mladším hviezdam sa astronómovia ocitajú v pozorovacích ťažkostiach. Najmladšie protohviezdy - hviezdy, ktoré sa ešte stále nachádzajú v procese utvárania sa z rodičovského oblaku medzihviezdnej látky - sú skryté v hustých plynoprachových zámotkoch, takže sa ťažko pozorujú. Nové rádioteleskopy pre oblasť milimetrových vĺn by však čoskoro mali preniknúť aj do takýchto oblakov a objaviť chýbajúce podvojné protohviezdy. Prvú už objavil Alwyn Wooten z Národného rádioastronomického observatória v medzihviezdnom oblaku pri hviezde Ró Ophiuchi. Zložky Wootenovej protodvojhviezdy sú od seba vzdialené asi 750 astronomických jednotiek, čo je hodnota pre dvojhviezdy typická, vzdialenosti zložiek sa zvyčajne pohybujú od niekoľko málo hviezdnych polomerov až po asi 20 000 a. j. Objav ďalších protodvojhviezd by naznačoval, že dvojhviezdne sústavy vznikajú v rámci vlastného procesu hviezdotvorby, záhadného a doposiaľ nedokonale pochopeného deja, ku ktorému dochádza pri zmršťovaní oblakov medzihviezdnej látky pôsobením ich vlastnej gravitácie.

Zredukované na samú podstatu, pochopiť, ako sa utvárajú dvojhviezdy značí porozumieť tomu, ako sa oblak medzihviezdnej látky, protohviezda či hviezda pred štádiom hlavnej postupnosti môže rozdeliť na dve či viacero telies naďalej podliehajúcich vplyvu vlastnej gravitácie. Pozorovania veľmi mladých dvojhviezd sú dnes veľmi obtiažne, najmä v dôsledku vzájomnej blízkosti zložiek, veľkej vzdialenosti najbližších oblastí hviezdotvorby, ako aj prítomnosti plynoprachového závoja, ktorý ich zahaľuje. Z toho vyplýva, že veľa z nášho pochopenia procesu utvárania

Jedným z najväčších oblakov medzihviezdnej látky, ktorá je tehotná zárodkami mladých dvojhviezd, je oblak v blízkosti hviezd Ró Opiuchi a HD 147 889. Rozprestiera sa na ploche temer 1000 štvorcových stupňov oblohy, čo sú jej 2 percentá.

dvojhviezd vychádza z teoretickej práce, obzvlášť z počítačových simulácií.

Teórie a skutočnosť

Ako dnes astronómovia preháňajú svoje komplikované rovnice superpočítačmi, v úžase hľadia na minulé snahy, ktoré sa často robili bez akýchkoľvek dokonalejších výpočtových prostriedkov, iba s ceruzkou v ruke, s papierom a logaritmickými tabuľkami.

Teórie vzniku dvojhviezd sú takmer také staré, ako samotný objav podvojných hviezdnych sústav. Krátko potom, čo Herschelovci začali objavovať veľký počet dvojhviezd, francúzsky astronóm a matematik Pierre Simon de Laplace predložil scenár ich vzniku z dvoch oddelených jadier. Laplace sa domnieval, že dvojhviezdy môžu vznikať jednoducho preto, že ich zložky počas svojho utvárania ocitli sa náhodne blízko seba.

Laplace nanešťastie svoju myšlienku opísal dosť povrchne, takže dve storočia bola prevažne ignorovaná. V osemdesiatych rokoch nášho storočia však objav mladých hviezd a hustých chumáčov hmoty ukrytých v medzihviezdnych oblakoch viedol k znovuoživeniu Laplaceovej hypotézy, hoci v trocha odlišnom háve.

James Pringle z Cambridgeskej univerzity naznačil, že podobné zhusteniny v medzihviezdnych oblakoch by mali z času na čas vstupovať do vzájomných kolízií. V oblasti kolízie by vznikali silne tlačené regióny, ktoré by sa mohli začať zmršťovať, čo by viedlo k utvoreniu podvojnej sústavy. Pringleova hypotéza doposiaľ nebola detailne študovaná, počítačové modelovanie, ktoré so svojimi spolupracovníkmi vykonal John Lattanzio z Lawrenceovho laboratória v Livermoore, ju však do istej miery spochybňuje. Táto práca totiž naznačuje, že výsledkom kolízie dvoch zhustenín bude pravdepodobnejšie zhruba sférický oblak, ktorý nemusí podliehať kolapsu s následným utváraním podvojnej sústavy.

Klasickou hypotézou vzniku dvojhviezd je aj koncepcia zachytenia, v rámci ktorej sa predpokladá, že osamotené hviezdy sa do podvojnej sústavy "lapili" neskôr, dlho po období ich vlastného vzniku. Podobné zachytenia sú však dosť zložitým procesom. Môže k nim dôjsť len vtedy, keď jestvuje určitý mechanizmus odstránenia kinetickej energie individuálnych zložiek počas ich stretnutia. Inak hviezdy okolo seba iba preletia po tzv. vlásničkových dráhach.

Na rozptýlenie kinetickej energie teoretici navrhli niekoľko mechanizmov. Jedným je stretnutie troch telies, v rámci ktorého je tretie teleso z novovzniknutej sústavy vypudené a odnáša so sebou prebytočnú kinetickú energiu. Možná je i prílivová disipácia, keď gravitačné prílivové sily vyvolané pri blízkom stretnutí spotrebúvajú túto energiu vo vnútri hviezd. Keď však astronómovia spočítali pravdepodobnosť, že sa telesá dostanú do vzájomnej blízkosti presne potrebným spôsobom, ukázalo sa, že zachytenie je celkove mimoriadne nepravdepodobným prostriedkom na vytvorenie dvojhviezdy, a to dokonca i v hustých hviezdokopách, kde blízke stretnutia hviezd sú oveľa častejšie, ako medzi hviezdami galaktického disku. Tento záver sa nepodarilo vyvrátiť ani Richardovi Larsonovi z Yaleovej univerzity, ktorý sa pokúsil využiť na pohltenie prebytočnej energie trenie, ktorému podlieha hviezda prechádzajúca plynoprachovým diskom protohviezdy. Ukázalo sa, že zachytávanie týmto mechanizmom nenastáva dosť často na to, aby bolo štatisticky významné. Výnimkou môžu byť azda hustejšie hviezdokopy, ako je hmlovina v Orióne.

Štandartnou hypotézou vzniku dvojhviezd je i štiepenie, dlho obľúbená koncepcia vedcov a matematikov, ako boli William Thomson (lord Kelvin), George Darwin (syn Charlesa), James Jeans a Henri Poincaré. Hypotéza štiepenia, ktorá dosiahla svoj vrchol koncom 19. a na začiatku 20. storočia, je založená na skutočnosti, že ak teleso rotuje dostatočne rýchlo, môže sa rozletieť na časti. Vedci vtedy odvodili presné kritické rotačné rýchlosti, pri ktorých sa telesá rovnomernej hustoty stanú nestabilnými, neboli si však istí, akú konkrétnu podobu táto nestabilita nadobudne. Keďže nestabilita začína tendenciou telesa rozdeliť sa na dvoje, dúfali, že tento dej môže pokračovať a viesť ku vzniku dvojhviezdy.

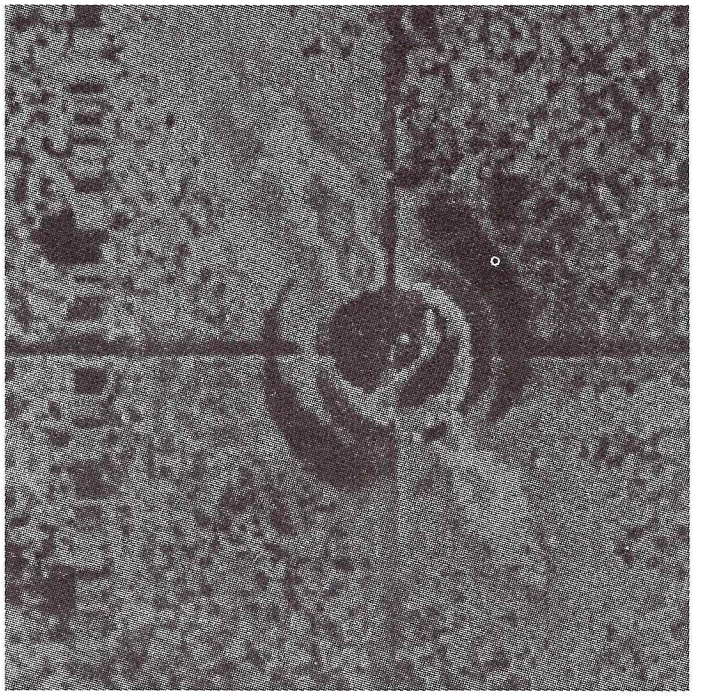
Hypotéza štiepenia má viaceré príťažlivé črty. Ako sa hviezda pred štádiom hlavnej postupnosti zmršťuje smerom ku hlavnej postupnosti, rotuje stále rýchlejšie a rýchlejšie, podobne ako krasokorčuliarka, ktorá pri piruete postupne pripažuje. Keď bude protohviezda rotovať dostatočne rýchlo, môže sa štiepna nestabilita rozvinúť a protohviezda sa rozpadne na dve časti. Preto astronómovia v poslednom desaťročí spotrebovali mnoho počítačového času na modelovanie mysliteľných produktov štiepnych nestabilít. Výsledky však nanešťastie ukazujú, že

štiepenie nevedie ku vzniku dvojhviezd.

Vznikajú špirálové ramená podobné tým, aké sa vyskytujú v špirálových galaxiách. tieto ramená pri svojej expanzii odnášajú moment hybnosti zo stredu telesa, znižujú jeho rotačnú rýchlosť pod kritickú hodnotu

nestability a potom splývajú do relatívne málo hmotného disku v rovníkovej rovine telesa. Tieto výsledky sú navyše podložené aj pozorovaniami, pretože u mladých protohviezd sa podobné disky vyskytujú. V skutočnosti práve z takéhoto disku okolo novozrodeného Slnka vznikla Zem a ďalšie planéty.

Fred Adams z Harvardovho-Smithsonovho astrofyzikálneho ústavu spoločne so Stephenom Rudenom (Kalifornská univerzita v Irvine), Frankom Shuom (Kalifornská univerzita v Berkeley) a Scottom Tremainom (Kanadský ústav teoretickej astrofyziky v Toronte) nedávno poukázali na možnosť, že disky okolo veľmi mladých hviezd budú vytvárať vlny, ktoré budú vyzerať skôr ako banány, nie ako špirály. Takéto "banány" sa podľa Adamsa a kol. môžu eventuálne rozpadnúť a vytvoriť druhú protohviezdu vedľa tej, ktorá sa nachádza v strede. Výsledkom by mala byť



Objav plynoprachového disku okolo mladej hviezdy Beta Pictoris v apríli 1984 vzbudil nadšenie astronómov, ktorým sa konečne podarilo vo svete hviezd objaviť to, čo im ich superpočítače už dávno ukazovali. Aj tento disk, zárodok novej planetárnej sústavy, je zrejme dôsledkom rýchlej rotácie protohviezdy, ktorá jeho sformovaniu vďačí za to, že sa celkom nerozletela na kusy.

Existují skutečné čtyřhvězdy?

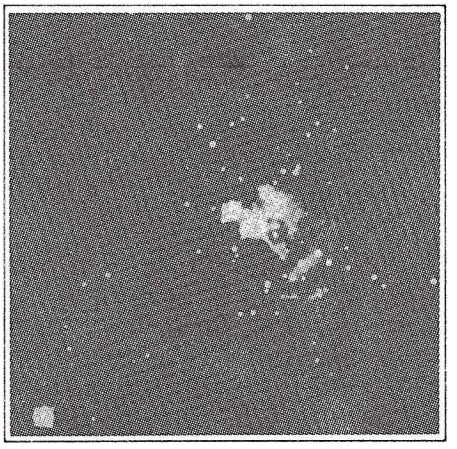
Letní čas určitě nebyl vymyšlen pro astronomy ani pro veřejnost, jež ráda obdivuje krásy nočního nebe. V červnu a červenci jsou veřejná pozorování oblohy pořádaná na lidových hvězdárnách tristní záležitostí. Je už půl jedenácté letního času a "slušní lidé", kteří musejí ráno vstávat, se již ukládají k spánku. Návštěvníci hvězdárny, už poněkud nervózní, žádají po demonstrátorech, aby jim ukázali alespoň něco. A když z oblohy zrovna nečouhá Měsíc nebo nějaká ta jasná planeta, lze jim jen stěží vyhovět.

A teď, konečně, z bledého nebe se vyloupne nejjasnější hvězda letní oblohy - Vega. Konečně je tu pevný bod, o nějž se můžeme opřít. Samotná Vega v dalekohledu neskýtá pohled příliš vábný. Ti otrlejší praktikové si pomáhají alespoň tak, že obraz Vegy v dalekohledu rozostří. Diváci se pak chvíli obdivují měňavkovitě se vlnící modré bublině, která bez zábran předvádí všechny vady dalekohledu...

Ovšem v těsné blízkosti Vegy leží objekt, jenž zaujme i znalce. Je jím vícenásobná hvězdná soustava epsilon Lyry. Při prvním obhlédnutí zorného pole silně zvětšujícího dalekohledu spatříme dva jasné body vzdálené od sebe 208". Teprve důkladnější prohlídka odhalí, že tu před sebou nemáme dvě zářící hvězdy, ale dvě těsné hvězdné dvojice. Ejhle - čtyřhvězda.

Trochu jiným typem čtyřhvězdy je Izar, druhá nejjasnější hvězda v souhvězdí Pastýře. V dalekohledu uvidíme jasnou oranžovožlutou složku doprovázenou modrozeleným smaragdem složky druhé. Ta však není hvězdou jednoduchou, ale dvojhvězdou sestávající ze dvou přibližně stejných hvězd. O-podál této trojice se krčí složka čtvrtá, slabší než všechny ostatní. Jaký je tu tedy rozdíl? Zatímco uspořádání epsilon Lyry bychom mohli schematicky zapsat jako: (1+1) + (1+1), u Izaru by zápis měl vypadat jinak, třeba: [(1+1) +1] + 1. U soustavy epsilon Lyry jsou tu dvě úrovně - hvězdy tvoří dvojice a tyto dvojice vytvářejí podvojnou soustavu. V případě Izaru najdeme už tři úrovně. Ať tak, či onak, oba typy čtyřhvězd jsou vždy poskládány z dvojic. Známe vůbec nějakou skutečnou čtyřhvězdu, soustavu čtyř rovnoprávných hvězd, jejichž vzdálenosti jsou navzájem souměřitelné?

O několika skutečných čtyřhvězdách víme, ale jsou to zjevy velice výjimečné. V srdci velké mlhoviny v Orionu, v místech, kde i dnes vznikají nové hvězdy, najdeme proslulou čtveřici hvězd tvořící lichoběžník - soustavu Trapez. Stáří těchto hvězd je nevelké - řádově milióny let. Totéž lze říci i o těch několika dalších známých skutečných čtyřhvězdách. Nízký věk těchto soustav je i klíčem k pochopení jejich vzácnosti.



Obnažené jadro krásnej hmloviny v súhvezdí Oriona tvorí skupinka štyroch hviezd, ktoré spoločne vznikli z jedného oblaku medzihviezdnej látky jeho fragmentáciou. Trapéz je prototypom labilnej sústavy, ktorej v priebehu ďalšieho vývoja hrozí postupný rozpad.

Souručenství čtyř hvězd bez přísné vnitřní uspořádanosti je svazek mimořádně křehký. Vzájemné gravitační působení mezi hvězdami vede k tomu, že jejich dráhy v prostoru jsou komplikovanými neuzavřenými křivkami, jež se chaoticky proplétají. Po těsném setkání tří anebo všech čtyřech hvězd obvykle jedna ze složek převezme část kinetické energie od svých kolegyň a je pak přímo vymrštěna z jejich kolektivu. Přesně jako v rozpočítávadle, po němž jeden musí z kola ven. Ze čtyřhvězdy se stává těsněji vázaná trojhvězda.

Po nejbližším sblížení všech tří zbývajících hvězd to obvykle dopadne tak, že dvě z těchto hvězd vytvoří těsnější dvojici a třetí buď zcela odletí nebo se vzdálí do tak uctivé vzdálenosti, že už vzájemný pohyb těsné dvojice nebude ovlivňovat. Vzniká tak stabilní dvojhvězda nebo uspořádaná trojhvězda. Obě tato seskupení mají šanci na hodně dlouhý společný život.

Pro všechny vícenásobné hvězdné systémy platí jednoznačné pravidlo: čím více je systém uspořádán, čím více ve svém celku i v detailech připomíná dokonale stabilní dvojhvězdu, tím déle mohou spolu hvězdy setrvat. Takže i v komunitě hvězd platí, že bez pořádku a kázně není dlouhodobé soužití možné.

Zdeněk Mikulášek

podvojná sústava. Tento mechanizmus zatiaľ nebol dostatočne preskúmaný, v mnohom sa však podobá štiepnej nestabilite, čo môže poukazovať na podobný - rovnako negatívny - výsledok.

Čo hovorí počítač

Počas posledného desaťročia som spolu s mnohými ďalšími astronómami vyvíjal počítačové programy - "kódy", ako sa hovorí v príslušnom žargóne - pre štúdium toho, ako sa môžu plynové oblaky zmršťovať a vytvárať hviezdy. Kódy v sebe zahŕňajú numerické riešenie matematických rovníc, ktoré popisujú prúdenie plynu, prachu a žiarenia v oblaku. Rovnice sa podobajú tým, ktoré sa používajú pri predpovedaní počasia na Zemi. Astrofyzikálne kódy však musia poskytovať aj riešenie vlastnej gravitácie oblaku, pretože je to nakoniec práve gravitácia, ktorá dvojhviezdny objekt udržuje pokope.

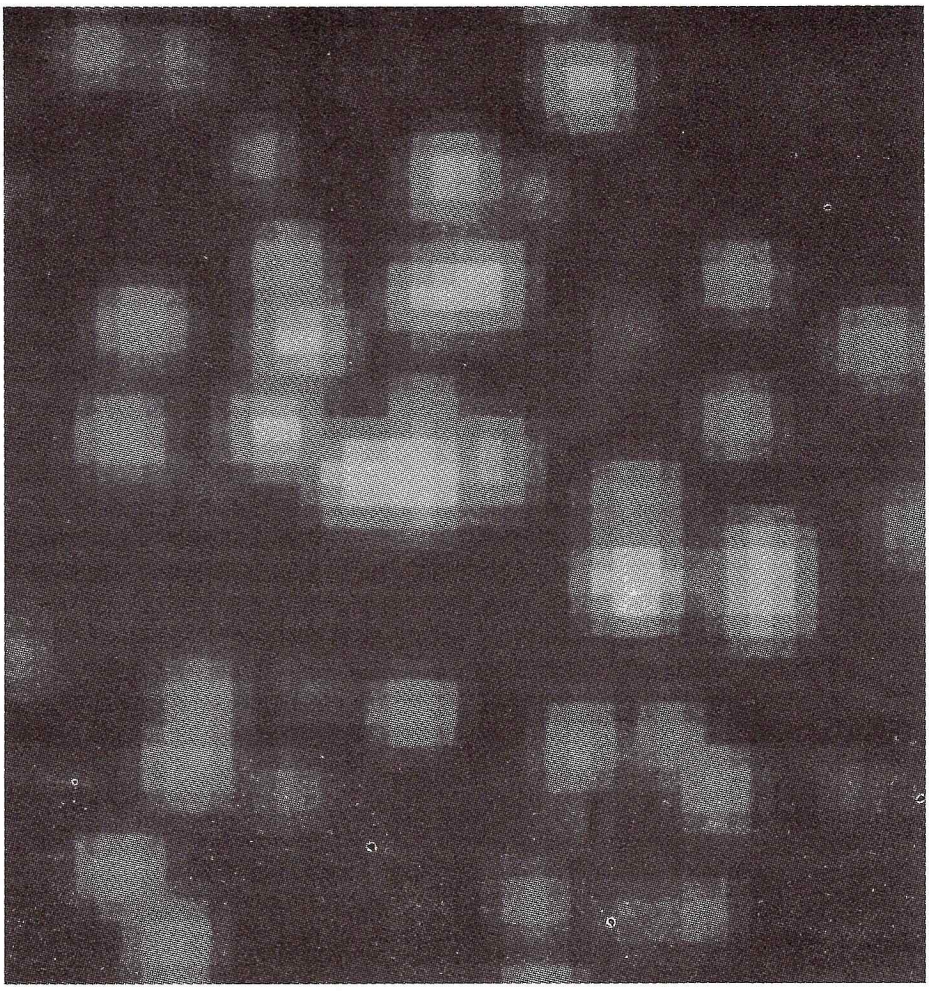
Ak chceme modelovať, hoci iba v miernom rozsahu, trojrozmerný plynový oblak s priemerom svetelných rokov, musia byť počítačové programy mimoriadne zložité a vyžadujú veľké množstvá počítačového času na tých najrýchlejších superpočítačoch, ktoré sú k dispozícii. (Nie je žiadna náhoda, že výskum v tejto oblasti postupoval ruka v ruke s rozvojom superpočítačov.) Pretože kódy sú tak zložité, nemôžeme si vždy byť istí v tom, nakoľko platné sú výsledky. Porovnanie výstupov viacerých kódov od rôznych astronómov umožňuje vytriediť reálnu fyziku spomedzi pochybných výsledkov. Je povzbudzujúce, že vo výsledkoch zaznamenávame uspokojivú mieru zhody. To sa týka kódov, ktoré medzihviezdny oblak modelujú fluidne, ale i kódov, modelujúcich oblak súborom častíc.

Najsľubnejším prístupom k problému vzniku dvojhviezd a viacnásobných hviezd sa dnes zdá byť fragmentácia. Ide o rozpad medzihviezdneho oblaku počas jeho zmršťovania sa na dve či viac protohviezd.

Pred takmer štyridsiatimi rokmi poukázal Fred Hoyle na to, že pri postupnom zahusťovaní zmršťujúceho sa plynového a prachového oblaku fragmentácia môže viesť ku vzniku telies so stále menšou hmotnosťou. Počítačové kódy pomohli objaviť, pri akých podmienkach je pravdepodobné, že zo zmršťujúceho sa medzihviezdneho oblaku vznikne dvojhviezdna sústava.

Všeobecne povedané, príroda môže vytvoriť dvojhviezdu vtedy, keď je príslušný plynový oblak dostatočne chladný, jeho stred je priemerne zahustený, primerane rotuje a nie je významne ovplyvňovaný magentickými poliami. Pozorovatelia nanešťastie zatiaľ neboli schopní identifikovať medzihviezdne oblaky, ktoré sú na pokraji (alebo v raných fázach) kolapsu. Takéto pozorovania budú mať kritický význam pre určenie toho, či reálne oblaky skutočne začínajú, alebo nezačínajú svoje zmršťovanie z kofigurácie, o ktorej fragmentačná teória tvrdí, že pravdepodobne vedie ku vzniku dvojhviezd.

Akokoľvek je hypotéza fragmentácie úspešná, je nepravdepodobné, že by mala mať v teórii vzniku dvojhviezd posledné slovo. Astronómovia však oceňujú jej užitočnosť, pretože je zrejme schopná vysvetliť jestvovanie mnohých druhov dvojhviezd a viacnásobných hviezd, ako aj ich kľúčové vlastnosti, napríklad vysoko excentrické (nekruhové) obežné dráhy a nerovnaké hmotnosti zložiek. Nová teória v spojení so súčasne prebiehajúcimi intenzívnymi snahami objaviť a študovať reálne vlastnosti mladých dvojhviezdnych sústav, môže v krátkej budúcnosti privodiť veľký pokrok v pochopení týchto nádherných a záhadných hviezdnych sústav.

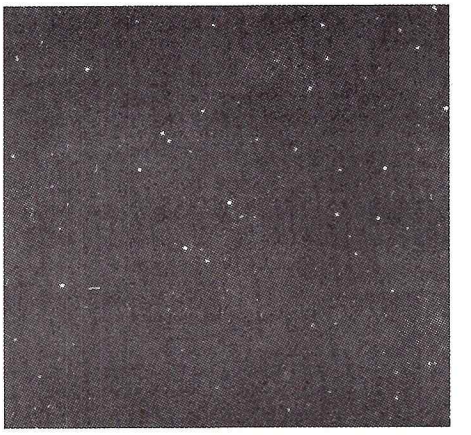


Hviezdokopa R 136a patrí medzi najexotickejšie objekty vo vesmíre. Sprvoti považovaná za osamelú superhviezdu sa vďaka nasadeniu čoraz výkonnejšej optiky s vysokým rozlíšením postupne rozpadala až na 47 jednotlivých hviezd, ktoré pozoroval začiatkom roka kozmický ďalekohľad HST. Je pravdepodobné, že ani tento počet nie je konečný - v oblasti s rozmerom 1,6x1,6 svetelného roka, ktorá sa nachádza vo Veľkom Magellanovom oblaku vo vzdialenosti 169 000 svetelných rokov, pozorujeme zrejme veľmi mladú hviezdokopu či asociáciu hmotných hviezd, ktoré majú vek len niekoľko miliónov rokov a práve prechádzajú procesom, počas ktorého sa zrejme labilná štruktúra asociácie rozpadá a vytvárajú sa postupne stále tesnejšie zväzky hviezd, nakoniec snáď dokonca hierarchicky usporiadané dvoj-, troj- či štvorhviezdy. Sústava je zaujímavá nielen pre svoj malý vek (3 milióny rokov) a veľký rozptyl hmotností jednotlivých zložiek (1 až 100 hmotností Slnka), ale i mohutným hviezdnym vetrom, ktorý v spektre tohto útvaru prezrádzajú najsilnejšie čiary, patriace trikrát ionizovanému uhlíku. Foto: NASA/ESA

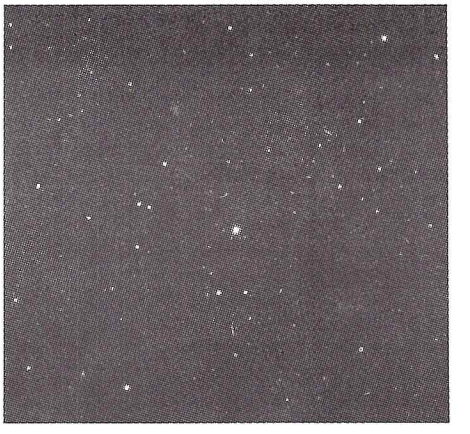
Alan P. Boss
Podľa Astronomy 6/91
prel. - zu -

Nova Cygni 1992

Zapadajúce súhvezdie Labute sa americkému amatérovi Petrovi Collinsovi zdalo 18. februára akési čudné, nezvyklé. Príčinou bola hviezdička na hranici viditeľnosti voľným okom, ktorá sa nachádzala asi 3,5° severne od hviezdy ω^2 Cygni. Bola to hviezdička nová - Nova Cygni 1992. Maximum svojej jasnosti $+4{,}2^m$ dosiahla 22.2., odvtedy jej jasnosť plynule klesá. Predchodca novy, nájdený vo fotografickom atlase z Mt. Palomaru, mal jasnosť 18^m v modrej a 17^m v červenej oblasti.



Zmena jasnosti Novy Cygni 1992 bola najmarkantnejšia v prvých dňoch po objavce. Na hornej snímke je nova 25.2. o 3^h35^m UT, dolu 8.3. o 3^h15^m UT. Fotografoval Pavol Rapavý objektívom 4/300 na Kodak TriX. Sever je hore.



Nova Cygni medzi ostatnými novami v ničom nevyniká. Jej zdanlivá jasnosť, v maxime nad hranicou viditeľnosti voľným okom, nám však dáva môžnosť sledovať deje, ktoré vzplanutie novy sprevádzajú, oveľa detailnejšie, ako v prípade vzplanutí vo väčších vzdialenostiach a s menšou amplitúdou. Na tejto nove si môžeme aj ukázať, čo sa v sústave odohráva a ako sa prejavuje na jasnosti a spektre objektu.

Novy sú tesné dvojhviezdy, v ktorých jedna z hviezd je obvykle biely trpaslík, druhá práve opúšťa hlavnú postupnosť HR diagramu. Pri jej expanzii časť vodíkovej obálky dopadá prostredníctvom akrečného disku na bieleho trpaslíka. V akreovanej látke na povrchu trpaslíka postupne rastie hustota, tlak i teplota, až dôjde k zapáleniu termonukleárnych reakcií, premene vodíka na hélium. Explozívny charakter tejto udalosti má za následok prudké zjasnenie objektu a odhodenie obálky, čo pozorujeme ako vzplanutie novy. Po krátkom čase sa sústava vráti späť do pôvodného stavu a hmota znova začne akreovať na bieleho trpaslíka.

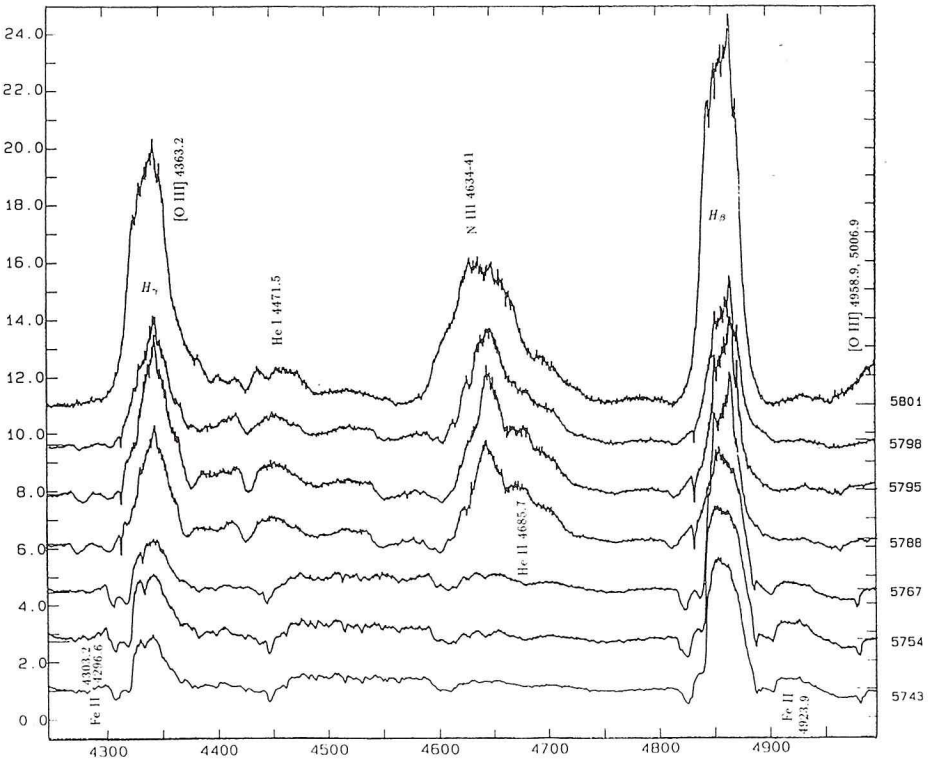
Pri vzplanutí vystúpi jasnosť sústavy až na 100 000-násobok pôvodnej jasnosti (dvoj)hviezdy. Svetelná krivky takéhoto objektu rastie veľmi rapídne — maximum o 7—16 magnitúd vyššie ako v kľudovom štádiu dosiahne v priebehu 1—3 dní. Nova Cygni 1992 zjasnela o 13 magnitúd, patrí medzi svietivé typy. Z fyzikálneho hľadiska je zaujímavejší pokles jasnosti na stav pred vzplanutím, trvajúci niekoľko rokov až dlhé desaťročia. Klasifikácia nov je založená na čase t_2, za ktorý klesne jasnosť od maxima o 2^m. Veľmi rýchle novy majú tento časový interval kratší ako 10 dní, rýchle 11—25 dní, stredne rýchle 26—80 dní, pomalé 81—150 dní a veľmi pomalé 151—200 dní. Jasnosť N Cyg 1992 poklesla z maxima $+4{,}2^m$ o dve magnitúdy za 16 dní, je to teda rýchla nova.

Oveľa zložitejšie je správanie nov potom, čo ich jasnosť klesne o 2—4 magnitúdy. V tomto prechodnom štádiu sa novy správajú veľmi rozdielne, niektoré vykazujú oscilácie, niektoré poklesnú skoro až na jasnosť pred výbuchom a o 2—3 mesiace sa vrátia temer na pôvodnú úroveň, iné nevykazujú žiadne zvláštnosti. Naša nova je teraz v štádiu tzv. plató, keď jej jasnosť klesá len pomaly a v jej svetelnej krivke môžeme nájsť slabé variácie jasnsoti. Pri poklese na pôvodnú úroveň jasnosti už výraznejšie fluktuácie pozorovať nebudeme.

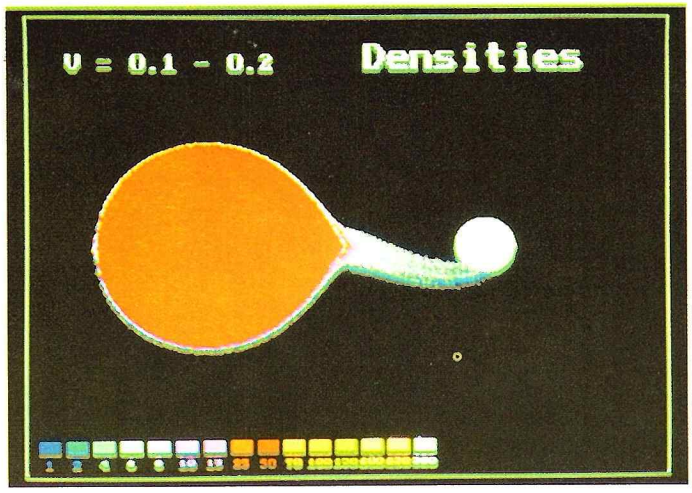
Prečo je to takto a nie inak, o tom oveľa viac povedia spektrá objektov. Ihneď po vzplanutí novy opticky hrubá obálka expanduje a nova začne pripomínať hviezdu raného spektrálneho typu so širokými absorpčnými čiarami posunutými do modrej oblasti spektra. Na ich červenom okraji sa začínajú vytvárať emisie. Rozpínaním sa obálka zrieďuje a absorpčné spektrum sa posúva k neskorším spektrálnym typom. V maxime jasnosti sa objavuje hlavné spektrum novy — absorpčné čiary sú silnejšie ako čiary pred maximom a pripomínajú A—F obra s dôrazom na prvky C, N a O. Čiary sú posunuté do modrej oblasti spektra viac ako pred maximom. Typické rýchlosti pre rýchle novy sú 500—1000 $km.s^{-1}$, pre novy pomalé 150—300 $km.s^{-1}$. Emisné zložky spektrálnych čiar sú stále výraznejšie a spolu s absorpciami vytvárajú známy P-Cygni profil. Tretia skupina čiar, difúzne zvýšené spektrum, sa objavuje krátko po maxime jasnosti (od 10 do 20 dní podľa rýchlosti novy). Čiary sú veľmi široké a rýchlosť ich približovania je zhruba dvojnásobkom rýchlosti hlavného spektra. Po poklese jasnosti novy o 1—2^m sa jej spektrum, ktoré je zmesou absorpcií hlavného a difúzneho zvýšeného spektra, ešte ďalej komplikuje objavením sa tzv. Orionovho spektra. V nasledujúcom nebulárnom štádiu, v ktorom sa práve nachádza aj Nova Cygni 1992, však Orionove spektrum mizne, zosilňujú sa čiary [O III] a [Ne III] a objavujú sa zakázané čiary vyššie ionizovaných prvkov, najmä železa, horčíka, hliníka a kremíka. Takéto spektrum pripomína planetárne hmloviny, veď ich podstata je príbuzná. Vývoj spektra našej novy najlepšie vidieť z obrázka.

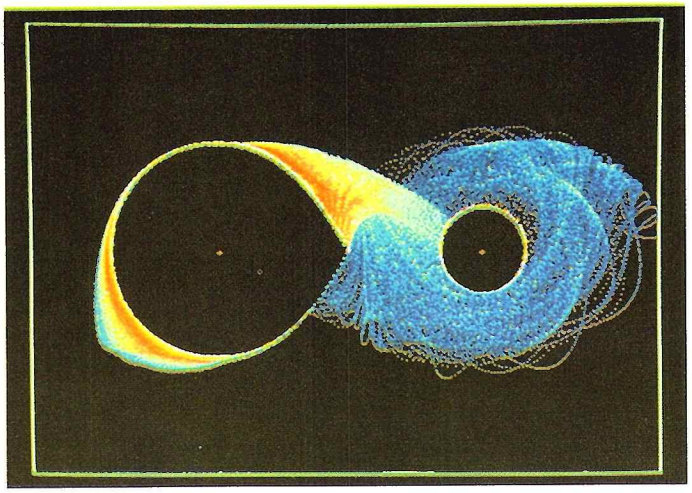
V záverečnom štádiu "post-novy" budú v spektre dominovať emisné čiary expandujúcej obálky nízkej hustoty, samotná hviezda bude charakterizovaná silným kontinuom, ktoré postupne zoslabne. Nakoniec sa opäť ukážu emisné čiary pokojného štádia. Tento stav dosiahne sústava, v ktorej vzplanula Nova Cygni 1992, o niekoľko rokov.

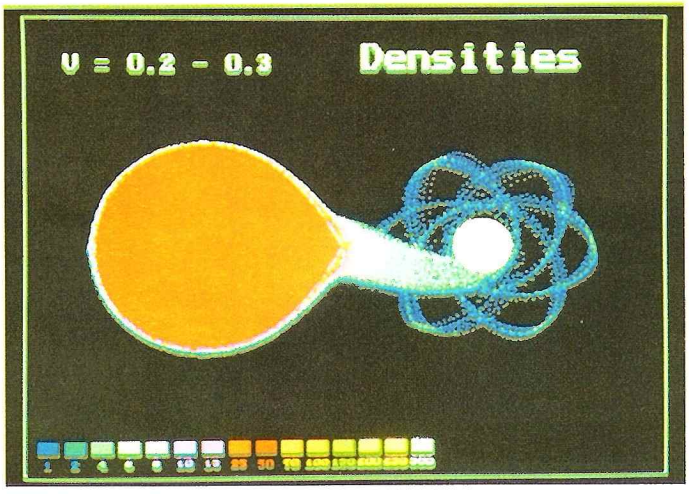
Drahomír Chochol

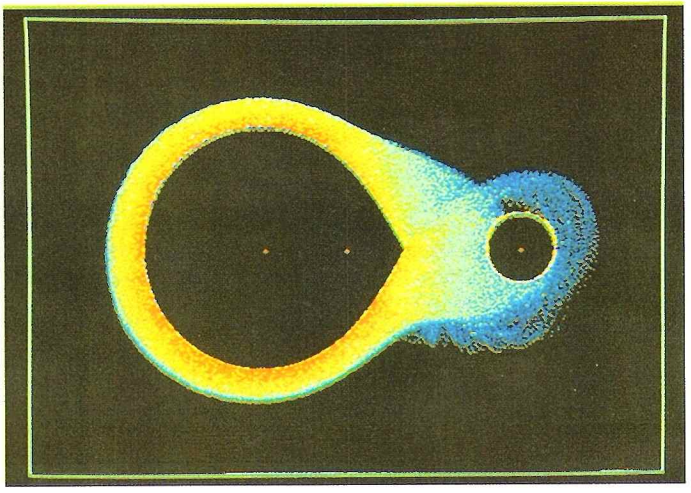


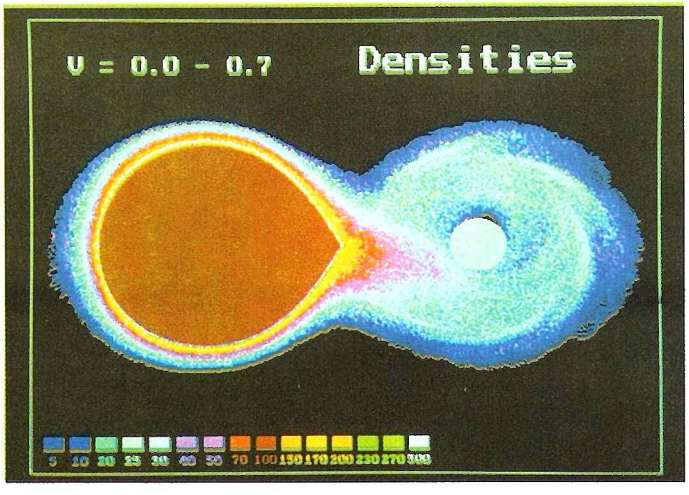
Vývoj spektra Novy Cygni 1992 medzi 29.2. a 21.4. od hlavného a difúzneho zvýšeného spektra cez Orionove spektrum s výrazným "štádiom 4640", pre ktoré sú typické výrazné emisné čiary multipletu N III na vlnovej dĺžke 464,0 nm, až po nebulárne štádium. Spektrá boli získané pomocou 2 m ďalekohľadu v Ondřejove. Na zvislej osi je intenzita, na vodorovnej vlnová dĺžka v angströmoch.

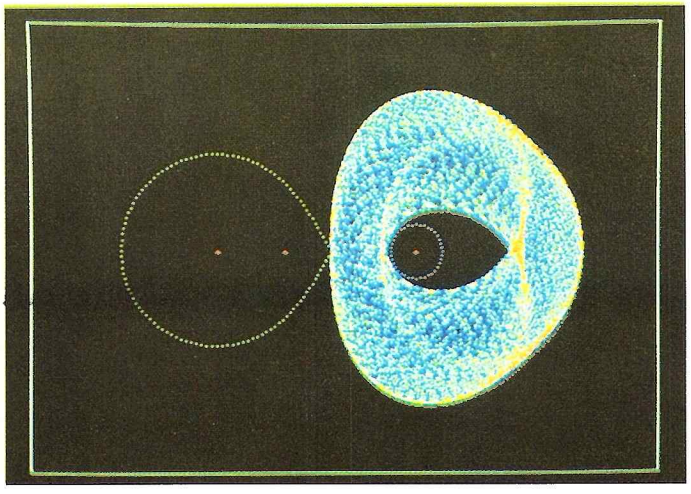












1	2
3	4
5	6

Výpočty individuálních drah částic pohybujících se v soustavě dvojhvězdy lze provádět již s použitím dostupné výpočetní techniky. Tyto fotokopie ze stínítka obrazovky autorova počítače ukazují několik málo výsledků takového modelování přenosu hmoty.

1. Přenos hmoty v dvojhvězdné soustavě při výtokových rychlostech odpovídajících vývojovému růstu rozměrů vývojově starší složky (jde o rychlosti řádu decimetrů až metrů za sekundu).
2. Přenos hmoty při výtokových rychlostech blízkých rychlosti částic plazmy chladných hvězd (rychlosti řádu desítek až stovek metrů za sekundu).
3. Přenos hmoty při výtokových rychlostech odpovídajících Maxwellovu rozdělení rychlosti částic v atmosféře vysoce žhavých hvězd (řádově až kilometry za sekundu).
4. Při některých specifických rychlostech jsou částice naváděny na stabilní "exotické" dráhy. Jedna z těchto drah vyplňuje kvasitoroidální prostorový útvar na obrázku.
5. Přenos hmoty v interagující dvojhvězdě ovlivňuje celá řada s ním nesouvisejících efektů. Rotace vytváří v atmosféře hlavní složky slapovou vlnou, která působí i na výtok její plazmy a přenos hmoty směrem k vedlejší složce.
6. Vliv hvězdného větru na přenos hmoty v dvojhvězdě. Hvězdný vítr urychluje výtok plazmy z povrchu primární složky a tlakem záření vytváří další složku silového pole v soustavě.

Autor: prof. Miroslav Vetešník

MIROSLAV VETEŠNÍK /

DVOJHVĚZDY a vývoj hvězd

Lze považovat za prokázané, že hvězdy se v převážné většině nerodí jako jednotlivá tělesa, ale téměř vždy ve skupinách. Máme k tomu řadu důkazů, které vyplývají z našich pozorovaní. Jedině hypotézou založenou na společném vzniku lze dnes spolehlivě vysvětlit zákonitosti ve fyzikálních vlastnostech hvězdokup, hvězdných asociacií, či skupin hvězd čítajících jen několik málo členů. Jestliže tedy mají členové hvězdokup, asociací a vícenásobných soustav společný původ, pak se společně i vyvíjejí. Vývojové procesy ve hvězdách však byly až donedávna studovány jen u objektů, které spolu žádným způsobem neinteragují, tedy u jednotlivých hvězd nevstupujících do žádné soustavy. Lze očekávat nějaké změny v našich teoriích hvězdného vývoje v případě těsných, vzájemně se ovlivňujících hvězdných párů dvojhvězd? Odpověď na tuto otázku by měl zvídavý čtenář nalézt v tomto článku.

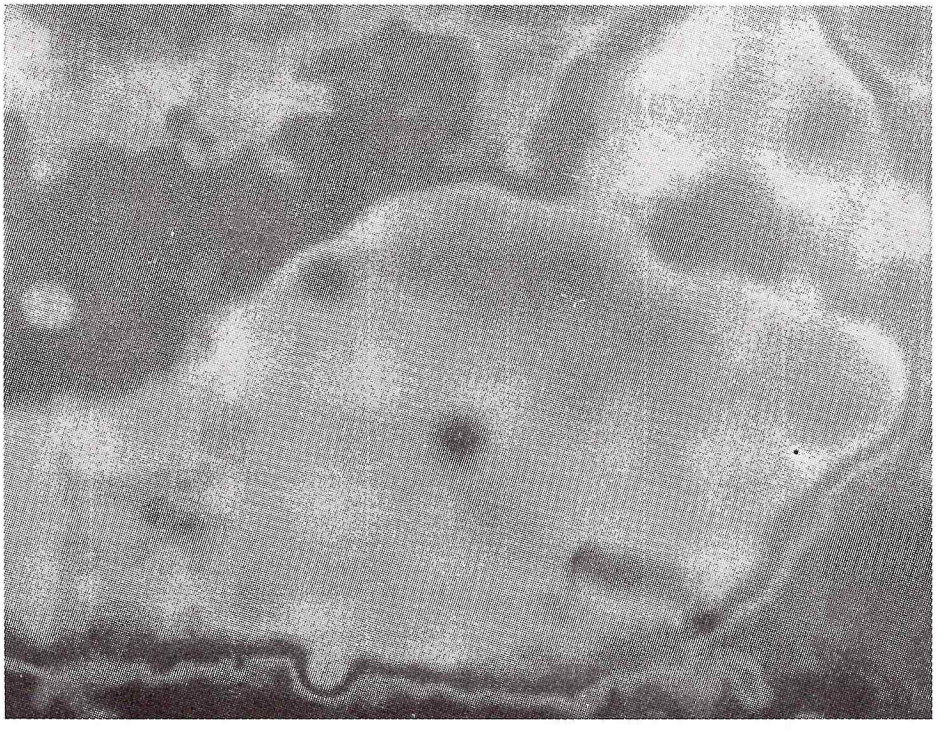
Co víme o vývoji hvězd

Dojde-li ve hvězdě z libovolné příčiny k narušení hydrostatické rovnováhy a gravitační síly nabudou převahy nad silami ostatními, hvězda se začne smršťovat, přičemž uvolňovaná potenciální energie nahřívá látku, ze které je složena. Tím postupně narůstá teplota hvězdného nitra, až dosáhne hodnoty postačující k tomu, aby mohly být zapáleny termojaderné reakce. Pro přeměnu čtyř atomů vodíku v jeden atom helia je třeba minimální teploty kolem 6 milionů Kelvinů, probíhá-li hoření v takzvaném proton-protonovém řetězci, nebo 20 milionů Kelvinů pro cyklus CNO. K zapálení reakcie přeměňující helium v uhlík (3 alfa reakce) musí teplota v centru hvězdy vystoupit až na 100 milionů Kelvinů, pro spuštění dalších reakcií dokonce na teploty ještě vyšší.

Podnětem k zapálení proton-protonové nebo CNO reakce je prvotní kontrakce hvězdy krátce po jejím vzniku z mezihvězdného plynu. Tehdy se hvězda "rozhoří" poprvé a přeměňujíc ve svém nitru vodík v helium stává se opravdovým hvězdným objektem. K zapálení reakce 3 alfa dochází tehdy, když je převážná část vodíku v centru hvězdy spotřebována a odumírající tok záření v ní již nestačí udržet hydrostatickou rovnováhu. Dochází k druhému smršťování centrálních oblastí hvězdy, k dalšímu zvýšení teploty, a v konečné fázi k zapálení termojaderných reakcí přeměňujících helium na uhlík.

Gravitačním smršťováním vyhořelých oblastí hvězdy mohou v ní být iniciovány i reakce vyšších typů, při kterých se stává jaderným palivem postupně uhlík, neon, kyslík, křemík a další těžší atomová jádra až po železo. V pozdních vývojových fázích jsou však hvězdná nitra silně náchylná k řadě dynamických nestabilit, které vedou k eruptivním procesům, narušujícím vnitřní stavbu hvězdy. Právě z tohoto důvodu neexistuje pro velmi prokročilá stadia vývoje hvězd obecný vývojový scénář, každou hvězdu je třeba vyšetřovat individuálně.

Účinnost termojaderných procesů v nitrech hvězd silně závisí na teplotě. Z toho ovšem vyplývá, že termojaderné reakce ve hvězdách hmotných probíhají mnohem účinněji než ve hvězdách malých hmotností; centrální teploty hvězd totiž závisí na gravitační energii, a tím i



Nezvyklé chování objektu, který známe pod označením SS 433, astronomové dlouho považovali za jeden z důkazů existence černé díry. Nové přístupy (teoretické i pozorovatelské) však ukázaly, že takový objekt lze jednoduše vysvětlit jako určité stadium těsné dvojhvězdy, v níž méně hmotná složka ve stadiu obra vyplňujícího svoji rocheovskou kapku dotuje unikající hmotou kompaktní objekt, zřejmě neutronovou hvězdu, která je pozůstatkem po masivní hvězdě, která už absolvovala hezčí část svého života, a teď ve starobě aspoň svým chováním způsobuje astrofyzikům těžkou hlavu a bezesné noci. Celou soustavu obklopuje mlhovina W 50, plyn které září na radiových vlnách. Snímek získal obří radioteleskop v Effelsbergu.

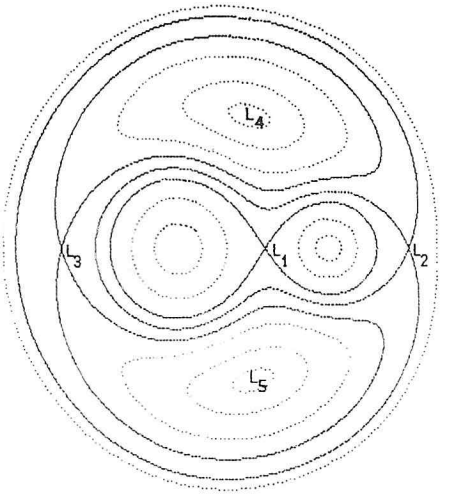
na hmotnosti hvězdy. Znamená to ovšem také, že čím je hvězda hmotnější, tím rychleji spotřebovává zásoby jaderného paliva a rychleji se i vyvíjí. Výpočtem lze ukázat, že hvězda o hmotnosti 15 hmotností Slunce projde všemi vývojovými stadii za 10 milionů let, zatímco obdobný vývoj hvězdy s hmotností jednoho Slunce trvá asi tisíckrát déle, tedy plných 10 miliard let.

S procesy probíhajícími hluboko pod povrchem hvězdy jsou spojeny i změny v plynném obalu obklopujícím její jádro. Již během hoření vodíku v jádru dochází k expanzi vnějších vrstev hvězdy a tato zvětšuje své rozměry. K ještě větším expanzním pohybům je hvězdný obal donucen v okamžiku, kdy je v centru zásoba paliva vyčerpána a kdy se jaderné reakce přesouvají do tenké slupky kolem vyhořelého jádra. Hvězda na tento stav reaguje kontrakcií jádra a mnohonásobným zvětšením svých obalových vrstev. Stává se hvězdným obrem. K dalšímu nárůstu rozměrů dochází u hvězdy v té fázi jejího vývoje, kdy vyčerpala své zásoby jaderného paliva v podobě helia. Tehdy se v diagramu teplota-svítivost přesouvá do oblasti nadobrů.

Vývoj hvězd v těsných dvojhvězdných soustavách

Z fyzikálního hlediska lze každou stabilní hvězdu považovat za plynný útvar, který drží pohromadě vlastní gravitace. Předpokládáme-li, že jsou v ní všechny síly dokonale vyrovnány (že se v ní ustavila hydrostatická rovnováha), pak její povrch sleduje jednu z ekvipotenciálních ploch uzavírajících se do sebe podobným způsobem, jakým jsou uspořádány slupky v cibuli. U těsných dvojhvězd, ve kterých se obě složky navzájem gravitačně ovlivňují, má systém těchto ploch podstatně odlišný charakter. V blízkosti složek jsou sice uspořádany stejně jako u jednoduchých hvězd, ve větších vzdálenostech však u nich dochází k silné deformaci. Zvláštním případem je ekvipotenciální plocha, která vznikne spojením dvou kapkovitých útvarů v bodě, nazývaném Lagrangeovým bodem L_1 *(viz obrázek)*. A právě tato plocha - kritická Rocheova ekvipotenciála - hraje ve vývoji těsných dvojhvězd velice důležitou úlohu, neboť tvoří jakýsi pojistný ventil, kterým může horká plazma proudit přes Lagrangeův bod L_1 z jedné složky na druhou.

Ukázali jsem si již, jak hvězda v důsledku vývoje zvětšuje své rozměry. Víme také, že pro zachování hydrostatické rovnováhy musí vyplňovat některou kolem ní uzavřenou ekvipotenciálu. Lze proto logicky očekávat, že po zaplnění své Rocheovy kapky může hvězda dále zvětšovat objem již jen tak, že část její hmoty přeteče do prostoru složky druhé, sledujíc následující společnou ekvipotenciálu obepínající obě tělesa. Výsledkem vývojového procesu hmotnější hvězdy je tedy přenos její hmoty do oblasti ovládané gravitačním polem složky méně hmotné, a v konečné fázi přenos této hmoty přímo na její povrch.



Systém ekvipotenciálních ploch, ze kterého lze odvodit i síly působící v silovém poli dvojhvězdy, je velice komplikovaný. Význačnými charakteristikami tohoto systému jsou Lagrangeovy body L_1 až L_5, ve kterých na částici nepůsobí žádná síla. Pro přenos hmoty v dvojhvězdě je nejdůležitejší bod L_1, definující takzvanou kritickou Rocheovu ekvipotenciálu. Obrázek představuje řez soustavou ekvipotenciálních ploch v dráhové rovině dvojhvězdy pro hmotnosti složek $M_1 = 3 . M_2$.

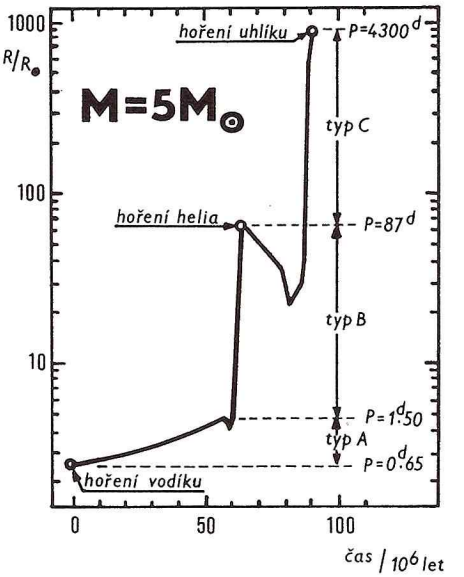
Přenos hmoty v těsných dvojhvězdách

Každá výměna hmoty mezi složkami dvojhvězdy probíhá ve dvou kvalitativně odlišných fázích. Prvá začíná tehdy, když se látka expandující hvězdy dostane do Lagrangeova bodu L_1, odtud přeteče do prostoru složky druhé, a tím zmenší hmotnost složky vyplňující Rocheovu ekvipotenciálu. Dochází k protikladnému procesu, jímž hvězda v důsledku svého vývoje zvětšuje rozměry, zatímco objem jí odpovídající Rocheovy kapky se zmenšuje. Výsledkem nemůže být nic jiného než dynamická nestabilita vedoucí k zintenzivnění přenosu hmoty. Uvedený mechanismus stává se spontánním dynamickým procesem způsobujícím, že se složky k sobě přiblíží. Jeho účinnost mizí teprve tehdy, až se hmotnosti obou těles v soustavě navzájem vyrovnají a obě složky se začnou od sebe vzdalovat. Výpočty ukazují, že první fáze přenosu hmoty je fází, kdy v dvojhvězdě dochází k nejradikálnějším změnám; během ní si hvězdy vymění téměř polovinu celkové hmoty soustavy.

Průběh druhé fáze přenosu je mnohem pomalejší; trvá delší dobu a představuje jen dokončení a doznívání procesu započatého ve fázi prvé. I v této době však dochází k dalším radikálním změnám v hmotnostech obou složek; po skončení přenosu hmoty jsou hmotnostní poměry v soustavě obrácené: původně hmotnější složka se stává složkou méně hmotnou a méně hmotná složka se stává hlavním tělesem dvojhvězdy.

Tři typy přenosu hmoty

Poznali jsme již, že hmotnost hvězdy určuje tempo jejího vývoje. Ve hmotných hvězdách probíhají termonukleární reakce velice intenzivně, přičemž teploty v jejich nitrech umožňují volný průběh reakcím produkujícím těžké prvky až po železo. Málo hmotné hvězdy, takové je i naše Slunce, si naopak svoji energii šetří, je-



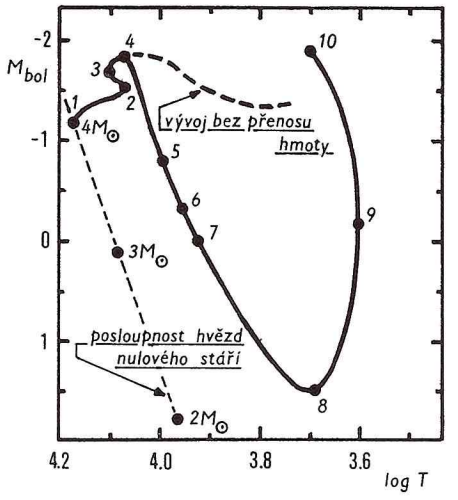
Závislost rozměru hvězdy o hmotnosti 5 hmotností Slunce na její vývojové fázi. Obrázek zároveň definuje tři typy přenosu hmoty, podle toho, ve kterém okamžiku k němu u hvězdy dochází.

jich vývoj probíhá pomalu a svůj život končí přeměnou helia v uhlík, nebo ještě dříve. Uvedené poznatky získali astrofyzikové počítačovým modelováním vývoje hvězd nejrůznějších hmotností, vždy však za předpokladu, že jde o individuální, jednoduchou, sféricky symetrickou hvězdu složenou převážně z vodíku a z menší části helia, jejíž hmotnost zůstává během vývoje konstantní. V případě dvojhvězd je však situace kvalitativně odlišná; jejich složky jsou útvary nesymetrické, ztrácejí hmotu, a to především ve formě materiálu obsaženého ve vrstvách obalu kolem vyhořelého jádra hvězdy. Mění se tím hmotnost a druhotně i chemické složení obou hvězd, což se musí nutně odrazit i v jejich vývoji.

Pro vývoj dvojhvězdného systému je důležité znát, ve které fázi termojaderného hoření začne hvězda předávat svému souputníku hmotu, to jest, v kterém okamžiku vyplní kritickou Rocheovu kapku. Astrofyzikové rozlišují tři možné případy přenosu hmoty v těsných dvojhvězdách. Dá se ukázat, že tyto fáze souvisejí s oběžnými dobami systému.

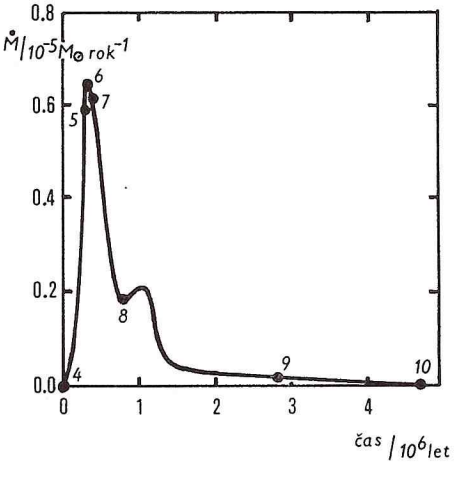
U dvojhvězd s oběžnými dobami mezi 0,65 až 1,5 dne dosáhne hmotnější složka kritické Rocheovy meze ještě v době hoření vodíku v jádře hvězdy (přenos hmoty typu A). U tohoto typu dochází k velice prudkému úbytku hmoty primární složky, její vývoj se téměř zastaví a hvězda sama se stane vysoce svítivou podobří hvězdou. Druhá složka systému, ta, která hmotu získala, urychlí svůj vývoj natolik, že expandujíc do své Rocheovy kapky, brzy ve vývoji dožene složku prvou. Výsledkem takového scénáře je pak kontaktní dvojhvězdná soustava odpovídající zákrytovým dvojhvězdám typu W UMa.

Druhý typ přenosu hmoty (typ B) je charakteristický pro soustavy s oběžnými dobami mezi 1,5 až 87 dní. Složka, která je v přenosu hmoty aktivní, dosáhne kritických rozměrů v době kontrakce vyhořelého heliového jádra, tedy ještě před okamžikem, kdy se v něm rozhoří reakce 3 alfa. Vývoj dvojhvězd s přenosem hmoty tohoto typu probíhá rozdílně podle toho, jedná-li se o soustavu složenou z hmotných, nebo málo hmotných hvězd. U soustav, u nichž hmotnost hmotnější primární složky nepřesahuje 3 hmotnosti Slunce, nabývá dvojhvězda podoby polodotykového systému s enormně nízkým převráceným poměrem hmotností jeho složek, 1/5 až 1/10. Primární složka se přenosem hmoty zbaví celé své vodíkové



Vývoj hvězdy o hmotnosti 4 hmotnosti Slunce ve dvojhvězdě s přenosem hmoty typu B. Body na křivce označují hlavní vývojové fáze primární složky soustavy. V bodě *1* jsou ve hvězdě zapáleny termojaderné reakce přemeny vodíku na helium. V bodě *2* je vodík v jádře hvězdy vyčerpán a reakce se přesouvají do tenké obalové slupky kolem jádra. Bod *3* charakterizuje počátek prudké expanze hvězdy a její přesun do oblasti obrů. V bodě *4* začíná přenos hmoty na druhou složku soustavy. Bod *5* - obě složky nabývají stejné hmotnosti. Bod *6* - přenos hmoty dosahuje maxima. Bod *7* - primární složka dosahuje nejmenšího rozměru. Bod *8* - v obálce jádra dochází k další expanzi a ke konvektivnímu proudění. Bod *9* - konvence vymizí. Bod *10* - v jádře dochází k zapálení termojaderné reakce 3 alfa.

obálky a skončí svůj život jako degenerovaný heliový objekt, zatímco sekundární nabude na objemu, zaplní svou vlastní rocheovskou kapku a zahájí druhou fázi přenosu, tentokrát v opačném směru. Obecně tento přenos hmoty vede k formaci zákrytových hvězd typu Algol. U soustav druhého typu, kdy hmotnost primární složky překračuje 3 hmotnosti Slunce, je



přenos hmoty ukončen v okamžiku, kdy hvězda začala spalovat ve svém nitru helium. Tato hvězda je zcela zbavena své vodíkové obálky a vyvíjí se v objekt podobný hvězdám typu Wolf-Rayet. Podle některých výpočtů vede však vývoj těchto hvězd i ke katastrofickým scénářům, končícím výbuchem supernovy.

Typ C přenosu hmoty, charakterizovaný přenosem hmoty v průběhu kontrakce uhlíkového jádra, je zatím velice málo teoreticky prozkoumán, neboť v pozdních vývojových stádiích vznikají ve hvězdách dynamické nestability, které se dají jen s obtížemi počítačově modelovat. Lze však očekávat, že i u těchto soustav povede vývoj k řadě zvláštních objektů, které se sice pozorují, ale které teorie vývoje izolovaných hvězd nezná.

Pozdní vývojová stadia těsných dvojhvězd - rentgenové dvojhvězdy

Zatímco vlastní hydrodynamické řešení přenosu hmoty vyžaduje použití speciálních superpočítačů, lze výpočty individuálních drah částic pohybujících se v soustavě provádět již s použitím dostupné výpočetní techniky. Několik málo výsledků takového modelování přenosu hmoty obsahují přiložené barevné fotokopie získané ze stínítka obrazovky počítače. Dokumentují velkou variabilitu cirkumstelárních látkových struktur, se kterými se lze v těsných dvojhvězdách setkat, zároveň však ukazují, že mohou existovat další cesty vývoje dvojných systémů, které vedou k objektům zcela nového typu. Jedním z nich jsou degenerované hvězdy s akrečními disky, projevující se aktivně v rentgenovém oboru elektromagnetického spektra.

Pro vysvětlení vzniku akrečního disku v dvojhvězdě uvažujme proud plynu vytékajícího z primární složky v okolí Lagrangeova bodu L_1 a vstupujícího do prostoru, který je ovládán gravitačním polem druhého tělesa soustavy. Při dostatečně velkých rozměrech sekundární složky dopadnou všechny částice tohoto proudu na její povrch, jejich kinetická energie se v

◀

Časový průběh přenosu hmoty ve dvojhvězdě s hmotností primární složky 4 hmotnosti Slunce. Body na křivce odpovídají vývojovým fázím této složky a jsou shodné s fázemi na předcházejícím obrázku.

místě dopadu přemění v energii tepelnou a vytvoří zde jasnou zářivou skvrnu. Pokud sekundární složka nebude dostatečně veliká, část částic kolem ní proletí a bude navedena na kvasieliptickou dráhu s apocentrem v blízkosti rocheovské ekvipotenciály. Přiložené barevné reprodukce jasně dokazují, že dráha proudu částic se neustále stáčí a při každém obletu proud nejméně jedenkrát protíná sám sebe. Lze tedy předpokládat, že při každé takové interakci dojde k vzájemnému předávání momentů hybnosti částic a k disipaci jejich kinetické energie. To pak podle zákonů klasické mechaniky vede k formaci tenkého diskovitého plynného útvaru, obepínajícího v dráhové rovině sekundární složku a postupně sestupujícího k jejímu povrchu.

Z předcházejícího výkladu vývoje hvězd vyplynulo, že se na konci svého života tato tělesa stávají degenerovanými objekty nepatrných rozměrů, tedy bílými trpaslíky, neutronovými hvězdami, či jsou dokonce přetvořena v černé díry. Jeli tedy sekundární složka těsné dvojhvězdy degenerovanou hvězdou a primární vyplňuje svou rocheovskou kapku, pak prakticky všechna přenášená hmota přispívá k formaci akrečního disku. Interakcí plynu akrečního disku s povrchem degenerované hvězdy nebo s jejím silným magnetickým polem tak vzniká vysoce energetické rentgenové záření. Teorie akrečních disků je dnes již bohatě propracována a dovede vysvětlit řadu vlastností rentgenových dvojhvězd; nicméně její detaily leží daleko mimo rámec tohoto článku, a my se jí nebudeme zabývat.

Těsné dvojhvězdy - klíč k řešení obecných otázek hvězdného vývoje

Až donedávna se tradovalo, že těsné dvojhvězdy studujeme z toho důvodu, abychom získali nejúplnější informace o fyzikálních vlastnostech hvězd, o jejich hmotnostech, svítivostech, rozměrech, o stavbě jejich atmosfér, ale i o řadě dalších parametrů, které astrofyzika nutně potřebuje pro poznávání hvězdného světa. Vývoj v poslední době však ukázal, že jsou ještě důležitější aspekty, které staví těsné dvojhvězdné systémy do popředí zájmu obecné astrofyziky. Za velice významnou lze považovat skutečnost, že lze u těchto objektů snadno studovat vývoj hvězd s proměnnou hmotností, tedy i hvězd, které hmotu ztrácejí hvězdným větrem nebo získávají akrecí v mezihvězdných mračnech. Navíc, studium vývoje dvojhvězd umožňuje poznat podstatu řady objektů, se kterými si teoretikové dlouho nevěděli rady. Byla nalezena příčinná souvislost mezi interagujícími dvojhvězdami a výbuchy nov, supernov a dalších kataklyzmických proměnných hvězd. Řada rentgenových zdrojů byla ztotožněna s těsnými dvojhvězdami obsahujícími jeden nebo dva degenerované objekty a nemálo typů hvězd je rovněž považováno za těsné dvojhvězdné páry.

Jak vidět, astrofyzikové profesionálové si důležitost studia těsných dvojhvězd plně uvědomují a jistě by uvítali, kdyby i pozorovatelé z řad amatérů uvažovali podobným způsobem. Vždyť právě amatéři mají k těsným dvojhvězdám velmi blízko a mohou svými pozorováními přispět značným dílem k rozvoji astrofyziky. Příležitostí je jistě dost; i jednoduché určování okamžiků minim jasnosti zákrytových proměnných hvězd umožňuje činit závěry o změnách period dvojhvězdných systémů, a tím i o přenosu hmoty mezi jejich složkami. Dovoluji si proto na závěr vyslovit apel ke všem pozorovatelům proměnných hvězd: zaměřte svá pozorování na zákrytové systémy. Váš čas, který těmto pozorováním s nadšením a láskou věnujete, bude tou nejefektivněji ztrávenou dobou pod zářící hvězdnou oblohou.

Miroslav Vetešník

SS 433 - "obyčajná" dvojhviezda

Slabá hviezdička 14. magnitúdy v súhvezdí Orla, v hustých oblastiach Mliečnej cesty, zamestnáva astronómov už dvadsať rokov. Vtedy röntgenová družica UHURU zaregistrovala v tejto oblasti výrazný zdroj rtg. žiarenia, ktorý sa neskôr podarilo nielen stotožniť so spomínanou hviezdičkou, ale aj dať do súvisu s výrazným rádiovým zdrojom W 50. Spektroskopické pozorovania objektu vo vizuálnej oblasti napovedali, že by snáď mohlo ísť aj o akýsi miniatúrny predobraz dynama, aké by podľa predstáv astronómov malo poháňať kvazary a jadrá aktívnych galaxií.

SS 433, ako astronómovia tento objekt pomenovali, sa totiž ukázal byť dvojhviezdou, a nie hocakou - okolo hviezdy s hmotnosťou 16 hmotností Slnka mal raz za 13 dní obehnúť vo vzdialenosti jednej štvrtiny astronomickej jednotky kompaktný objekt s hmotnosťou 4 hmotnosti Slnka, ponorený v hmote, ktorá po úniku z hlavnej zložky vytvorila okolo neho hustý a rýchlo rotujúci disk. Z neho vo forme dvoch výtryskov uniká v protiľahlých smeroch rýchlosťou až 80 tisíc km.s^{-1} časť plynu dopadajúceho na kompaktný objekt. Práve ten mal byť akousi Rossetskou doskou extragalaktickej astronómie, pretože teoretická horná hranica hmotnosti neutrónovej hviezdy 3 hmotnosti Slnka sa v prípade sprievodcu v sústave SS 433 zdala byť prekročená. Čierna diera...

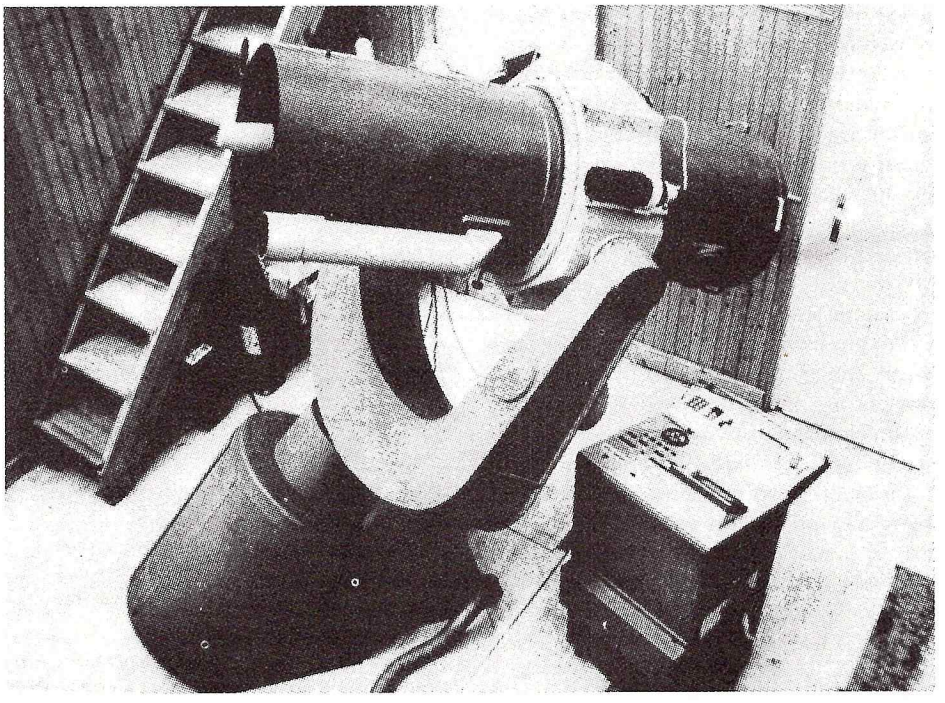
Zdá sa však, že sprievodca SS 433 (k lútosti mnohých hvezdárov) čiernou dierou predsa len nebude. Pomocou spektrografu EMMI, ktorý je umiestnený na 3,5 m ďalekohľade NTT na ESO na La Silla, sa štvorici západoeurópskych astronómov podarilo získať 15 spektier SS 433 v priebehu celej 13-dňovej obežnej periódy. Z čiar ionizovaného hélia okolo kompaktného disku vyvodili, že hmotnosti zložiek v sústave sú oveľa menšie, než sa doposiaľ predpokladalo - väčší a horúci objekt má hmotnosť 3,2 slnečných hmotností a (čo je podstatnejšie) kompaktný objekt iba 0,8 slnečných hmotností, čo je málo na to, aby mohol byť čiernou dierou. Je to zrejme pozostatok po supernove, ktorú mohli naši predchodcovia pozorovať zo vzdialenosti zhruba 18 tisíc svetelných rokov pred niekoľkými miliónmi rokov - neutrónová hviezda. Možnosť, že by kompaktným objektom bol biely trpaslík, vyvrátila energetická bilancia sústavy, ktorú by takáto alternatíva vysvetliť nedokázala.

Jedna bublina teda spľasla. SS 433 nie je ničím iným ako "obyčajnou" dvojhviezdou v určitom (jednom z obrovského množstva) štádiu svojho vývoja. Absolvovala už štádium prvej supernovy a terajšia primárna zložka (kedysi menej hmotná) vyplnila svoju rocheovskú hranicu, ktorá z nej vytláča prebytočnú hmotu Lagrangeovým bodom L_1 smerom ku kompaktnému objektu. Vytvoril sa akrečný disk, z ktorého je hmota vyvrhovaná do okolitého priestoru relativistickými rýchlosťami prostredníctvom dvoch výtryskov.

Aj pre SS 433 možno teda nájsť "jednoduché" vysvetlenie. Potvrdilo sa opäť, že komplexný prístup k problematike dvojhviezd dnes umožňuje astronómom vysvetliť takmer všetky pozorované objekty, akokoľvek by boli exotické. Problém skôr spočíva v tom, že okrem nich nepozorujú objekty, ktoré z teórií a modelovania vyplývajú, alebo aspoň to, že sa nepozorujú všetky. To je však úloha pre obsevačnú astronómiu, ktorá má dnes všade na svete zelenú.

- raz -

Brněnská fotometrie



Nasmyth se zrcadlem průměru 400 mm je pýchou HaP Mikuláše Koperníka v Brně. Pracuje velice spolehlivě, jinak by k němu ani nemohl být připojen fotoelektrický fotometr. Snímek: Dalibor Hanžl

Pokusy s fotoelektrickou fotometrií probíhaly na Hvězdárně a planetáriu Mikuláše Koperníka v Brně již řadu let. Paralelně s vývojem zařízení pro fotoelektrickou fotometrii byl vyvíjen dalekohled speciálně přizpůsobený pro toto použití. Jeho stavba trvala řadu let a teprve v roce 1988 bylo možné získat první kvalitní měření.

Fotoelektrický fotometr je umístěn na zrcadlovém dalekohledu typu Nasmyth o průměru primárního zrcadla umožňující nastavení okuláru do nejvýhodnější polohy pro pozorování otáčením tubusu kolem optické osy hlavního zrcadla. Pohyby v rektascenzi i deklinaci jsou zajišťovány pomocí stejnosměrných servomotorů. Také zaostřování provádíme motorovým pohybem sekundárního hyperbolického zrcátka. Celé ovládání se nachází na řidícím pultu. Klávesnice a malá obrazovka zabezpečují komunikaci s počítačem Video Genie Systém EG 3003 (mikroprocesor Z 80, 48 kbite RAM). Nastavování dalekohledu se provádí výhradně pomocí křížového ovladače některou z pěti volitelných rychlostí. Relativní poloha snímaná inkrementálními čídly na šnecích hlavních ozubených kol je zobrazována displeji s přesností 2.16". Z měřené oblasti je možné vybrat dvě místa, na které se dalekohled automaticky nastaví, jakmile k tomu obdrží povel z řídícího pultu nebo programu. Obvykle to bývají polohy měřené a srovnávací hvězdy.

Upravený fotometr P8 (AU MFF UK Praha) je osazený fotonásobičem EMI 6256B a filtry pro měření ve standardním systému UBV. Mechanika výměny filtrů obsahuje snímače polohy pro spolupráci s mikropočítačem. Výstupní proudový signál z fotonásobiče je veden na odporový dělič, ze kterého je odebíráno napětí jednak pro liniový zapisovač EZ 11 a dále pak pro převodník U/f (AD 460K). Frekvence, odpovídající napětí na vstupu převodníku a tím i intenzitě světla měřeného objektu, je vedena přímo přes přizpůsobovací obvody na port interfejsu mikropočítače.

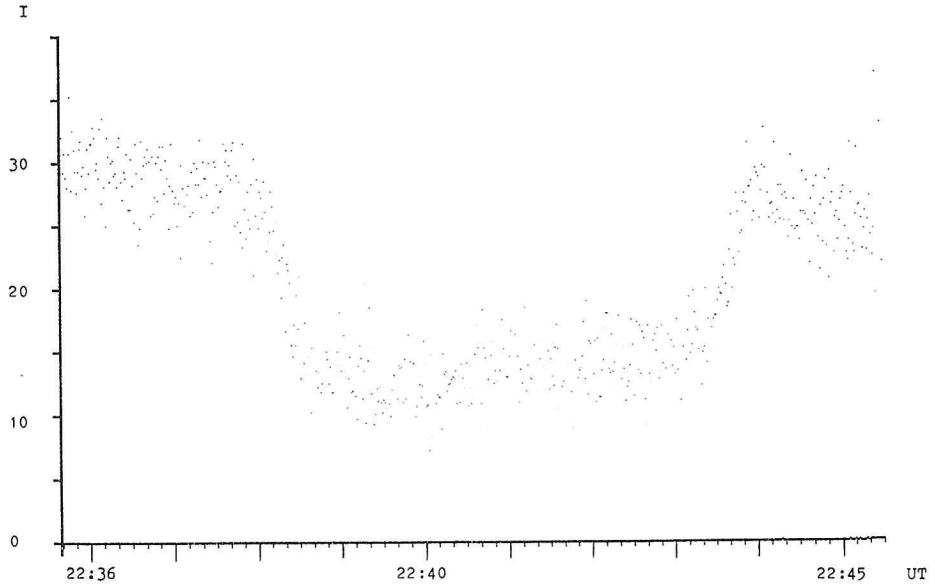
Zápis z liniového zapisovače EZ 11 slouží ke kontrole, ale je možné jej také využít pro základní zpracování měření. Pouze ke kontrole je určen čítač připojený k výstupu převodníku (paralelně s mikropočítačem).

Systém umožňuje použití integrační doby v rozsahu od 2 sekund až do teoretických 60 000 sekund s krokem nastavení 2 s, prakticky jsou však používány integrační doby do 30 s.

Programové vybavení pro mikropočítač Video Genie System zajišťuje řízení celého měření, to znamená nastavování dalekohledu na měřenou hvězdu, snímání polohy filtrů, ovládání elektromagnetu pro měření intenzity světla oblohy, vlastní čítání impulsů z převodníku U/f, generování systémových hodin, komunikaci s uživatelem, záznam dat na magnetickou pásku a výpis na bodovou tiskárnu. Činnost pozorovatele při vlastním měření je tedy omezena pouze na kontrolu polohy hvězdy ve clonce a ruční nastavováni filtrů.

Systém je řízen programem MERENI, který je napsán v jazyce Basic a stejně jako ostatní řídící programy pracuje společně s podprogramem FOTOM ve strojovém kódu, který zajišťuje generováni systémových hodin. Program využívá obou předvoleb, na kterých jsou nastaveny polohy srovnávací a kontrolní (check) hvězdy a zajišťuje organizaci celého měřícího cyklu. Ten začíná měřením oblohy. V případě nedostatečného signálu v ultrafialovém oboru program umožňuje přejít k redukovanému BV systému.

Obecnější verzi programu MERENI, kdy

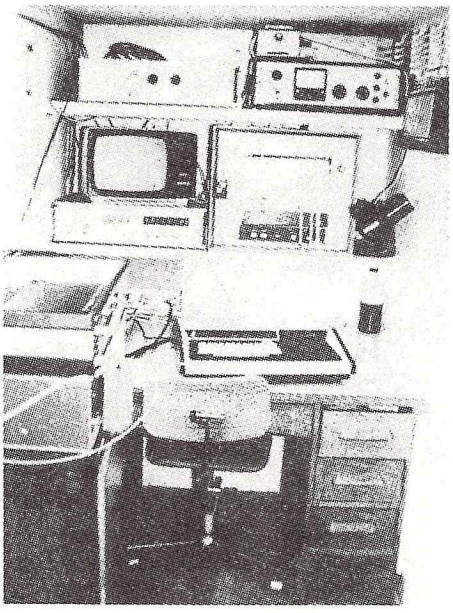


Obr. 1 **Zákryt hvězdy 28 Sagittarii Titanem 3. července 1989**

je využívána pouze jedna z předvoleb, na které jsou nastaveny souřadnice základní hvězdy, lze dále využít například při proměřování srovnávacích hvězd na mapkách (pro vizuální pozorovatele) nebo hvězdných sekvencí pro určování transformačních koeficientů. Intenzita oblohy se zpravidla měří u základní hvězdy. Následuje série měření prakticky libovolného počtu hvězd (který závisí hlavně na stabilitě signálu od oblohy vlivem atmosférických podmínek).

Pro přesná měření je nutné provádět opravu na atmosférickou extinkci. Ta bývá stanovena metodou Bauguerových přímek z vlastních měření srovnávací a check hvězdy (pokud pokrývají dostatečný interval vzdušných hmot) nebo programem EXTINKCE, který obsahuje data o vybraných čtveřicích hvězd, používaných pro určování extinkce. Po zvolení požadované čtveřice hvězd program automaticky organizuje průběh měření. Obloha je měřena u každé z hvězd samostatně.

Kromě těchto nejčastěji používaných programů máme též software pro pořizováni dat v průběhu zákrytu hvězd tělesem sluneční soustavy. Srovnávací hvězda a úroveň oblohy jsou měřeny na začátku a konci série. Mezi nimi je nepřetržitě registrováno světlo hvězdy s integračním krokem obvykle 0.1 s. Data (intenzita, čas) jsou ukládána do paměti počítače a teprve po skončení měření vytištěna a nahrána na magn. pásku. V průběhu celého intervalu (např. 20 min v případě zákrytů hvězd planetkami) se hvězda spolehlivě nachází ve clonce díky velice přesnému chodu montáže. U slabších hvězd používáme delší integrační krok, ale časové rozlišení je pak nižší a obvykle nedostačující pro spolehlivé určení času zákrytu. V těchto případech je proto nutné též vyhodnocovat zápis z liniového zapisovače EZ 11, který při každém měření souběžně pořizujeme. Na *obr. 1* je uvedeno měření z 3. července 1989, kdy jsme zaznamenali zákryt hvězdy 28 Sgr Saturnovým měsícem Titan (měřil Ing. M. Wudia).



Pohled do "velínu" brněnského fotometru, který je ovládán z této malé místnůstky převážně prostřednictvím mikropočítače Video Genie Systém EG 3003. Foto: autor

Základní zpracování dat, tedy výpočet instrumentálních nebo mezinárodních magnitud můžeme provádět buď přímo na mikropočítači Video Genie System EG 3003 nebo na rychlejším 16ti bitovém IBM PC/AT.

Program INSTRUMENTÁLNÍ MAGNITUDY, napsaný v jazyce Basic pro Video Genie Systém EG 3003 využívá jako vstupní data soubory uložené na magn. pásce z programů MERENI. Výpočet je dostatečně rychlý, výstupní data jsou tištěna na tiskárnu, případě nahrávána na mag. pásku. Redukci dat na mezinárodní systém provádí program MEZINARODNI MAGNITUDY, s využitím již dříve určených transformačních koeficientů. Protože se zpravidla jedná o iterační výpočet, je zpracování pohodlnější na některém počítači řady IBM PC/AT. Pro přenos dat z magnetofonových pásek na 3,5" nebo 5,25" diskety slouží programy PRENOS v jazyce Basic spolupracující s podprogramem ve strojovém kódu.

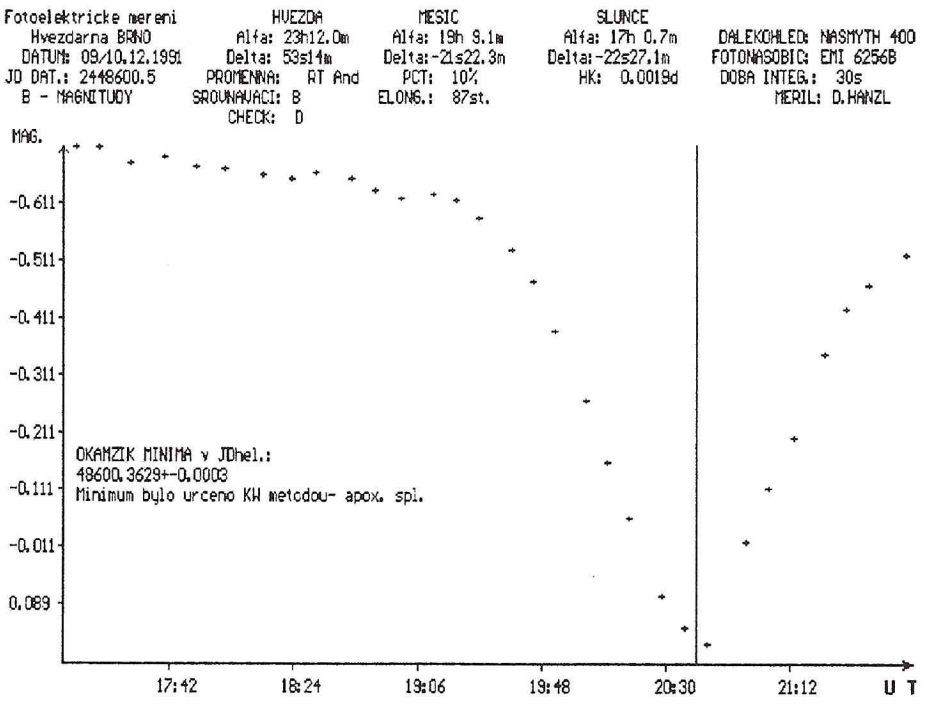
Do programu MEZINARODNI MAGNITUDY vstupují kromě primárních dat také údaje o měřených hvězdách - identifikace, souřadnice, jasnosti, barevné indexy, a odhad extinkčních koeficientů, stanovený z měření extinkčních hvězd nebo jako dlouhodobý průměr pro brněnské podmínky. Jeho hodnotu je možné během výpočtu zpřesnit pokud vhodná série měření umožní konstrukci Bauguerových přímek. Transformační koeficienty jsou ve formě konstant uloženy přímo v programu, neboť jejich kontrola a zpřesňování se provádí 1 - 2x ročně.

Program poskytuje množství grafických výstupů, jako jsou např. závislosti vstupních intenzit na čase, vzdušné hmotě, instrumentální a mezinárodní magnitudy aj. Měřené intenzity (zejm. oblohy a základní hvězdy) může zpracovávat interpolačním přístupem nebo nabízí využití četných regresních modelů. Protože hlavní náplní našeho pozorovacího programu jsou krátkoperiodické zákrytové dvojhvězdy, lze tímto programem velmi přesně určovat také okamžik minima jasnosti. K tomu program nabízí několik metod, například na *obr. 2* byla pro určení okamžiku minima hvězdy RT And použita Kwee - Woerdenova metoda.

Výstupem je soubor UBV magnitud s geocentrickými a heliocentrickými časovými údaji, barevnými indexy a nechybí v něm často velmi opomíjené údaje o nejistotách měření.

Pro vyhodnocování extince (z měření čtveřic vybraných hvězd), transformačních koeficienů, zákrytů, konstrukci a anlýzu světelné křivky, slouží další speciální programy.

Závěrem bych rád informoval vážné zájemce o možnosti získat na brněnské hvězdárně několikadenní stáž, jejíž hlavní náplní by byla práce s tímto přístrojem v rámci svého nebo našeho pozorovacího programu.



Obr. 2 **Určení okamžiku minima jasnosti metodou Kwee - Woerdenovou**

Dalibor Hanžl

Dráha dvojhviezdy

Množstvo ohlasov po dlhé roky svedčilo o tom, že rubriku Počítajte s nami si veľká časť našich čitateľov obľúbila. Radi by sme na jej dobré tradície nadviazali novým okienkom pre fanúšikov astronómie i výpočtovej techniky, no najmä pre pozorovateľov. Nepôjde nám o zložité programy, ktorých je dnes už spúsťa, ale skôr o jednoduché princípy, ktoré možno ľahko ukázať pomocou jednoduchého programu, ktorý si môže každý sám vylepšiť či zdokonaliť podľa vlastného uváženia. Veríme, že sa nám tento spôsob popularizácie osvedčí a že sa pravidelnými prispievateľmi stanete práve vy, naši čitatelia.

Pozorovatelia dvojhviezd často zápasia s tým, že nemôžu získať presnú efemeridu, nepoznajú presnú polohu, nevedia, aká je vzdialenosť a pozičný uhol zložiek. V prípade tesných párov takáto neznalosť často spôsobuje falošné predstavy. Pri dvojhviezdach, ktorých obežné doby nie sú extrémne dlhé, môžeme takéto problémy ľahko odstrániť jednoduchým výpočtom polohy zložiek z orbitálnych elementov.

Sky Catalogue 2000.0, Vol. 2 obsahuje orbitálne elementy pre 520 vizuálnych dvojhviezd s merateľným pohybom zložiek. Parametrami dráhy dvojhviezdy (podobne ako v prípade planét, komét či asteroidov) sú veľká polos dráhy **a** (uvádza sa v uhlových sekundách), číselná excentricita skutočnej dráhy **e**, sklon roviny skutočnej dráhy vzhľadom na rovinu kolmú k zornému lúču **i**, pozičný uhol výstupného uzla dráhy Ω, vzdialenosť periastra ω (je to uhol, meraný v rovine skutočnej dráhy v smere pohybu zložky dvojhviezdy od vstupného uzla k periastru), obežná doba **P** (v stredných slnečných rokoch) a okamžik prechodu periastrom **T** (uvádza sa v rokoch a zlomkoch roka). Cieľom výpočtu je určiť priemet dráhy sekundárnej zložky okolo primárnej do roviny kolmej na zorný lúč a pre zadaný okamžik presné hodnoty vzdialenosti zložiek a pozičného uhla. V tomto článku si ukážeme jeden z možných spôsobov takéhoto výpočtu.

Každú dráhu charakterizujú štyri konštanty, známe ako elementy Thiele–Innesa:

$A = a.(\cos\omega.\cos\Omega - \sin\omega.\sin\Omega.\cos i)$
$B = a.(\cos\omega.\sin\Omega + \sin\omega.\cos\Omega.\cos i)$
$F = a.(-\sin\omega.\cos\Omega - \cos\omega.\sin\Omega.\cos i)$
$G = a.(-\sin\omega.\sin\Omega + \cos\omega.\cos\Omega.\cos i)$

Pohyb zložky po dráhe okolo primárnej hviezdy charakterizuje tzv. excentrická anomália **E**, ktorú možno vypočítať zo strednej anomálie **M**, určenej ako funkcia času, pomocou známej Keplerovej rovnice. Pri výpočte zdanlivej dráhy zložky dvojhviezdy však tento výpočet absolvovať nemusíme, pretože tu sa bude **E** spojite meniť od 0° do 360°. Strednú anomáliu a Keplerovu rovnicu využijeme až pri výpočte konkrétnych hodnôt veľkosti vzdialenosti zložiek a pozičného uhla.

Pravouhlé súradnice bodov elipsy počítame podľa vzťahov

$x = A.X + F.Y$
$y = B.X + G.Y$, kde
$X = \cos E - e$
$Y = \sin E.\sqrt{(1 - e^2)}$

Pri výpočte konkrétnej polohy musíme pre zadaný okamžik **t** (v rokoch a zlomkoch roka) určiť strednú anomáliu

$M = n.(t - T)$
$n = 360°/P$,

z ktorej získame hodnotu excentrickej anomálie metódou postupných aproximácií z Keplerovej rovnice:

$M = E - e°.\sin E$, $e° = e.180°/\pi$
$E_o = M + e°.\sin M$
$E_1 = M + e°.\sin E_o$
$E_n = M + e°.\sin E_{n-1}$,

pričom požadujeme, aby rozdiel $(E_n - E_{n-1})$ v absolútnej hodnote neprekračoval určitý stanovený limit, povedzme 10^{-6}.

Hodnotu pozičného uhla a vzdialenosti zložiek potom určíme prevodom vypočítaných pravouhlých súradníc **x**, **y** na polárne súradnice **r** a φ podľa známych prevodných vzťahov

$r = \sqrt{(x^2 + y^2)}$
$\varphi = \text{arctg}(y/x) + 90°.(1 - x/|x|).y/|y|$.

Jednotkou vzdialenosti zložiek bude podobne ako pri veľkej polosi uhlová sekunda, pozičný uhol φ sa nachádza v intervale $<-180°, +180°>$.

Výpočet si vyskúšajme na dvojhviezde **ADS 3114**, ktorú spomíname v robrike Pozorujte s nami. Elementy jej dráhy odvodil r. 1961 A. da Silva: **a** = 1,115", **e** = 0,47, **T** = 1972,43, **P** = 690,5, ω = 83,74°, Ω = 115,2°, **i** = 71,1° (ekvinokcium 1900,0). Pre rok 2000,0 uvádza Sky Catalogue hodnoty 0,4" a 274°.

Elementy pre túto dvojhviezdu dávajú

$A = -0{,}3766121$
$B = -0{,}0428520$
$F = 0{,}4362793$
$G = -1.0196345$,

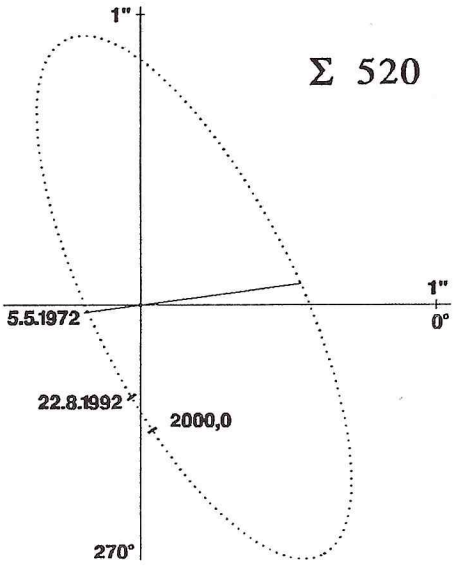
stredná anomália pre začiatok roka vychádza

$M = 14{,}373932°$

a z nej postupne hodnota excentrickej anomálie spĺňa postupnými iteráciami podmienku $(E_n - E_{n-1}) < 10^{-6}$ po 22. iterácii,

$E_o = 21{,}059038°$
$E_{22} = 28{,}785868°$.

Súradnice polohy sekundárnej zložky potom



Takto vyzerá priemet dráhy sekundárnej zložky dvojhviezdy *ADS 3114* (Σ 520) do roviny kolmej na zorný lúč. Na tejto dráhe sme vyznačili polohu periastra (5.5.1972) a priamku apsíd, polohu v čase zákrytu dvojhviezdy Mesiacom (22.8.1992) a polohu začiatkom roka 2000, ktorú uvádza Sky Catalogue 2000.0. Ako je pri dvojhviezdach zvykom, sever je dolu a západ vpravo. Z obrázka ľahko zistíme, ako je voči nám dráha zložiek dvojhviezdy orientovaná a ako sa bude v budúcnosti vyvíjať ich vzdialenosť a pozičný uhol.

vychádzajú

$X = 0{,}4064254$
$Y = 0{,}4250370$
$x = 0{,}0323701"$
$y = -0{,}4507985"$,

čo po prevode do polárnych súradníc dáva

$r = 0{,}4519592"$
$\varphi = 274{,}10714°$.

Tieto hodnoty sú v dobrej zhode s údajmi v katalógu.

Podobným spôsobom môžeme vyrátať polohu pre iný dátum, pre okamžik zákrytu dvojhviezdy Mesiacom 22. augusta 1992 vychádza

$x = -0{,}0321490"$
$y = -0{,}3497687"$
$r = 0{,}3512431"$
$\varphi = 264{,}74841°$.

Program tentoraz neuvádzame, pretože sme presvedčení, že takúto ľahkú úlohu podľa načrtnutého algoritmu a potrebných vzťahov, ktoré sme uviedli, zvládne každý majiteľ počítača sám. Pomocou kalkulačky a ručného výpočtu však polohu pre ľubovoľný dátum možno pomocou uvedených vzorcov získať za zhruba 5 minút. Veľa zdaru.

- rp -

Poznámka:

Vzhľad vizuálnych dvojhviezd bol témou práce SOČ, ktorú roku 1987 spracovali Monika Dezortová a Zuzana Klimešová z Prahy. Ich práca bola hlavným podnetom pre prípravu tohto článku.

Pozrite si AKREČNÝ DISK

"Pokiaľ môžem posúdiť, jednou z najlepších definícií vedeckého prístupu je umenie zotrvávať aj v neistote: umenie neistotu znášať, prekonávať, ale prakticky nikdy ju neprekonať."

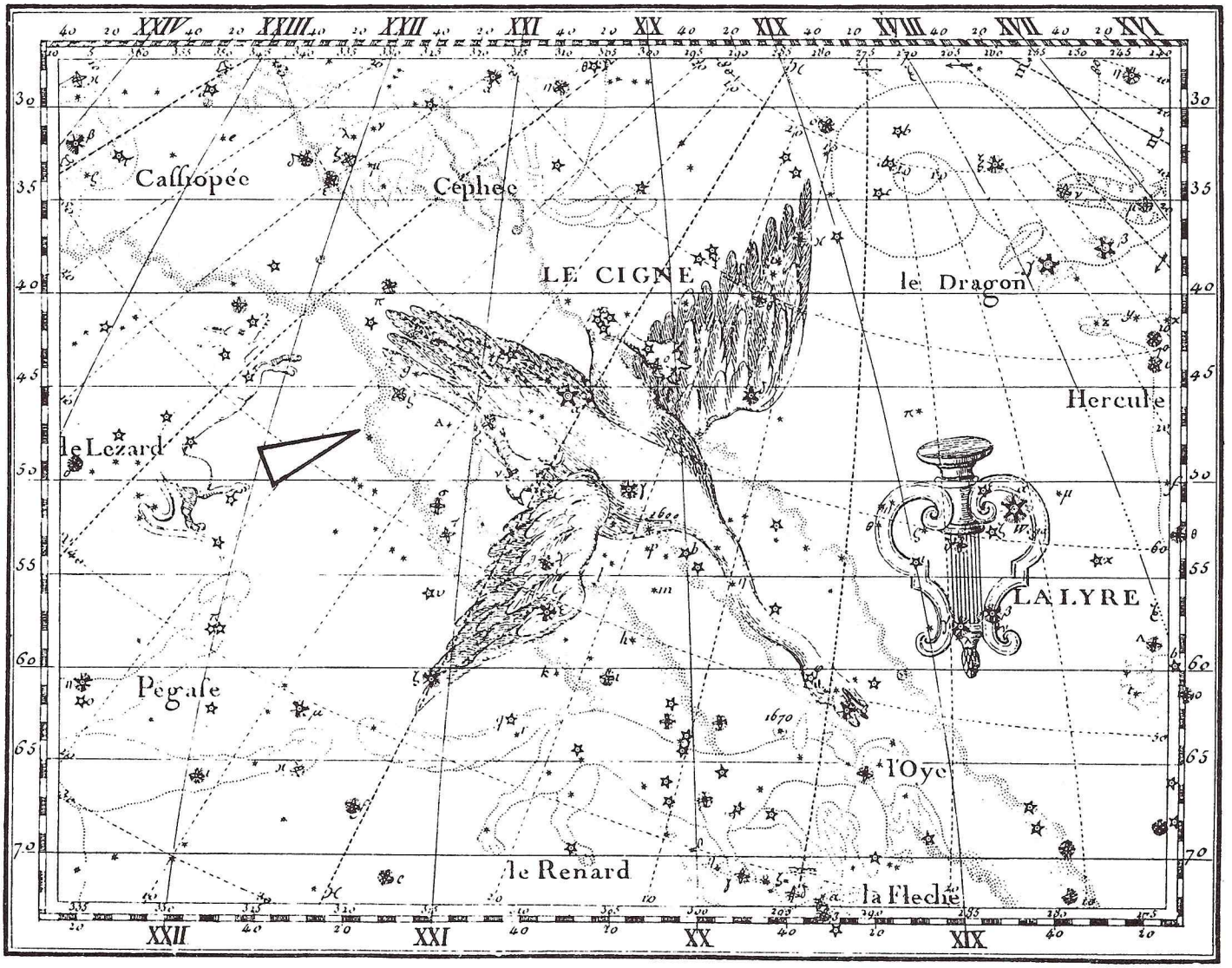
Miroslav Holub

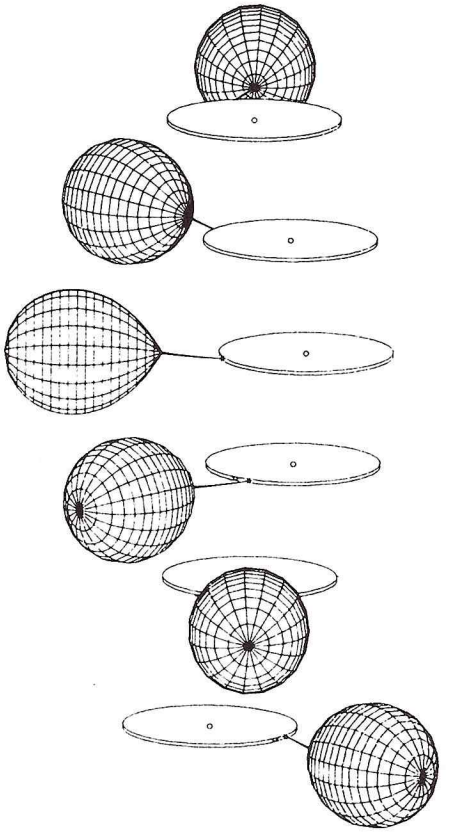
Premenné hviezdy s pomerne humorným názvom *trpasličie novy* nepatria u nás práve k najznámejším - hoci sa tým o veľa pripravujeme. Inde vo svete učarili stovkám amatérov výraznými zmenami jasnosti, častými a bez varovania, takže úkaz v sebe spája istotu krásneho zážitku s prekvapením. A pritom množstvo pozorovateľov ani netuší, že to, čo vidia počas zjasnenia v ďalekohľade, nie je hviezda, ale akrečný disk.

Hviezda z archívu

Dnešný večer som venoval najjasnejšej spomedzi trpasličích nov - **SS Cygni**, hoci štýlovejšie by bolo odložiť to o štyri roky. Vtedy si totiž budú zasvätení pripomínať presne sto rokov od momentu, keď si ju na platniach Harvardovho observatória povšimla Louisa D. Welsová[1]. Staršie fotoarchívy, žiaľ, nejestvujú, takže vtedajšie zjasnenie bolo prvé, o ktorom vieme. Ani jedno z ďalších však už astronómom neuniklo a dodnes ich bolo zaznamenaných niekoľko stovák. Najmä vďaka pozorovateľom americkej premenárskej organizácie AAVSO (založenej roku 1911 práve pri Harvardovej hvezdárni) je k dispozícii svetelná krivka SS Cygni, prakticky neprerušená od čias objavu[2]. Tento unikátny materiál analyzovalo množstvo autorov, z novších prác je najúplnejšia štatistická štúdia G. T. Batha a J. van Paradijsa[3], zahrňujúca odhady jasnosti až po rok 1979.

SS Cygni máva zväčša asi dvanástu





Kanonický model trpasličej novy, vytvorený v prvej polovici sedemdesiatych rokov, je dnes už skôr modelom idylickým, základné črty však zostávajú rovnaké. Hviezda zo spodnej časti hlavnej postupnosti (spektrálnej triedy G, K alebo M) vypĺňa svoj Rocheov lalok, takže plyn z nej tenkým prúdom vyteká k druhej zložke - bielemu trpaslíkovi. Okolo neho sa utvára rozsiahly, ale tenký akrečný disk - to, čo pozorujeme ako "erupcie" trpasličích nov, nie je zrejme nič iné ako prechodné zjasnenia. V mieste, kde sa plynný prúd stretá s okrajom disku, vzniká okrem toho tzv. žiarivá (alebo horúca) škvrna. Celá dvojhviezda je doslova vrecková, čo do veľkosti porovnateľná s priemerom Slnka, s obežnou dobou niekoľko hodín. Keby sme trpasličiu novu sledovali z podobnej perspektívy, akú ponúka obrázok, mohli by sme okrem zjasnenia disku pozorovať aj jeho zákryty hviezdou hlavnej postupnosti. To je prípad hviezd U Geminorum, Z Chamaeleontis či OY Carinae. Prevzaté z knihy Interacting Binary Stars, ed. J. E. Pringle a R. A. Wade, Cambridge University Press, 1985.

veľkosť (v priemere 11,8^m) a približne každých 50 dní prudko zjasnie asi o štyri magnitúdy. Zjasnenie sa nedá dopredu predpovedať, pretože tých 50 dní je iba priemerný interval, keď je premenná v minime; krajné hodnoty sú zatiaľ asi 20 - 100 dní. Bath a van Paradijs nakreslili aj graf početnosti zjasnení v závislosti od ich šírky (na úrovni 10^m). Ukázalo sa, že takéto rozdelenie má dve výrazné maximá okolo 7 - 8 a 15 dní, kým zjasnenia trvajúce 11 dní predstavujú zrejme akúsi hranicu a sú veľmi vzácne. Krátke a dlhé zjasnenia sa rady striedajú, ale ani to nie je železné pravidlo. V skutočnosti za tým-ktorým zjasnením nasleduje maximum druhého typu s pravdepodobnosťou 1,5-násobne väčšou, než by zodpovedalo náhodnému výberu. Analýzy svetelnej krivky SS Cygni ponúkajú aj množstvo ďalších závislostí - napr. medzi dĺžkou zjasnenia a následným trvaním stavu pokoja. Pravda, označovať takýto graf za takmer rovnomerne pokrytý bodmi štatisticky signifikantnej a navyše aj lineárnej závislosti, to je možné asi len v astronómii. Tam, kde nemáme nijakú šancu pripraviť si pokus tak, ako by nám to čo najviac vyhovovalo, musíme byť jednoducho vďační za to, čo poskytuje sama príroda.

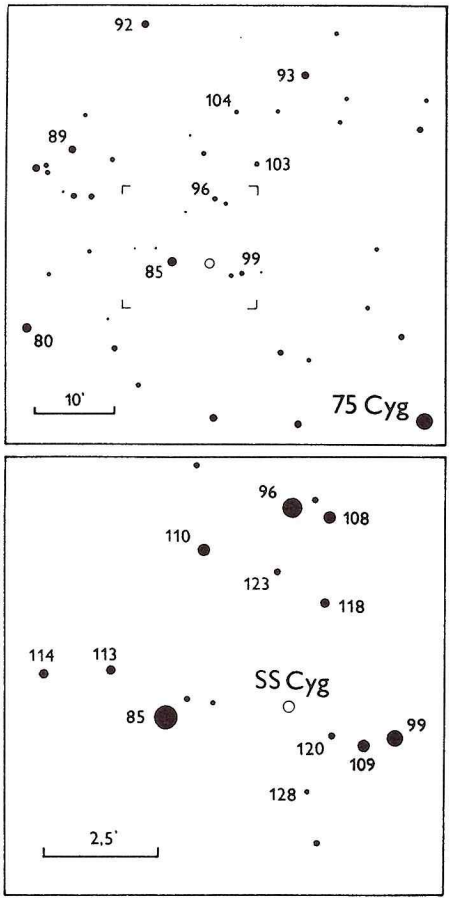
Trpasličia nova na škripci

Jeden z obrázkov ukazuje trojrozmerný model trpasličej novy, a to dokonca v rôznych fázach obežnej periódy. V zahraničných časopisoch by ste našli aj pútavejšie, farebné a umelecky stvárnené pohľady na interagujúce dvojhviezdy, najlepšie z povrchu ich vlastnej planéty. Málokedy sa však zdôrazní to, že ide iba o *model*, utvorený na základe analýzy svetla hviezdy, fyzikálnych predpokladov a astronomickej tradície (často v opačnom poradí).

Je zaujímavé, že s hypotézou o dvojhviezdnom charaktere SS Cygni prišiel už roku 1899, teda tri roky po jej objave, nemecký astronóm Ernst Hartwig. Súčasne je však príznačné, že vychádzal len zo zmien jasnosti, teda z čistej fotometrie - podobne ako na konci 18. storočia Pigott a Goodricke v prípade Algolu. Podľa Hartwigových predstáv mal sprievodca obiehať po veľmi výstrednej dráhe a vždy pri prechode periastrom vyvolať erupciu na povrchu hlavnej zložky.

Spoľahlivejší základ pre stavbu dvojhviezdneho modelu poskytla až spektroskopia. Ak sa zameriame na jednotlivé časti trpasličej novy (ako to predpokladá kanonický model), zistíme, že v prípade SS Cygni je najistejšia prítomnosť hviezdy hlavnej postupnosti. V tomto smere ide o trpasličiu novu netypickú, pretože práve táto zložka, prežiarená akrečným diskom, sa v spektre väčšiny z nich vôbec neprejavuje. Keď je však SS Cygni v minime, prispieva podstatnými 40 - 50 percentami k jej jasnosti. Meranie intenzít vybraných absorpčných čiar (M. F. Walker, 1981) ukazuje, že najpravdepodobnejšie patrí do spektrálnej triedy K5V. Taká hviezda má podľa empirických závislostí, publikovaných prednedávnom Petrom Harmancom, hmotnosť rovnajúcu sa 0,59 slnečnej hmotnosti, polomer 0,68 polomeru Slnka a efektívnu teplotu 4300 K. Druhá polovica svetla SS Cygni v minime sa sústreďuje predovšetkým v kontinuu, ktoré sa zosilňuje smerom ku kratším vlnovým dĺžkam, a preto zodpovedá zdroju (či už hviezde, alebo akrečnému disku), ktorý je podstatne teplejší. Najnápadnejšou črtou spektra sú však silné a pomerne široké emisné čiary vodíka a vápnika.

Nesporný dôkaz toho, že SS Cygni je fyzická dvojhviezda, podal Alfred H.



Blízke okolie najobľúbenejšej trpasličej novy, SS Cygni, s postupnosťou porovnávacích hviezd prevzatou z mapiek AAVSO (vizuálne hviezdne veľkosti v desatinách magnitúdy). Ak budete mať šťastie a už prvý večer uvidíte akrečný disk, teda premennú v zjasnení, použite hornú mapku, v opačnom (a pravdepodobnejšom) prípade druhý, podrobnejší stupeň. Sever je hore, východ vľavo.

Joy, keď roku 1956 zverejnil výsledky merania radiálnych rýchlostí[4]. Z nich vyplynulo, že emisné čiary sú spojené s druhou zložkou, ktorá rovnako ako hviezdy hlavnej postupnosti obieha po kruhovej dráhe okolo spoločného ťažiska. Nové merania prednedávnom[5] (pozri obr. na str. 22 vľavo hore) spresnili jednak dĺžku obežnej periódy ($6^h\ 36^m\ 11^s$), a jednak amplitúdu radiálnej rýchlosti pre absorpčné čiary (152 km.s^{-1}) a aj pre emisné čiary (96 km.s^{-1}).

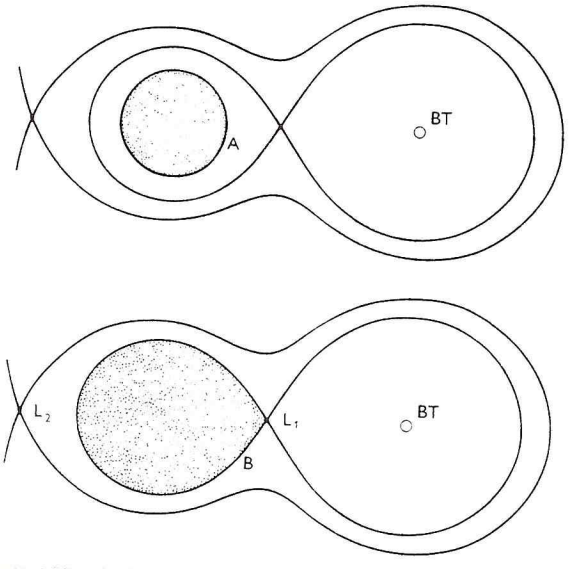
Pokúsme sa teraz zhrnúť, čo všetko sa z týchto údajov môžeme dozvedieť. Pomer amplitúd radiálnych rýchlostí, teda 1,58, je súčasne pomerom hmotností zložiek, pričom hviezda hlavnej postupnosti je ľahšia. Ak budeme predpokladať, že má spomínaných 0,59 slnečnej hmotnosti, dostaneme pre druhú zložku, nejako súvisiacu s emisnými čiarami, 0,39 hmotnosti Slnka. Na očakávaný typ tejto hviezdy je to neobvykle veľa (samotárski bieli trpaslíci mávajú okolo 0,6 hmotnosti Slnka), nuž ale obdobné a často ešte väčšie hmotnosti vychádzajú aj v prípade ostatných trpasličích nov.

Teraz, keď máme celkovú hmotnosť dvojhviezdy aj jej obežnú periódu, môžeme z tretieho Keplerovho zákona vyrátať

ZO ŽIVOTA skutočných dvojhviezd

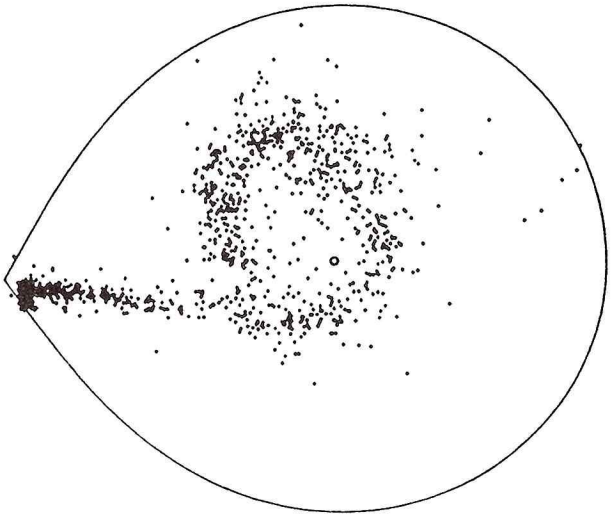
V takých tesných dvojhviezdach, akými sú trpasličie novy, sú zložky obmedzované prítomnosťou svojej partnerky nielen v pohybe, ale aj vo tvare a veľkosti. Vo všeobecnosti hviezda, ktorá je v rovnovážnom stave, vypĺňa svojou látkou to, čomu sa učene vraví ekvipotenciálna plocha. Povedané jednoduchšie - povrch plynnej hviezdy musí byť (podobne ako vodná hladina) kolmý na výslednicu všetkých gravitačných, prípadne aj odstredivých síl. Inak by plyn po povrchu tiekol z jedného miesta na druhé - ľudovo: dolu kopcom. Hladkých plôch, ktoré spĺňajú túto podmienku vo všetkých svojich bodoch, môžeme okolo hviezdy zrekonštruovať nekonečne veľa - podľa toho, ktorý bod si zvolíme za východiskový. Pre osamotenú hviezdu to sú sústredené guľové plochy, alebo - ak sa otáča okolo svojej osi - rotačné elipsoidy. Obidva tieto druhy ekvipotenciálnych plôch majú jednu spoločnú a na prvý pohľad samozrejmú vlastnosť. Keď sa od stredu hviezdy vo vybranom smere vzdialime o veľmi malý (dokonca o nekonečne malý) kúsok, zväčší sa plochou uzavretý objem len veľmi málo (nekonečne málo).

Pre zložku tesnej dvojhviezdy to platí iba vtedy, keď je dostatočne malá (A). Keby sa však hviezda *voči vzdialenosti zložiek* zväčšovala, či už v skutočnosti, alebo v našich predstavách, narazí na svojráznu ekvipotenciálnu plochu, na ktorej sa zväčšuje *skokom*, a to dramaticky. Pre pár s pomerom hmotností 1:2, zachytený na obrázku, sa dostupný objem odrazu zväčší asi triapolkrát. Nové priestory sú pritom s pôvodným objektom spojené len jediným bodom (L_1). Tejto hraničnej ploche sa vraví kritická Rocheova medza. To však ani zďaleka nevystihuje hĺbku premeny. Tu už nejde iba o zmenu, ale o stratu jej identity. Rocheova medza má tvar dvojitej kvapky (na obrázku je v reze obežnou rovinou, B), obklopujúcej *obidve* zložky.

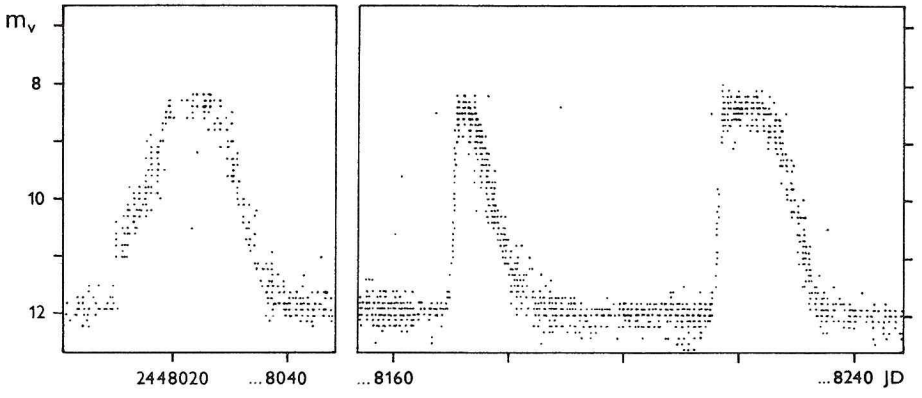


Úbohá hviezda sa však stoj čo stoj usiluje vyplniť už aj tak čudnú ekvipotenicálnu plochu, a preto jej plyn cez spojovací bod L_1 vyteká do prázdneho laloka sprievodcu. Ak by zložky dvojhviezdy boli schopné vyplniť spoločným úsilím obidva laloky (to je pravdepodobne prípad dvojhviezdy W UMa) a mali zálusk na objem ešte väčší, čaká ich nakoniec druhá kritická plocha vo tvare búrskeho orieška. Zmena dostupného objemu je potom ešte radikálnejšia než v prípade Rocheovej medze - plyn teraz dostáva k dispozícii celý vesmír. Bodom L_2 začína unikať z dvojhviezdy preč a nie je už nútený otáčať sa spolu s ňou.

To však nie je problém dvojhviezd typu SS Cygni, kde je druhý lalok prakticky prázdny, pretože v ňom sídli síce hmotná, ale naozaj trpasličia zložka. Plyn hviezdy hlavnej postupnosti do tohto priestoru vyteká podobne, ako keď na nádobe s plynom, vloženej do vákua, prepichnete stenu. Spočiatku má rýchlosť asi len 10-20 kilometrov za sekundu, to sa však rýchlo mení. Prúd plynu je urýchľovaný gravitačným poľom trpaslíka, súčasne ho však odkláňa sila, ktorá vzniká otáčaním celej dvojhviezdy v priestore. Povrch bieleho trpaslíka preto minie v pomerne veľkej vzdialenosti a začína ho obkrúcať v excentrických slučkách. Pek-



ne to ilustruje tento obrázok, výsledok počítačovej simulácie, keď bol plyn modelovaný množstvom jednotlivých, ale vzájomne sa ovplyvňujúcich častíc (G. T. Bath, 1989). Nakoniec sa vnútorné trenie (neveľmi jasnej fyzikálnej podstaty) postará o to, že zmätené plynné prúdy okolo bieleho trpaslíka sa vyrovnajú do spojitého kompaktného disku.



Jednotlivé typy zjasnenia SS Cygni podľa pozorovaní AAVSO (American Association of Variable Star Observers) roku 1990. Uprostred je príklad krátkeho zjasnenia (short outburst), keď šírka, meraná na úrovni 10 magnitúd, je najčastejšie 7 až 8 dní; vpravo je dlhé zjasnenie (long outburst), pre ktoré je najpravdepodobnejšia šírka 15 dní. Medzi obidvoma druhmi maxím so strmým vzostupom jasnosti však existuje, čo sa týka šírky, plynulý prechod, hoci zjasnenia strednej šírky sú menej časté. Okrem nich sa môžu objavovať aj zjasnenia anomálne (anomalous outburst), na obrázku vľavo, charakteristické svojím súmerným tvarom. Ani tým však nie sú vyčerpané všetky možnosti. Stáva sa i to, že zjasnenie nedosiahne ani zďaleka plnú amplitúdu. Celé série takých zakrpatených maxím sa v minulosti pozorovali napr. koncom zimy 1908 alebo na jar 1931.

aj chýbajúci parameter - vzdialenosť medzi stredmi zložiek. Je pozoruhodne malá - len 1,42 mil. km, čo je, mimochodom, takmer presne priemer Slnka.

Pomôžu gravitačné vlny?

Napokon môžeme z doterajších údajov vyvodiť aj veľkosť kritickej Rocheovej medze a porovnať ju s predpokladaným polomerom hviezdy hlavnej postupnosti. Ak v SS Cygni chceme mať akrečný disk, bolo by celkom príjemné, keby svoj lalok vypĺňala. Pri takomto porovnaní sa Rocheova medza často nahrádza guľou rovnakého objemu. Uvedenému polomeru zodpovedá guľa s polomerom 0,35 vzdialenosti stredov zložiek, to značí 1,05 polomeru hviezdy K5V. Na to, že zo všetkých vstupných hodnôt je vcelku zaručená len obežná doba, je to zhoda až podozrivo dobrá.

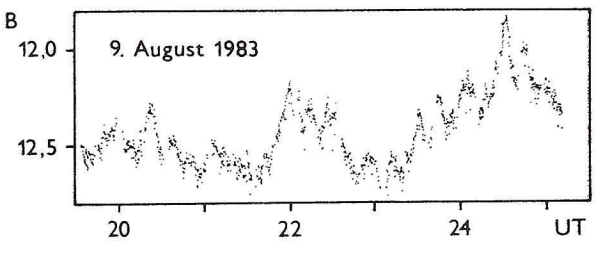
Zdalo by sa, že je všetko vyhraté, ale problémy sa ešte iba začínajú. Skutočnosť, že hviezda vypĺňa svoj Rocheov lalok, zaručuje odtekanie jej látky iba v danom okamihu (či v priebehu veľmi krátkeho času), kým sa nezbaví toho, čoho je v nej navyše. To, čo sa bude diať ďalej, závisí od mnohých okolností, ale práve u trpasličích nov sú vyhliadky pomerne mizivé. Hviezda hlavnej postupnosti sa zmenšovaniu hmotnosti prispôsobuje zmenšovaním svojho polomeru, kým jej Rocheov lalok sa, naopak, zväčšuje, keďže pri prenose látky z menej hmotnej zložky na zložku ťažšiu sa perióda dvojhviezdy predlžuje a vzdialenosť hviezd vzrastá. Pritekanie plynu do akrečného disku sa skončí prv, než sa začalo. Evolúcia hviezdy, určená jadrovými reakciami v jej vnútri nepomôže, pretože na hlavnej postupnosti sa polomer mení len nepatrne a príliš pomaly na to, aby sa mohol zabezpečiť potrebný tok látky (do laloka bieleho trpaslíka SS Cygni prúdi v stave pokoja 10^{12} - 10^{13} kilogramov za sekundu).

Obľúbené riešenie predstavovali svojho času gravitačné vlny, predpovedané Einsteinovou všeobecnou teóriou relativity. Dodnes sa ich nepodarilo zachytiť priamo, za jednoznačný, hoci nepriamy dôkaz ich existencie pokladajú astronómovia skracovanie obežnej periódy binárnych pulzarov. Zdrojom gravitačných vĺn by potom bezosporu boli aj dvojhviezdy typu trpasličích nov. Skracovanie obehu by malo za následok približovanie zložiek a čoraz tesnejší Rocheov lalok by hviezdu hlavnej postupnosti žmýkal ako citrón. Zdá sa však, že vyžarovanie gravitačných vĺn môže byť dostatočne účinné len v prípade trpasličích nov s periódou kratšou ako asi 4 hodiny.

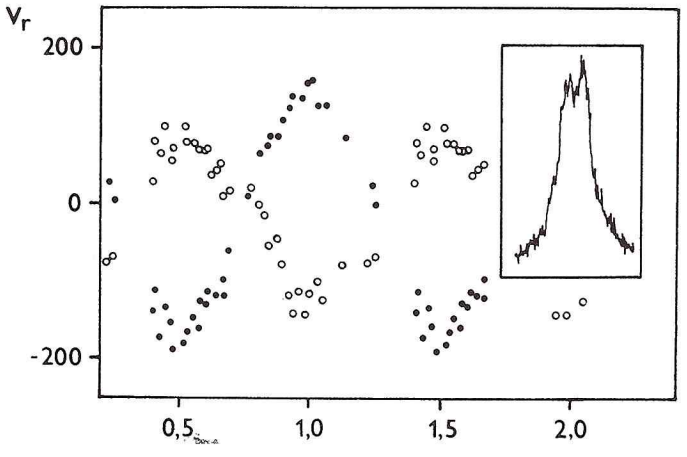
V súčasnosti je na výslní iný mechanizmus zmenšovania týchto vreckových dvojhviezd. Už dlhšie je známe, že hviezdy spektrálnej triedy G, ktoré sú na hlavnej postupnosti, rotujú tým pomalšie, čím sú staršie. V Plejádach (vek asi 70 miliónov rokov) majú rovníkovú rýchlosť asi 30 km.s^{-1}, naše Slnko (staré 4,7 mld rokov) ju má už iba 2 km.s^{-1}. Príčinou spomaľovania je pravdepodobne hviezdny vietor, ktorý sa do veľkej vzdialenosti pohybuje pozdĺž magnetických siločiar, rotujúcich spolu s hviezdou, a odnáša tak nielen látku, ale predovšetkým moment hybnosti. Rovnako by to malo fungovať aj u chladnejších hviezd hlavnej postupnosti, spektrálnych tried K a M. V trpasličích novách je taká hviezda slapovým pôsobením bieleho trpaslíka prinútená na viazanú rotáciu, a preto akékoľvek jej spomalenie vedie k urýchleniu obežného pohybu sprievodcu a k jeho priblíženiu[6].

Nepokojný akrečný disk

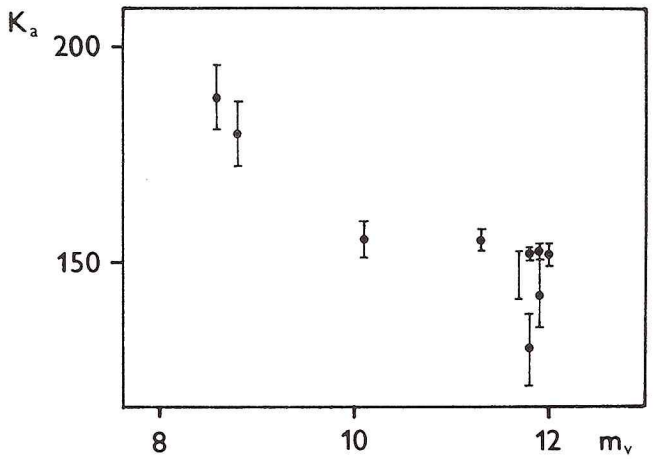
Nuž a teraz azda už nič neprekáža tomu, aby sme naše rozprávanie o trpasličích novách uzavreli tou najpodstatnejšou časťou. Ešte koncom sedemdesiatych rokov sa za príčinu zjasnení týchto premenných hviezd pokladali prudké termojadrové reakcie v plyne bohatom na vodík, ktorého na povrh bieleho trpaslíka pritekalo dostatočné množstvo. Napokon, v anglicky písanej literatúre sa pre prudký nárast jasnosti trpasličích nov dodnes používa termín outburst, výbuch. Podľa dnešných predstáv je zjasnenie SS Cygni zjasnením samotného disku, keď sa jeho maximálna teplota mení zhruba z 30 na 400 kelvinov. Akrečný disk je v stave pokoja nahrievaný na úkor potenciálnej gravitačnej energie látky, ktorá v ňom vďaka vnútornému treniu (o fyzikálnej podstate ktorého, bohužiaľ, nie je známe prakticky nič) pomaly špirálovito klesá až na po-



SS Cygni nie je pokojná ani v minime; fotoelektrické merania ukazujú, že svoju jasnosť mení ustavične. Rýchle zmeny hviezdnej veľkosti (či už v oblasti B, U, alebo V) o niekoľko desatín magnitúdy, zvané flickering, sa pokladajú za jeden z dôkazov prítomnosti akrečného d' ku. Podľa Alberta Brucha (1990).



Kľúčom otvárajúcim bránu poznania k trpasličím novám, bol objav ich binárnej podstaty. Samu SS Cygni ako dvojčiarovú spektroskopickú dvojhviezdu odhalil až roku 1956 Alfred H. Joy. Toto sú pomerne čerstvé údaje, ktoré spolu so svojimi kolegami získal Echevarrija (1989). S periódou asi 6^h 36^m okolo spoločného ťažiska obiehajú hviezda spektrálnej triedy K5V (radiálne rýchlosti určené z posunu absorpčných čiar v jej spektre predstavujú plné body) a "niečo", čo je zdrojom emisných čiar vodíka (prázdne krúžky), vápnika a iných prvkov. Bližší pohľad na vzhľad emisných čiar (vo výreze je profil čiary H_β) napovedá, že to "niečo" je zrejme akrečný disk.

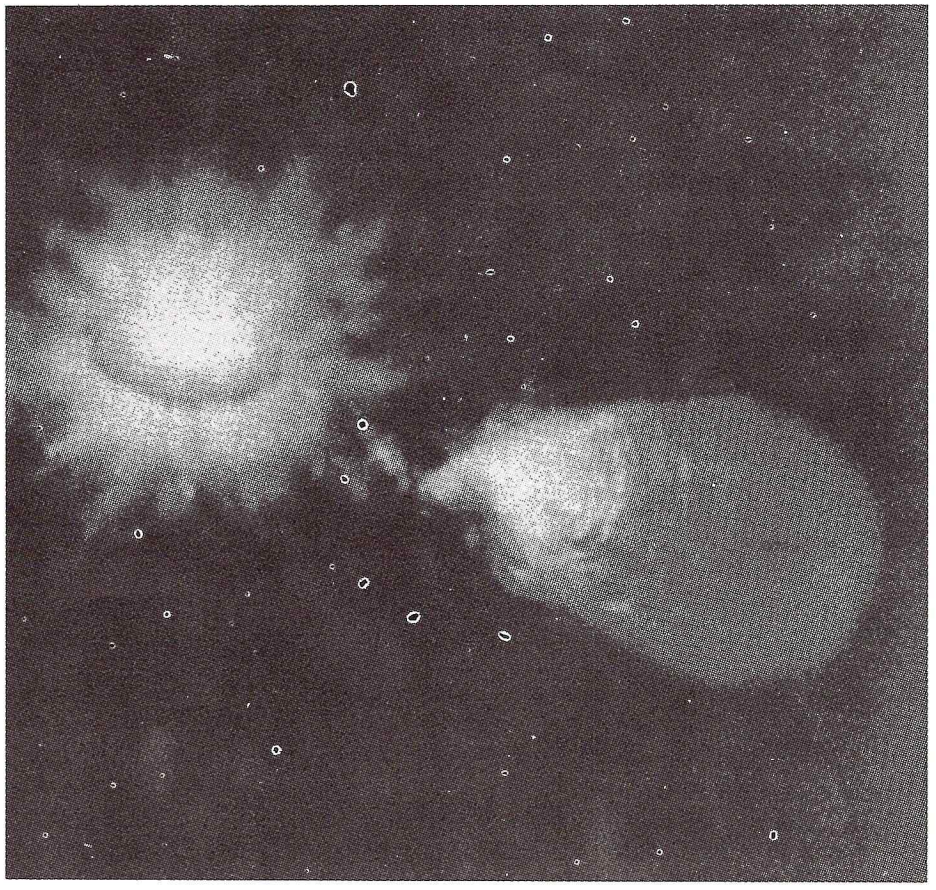


Astrofyzici, ktorí študujú spektroskopické dvojhviezdy, sú už pripravení na ich všakovaké vylomeniny. V prípade tesných párov môže krivku radiálnych rýchlostí sfalšovať prúd plynu medzi zložkami, v prípade zákrytových dvojhviezd rotácia tej zložky, ktorá sa práve ukrýva. SS Cygni má však vlastnú špecialitu. Pri zjasnení sa obežná rýchlosť hlavnej postupnosti zväčšuje až o štvrtinu, pričom perióda zostáva rovnaká. Vyzerá to dosť bláznivo, ale vysvetliť sa dá azda všetko. Ak odhliadneme od možných systémových chýb merania, mohol by podvod spočívať v nasledovnom. Radiálna rýchlosť hviezdy sa určuje z posunu absorpčných čiar, ktoré sú však výrazné iba v istom teplotnom rozmedzí. Keď sa akrečný disk začne zjavovať, nahrieva tú polovicu hviezdy, ktorá je k nemu privrátená, do tej miery, že tieto čiary z jej spektra miznú. Svetlo analyzované na určenie obežnej rýchlosti potom prichádza len z odvrátenej časti hviezdy, ktorá zostáva priaznivo chladná a ktorá okolo ťažiska hviezdy krúži rýchlejšie (J. Echevarrija a kol., 1989).

vrch bieleho trpaslíka. Do spektra SS Cygni v minime prispieva disk jednak modrým kontinuom, a jednak emisnými čiarami. Ich profil s dvojitým maximom je charakteristický práve pre akrečný disk, ktorého vonkajšie časti obiehajú okolo trpaslíka pomalšie než časti vnútorné. V maxime však vidieť v spektre iba žiarenie horúceho disku bez výrazných čiar a príspevok obidvoch hviezd je celkom zanedbateľný.

Doposiaľ nie je jasné, prečo sa akrečný disk zjasňuje, ale v podstate existujú dve teórie. Podľa jednej je zjasnenie disku odpoveď na náhle prechodné zvýšenie množstva látky, ktorá doň prichádza cez bod L_1 z hviezdy hlavnej postupnosti. Podľa druhej je prítok plynu do disku stály, sám disk je však v určitom teplotnom rozmedzí nestabilný a z času na čas v ňom samovoľne vzniká rozširujúca sa vlna zvýšenej teploty a hustoty. Koniec-koncov, nie je vylúčené ani to, že za jednu z najkrajších ozdôb letného neba vďačíme obidvom príčinám.

LEOŠ ONDRA



Aj takto by mohol vyzerať model dvojhviezdnej sústavy trpasličej novy SS Cygni, v ktorej akrečnom disku dochádza k náhlym zjasneniam.

Poznámky

[1] Harvard Cirkular No. 12, 1986.
[2] J. A. Mattei et al., AAVSO Monograph 1, 1985.
[3] Nature 305, 33, 1983.
[4] Astrophys. J. 124, 317, 1956.
[5] Mont. Not. R. astr. Soc. 240, 975, 1989.
[6] Astrophys. J. Suppl. Ser. 54, 443, 1984.

Obloha v kalendári

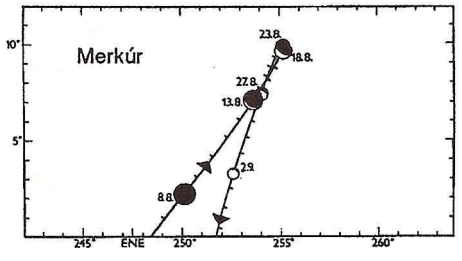
august september

Všetky časové údaje sú v SEČ

Obloha v auguste a v septembri bude prevažne v zajatí Mliečnej cesty. Planétky a planéty sa skryli do lúčov Slnka alebo sa túlajú vo veľkých južných šírkach, Perzeidám tento rok vyslovene nepraje Mesiac a jasné kométy sa z našej oblohy vytratili. O najväčšie vzrušenie sa preto počas posledných letných večerov a nocí budú usilovať objekty vzdialenejšie, hviezdy, hmloviny, či hviezdokopy. Nočná obloha však svoje nádherné rúcho neodkladá skoro nikdy, takže pozorovatelia si prídu na svoje aj v nasledujúcom období.

Planéty

Merkúr absolvuje kunjunkciu so Slnkom už začiatkom augusta a v jeho tretej dekáde už zaujme na rannej oblohe miesto Zorničky, pretože Venuša je stále veľmi blízko pri Slnku. Planéta bude v najväčšej západnej elongácii 21.8. o 3^h. Je to tohtoročná najvhodnejšia západná elongácia, pretože Merkúr je dostatočne vysoko nad Slnkom, vystúpi nad ekliptiku až o 6° vyššie ako naša hviezda. Nevýhodou tejto elongácie je skutočnosť, že prípadní pozorovatelia si budú musieť buď privstať, alebo vydržať hore až zhruba do pol piatej ráno. Zaujímavým úkazom bude v tejto elongácii konjunkcia planéty s Mesiacom, ktorý 27.8. prejde necelých 5° južne od planéty. Do hornej konjunkcie so Slnkom vstúpi planéta opäť 15.9., takže priaznivé podmienky na sledovanie Merkúra možno ohraničiť dátumami 10.8. a 1.9. Viditeľnosť planéty nad východoseverovýchodným obzorom o pol piatej ráno ukazuje pripojený graf.



Merkúr v najlepšej tohtoročnej západnej elongácii bude viditeľný o pol piatej ráno SEČ vyše 5° nad východoseverovýchodným obzorom od 10. augusta do 2. septembra.

Venuša bola 13.6. v hornej konjunkcii so Slnkom (pozri s. 33) a odvtedy sa nevie z jeho lúčov vymaniť natoľko, aby bola normálne pozorovateľná. Šanca na jej nájdenie voľným okom sa črtá od začiatku septembra, pomocou ďalekohľadu a tmavého filtra však bude vidieť (s obtiažami) počas celého obdobia. Správy o úspešnom pozorovaní uvítame. V plnej paráde ako Večernica by sa mala po prvýkrát Venuša predstaviť 28.9., keď vstúpi o 16^h do konjunkcie s Mesiacom, ktorý bude mať 52 hodín. Venuša sa bude nachádzať 4,1° severne, tento údaj však na jej nájdenie istotne potrebovať nebudete.

Mars sa pomaly blíži do opozície, ktorá nastane v januári 1993. Do 12.9. bude v súhvezdí Býka, potom sa presunie do Blížencov a pomaly na východ sa bude posúvať aj naďalej. Počas nasledujúcich dvoch mesiacov sa jasnosť planéty zvýši z +0,7 na $+0,3^m$, priemer jeho kotúčika dosiahne koncom septembra už 8 uhlových sekúnd. V tomto období bude mať planéta aj najmenšiu možnú fázu 0,87. Zaujímavá bude konjunkcia s Aldebaranom (α Tau), ktorý bude 11.8. skoro 5° južne od planéty. Dve konjunkcie s Mesiacom sú pomerne tesné, avšak v pre nás nevýhodnom čase. Platí to najmä o septembrovej, počas ktorej dokonca Mesiac túto planétu zakryje — pre nás však cez deň. Priblíženie oboch telies však budeme môcť sledovať ráno pred východom Slnka.

Jupiter bude 17.9. v konjunkcii so Slnkom a teda i najďalej od Zeme (6,442 a. j.). Najbližšie sa nám ukáže až v októbri na rannej oblohe.

Saturn naopak je pri Zemi najbližšie — opozíciu so Slnkom dosiahne už začiatkom augusta a 7.8. nás bude deliť vzdialenosť iba 8,881 a. j. V súhvezdí Kozorožca sa pohybuje už tretiu "sezónu", tentoraz dosiahne maximálnu jasnosť $+0,2^m$, priemer 16,5" a jeho prstence s rozmermi 42,3"×11,9" budeme opäť pozorovať zo severnej strany, teda v prevracajúcom ďalekohľade "zospodu". V auguste budú najvhodnejšie podmienky aj na sledovanie mesiačikov Saturna v najväčších elongáciách. Bližšie údaje nájdete napr. v Hvězdářské ročence 1992 na s. 104—106.

Urán a **Neptún** ako nerozlučnú dvojicu budeme môcť ako-tak sledovať v auguste a v septembri tento rok naposledy. Pohybujú sa v súhvezdí Strelca ako nazelenalé hviezdičky s jasnosťou $+5,7^m$ a $+7,9^m$. Počas nasledujúcich dvoch mesiacov absolvuje každá z planét dve tesné stretnutia s Mesiacom — také tesné, že Neptún bude 6.9. o 19^h našou obežnicou dokonca zakrytý, a tento úkaz bude môcť v prípade priaznivého počasia sledovať aj u nás. Ak máte fotometer, skúste namerať svetelnú krivku Neptúna počas zákrytu — môže to byť veľmi zaujímavé a cenné pozorovanie.

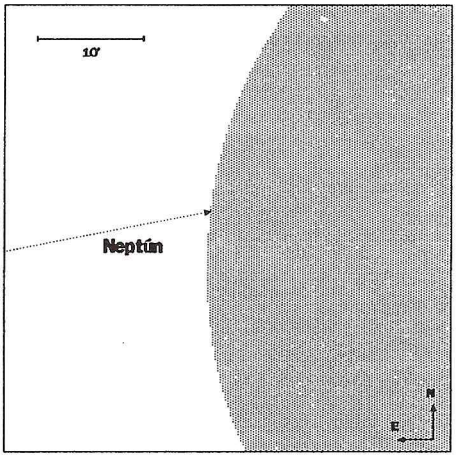
Pluto na rozhraní Váh a Hlavy Hada na večernej oblohe so svojou jasnosťou $+13,8^m$ už veľa vody nenamúti, kto by chcel, ten by ho však mohol zaznamenať aspoň na film. Na jeho obrázky z vašej dielne stále čakáme.

Planétky

Z jasnejších planétok dosiahne v nasledujúcich dvoch mesiacoch opozíciu iba **(68) Leto**, ktorá vo východnej časti súhvezdia Vodnára dosiahne okolo 7.9. najväčšiu jasnosť $+9,6^m$. Táto planétka sa však bude pohybovať iba nízko nad obzorom, podobne ako **(1) Ceres**, ktorá je v Kozorožcovi tak nízko, že jej efemeridu ani neuvádzame.

(2) Pallas		
dátum	$\alpha_{2000,0}$ h m	$\delta_{2000,0}$ ° '
1.8.	17 26,8,	20 16
6.8.	17 28,7	19 21
11.8.	17 25,1	18 25
16.8.	17 25,1	17 27
21.8.	17 25,5	16 29
26.8.	17 26,5	15 30
(3) Juno		
5.9.	5 30,1	11 11
10.9.	5 39,1	10 45
15.9.	5 47,7	10 14
20.9.	5 56,0	9 41
25.9.	6 03,8	9 06
30.9.	6 11,1	8 27
(68) Leto		
11.8.	23 27,4	-17 33
16.8.	23 24,8	-17 56
21.8.	23 21,6	-18 19
26.8.	23 17,9	-18 40
31.8.	23 13,8	-18 59
5.9.	23 09,4	-19 15
10.9.	23 05,0	-19 26
15.9.	23 00,7	-19 33
20.9.	22 56,7	-19 33
25.9.	22 53,0	-19 29
30.9.	22 49,9	-19 18

Druhá a tretia planétka, **(2) Pallas** a **(3) Juno**, si z opozícií v predchádzajúcich mesiacoch ešte udržali dostatočnú jasnosť. Juno



Zákryt Neptúna Mesiacom 6. septembra o 18^h54^m SEČ by mal trvať celých 18 sekúnd, pretože planéta, na rozdiel od hviezd, má merateľný uhlový rozmer, a to 2,2 oblúkovej sekundy. Majitelia fotoelektrických fotometrov sa môžu pokúsiť získať svetelnú krivku tohto zákrytu — fotometria v rôznych filtroch by snáď mohla doplniť predstavy o zložení atmosféry tejto planéty, ktorú nám umožnila vytvoriť si sonda Voyager 2 roku 1989.

je na rannej oblohe v Býkovi, odkiaľ prejde v polovici augusta do Oriónа, Pallas dokončuje kľučku v Herkulovi a koncom augusta prejde do Hadonosa. Na večernej oblohe v polovici septembra potom v tesnej blízkosti minie Ras Alhague (α Oph). Efemeridy troch nádejných planétok nájdete v tabuľke.

Kométy

Perihéliom prejde v auguste a v septembri až 8 očakávaných komét, sú to však skôr akési kométky, z ktorých niektoré ani nemusia astronómovia pri tohtoročnom návrate objaviť, tak sú slabé.

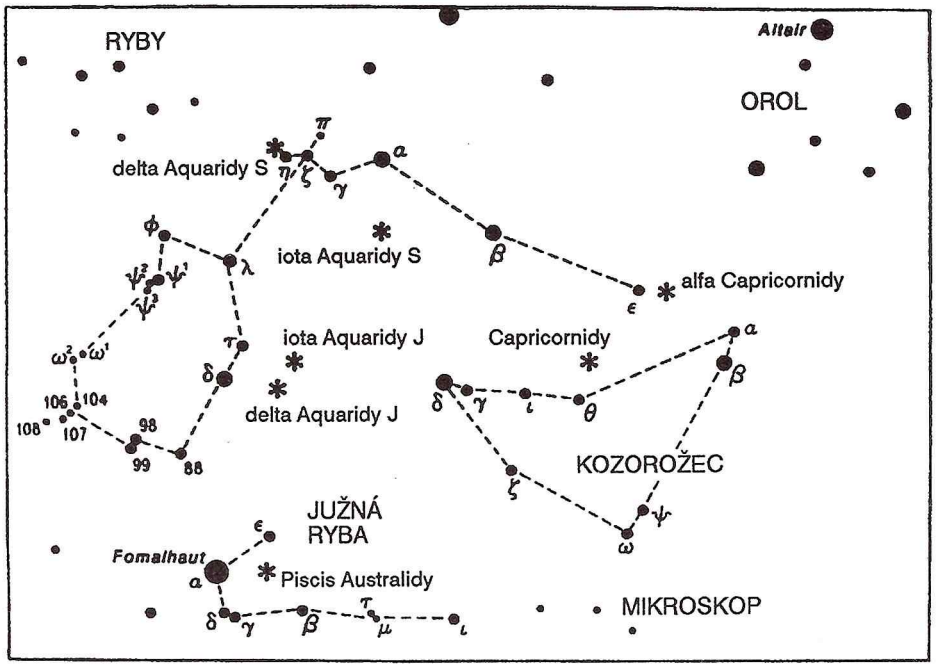
S prižmúrením oboch očí by sme tri z týchto objektov mohli vydávať za fotografické objekty. **P/Daniel** čakáme v perihéliu po 14. raz, 6-krát sa ju však vôbec nepodarilo nájsť. Po perihéliu 1.9. sa bude nachádzať v Blížencoch ako objekt ~14^m. O niečo jasnejšia by mohla byť kométa **P/Shuster**, ktorú čakáme po prvý raz. V polovici septembra sa bude premietať do blízkosti hviezdokopy M 35 v Blížencoch ako objekt ~12^m. Podobnú jasnosť dosiahne hádam aj kométa **P/Giclas**, ktorá robí v čase prechodu perihéliom (13.9.) sľučku v súhvezdí Býka. Efemeridy všetkých troch fotokomét nájdete v Astronomickej ročenke 1992 na stranách 121–125.

Nové kométy, ktoré by spestrili letnú ponuku, zatiaľ vo výhľade nie sú žiadne. Veríme však, že ešte do konca roka dáku Kométu (snáď práve P/Swift-Tuttle) uvidíme.

Meteory

Očakávané **Perzeidy** majú pre svoje show tento rok podmienky naozaj veľmi nepriaznivé. Maximum je 13.8. tesne pred obedom a Mesiac je skoro v splne. Napriek tomu treba tento roj pozorovať, nielen pre očakávaný návrat jeho materskej kométy, ale aj preto, že vlani japonskí pozorovatelia zaznamenali akýsi zhustok v ich prúde, podobný, ako sa pozoroval aj pred 130 rokmi v čase objavu kométy Swift-Tuttle.

Okrem tohto výdatného roja jasných zelenavých meteorov s častými stopami možno v auguste a v septembri pozorovať aktivitu aj niekoľkých ďalších pomerne výrazných rojov. Patria medzi ne najmä **Aquaridy** všetkého druhu, **Piscidy** a **Capricornidy**, ktoré sú



V oblasti súhvezdí Kozorožca, Vodnára a Južnej ryby tesne nad obzorom nachádzajú sa radianty hneď niekoľkých vetiev väčšiny letných meteorických rojov. Ich aktivita sa začína zväčša v polovici júla a končí až na začiatku októbra, kedy môžeme zbadať posledné meteory z týchto širokých, ale riedkych prúdov. Keďže aktivita väčšiny z nich je roztiahnutá do dlhšieho obdobia, býva pomerne ťažké určiť, ku ktorému z týchto rojov meteor vlastne patrí. Pomôcť by vám mala mapka, na ktorej nájdete väčšinu radiantov letných meteorických rojov.

akýmsi záverom sezóny letných rojov. Radianty týchto meteorických prúdov nájdete na pripojenom obrázku, kde uvádzame aj obdobie ich aktivity.

Zákryty

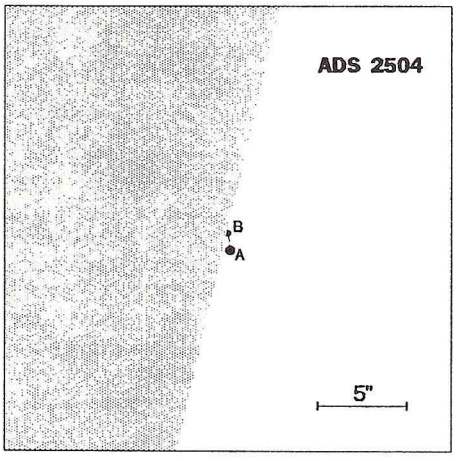
Planétky budú prechádzať popred jasnejšie hviezdy až v októbri, na programe je však už spomínaný zákryt Neptúna Mesiacom, ktorý začne zhruba (pre každého pozorovateľa inokedy) o 18^{h}54^m SEČ 6. septembra 1992. Všetky potrebné údaje môžete vyčítať z obrázka, upozorňujeme však, že na rozdiel od zákrytu hviezdy nebude tento úkaz okamžitý, ale bude trvať pár zlomkov sekúnd, pretože kotúčik planéty zaberá na oblohe určitý nenulový priemer.

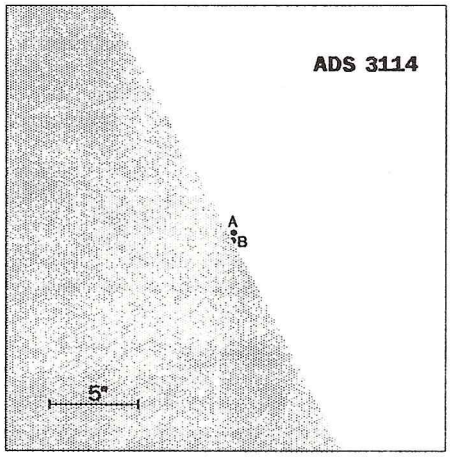
Zo zákrytov troch jasnejších dvojhviezd Mesiacom sú zaujímavé najmä druhé dva, kde sú vzdialenosti zložiek dosť malé a ich jasnosti dosť blízke na to, aby bol pekne registrovateľný skok v jasnosti objektu. V oboch prípadoch sa jedná o výstup spoza neosvetlenej strany Mesiaca, geometrické podmienky sú zreteľné pri pohľade na obrázky, na ktorých je situácia uprostred zákrytov verne zachytená.

Mesiac zakryje v priebehu dvoch nasledujúcich mesiacov aj dve hviezdy jasnejšie ako 5 magnitúd. Bližšie údaje o týchto úkazoch nájdete v Kalendári úkazov.

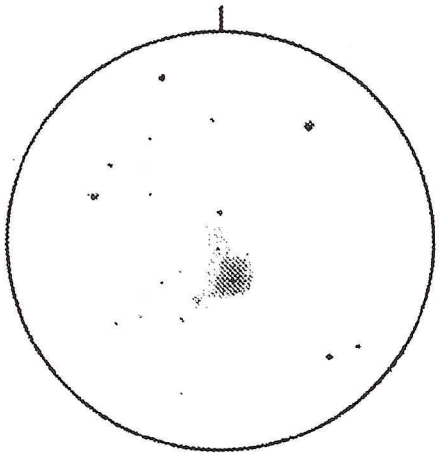
Premenné hviezdy

Maximá jasnosti jedenástich dlhoperiodických premenných sú zaujímavé najmä tým, že celkom presne nepoznáme ani ich presný okamžik, ani hodnotu najväčšej jasnosti, akú hviezda v maxime dosiahne. Práve pre túto neistotu je pozorovanie takýchto objektov zaujímavé, zaujímavejšie, ako pozorovanie





Dva skvostné výstupy dvojhviezd spoza neosvetlenej časti Mesiaca budeme môcť sledovať v rozpätí necelých 24 hodín 21. a 22.8. Dvojhviezda ADS 2504 vystúpi ako prvá dve hodiny po polnoci. Jej zložky majú jasnosť +7,6 a +8,3 magnitúd, čo dáva zdanlivú jasnosť jednoduchej hviezdy +7,4^m. Budeme teda sledovať krátke bliknutie, keď sa ako prvá zjaví jasnejšia zložka, ktorá o malý okamžik neskôr ešte zjasnie o 0,2^m. V druhom prípade bude svetelný skok priekaznejší, pretože najprv vystúpi A-zložka (+8,2^m) a hneď za ňou zložka B (+8,3^m), čo sa prejaví zvýšením celkovej jasnosti na +7,5 magnitúd. Skok v jasnosti bude teda oveľa zreteľnejší, o ľahko registrovateľných 0,8^m.



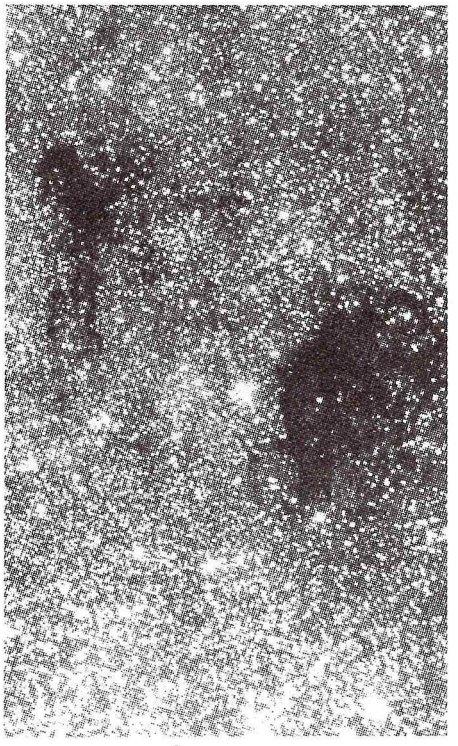
Kresba hmloviny M 20 pomocou delostreleckého binaru. Veľkosť zorného poľa asi 1 stupeň, sever je hore, západ vpravo. Kreslil J. Dušek na hvezdárni v Roztokách.

zákrytových premenných hviezd či cefeíd. Tieto hviezdy však majú iné zvláštnosti a špecifiká, kde práve odchýľka od nalinkovaného programu signalizuje čosi zaujímavé. Údaje o spomínaných hviezdach nájdete v Kalendári úkazov, pripomíname len, že **R And**, ktorá dosiahne maximum svojej jasnosti koncom augusta, patrí do programu Dlhoperiodické premenné hviezdy, ktorý vedie Igor Kudzej z Humenného.

Nočná obloha

Hoci sa to nezdá, pozorovanie Mliečnej cesty bez ďalekohľadu , teda pokus o jej slovný popis či kresbu, je jednou z najťažších úloh pre pozorovateľa deep-sky. Na ničím nerušenej oblohe totiž rýchlo zistíte, že to nie je iba jednoliata žiara s niekoľko málo výbežkami, ako by sa mohlo zdať pri pohľade do hviezdnych atlasov a na niektoré fotografie, ale naopak komplikovaný útvar s tmavými a svetlými oblasťami a zálivmi. Z tých najnápadnejších môžeme menovať **Pytel uhlia**, nachádzajúci sa severne od alfa Cygni ako záliv, zasahujúci do Mliečnej cesty na jej západnom okraji, **Rybu na mise** u éty toho istého súhvezdia, **Veľkú trhlinu** tiahnucu sa od Deneba východne od gamma Cygni smerom k súhvezdiu Šípa, alebo už menej známu tmavú hmlovinu (viditeľnú predovšetkým na fotografiách) **Kôň**, ktorý sa nachádza na pomedzí súhvezdí Strelca a Hadonosa. Zo svetlých hmlovín je to predovšetkým **Severná Amerika** (NGC 7000) východne od alfa Cygni, oblak v Štíte, nápadný hviezdny oblak **M 24** asi dva stupne severne od mí Strelca, prípadne iné oblaky v tomto súhvezdí.

Vráťme sa teraz k objektu, ktorý má v Messierovom katalógu číslo 24. Ten bol dlhý čas stotožňovaný s kopou **NGC 6603**. Vzhľad tejto nenápadnej kopy však nezodpovedá Messierovmu popisu — hviezdokopa blízko konca Strelcovho luku, v Mliečnej ceste, veľká hmlovina, v ktorej je veľa hviezd rôznych veľkostí; svetlo, ktoré je rozprestrené v tejto kope, je rozdelené na viacero častí.



Tmavé hmloviny B 92 a B 93.

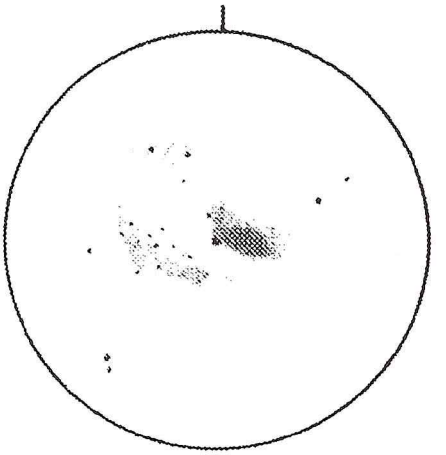
Zamierne však na M 24 Somet binar 25×100. V ňom uvidíme ostro ohraničený hviezdny oblak zaberajúci temer celé zorné pole. Priamo v ňom zbadáme onú nevýraznú otvorenú hviezdokopu NGC 6603. Ak sa však pozrieme na okraj hviezdneho oblaku západne od hviezdokopy, nájdeme tu dve malé oblasti celkom bez hviezd — tmavé hmloviny **Barnard 93** (vľavo) a **92**. Práve v tomto smere sa totiž nachádzajú dva z mnohých ničím neosvetľovaných alebo neohrievaných oblakov prachu a plynu, ktoré nám zakrývajú výhľad do vzdialenejších hviezdnych diaľav.

Súhvezdie Strelca je vôbec nepreberným zdrojom svetlých a tmavých hmlovín. Pozrime si len tie najznámejšie.

Asi stupeň juhovýchodne od 4 Sgr sa nachádza aj voľným okom viditeľná hmlovina **M 8**, nazývaná **Lagúna**. Už Sb 25×100 odhalí, že ju tmavé hmoviny rozdeľujú na tri časti, z ktorých najjasnejšia leží západne od 9 Sgr. Ak namierime do týchto miest ďalekohľad väčší, môže sa nám podariť uvidieť aj akési "jadro" hmloviny, nazývané podľa svojho tvaru **Presýpacie hodiny**. Ďalekohľad to však musí byť naozaj veľký — autor týchto riadkov videl pomocou 25 cm Cassegrainu pri zväčšení asi 150× iba akúsi oválnu hrudku.

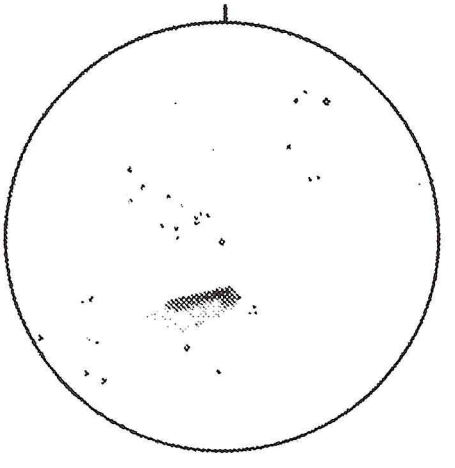
Nad lagúnou nájdeme hmlovinu **Trifid (M 20**, NGC 6514), známu predovšetkým z fotografií. Tá je vďaka tmavej hmlovine **B 85** rozdelená na dve časti. Severnú slabšiu predstavuje reflexná prachová hmlovina (na farebných fotografiách modrá), výrazná južná časť je oblak ionizovaného vodíka (červená).

Oveľa severnejšie, až na hraniciach so Štítom, je ďalšia hmlovina, **M 17** (NGC 6618), nazývaná v anglicky hovoriacich krajinách **Swan nebula**. Jej tvar prirovnávajú rôzni pozorovatelia k rôznym pozemským predmetom — kovadline, topánke hore nohami, pištoli... Podľa autora vyzerá nasledovne: širšia a jasnejšia je pri západnom okraji, kde sa nachádza aj hviezda asi 9. veľkosti. Nad hmlovinou je potom vidieť i desať až dvadsať roz-



Lagúna (M 8) v Somete 25×100, zorné pole 1°, sever hore, západ vpravo. Autor J. Dušek, Roztoky.

trúsených hviezd. Blízka hviezda asi 6. veľkosti, ležiaca severozápadným smerom, má naoranžovelý odtieň.



Hmlovina M 17 podľa vzhľadu v Sb 25×100, zorné pole asi 2 stupne, sever hore, západ vpravo. Kreslil J. Dušek v Roztokách začiatkom júla 1992.

Týmto by sme výpočet svetlých a tmavých hmlovín mohli ukončiť. Neznamená to však, že sa nie je na čo pozerať. Z tých tmavých by sme mohli ďalej menovať hmloviny v okolí M 11, prípadne delta Aquilae, zo svetlých potom komplexy v okoli gamma Cygni, IC 6146 (aj s tmavou hmlovinou), IC 1396 blízo Granátovej hviezdy, NGC 6820 v Líštičke, NGC 281 v Kasiopeji, NGC 7023 v... Upozorňujeme však, že pri pozorovaní hmlovín je potrebná veľká sebakritičnosť. Najlepším spôsobom je najskôr nakresliť to, čo vidíme (buď hmlinku, alebo "tmu", resp. hviezdne okolie) a potom kresbu skonfrontovať s fotografiou, poprípade s kresbou iného pozorovateľa. Na vaše pozorovania sa tešíme v rubrike Album pozorovateľa.

Roman Piffl, Jiří Dušek

Kalendár úkazov

dátum	čas	úkaz
4.8.		maximum aktivity meteorického roja ι **Aquaridy J**
7.8.	1^h04^m	minimum β **Per** (A=2,13−3,40 mag., P=2,86732442^d)
7.8.	11^h	**Saturn** v opozícii so Slnkom
7.8.	14^h	**Saturn** najbližšie pri Zemi, 8,881 a. j.
7.8.		maximum **R CVn** (A=6,5−12,9 mag., P=329^d)
7.8.		maximum **R Cam** (A=7,0−14,4 mag., P=270^d)
10.8.	11^h	**Urán** v konjunkcii s Mesiacom, Urán 1,8° južne
10.8.	15^h	**Neptún** v konjunkcii s Mesiacom, Neptún 0,8° južne
10.8.		maximum **T Hya** (A=6,7−13,5 mag., P=299^d)
11.8.	ráno	priblíženie **Marsa** a Aldebarana, α Tau 4,9° južne
12.8.		maximum aktivity meteorického roja δ **Aquaridy S**
12.8.	22^h05^m	minimum δ **Cep** (A=3,48−4,37 mag., P=5,366341^d)
13.8.	2^h	**Saturn** v konjunkcii s Mesiacom, Saturn 5,0° južne
13.8.	11^h	maximum aktivity meteorického roja **Perzeidy**
13.8.	11^h27^m	**spln** Mesiaca
13.8.		maximum **W Lyr** (A=7,3−13,3 mag., P=198^d)
19.8.		maximum aktivity meteorického roja ι **Aquaridy S**
21.8.	1^h57^m	výstup dvojhviezdy **ADS 2504** (A=7,6^m, B=8,3^m, AB 98° 1,0") spoza Mesiaca
21.8.	3^h	**Merkúr** v najväčšej západnej elongácii od Slnka (18°)
22.8.	0^h59^m	výstup dvojhviezdy **ADS 3114** (A=8,2^m, B=8,3^m, AB 264° 0,4") spoza Mesiaca
22.8.	4^h01^m	zákryt hviezdy **68** υ **Tau** (+4,29^m) Mesiacom
22.8.	4^h53^m	výstup hviezdy **68** υ **Tau** (+4,29^m) spoza Mesiaca
22.8.	22^h	**Mars** v konjunkcii s Mesiacom, Mars 1,4° južne
23.8.		maximum **R Aql** (A=5,5−12,0 mag., P=284^d)
25.8.		maximum **R Cyg** (A=6,1−14,4 mag., P=426^d)
27.8.	2^h47^m	minimum β **Per**
27.8.	ráno	priblíženie **Merkúra** a Mesiaca, Mesiac 5° južne
28.8.	3^h42^m	**nov** Mesiaca
28.8.		maximum **R Peg** (A=8,1−14,8 mag., P=378^d)
29.8.	0^h27^m	minimum δ **Cep**
29.8.	23^h36^m	minimum β **Per**
31.8.		maximum aktivity meteorického roja α **Aurigidy**
31.8.		maximum **R And** (A=5,6−14,9 mag., P=409^d)
1.9.		kométa **P/Daniel** v perihéliu (max. +14,2^m)
3.9.		maximum **R Vir** (A=6,2−12,1 mag., P=146^d)
6.9.	16^h	**Urán** v konjunkcii s Mesiacom, Urán 1,9° južne
6.9.	18^h54^m	**Neptún** v konjunkcii s Mesiacom, zákryt planéty
6.9.		kométa **P/Shuster** v perihéliu (max. +12,4^m)
7.9.		planétka **(68) Leto** v opozícii so Slnkom (max. +9,6^m)
7.9.	23^h20^m	minimum η **Aql** (A=3,48−4,39 mag., P=7,176641^d)
8.9.		maximum **R Gem** (A=6,0−14,0 mag., P=370^d)
9.9.	4^h	**Saturn** v konjunkcii s Mesiacom, Saturn 4,9° južne
12.9.	3^h17^m	**spln** Mesiaca
13.9.		kométa **P/Giclas** v perihéliu (max. +12,2^m)
14.9.	2^h50^m	minimum δ **Cep**
16.9.	4^h29^m	minimum β **Per**
17.9.	19^h	**Jupiter** v konjunkcii so Slnkom
19.9.	1^h18^m	minimum β **Per**
20.9.	ráno	priblíženie **Marsa** a Mesiaca, Mars 0,9° severne
21.9.	2^h15^m	zákryt hviezdy **43** ζ **Gem** (+3,79^m) Mesiacom
21.9.	3^h17^m	výstup hviezdy **43** ζ **Gem** (+3,79^m) spoza Mesiaca
21.9.	22^h07^m	minimum β **Per**
22.9.	19^h42^m	Slnko vstupuje do znamenia Váh, **jesenná rovnodennosť**, začiatok astronomickej jesene
23.9.		maximum aktivity meteorického roja **Piscidy**
24.9.	20^h15^m	minimum δ **Cep**
24.9.		maximum **S Vir** (A=6,3−13,2 mag., P=378^d)
26.9.	11^h41^m	**nov** Mesiaca
27.9.	3^h	zmena LSEČ na **SEČ** (SEČ=LSEČ−1^h)
28.9.	16^h	**Venuša** v konjunkcii s Mesiacom, Venuša 4,1° severne
30.9.	5^h12^m	minimum δ **Cep**

Hvězdárna (už zase) v Pardubicích

Když roku 1895 ustavil baron Artur Kraus svůj první hvězdářský dalekohled na věži pardubického zámku, nikdo z tehdejších 15 tisíc obyvatel města nevěřil, že nejde jen o dočasný rozmar podivínského barona, který chtěl být ve všem první.

Artur Kraus ale zůstal astronomii věrný a propagoval ji mezi širokými lidovými vrstvami. V roce 1912 založil v Pardubicích lidovou hvězdárnu, kterou umístil do svého domu "Na staré poště" na dnešní třídě Míru. Pro hvězdárnu pořídil velký refraktor, později i třípalcový montovaný dalekohled a hvězdárnu vybavil řadou pomocných zařízení, mimo jiné i přístroji na astronomické určování času. Hvězdárna byla volně přístupna a vedle popularizování astronomie měla i vyhraněný observační program – pozorování sluneční činnosti, zvláště skvrn a protuberancí, kvůli kterým baron zaopatřil protuberanční spektroskop.

Po Krausově smrti roku 1930 hvězdárna zanikla. Astronomické přístroje získala odkazem Československá astronomická společnost v Praze, část knihovny Lidová hvězdárna v Hradci Králové a část Východočeské muzeum v Pardubicích, kde jsou i astronomické diáře této hvězdárny.

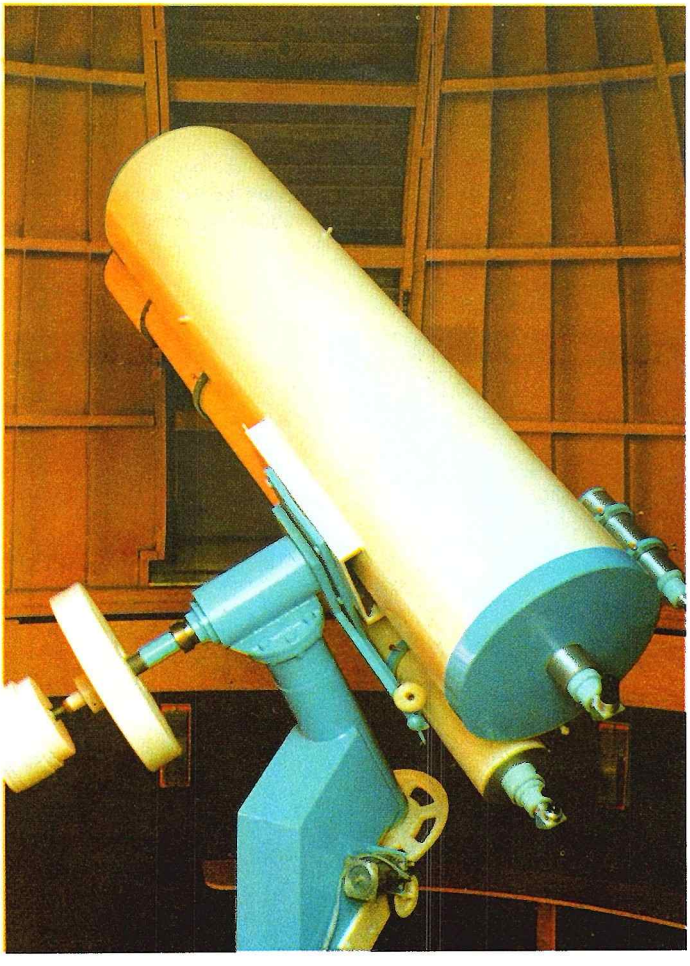
Pardubice bez hvězdárny přežily až do 7. dubna 1992, kdy byla nejen pro astronomické kroužky a kluby, ale i pro širokou veřejnost otevřena v Domě dětí a mládeže DELTA, ve Stanici mladých techniků a přírodovědců **"Hvězdárna barona Artura Krause".**

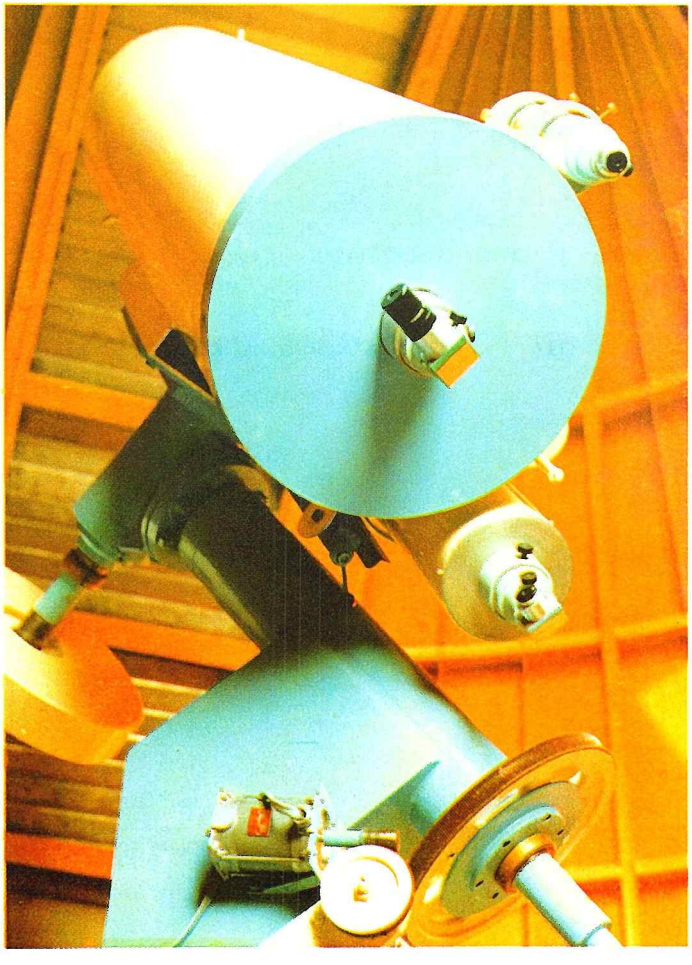
Dům dětí a mládeže i s kopulí o průměru 6 metrů byl dostavěn již v roce 1988, chyběl však dalekohled, na který nebyly peníze. Nakonec se místní amatéři rozhodli postavit dalekohled vlastní. Zakázku na optiku dalekohledu přijal Jiří Drbohlav.

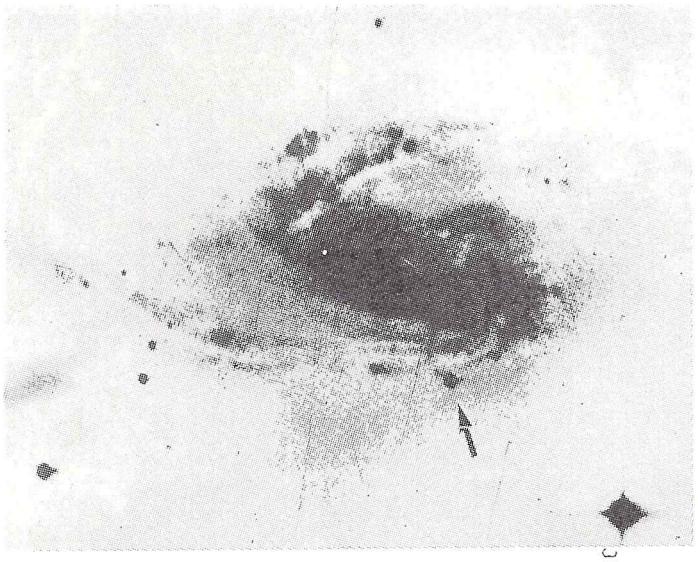
Výsledek jeho i naší práce je výjimečný. Hlavním přístrojem hvězdárny je Cassegrain s průměrem zrcadla 420 mm a ohniskovou vzdáleností 5600 mm. Je určen hlavně ke kreslení a fotografii Měsíce a planet. Na německé paralaktické montáži s hodinovým strojem je umístěn i refraktor 150/2200, který bude užíván k vedení velkého dalekohledu jako pointér, ale i k pozorování dvojhvězd, zákrytů, zatmění a k projekci Slunce. Hledáček má široké zorné pole a zvětšení 15×. K příslušenství dalekohledu patří komory s příslušnými redukcemi pro fotografii oblohy, Měsíce a planet. Pohyb montáže i kopule zajišťují krokové motory, ovládané přímo od dalekohledu.

Jestli máte cestu kolem a chcete se k nám přijít podívat, máme otevřeno pravidelně každý čtvrtek od 20 do 22 hod., ale i mimořádně při zajímavých úkazech.

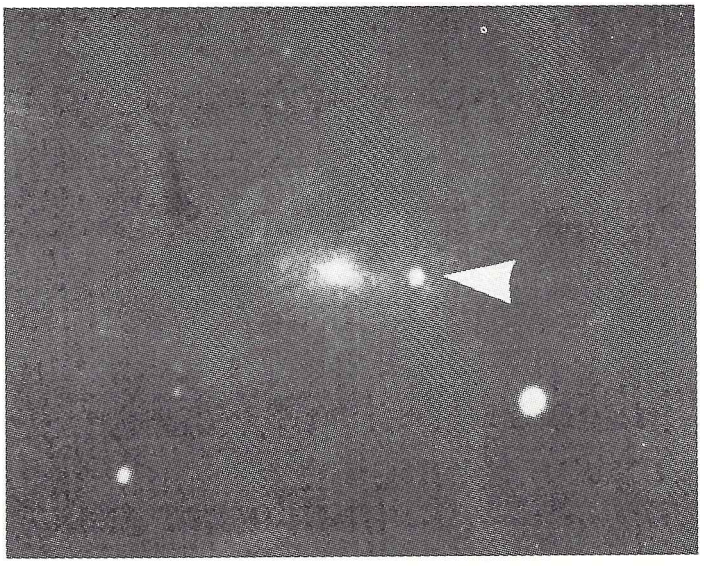
Bohumil Ruprecht



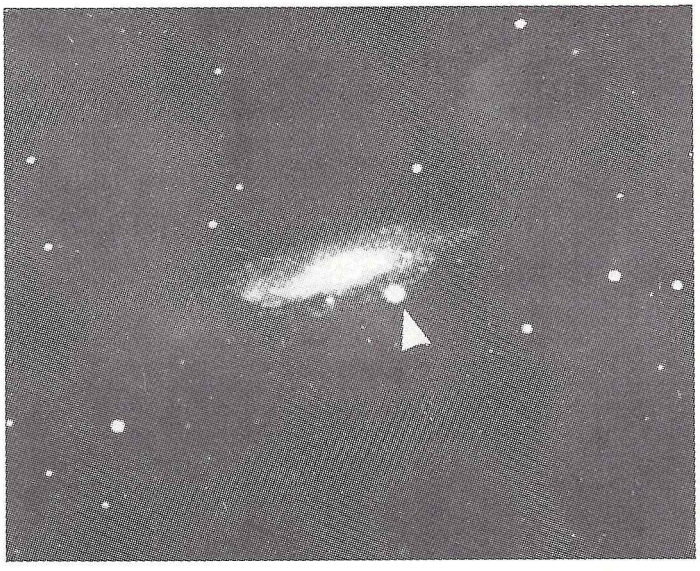




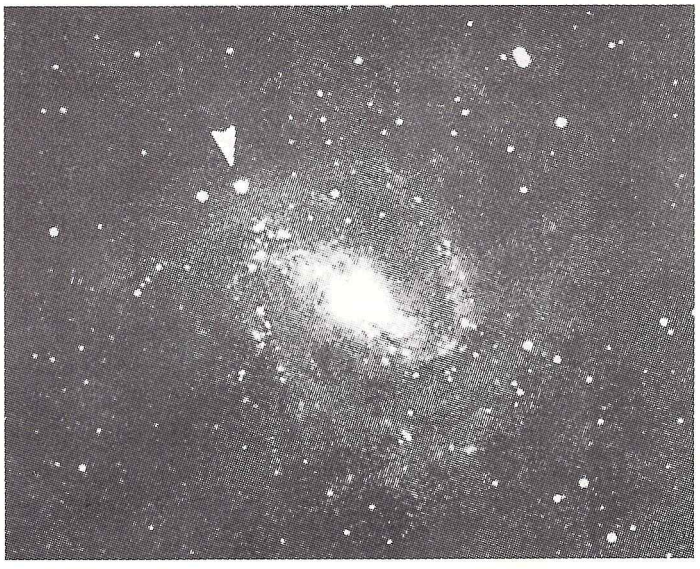
Supernova 1973R v NGC 3627 (M 66), obj. Leonida Rosino, +15,5^{m} v maxime (B filter).



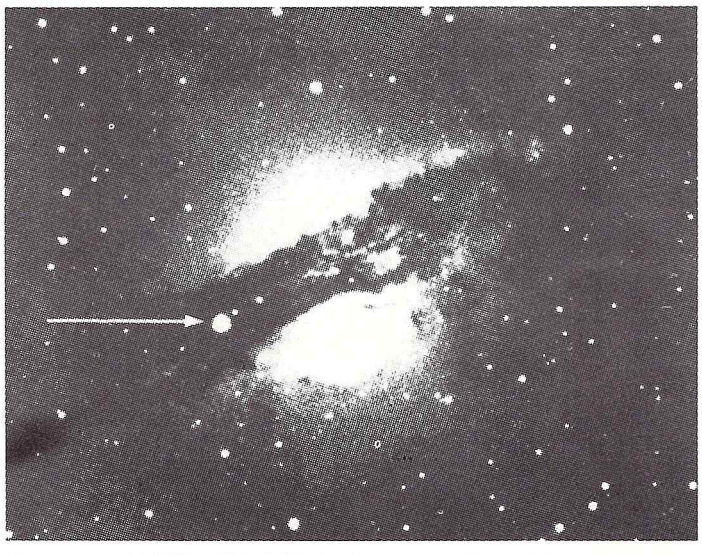
Supernova 1989B v NGC 3627 (M 66), obj. Robert Evans, +11,8^{m} v čase objavu (vizuálne).



Supernova 1991T v NGC 4527 (Vir), obj. Stephen Knight, +15,0^{m} v čase objavu, +11,2^{m} v maxime (vizuálne).



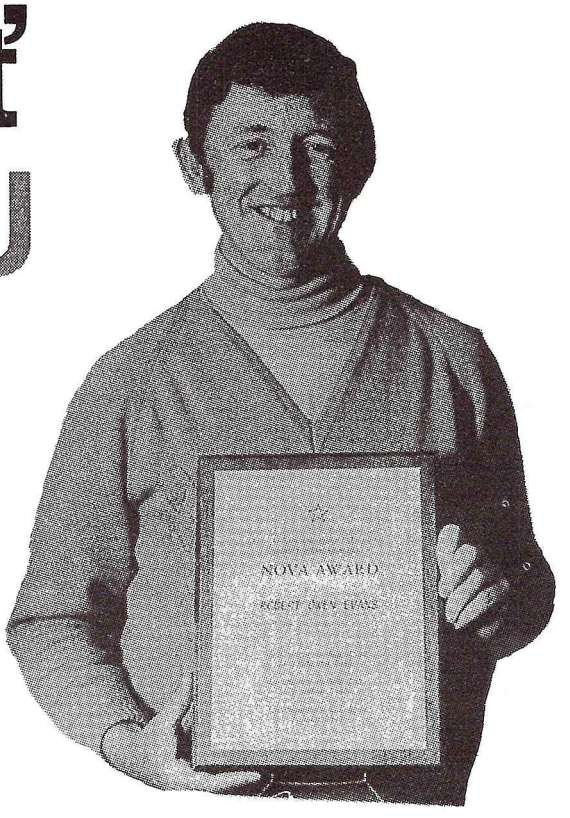
Supernova 1983N v NGC 5236 (M 83), obj. Robert Evans, +11,5^{m} v čase objavu (vizuálne).



Supernova 1986G v NGC 5218 (Centaurus A), obj. Robert Evans, +11,4^{m} v čase objavu (vizuálne).

Supernova 1979C v NGC 4321 (M 100), obj. Gus Johnson, +11,1^{m} v maxime (B filter).

Ako objaviť SUPERNOVU



Astronómia prešla v posledných desaťročiach radikálnymi transformáciami. Využitie elektronických systémov na zber, spracovanie a katalogizáciu dát posunulo túto vednú disciplínu ďaleko dopredu. Medzi CCD, aktívnou optikou, interferometriou a ďalšími technickými zázrakmi sa postava astronóma amatéra, vyzbrojeného iba vlastnými očami a malým ďalekohľadom, urputne hľadajúceho stále niečo nové, doposiaľ nevídané, môže javiť ako absurdný anachronizmus. A predsa, takíto jednotlivci, úspešní v pomyselnom súboji so zdanlivo silnejším protivníkom, stále jestvujú a - vyhrávajú!

Za posledných desať rokov objavil 23 z najžiarivejších supernov jediný človek, reverend Robert Owen Evans. Žije v Hazelbrooku v Novom Južnom Walese, v mestečku asi 50 kilometrov od austrálskeho Sydney. Je ministrom Cirkevnej jednoty Austrálie, ale noc čo noc s neuveriteľnou trpezlivosťou a precíznosťou skúma za rovnakým účelom - objaviť supernovu - stovky galaxií. Jeho úspechy boli ocenené mnohými uznaniami.

Taliansky časopis l´Astronomia priniesol v májovom čísle vlaňajšieho ročníka rozhovor Flavia Castellaniho s týmto nevšedným človekom. Jeho preklad vám prinášame v nasledujúcich riadkoch.

F. Castellani: *Ako sa začala vaša posadnutosť astronómiou a kedy ste začali hľadať supernovy?*

R. Evans: Astronómiou som uchvátený už od školských liet. Mal som Newton s priemerom zrkadla 14 cm, f/4, ktorým som skúmal všetky dostupné objekty. Žiaľ, tento prístroj nemal žiadnu montáž, takže som bol nútený sedieť pri pozorovaní s nohami na kríž a tubus si podopierať kolenami. I takto som však už roku 1958 začal hľadať supernovy, pravda, s primeraným (ne)úspechom. Roku 1960 som si skonštruoval ďalší reflektor 25 cm, f/4,3, moja astronomická činnosť však bola v tých časoch len príležitostná.

Pravidelne som začal supernovy hľadať až roku 1980. Commonwealth Scientific and Industrial Organization mi roku 1985 venovala ďalekohľad Meade DS 16 so 41-centimetrovým zrkadlom, ktorý používam na hľadanie supernov dodnes. Okrem tejto oblasti ma však veľmi zaujíma aj filozofia vedy.

F. Castellani: *Ktoré problémy ste museli vyriešiť, než ste sa vôbec pustili do takéhoto náročného pozorovacieho programu?*

R. Evans: Na vizuálne hľadanie extragalaktických supernov je nevyhnutné naspamäť poznať normálny vzhľad obrovského počtu galaxií a vedieť ich nájsť na oblohe pomocou ďalekohľadu za pár sekúnd. Hoci mám optimálnu vizuálnu pa-

Evansove supernovy

1.	1981A	1532	13,5	IIp	
2.	1981D	1316	12,5	Ia	Fornax-A
3.	1983G	4753	12,8	Ia	Okazaki/Evans
4.	1983N	5236	11,5	Ib	M 83
5.	1983S	1448	14,5	IIp	
6.	1983V	1365	13,8	Ib	
7.	1984E	3169	15,0	III	Evans/Mellova/Okazaki
8.	1984J	1559	13,2	II	
9.	1984L	991	13,8	Ib	
10.	1984N	7184	14,0	Ia	
11.	1985P	1433	13,5	IIp	
12.	1986A	3367	14,0	Ia	
13.	1986G	5218	11,4	Ia	Centaurus-A
14.	1986L	1559	13,3	II	
15.	1987B	5850	14,4	II	
16.	1987N	7606	12,8	Ia	
17.	1988A	4579	14,5	IIp	M 58 Ikeya/Evans
18.	1989B	3627	11,8	Ia	M 66 Evans/Manzini
19.	1990K	150	14,8	II	
20.	1990M	5493	13,2	Ia	
21.	1990W	6221	15,0	II	
22.	1991X	4902	13,7	Ia	
23.	1992ad	4411B	13,5		

V tomto prehľade uvádzame okrem poradového čísla supernovy aj jej označenie číslom galaxie v NGC, v ktorej vzplanula, jasnosť v čase objavu, typ a v poznámke iné označenie galaxie, prípadne spoluobjaviteľov. Všimnite si, že v NGC 1559 objavil Evans už dve supernovy, a to za púhe dva roky.

mäť, je tento problém pre mňa nemalou prekážkou a aj dnes badám, že ak nejaký čas nepozorujem určitú galaxiu, mám sklon zabúdať detaily. Dlhý čas bol však hlavným problémom absolútny nedostatok dobrých porovnávacích máp na podporenie podozrenia o novom objave.

F. Castellani: *Čo presne mienite, keď vravíte o pozorovaní "obrovského" počtu galaxií?*

R. Evans: Za dve až tri hodiny práce môžem vypátrať a skontrolovať od 50 do 150 galaxií. Môj rekord za jednu noc je však 570 galaxií. To, že pozorujem 20 až 30 hodín mesačne znamená, že za rok musím dokázať prezrieť viac ako 15 tisíc galaxií.

F. Castellani: *Chcete tým povedať, že supernovy lovíte prakticky každý pokojný bezmesačný večer; bývate ďaleko od svojho observatória?*

R. Evans: Mojím "observatóriom" je chodník oproti dverám do môjho domu, prístavbe kostola, ktorý spravujem.

F. Castellani: *V Novom Južnom Walese je teda svetelné zamorenie ešte stále neznámym pojmom! Ako si organizujeme prácu?*

R. Evans: Mojou metódou je pozorovať čo najviac galaxií v období bez rušivého vplyvu Mesiaca. Začínam však pozorovať už krátko po splne Mesiaca a mojím cieľom je v každej lunácii skontrolovať aspoň raz každú galaxiu z môjho zoznamu. Okrem toho sa snažím najbližšie galaxie pozorovať aspoň raz za týždeň, a to aj cez rušivý svit Mesiaca.

Pamätám si normálny vzhľad všetkých galaxií, ktoré mám v zozname, a niekedy sa mi stane, že pri prezeraní niektorej z nich začujem v hlave poplašný zvonec. Vtedy sa idem pozrieť na fotografiu galaxie, ktorú mám v archíve. Ak mám pocit, že vidím hviezdu, ktorá na fotografii nie je, ponáhľam sa skontrolovať, či nejde o dajakú premennú hviezdu alebo zatúlaný asteroid. Potom sa snažím skontaktovať sa s niekým z môjho overovacieho tímu, pretože naozaj každý objav musí byť overený jedným alebo viacerými pozorovateľmi skôr, než je informovaná Centrála IAU pre astronomické telegramy. Snažím sa vždy získať okrem vizuálneho potvrdenia aj potvrdenie fotografické, alebo ešte lepšie, spektroskopické.

F. Castellani: *Predpokladám, že sa sústreďujete na výskum v špirálach, ktoré by zrejme mali poskytovať väčšie možnosti úspechu.*

R. Evans: Ani by som nepovedal. Ak je to možné, skúmam každý druh galaxií. Hoci objav novej supernovy je veľmi dôležitý, nemožno podceňovať ani výskum početnosti supernov v jednej galaxii. Táto hodnota stále nie je dostatočne známa a nepoznáme ani priemerný počet supernov, ktoré vybuchnú v galaxii určitého morfologického typu za jednotku času. Preto sú veľmi užitočné aj tzv. negatívne pozorovania, ktoré nám dávajú určitú vzorku, s ktorou sa dá pracovať. Na túto tému som publikoval v Astrophysical Journal už dva články, v rokoch 1987 a 1989.

F. Castellani: *V posledných rokoch začali vo svete pracovať automatické ďalekohľady na výskum extragalaktických supernov. Napríklad Berkeley Automatic Supernova Search je schopný za krátky čas získať CCD snímku kontrolovanej galaxie a skonfrontovať ju s obrázkom nasnímaným predtým. Nebojíte sa, že tieto automatizované systémy vás takpovediac "pripravia o prácu"?*

R. Evans: Berkeley funguje od roku 1986. V tomto období som objavil 9 supernov... Myslím, že pre tých, čo sa zaoberajú vizuálnym výskumom, je ešte stále veľa priestoru. Viac ako 3/4 supernov objavených astrofilmi bolo nájdených touto metódou. Navyše, mnohé z tých, čo boli objavené fotograficky, boli súčasne nájdené aj vizuálne. Mojou úlohou je dokázať, že pre astronómov amatérov je najlepším spôsobom výzkumu supernov vizuálne pozorovanie.

F. Castellani: *Čo by ste poradili tým, čo sa chcú venovať poľovačke na supernovy?*

R. Evans: Už som naznačil nevyhnutnosť zapamätať si vzhľad čo najviac galaxií, pozorovať ich aspoň raz za mesiac a dis-

Supernovy 1991

Pre vytvorenie lepšej predstavy o hľadaní a objavovaní supernov pokúsime sa vám priblížiť výsledky v tejto oblasti v uplynulom roku.

Vlani sa astronómom podarilo objaviť dovedna 63 nových supernov. Priemerná jasnosť novej vybuchujúcej hviezdy bola 17,6^m, najjasnejšou v čase objavu bola práve tá jediná, ktorú vlani našiel Robert Evans: *SN 1991X* mala 5. mája na poludnie jasnosť +13,7^m. Najjasnejšou vlaňajšou supernovou však bola *SN 1991 T*, ktorú taktiež vizuálne objavil americký amatér Stephen Knight v galaxii *NGC 4527*. V maxime jasnosti mala 11,2^m a bola vlani určite najsledovanejším objektom svojho druhu (ak nerátame zvyšky po supernove 1987A vo Veľkom Magellanovom oblaku, ktoré sú v centre pozornosti stále). Vizuálne bola objavená aj *SN 1991bg*, ktorú japonský amatér Reiki Kushida našiel pri prezeraní galaxie *M 84 (NGC 4374)* pomocou 0,40 m reflektora s f/5.

Oproti trom amatérskym objavom možno položiť štyri supernovy, ktoré našiel automatický ďalekohľad v Berkeley. Najväčší počet, plných 53 supernov, si však na svoje konto pripísali astronómovia, ktorí pracujú so Schmidtovými komorami. Jean Muellerová (1,2 m Oschin Schmidt Telescope na Mt. Palomare) objavila 18 supernov, Robert McNaught (1,2 m U. K. Schmidt Telescope na Siding Spring) 15, Christian Pollas (0,8 m OCA Schmidt Telescope, Côte d'Azur) tiež 15 a R. Antezana a M. Wischnjewski (CTIO Curtis Schmidt Telescope, Cerro Tololo) 5 supernov (4+1). Zvyšné tri supernovy boli objavené viac-menej náhodne, dve detektorom CCD a jedna fotograficky.

Z galaxií, ktoré porodili tieto supernovy, možno 37 nájsť v známych astronomických katalógoch (12 v NGC, 9 v IC, 8 v UGC, 4 v MCG, 2 v ESO, 1 v Zw a 1 v Reiz), 26 supernov vlani vzplanulo v anonymných galaxiách bez označeia. Z jednej z nich sa nakoniec vykľul kvazar - *SN 1991ap* nie je hviezdou na konci svojho plnohodnotného života, ale kvazarom vo vzdialenosti, ktorý zodpovedá červenému posunu z=1,143, ktorý zrejme náhle zvýšil svoju jasnosť.

Z tohto prehľadu vidno, že pri objavovaní supernov najväčšiu úlohu zohráva náhoda. Veď ani tých 53 supernov nájdených na platniach zo Schmidtových komôr nie je výsledkom dajakého cieleného výskumného programu, ale skôr príjemným dôsledkom dôkladného porovnávania materiálu, ktorý sa získava v rámci veľkoplošných prehliadok oblohy. Špecializovaný prístroj dokázal objaviť len 6,3 % vlaňajších supernov, čo je len o málo viac, ako amatéri (4,8 %). Navyše, pokiaľ nebude takýchto prístrojov viac, či nebude sledovaných viac z toho obrovského počtu galaxií, je len malá nádej, že sa toto percento zvýši. Neklesajte však na duchu - malo by to byť skôr povzbudením do tohto náročného druhu pozorovania. Náhoda predsa praje pripraveným.

Roman Piffl

Kronika jedného objavu

NGC 150 je pomerne jasná galaxia v súhvezdí Sochára. Z dohľadu mizne v slnečnom svite na tri mesiace, od februára do apríla. Naposledy som túto galaxiu pozoroval 17. januára 1990.

Keď sa galaxie znova objavujú na rannej oblohe, moja hlavná pozornosť sa sústreďuje na tie najbližšie a najjasnejšie. Pretože rušil Mesiac v splne a bolo stále zamračené, zamieril som ďalekohľad na NGC 150 opäť až 26. mája. Po nastavení vysokého zväčšenia som si uvedomil, že sa tam zjavila jedna slabá hviezda oveľa bližšie, ako som si pamätal normálne hviezdy polá.

Po dôkladnej kontrole polohy hviezdy som sa zahĺbil do obrázka tejto galaxie, ktorý vydal Gregg Thompson, a prezrel som si aj diapozitív, ktorý som získal od ESO B Survey (prehliadka oblohy v modrom svetle z observatória ESO - pozn. red.). Škála Thompsonovho obrázka 10" mm mi umožnila odhadnúť polohu hviezdy na približne 30" severozápadne od jadra, mala zhruba 14. magnitúdu. Bolo asi 5 hodín ráno a do začiatku súmraku zostávalo necelých 45 minút.

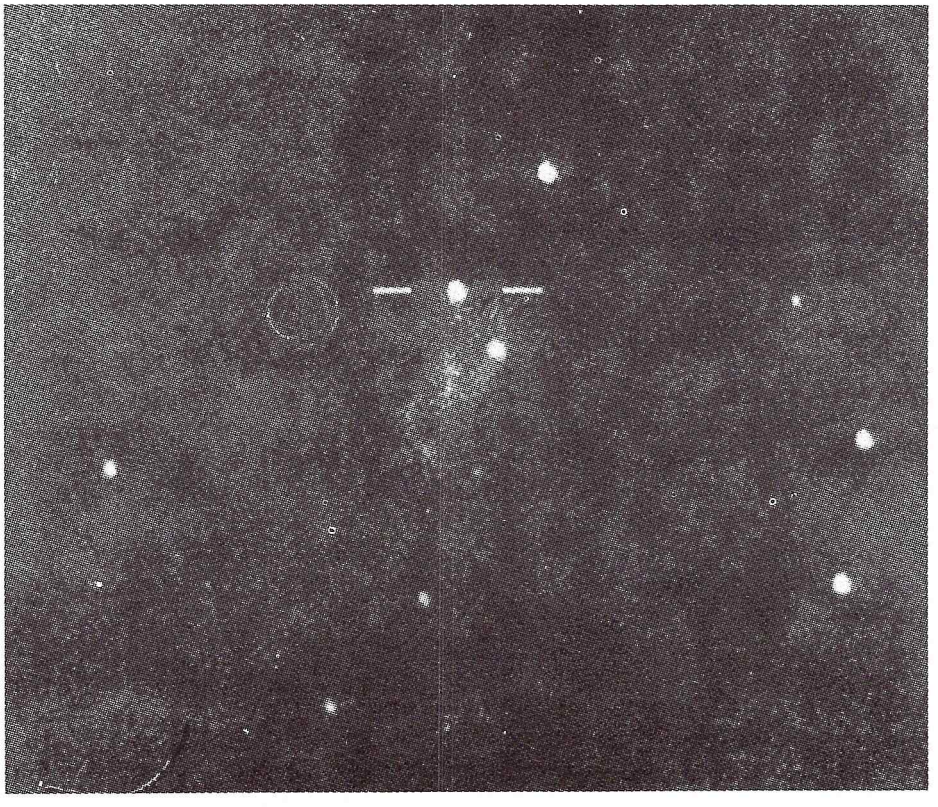
Kým som sa dovolal Toma Gragga do Coonabarabanu, aby mi objav potvrdil, prešlo 25 minút. Tom si nebol istý, či galaxiu stihne včas nájsť, pretože bol vyzlečený a teleskop mal rozmontovaný, predsa len to však skúsil. Tom sa rýchlo obliekol, zmontoval ďalekohľad a už o desať minút pátral po galaxii. Než ju však stačil nájsť, jeho snaženie zastavili oblaky. Ja som zatiaľ obtelefonoval pár profesionálnych observatórií, ale nik neodpovedal. S prvým svetlom súmraku, ktorý sfarbil oblohu, som nakoniec v začínajúcom zúfalstve zavolal na 3,9 m Anglo-Austrálsky Teleskop. Ohlásil sa mi doktor Elaine Sadler, ktorý zhodou okolností pracuje v tíme zaoberajúcom sa analýzami správania sa supernov. Dozvedel som sa, že v Siding Spring bola celú noc až do 4. rána hmla. Vtedy sa nebo vyjasnilo a AAT už asi pol hodiny pracoval na tom, aby sa odstránila kondenzovaná voda zo sekundárneho zrkadla a z Thompsonovho filtra CCD. Po tejto úprave ďalekohľad vypli, astronómovia odišli a technici sa už chystali do postele. Elain sa však natoľko zaujímal o supernovu, že prístroj opäť uviedol do činnosti a ešte pred začiatkom súmraku získal niekoľko 30-sekundových expozícií tejto galaxie. Hoci na sekundárnom zrkadle ešte boli zvyšky kondenzovaných pár, prítomnosť nového objektu sa nedala poprieť.

Tak som mohol zavolať do Central Bureau a oznámiť objav novej supernovy, potvrdený nezávislým pozorovaním. Od objavu ubehli necelé dve hodiny. Bola to moja 19. supernova a dostala označenie SN 1990K.

Rev. Robert Evans
Podľa ľ Astronomia 5/91
prel. - ap -

ponovať oblohou nezamorenou ani svetlom, ani smogom. Na lokalizáciu galaxií je potrebný dobrý hviezdny atlas, tu však pozor, pretože každý atlas obsahuje dajakú chybu. Je nevyhnutné vlastniť mapy alebo fotografie galaxií, ktoré v programe sledujeme. V tomto zmysle sú optimálnym riešením Thompsonove a Bryanove mapy. Ak je to však možné, najvýhodnejšie je spraviť si vlastné fotografie daných galaxií. Okrem toho musíme poznať niekoho, kto má podrobný zoznam premenných hviezd a efemeridy väčšiny asteroidov, aby bolo možné vylúčiť väčšinu falošných poplachov. Používaný ďalekohľad by mal mať priemer aspoň 25 cm, aby sme vizuálne mohli zaznamenať potrebnú hraničnú magnitúdu. Radím používať kompaktné a dobre pohyblivé prístroje s kvalitným hľadáčikom, doplnené aspoň dvoma okulármi čo najlepšej kvality - jeden širokouhlý a jeden s krátkym ohniskom. Ja používam Nagler s f=4,8 mm. Pre potvrdenie objavu je nevyhnutný overovací tím, pretože Centrála Bureau for Astronomical Telegrams nepovažuje objav za definitívny, pokiaľ nie je overený aspoň jednou dôveryhodnou osobou. Členovia takejto skupiny musia byť seriózne osoby, schopné zaktivizovať sa na prvý popud, aj keď je už trebárs dávno po polnoci. Nakoniec radím všetkým, čo sa chcú vážne venovať vizuálnemu výskumu supernov, aby nepracovali izolovane, ale v úzkom styku so sekciou AAVSO, ktorá sa týmto druhom výskumu zaoberá a ktorej som predsedom.

F. Castellani: *Vďaka, pán reverend, za rozhovor, prajeme vám veľa ďalších objavov.*

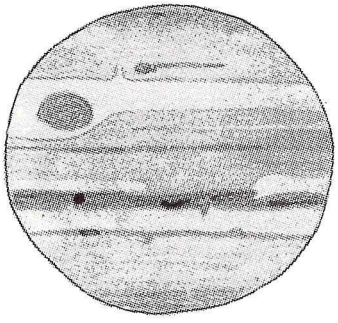


Jedna z Evansových supernov. SN 1986L v NGC 1559 bola už druhá supernova, ktorú v tejto galaxii Evans objavil (prvou bola SN 1984J). Supernova dosiahla maximum jasnosti +13,3^m 10. októbra 1986.

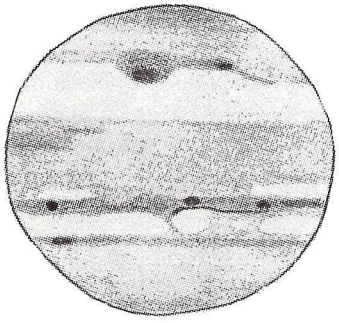
Podľa ľ Astronomia 5/1991
prel. - ap -

Jupiter v opozici

Opozice Jupitera vyšla tento rok skutečně skvěle - na 29. února. Nutno poznamenat, že tentokrát pozorovatelům (alespoň u nás) přálo štěstí. týden před opozicí se vyjasnilo a krásně bylo i v den, kdy se Jupiter nejvíce přiblížil k Zemi - letos na 4,411 AU, přičemž



Jupiter 27. 2. 1992 ve 2^{20} SEČ kreslený Newtonem 110/805 při zvětšení 169x. Autor: Pavel Šťastný.



Jupiter 28. 3. 1992 ve 24^{00} SEČ kreslený Newtonem 110/805 při zvětšení 169x autorem článku. Západ je na obou kresbách vlevo, jih nahoře.

kotouček dosáhl úhlového průměru 41,8" (v roce 1991 to bylo 4,306 AU a 42,8"). Jupiter se promítal do souhvězdí Lva a kulminoval asi 50^{0} nad obzorem.

Situace na Jupiterově kotoučku v době opozice vypadala takto: Výrazně se změnila GRS **(Velká rudá skvrna)**, přestože byla, podobně jako při minulé opozici, velmi slabá (světlá), přece jen něco málo "přibrala" na barvě. Její okolí, loni tak aktivní, jakoby stratilo sílu a chuť se lidem na Zemi předvádět: svým 11 cm Newtonem při zvětšení 169x jsem tu nespatřil jedinou podrobnost, a to jsem si ji prohlížel velmi dlouho.

Změnila se ale **jižní polární zóna**. Obrovsky aktivní, velké množstvípodrobností i při zběžném pohledu, jedna z nejskvělejších částí Jupitera. **Jižní rovníkový pás** je velmi široký, matný, v menších dalekohledech nezaregistrovatelný. Vcelku aktivní, jen pozorování podrobností vadí jeho malá "jasnost".

Severní polární zóna je olemována velmi tmavým, uzoučkým pásem, v němž se čas od času objeví velké množství tmavých skvrnek, jindy je prakticky bez zajímavostí. **Severní rovníkový pás** je nejtmavší a nejaktivnější oblastí na Jupiteru. Velké množství různých detailů, výběžků, tmavých skvrn. Lahodí oku a jdou těžce zakreslit.

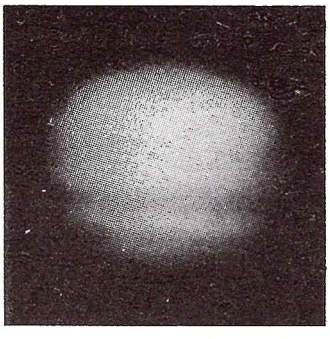
Takový tedy byl Jupiter v okamžiku opozice 1992. Planeta je ale v opozici i v roce 1993. Staňte se proto i vy již dnes členy naší pozorovací kampaně. Informativní lístky pro pozorovatele planet na vás již čekají.

Pavel Šťastný

Jupiter vizuálně i fotograficky

Začátkem února Jupiter vycházel již zvečera, a tak se stal dominujícím a nápadným objektem noční oblohy těchto měsíců. To přímo vybízelo k pravidelnému pozorování a kreslení.

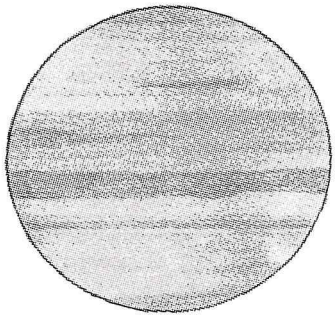
Před necelým rokem jsem s touto činností na naší hvězdárně začal a snažím se v ní co nejpravidelněji pokračovat. Přestože jsem nakloněn spíše fotografickému záznamu, nutno říci, že právě při sledovaní planet je vizuální pozorování s pořízením kresby lepší. Nedalo mi to a pokusil jsem se Jupitera zachytit i fotograficky. Výsledek není sice stoprocentní, přesto nám ale dává informaci o rozložení jednotlivých pásů na planetě. Jsou na něm patrné tmavé polární oblasti, mohutný tmavý a světlý pás na jižní polokouli a o něco hůře patrná tmavší rovníková zóna.



Fotografie Jupitera 25. 2. 1992 o $1^{h}24^{m}25^{s}$ SEČ refraktorem Zeiss AS 200/3000 (projekce za okulárem O-25 mm) na Kodak TP 2415. Expozice 6 sekund, vyvoláno ve vývojce VN-O-5. Foto: Libor Lenža, hvěz-dárna Valašské Meziříčí.

Asi čtyři hodiny před pořízením uvedené fotografie jsem udělal kresbu, kde lze navíc najít tmavý protáhlý oblak v severní mírné zóně a tmavší klín v rovníkové oblasti. Také nejtmavší pás na jižní polokouli jeví nepravidelné okraje. Pozorovací podmínky nedovolily rozlišit více detailů.

Libor Lenža,
Valašské Meziříčí



Kresba Jupitera 24. 2. 1992 od 22^{05} do 22^{20} SEČ refraktorem Zeiss Coudé 150/2250, zvětšení 180x, bez filtru. Autor: Libor Lenža

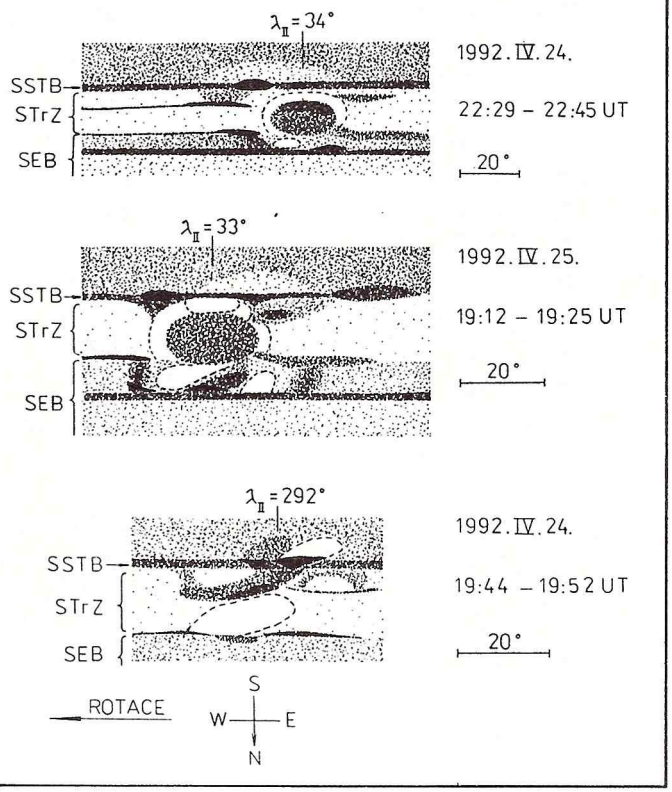
Detailní kresby Jupitera

Nemusíme vždy kreslit celý viditelný kotouček planety, ale (jestliže máme větší dalekohled) můžeme se pokusit o zachycení některých zajímavých detailů a sledovat jejich vývoj. Na detailních kresbách můžeme zachytit malou část povrchu s velkým množstvím podrobností, na jejichž zakreslení nezbývá čas při kreslení celého kotoučku. Pro kreslení detailů je nejvhodnější doba, kdy se nacházejí poblíž středového poledníku, protože tehdy jsou nejméně zkresleny zakřivením planety. Detailní kresby používáme jako doplněk ke kresbám celého kotoučku. Jejich měřítko můžeme určit dodatečně například z kresby celého kotoučku, na níž odměříme polohy detailů pomocí souřadnicové síťky.

Na brněnské hvězdárně jsem 24. a 25. dubna 1992 pořídil tři detailní kresby planety Jupiter pomocí refraktoru 200/3000 se zvětšením 187x. Na horním obrázku je známá Velká rudá skvrna (GRS) a její okolí. Skvrna byla v té době nápadně tmavá a byla částečně obklopena bělavým lemem, který byl světlejší než okolní zóna. Mezi oběma kresbami uplynul jeden den, ale i za tak krátkou dobu se stačily projevit pohyby i změny skvrn, které obtékaly GRS (porovnej horní a střední obrázek).

Na spodní kresbě je zachycena oblast s tmavými a světlými skvrnami v Jižní tropické zóně (STrZ) a Jižním jižním mírném pásu (SSTB). Zajímavý je úzký tmavý proužek, který vychází z této oblasti a končí u Velké rudé skvrny (nahoře). Je možné, že to je část Jižního mírného pásu (STB), který je již několik let téměř nepozorovatelný.

Vojtěch Šimon,
Hranice



Venuša v koronografe?

Jemnost přírody převyšuje po mnohé stránce jemnost smyslů a rozumu, takže všechny ty krásné úvahy a spekulace člověka a jeho sebeučenější spory nemají naprosto smysl, není-li tu nikdo, kdo by pozoroval.

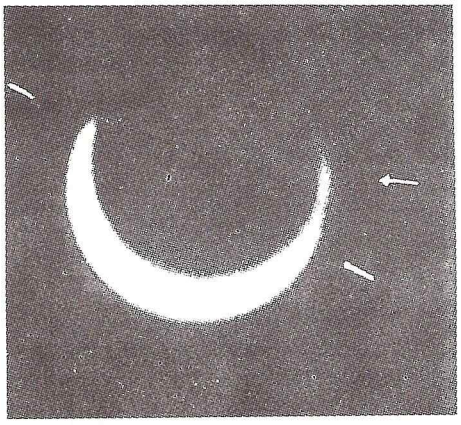
F. Bacon

(Nové organon, 1620)

Horná konjunkcia Venuše so Slnkom nastala 13. júna 1992 okolo 17^h SEČ neďaleko vzostupného uzla dráhy planéty (uzlom prešla14.6.1992 o 7^h19^m SEČ). Pre pozorovateľa zo Zeme bola Venuša za Slnkom a jej prechod za slnečným kotúčom trval asi 46 hodín, od 18^h SEČ 12.6. do 16^h SEČ 14.6.

Kozmos č. 3 (s. 38) zauvažoval o možnosti pozorovania priblíženia sa planéty k Slnku v koronografe. Ako svieti Venuša v čiare H_α? Do akej vzdialenosti od Slnka sa vôbec dá Venuša pozorovať? Dostupná literatúra je na takéto údaje neobvykle skúpa. Pittich a Kalmančok v Oblohe na dlani uvádzajú v prílohe s relatívnymi jasnosťami objektov pre určenie expozície snímky, že jas Venuše je dvakrát vyšší ako jas "dennej oblohy". V akej vzdialenosti od Slnka? Smerom k Slnku sa jas oblohy zvyšuje; musí existovať hranica, pri ktorej prestáva byť i Venuša pozorovateľná. O jase oblohy sa v našej knižnici niečo nachádza, ale iba v UV časti spektra. Bude napriek svojej vysokej jasnosti (−3,9 magnitúdy od 20.2. do 7.10.1992) v blízkosti Slnka pozorovateľná?

Hlodajúce pochybnosti môže vyvrátiť či potvrdiť iba ďalekohľad. V nedeľu, 31. mája 1992, 14 dní pred konjunkciou so Slnkom, som pozoroval 11 cm Zeissovým refraktorom Hvezdárne v Žiline pri zväčšení 52× Venušu v elongácii necelých 4° od Slnka. Pretože delené kruhy na montáži máme nastavené naozaj presne, pomocou údajov o deklinácii a čase prechodu miestnym poludníkom z Astronomickej ročenky som na prvýkrát planétu našiel, samozrejme s použitím tmavého filtra (slnečné okuliare). Bez okuliarov nebolo v okulári vidieť nič, prežiarenie oblohy bolo priam neznesiteľné.



Ako fotografický dôkaz existencie Venušinej atmosféry sa dlho používal takýto pohľad na predĺžené "rožky" planéty. Na negatíve fotografie, ktorý získal V. M. Slipher na Lowellovom observatóriu, zachádzajú rohy Venuše ešte oveľa ďalej.

Protuberančný ďalekohľad našej hvezdárne (∅ 102 mm) je nastavený na spoločnej montáži prirodzene na iné miesto oblohy ako refraktor, ktorým pozorujeme Slnko. Po opakovanom úspešnom nastavení polohy Venuše na delených kruhoch a odčítaní diferencií v smeroch refraktora a koronografu som nastavil na Venušu koronograf (ako vznešene voláme náš protuberančný ďalekohľad) a — nič. Ticho a tma. Tma čierna umelého mesiaca a tma tmavočervená oblohy v pozadí. Ani v okolí približne 1° od nastavenej polohy nič. Až v jednom momente niečo zažiarilo, ale to sa dosť rýchlo pohybuje: chumáčiky topoľových kvetom (či semien) letiace vo veľkej výške vynikli najmä po preostrení. Boli ich desiatky a všetky úchvatne žiarivé i v H_α mi napravili náladu zo sklamania s Venušou v koronografe.

Červík pochybností však hlodal ďalej a výnimočne jasná obloha v pondelok 15.6.1992 ma znova vylákala k ďalekohľadu. Venuša mala byť asi 0,3° od kraja Slnka a žiarivá spomienka na svietiace chumáčiky z topoľov, žiariace aj v čiare H_α, prevládla nad obavou o oči. Rutinný postup nastavenia deklinácie a hodinového uhla ukázal, že v 16 mm okulári už nevidieť okraj Slnka. Rovnako však nebolo vidieť ani Venušu. Počet letiacich topoľových chumáčikov sa oproti situácii spred dvoch týždňov zdesaťnásobil. Najjasnejšie z nich som odhadol na -8 až -10 magnitúd a za ich žiarivou clonou, ťahajúcou oči za ich pomalým pohybom, nebolo vidieť vôbec nič. Kapituloval som, preostril na blízko a nechal sa unášať ich zložitým pohybom a zmenami jasnosti. Rezignovane som nastavil na Slnko koronograf; jasnosť i počet chumáčikov poklesli, ich krása nie. Po Venuši však ani stopy.

Som sám, kto hľadá Venušu blízko konjunkcie? Zo školy viem, že žiariacu aureolu okolo Venuše pozoroval Lomonosov, dolná konjunkcia Venuše je isto zaujímavejšia. Dokonca som našiel v demoverzii programu STARS o Venuši údaj, že pri elongácii pod 10° (pri dolnej konjunkcii) sa oba predĺžené rožky planéty spoja. Potom ešte pár kresieb žiariacej aureoly atmosféry pri prechode popred Slnko a viac nič.

Kedy sa mi po prvýkrát podarí spozorovať Venušu po hornej konjunkcii, to predpovedať neviem. Viem však určite, že sa jej budem venovať i pri nasledujúcej dolnej konjunkcii v apríli 1993. Nie preto, aby som meral predĺženie jej rožkov, jasnosť či refrakciu v atmosfére. Len preto, aby sa vedelo ako, čím, odkedy a dokedy. Iba preto, že tu musí byť niekto, kto by pozoroval. To vedel už veľmi dávno Sir Francis Bacon.

Miroslav Znášik

Bulletin pozorovaní

Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove vydalo Bulletin pozorovaní na observatóriách v Hurbanove v rokoch 1990—1991. V tomto prehľade sú uvedené pozorovania, ktoré sa uskutočnili na pracoviskách hvezdárne, geofyzikálneho observatória SAV a observatória HMÚ v Hurbanove. Tieto pozorovania sú však len časťou pozorovacích programov jednotlivých observatórií, pretože hlavným cieľom autorov pozorovacích celkov bolo iba demonštrovať charakteristické pozorovania jednotlivých pracovísk. Bulletin je určený všetkým, ktorí riešia úlohy a zaujímajú sa o problematiku aktivity Slnka, vzťahov Slnko—Zem, geofyzikálnych a meteorologických vied.

Na deväťdesiatich stranách formátu A4 nájdete údaje o zakresľovaní slnečnej fotosféry, pozorovaní chromosféry Slnka spektrohelioskopom, pozorovaní zákrytových premenných hviezd, geomagnetických búrok, priemerné denné teploty v sledovaných rokoch a katalóg rádiových vzplanutí typu II za obdobie 21. slnečného cyklu (1977—1986). Prehľad vybraných pozorovaní dopĺňajú informatívne state o hurbanovskom spektrohelioskope, horizontálnom slnečnom spektrografe, lokálnych osciláciách v slnenčnej fotosfére a sinergetickom prístupe k helioseizmicite.

Jestvovanie takéhoto bulletinu možno len privítať a jeho zostavenie slúži ku cti vedúceho odborného oddelenia SÚAA RNDr. Bohuslavovi Lukáčovi, CSc. Treba len dúfať, že sa čoskoro dočkáme podobného prehľadu pozorovateľskej aktivity hvezdární a observatórií aj na celoslovenskej úrovni.

Roman Piffl

Dlhoperiodické premenné hviezdy

Slovenské ústredia amatérskej astronómie v Hurbanove vydalo v rámci celoslovensky koordinovaného programu "Premenné hviezdy" súbor mapiek pozorovacieho programu "Dlhoperiodické premenné hviezdy" (DPH).

V úvodnej časti sú stručne popísané základné charakteristiky tejto skupiny premenných hviezd. Autor programu, Igor Kudzej, CSc., z hvezdárne v Humennom, zaradil do súboru 11 hviezd typu Mira Ceti (miridy) a 7 symbiotických hviezd: RT Aql, R And, R Aur, T Cep, χ Cyg, T Her, R Leo, U Ori, TW Peg, R Tri a RT Vir, resp. EG And, UV Aur, TX CVn, T CrB, CH Cyg, AG Peg a PU Vul. Prihlásiť sa do pozorovacieho programu možno registračnou kartou pozorovateľa, ktorá je pripojená k publikácii. Cena súboru pozorovacieho programu DPH je 10,- Kčs (+ poštovné). Objednávky adresujte na: SÚAA, Knižnica, 947 01 Hurbanovo.

RNDr. Ivan Dorotovič

FOTOGRAGICKÁ FOTOMETRIA

4. premenných hviezd

Záverom je pri pozorovaní premenných hviezd metódou fotografickej fotometrie premeranie naexponovaného negatívu na mikrofotometri a konečné určenie jasnosti sledovanej hviezdy.

Meranie

Pred vlastným meraním si musíme zabezpečiť vhodné pracovné podmienky: mikrofotometer spolu so stabilizovaným zdrojom umiestnime na dostatočne veľký stôl, aby sme mali kam rozložiť mapy (častejšie niekoľko máp) s porovnávacími hviezdami sledovanej premennej hviezdy, poznámkový blok a číslicový mikroampérmeter nášho fotometra. Ďalší stolík, najlepšie na druhej strane miestnosti, osvetlíme malou lampou s nepriehľadným tienidlom, aby svetlo smerovalo len dolu. Tu budeme zakladať negatívy do krížového stolíka, čistiť sklá stolíka a graficky spracúvať namerané výsledky. Miestnosť zatemníme. Počas príprav zapneme napájanie elektronickej časti mikrofotometra, aby sa aspoň 30 minút predhrievala. Stabilizovaný zdroj predhrievame asi 15 minút, samozrejme s pripojenou halogénovou žiarovkou.

Sklenú platňu alebo negatív vložený medzi sklá umiestnime na krížový stolík emulziou smerom k projekčnému objektívu. Nastavíme zdvih prístroja nad základňou, aby sme dosiahli potrebné zväčšenie, a obraz zaostríme. Posúvaním maskovacieho rámu nastavíme merací odpor do stredu osvetleného poľa.

Nastavíme pracovné podmienky mikrofotometra. Pomocou krížového stolíka umiestnime do stredu meracieho fotoodporu obraz najslabšej hviezdy, ktorú chceme merať. Zmenou veľkosti irisovej clony objektívu v referenčnej vetve, prípadne zmenou filtra, snažíme sa nastaviť na mikroampérmetri hodnotu čo najbližšie k nule. Najskôr sa dostaneme do pracovného rozsahu mikroampérmetra (presah je signalizovaný číslicou ±1 na najvyššom platnom mieste), potom nastavíme najmenšiu možnú hodnotu. V praxi to predstavuje asi ±50−90. V nulovaní pokračujeme najskôr potenciometrom P_1 ("hrubé" nulovanie), potom potenciometrom P_2 ("jemné" nulovanie). Po nastavení nuly umiestnime do clony fotoodporu najjasnejšiu premeriavanú hviezdu. (Odteraz pri meraní každej hviezdy budeme pohybom krížového stolíka v oboch smeroch hľadať takú polohu hviezdy na fotoodpore, pri ktorej udáva mikroampérmeter najväčšiu hodnotu.) Prostredníctvom potenciometra P_3 nastavíme "maximum". Volíme ho o niečo menšie, ako je rozsah mikroampérmetra, pri rozsahu 0−199 napr. 190. Na fotoodpor opäť navedieme najslabšiu zvolenú hviezdu a jemne doladíme nulovú hodnotu.

Pri vlastnom meraní postupne premeriavame jednotlivé porovnávacie hviezdy a sledovanú premennú, pričom vyhľadávame takú polohu hviezdy na fotoodpore, aby údaj mikroampérmetra bol maximálny. Inak zaťažíme meranie zbytočnou chybou.

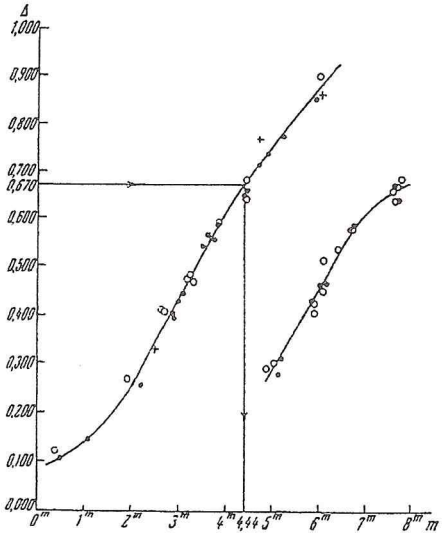
Po ukončení merania zistíme jasnosť premennej hviezdy metódou kalibračnej krivky. Na milimetrovom papieri vynesieme na vodorovnú os jasnosti porovnávacích hviezd, na zvislú os namerané hodnoty. Získanými bodmi preložíme krivku. Prostredníctvom tejto krivky určíme z nameranej hodnoty jasnosť sledovanej hviezdy (obr. 1). Podľa našich skúseností je táto metóda vhodná najmä preto, že pozorovateľ môže hodnotenie priamo ovplyvniť. Ak sa niektorá z porovnávacích hviezd pravidelne výrazne odchyľuje od ostatného súboru dát, možno ju zo spracovania vylúčiť.

Skúsenosti z praxe

Pri premeriavaní niekoľkých stoviek negatívov sme získali nasledovné skúsenosti.

Hlavnou nevýhodou nášho fotometra je princíp merania s pevnou clonou. Čím je obraz meranej hviezdy menší, tým viac sa pri meraní uplatňuje pozadie, ktoré vnáša chyby. Korekcia výsledkov o vplyv pozadia je pritom veľmi zložitá a používa sa iba pri sledovaní premenných hviezd v oblastiach hmlovín. Aby sme vplyv pozadia obmedzili, musí mať obraz meranej hviezdy určitú minimálnu veľkosť, danú aj mechanickou konštrukciou fotoodporu. Naopak, veľkosť zaclonenia fotoodporu meranou hviezdou ovplyvňuje strmosť kalibračnej krivky. Keď je osvetlenie fotoodporu veľmi malé, je malá aj strmosť charakteristickej krivky a klesá presnosť určenia jasnosti premennej hviezdy.

Z týchto dvoch protichodných požiadaviek vyplýva, že rozmery obrazov premeriavaných hviezd, a teda aj ich magnitúdy, nesmú sa príliš odlišovať. Najvhodnejšie je premeriavať hviezdy do rozsahu asi štyroch magnitúd. Zdvih zväčšovacieho prístroja, a teda zväčšenie obrazu, volíme tak, aby najväčšia hviezda zaberala asi 2/3 účinnej plochy fotoodporu.



Príklad kalibračnej krivky.

Okrem uvedeného spôsobu nulovania mikrofotometra na najslabšiu meranú hviezdu popisuje RNDr. A. Pliska vo svojom článku aj možnosť nulovať na pozadie. Tento spôsob sa nám v praxi neosvedčil, pretože zbytočne rozširuje meraný interval jasností a znižuje presnosť merania. Je tiež problematické opätovne vybrať pri viacnásobnom dolaďovaní nuly na negatíve to isté miesto pozadia.

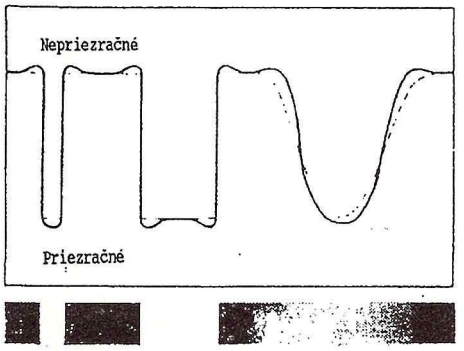
Na zostrojovanie kalibračnej krivky používame pre daný interval jasností vždy tie isté porovnávacie hviezdy. Vyberáme objekty, ktorých jasnosť je určená rovnakým spôsobom, najlepšie fotoelektrickou metódou. Keď však máme k dispozícii väčší počet hviezd s fotograficky (vizuálne) určenými jasnosťami a len jednu-dve hviezdy s fotoelektrickými jasnosťami, potom tieto radšej nepoužijeme. Po meraní viacerých negatívov pre danú premennú môžeme zistiť, že niektorá z porovnávacích hviezd javí známky premennosti, alebo sa pravidelne odchyľuje od kalibračnej krivky tým istým smerom. To znamená, že jej jasnosť je určená chybne alebo v inom spektrálnom pásme a nebudeme ju naďalej používať. Zvedavejší pozorovatelia však môžu sledovať takúto hviezdu ďalej, možno objavia novú premennú.

Veľmi často sa dostaneme do situácie, keď pre danú premennú hviezdu budeme mať k dispozícii len málo porovnávacích hviezd. Skúsenosti ukazujú, že na spoľahlivé určenie jasnosti vystačíme so štyrmi porovnávačkami, keď dve hviezdy majú väčšiu (navzájom rôznu) a dve menšiu jasnosť ako premenná hviezda. Pomerne spoľahlivo sa dajú dokonca použiť iba dve porovnávacie hviezdy, medzi ktorými sa premenná nachádza. Naopak, zväčšovanie počtu porovnávacích hviezd, ktorých jasnosť sa podstatne odlišuje od jasnosti premennej, vedie ku zväčšovaniu premeriavaného intervalu, a to znamená znižovanie presnosti.

Chyby fotografickej fotometrie

Fotografická fotometria, tak ako každá metóda merania, je zaťažená chybami. Chyby vznikajú v procese expozície, spracovania negatívu i merania. K charakteristickým chybám fotografickej fotometrie patria predovšetkým chyby poľa a chyby negatívu.

Chyby poľa sú rôznorodé vplyvy, ktoré spôsobujú rozdiely medzi nameranými a skutočnými jasnosťami hviezd. Sú dané vlastnosťami použitej optiky a fotografického zariadenia: nehomogenita optiky, nepresné uloženie kazetovej časti a iné. Majú systematický charakter a spravidla závisia nielen od vzdialenosti od optického centra negatívu, ale aj od smeru, ktorým sa od tohto centra vzďaľujeme, sú teda funkciou pravouhlých súradníc hviezdy v negatíve. Pri refraktoroch naviac chyby zá-



Schematické znázornenie efektov susedstva.

visia aj od farby hviezd, čo prakticky vylučuje ich presné určenie.

Chyby negatívu spôsobujú vlastnosti emulzie použitého materiálu, vývojky a technológie vyvolávania, napr. rôzna citlivosť a hustota zŕn emulzie v rôznych častiach negatívu, odlišné vyvolávanie rôznych častí negatívu a pod. Tieto chyby môžu mať systematický i náhodný charakter.

V praxi obidva druhy chýb nerozlišujeme, pretože merania sú spravidla zaťažené ich súčtom. Postupom času astronómovia vypracovali množstvo viac či menej vydarených postupov, ako tieto chyby odstrániť, väčšinou sú však takéto postupy málo účinné alebo veľmi zložité a v pozorovateľskej praxi sa dajú využiť len ťažko. Najvhodnejšie sa nám javí uplatniť také opatrenia, ktoré síce uvedené chyby neodstraňujú, ale aspoň zamedzujú ich výraznejšiemu vplyvu na výsledky pozorovaní.

Pri vyvolávaní negatívov vznikajú chyby, ktorých prevažná časť je spôsobená nerovnomerným pôsobením vývojky. Uplatňujú sa ako v rámci celého negatívu, tak aj pri jednotlivých obrazoch hviezd, kedy hovoríme o efektoch susedstva.

Efekt Eberharda spočíva v tom, že pri vyvolávaní jasného poľa, naexponého na tmavom pozadí, bude intenzita sčernania negatívu rásť smerom ku hranici jasného poľa (na negatíve bude tmavé — obr. hore). Pri rôznych veľkostiach jasného poľa bude hustota sčernania tým väčšia, čím bude pole menšie. Efekt je spôsobený rýchlym vyčerpávaním vývojky v centre poľa, kde je veľa naexponovaných latentných zŕn. Naopak, na hranici oblasti sa vývojka opotrebováva pomalšie.

Efekt Kostinského je špeciálnym prípadom predchádzajúceho efektu, má rovnakú príčinu. Prejavuje sa pri hviezdach, ktorých obrazy sa nachádzajú blízko seba. Rýchlejšie znehodnocovanie vývojky medzi hviezdami spôsobuje deformáciu ich obrazov a zdanlivé vzďaľovanie.

Obom efektom môžeme predchádzať správnym spôsobom vyvolávania. Vývojku treba nepretržite a najmä intenzívne miešať nepravidelným preklápaním vývojnice, čím vytvoríme jej turbulentné prúdenie. Negatívy spracúvame až do úplného vyvolania, práve na konci vyvolávania sa "dotiahnu" oblasti, v ktorých sa vývojka rýchlejšie spotrebúva.

Posledná skupina chýb vzniká počas merania negatívu: chyby spôsobované nepresnou prácou, kolísaním napájacieho napätia a vplyvmi pozadia. Vzhľadom na predchádzajúce typy je však ich veľkosť zanedbateľná a podieľa sa na celkovej chybe fotografickej metódy len okrajovo. Zmenšiť sa dajú použitím kvalitného stabilizovaného zdroja, číslisovým meracím prístrojom a zodpovedným prístupom pozorovateľa.

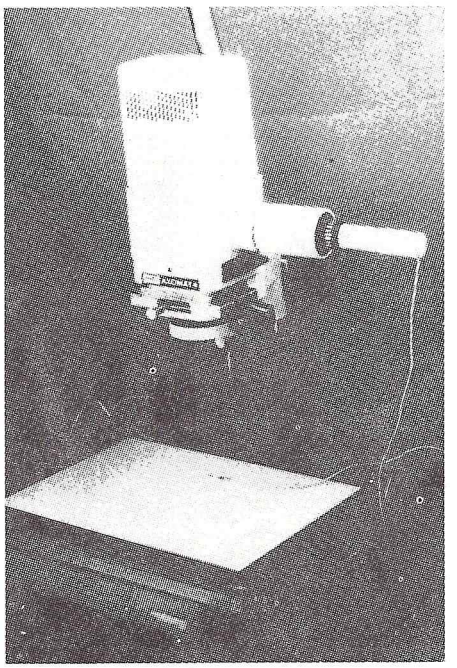
Skúsenosti

Nakoniec niekoľko rád, ktoré vychádzajú z našich doterajších skúseností s fotografickou fotometriou premenných hviezd:

1/ Základným predpokladom úspechu je správny výber pozorovaných hviezd. Fotografická metóda je vhodná predovšetkým na sledovanie hviezd s pomalmi zmenami jasnosti a s veľkou amplitúdou týchto zmien, ako sú dlhoperiodické premenné, miridy, nepravidelné premenné atď. Zmeny jasnosti pod 0,3 magnitúdy sa nedajú pozorovať so stopercentnou spoľahlivosťou, hoci fotograficky môžeme zachytiť aj podstatne menšie kolísanie jasnosti.

2/ Pozorovania treba vykonávať podľa možnosti pravidelne a najmä sústavne. Korekcia fotografických pozorovaní na niektorý fotometrický systém je veľmi ťažká. Keďže každý pozorovateľ vlastní iný prístroj a väčšinou používa aj iný fotomateriál či filter, je aj vzájomné porovnávanie dát od rôznych pozorovateľov zložité. V praxi sa dá uskutočniť len porovnanie relatívneho priebehu svetelných kriviek. Každý výpadok pozorovacích dát preto podstatne znižuje kvalitu výsledku.

3/ Ak chceme získať homogénne dáta, musíme dodržiavať jednotnú metodiku pozorovania — rovnaký prístroj, materiál (značka i citlivosť), spôsob spracovania. V opačnom prípade získame zhluk nepoužiteľných bodov, rozptýlených okolo skutočnej svetelnej krivky. Problémy môžu nastať najmä s fotomateriálom. Je vhodné zakúpiť si ho vždy jednorazovo väčšie množstvo, ktoré skladujeme v mrazničke, kde nám vydrží niekoľko rokov. Kupujeme len čerstvý materiál.



Zväčšovací prístroj Axomat upravený na fotografický fotometer, ktorým možno sledovať zmeny jasnosti nebeských objektov.

4/ Na pozorovanie si vyberieme radšej menší počet hviezd, ktoré budeme pozorovať stále. Nemá význam jednu noc naexponovať pätnásť premenných hviezd a potom dva mesiace nič.

5/ Prístroj na pozorovanie sa snažíme voliť tak, aby sme využívali len centrálnu časť snímky, asi 1/3 celkového zorného poľa. Porovnávacie hviezdy vyberáme čo najbližšie k premennej. Týmito opatreniami zredukujeme vplyv chýb poľa a chýb negatívu.

6/ Používame pokiaľ možno kvalitné prístroje, najlepšie profesionálne výrobky. Pri pokusoch s druhotriednou optikou stratíme veľa času a výsledky nezískame.

7/ Nakoniec to najpodstatnejšie. Naše pozorovania budú mať tým väčší význam, čím dlhšie potrvajú. Najnovšie výsledky francúzskej amatérskej organizácie AFOEV, ktoré získal dr. Hric v rámci pozorovacej kampane symbiotických hviezd poukazujú na obrovskú dôležitosť dlhodobých pozorovaní, ktoré sa však na profesionálnej úrovni dostávajú tak trochu do pozadia.

Fotografická fotometria je zaujímavá, ale trochu náročná pozorovacia metóda. Nedajte sa však jej zložitosťou odradiť. Vynaložená námaha sa vráti v podobe svetelných kriviek hviezd a možno sa pritrafí aj nejaké to prekvapenie. Na povzbudenie uvedieme v budúcom čísle niektoré výsledky našich pozorovaní.

Ing. Zdeno Velič
(pokračovanie)

Čo vieš o hviezdach

Iba tretie celoslovenské finále v priebehu 18-tich ročníkov vedomostnej súťaže sa uskutočnilo 19.—21. mája v Hurbanove. Postúpili doň súťažiaci z okresných a regionálnych kôl, ktorí súťažili v troch kategóriách — žiaci 5. a 6. ročníkov, žiaci 7. a 8. ročníkov a stredoškoláci.

Finále pozostávalo zo štyroch kôl. Náročné otázky, zodpovedajúce významu súťaže, pripravili pracovníci SÚAA. O tom, kto si odnesie hodnotné ceny, ktoré venoval a. s. Didaktik Skalica, rozhodli až dve posledné kolá, v ktorých súťažiaci odpovedali na otázky, ktoré si sami vylosovali. Nakoniec zo zápolenia vyšli najlepšie

Matúš Medo z Košíc (5. a 6. ročník)
Ján Blunár z Rajca (7. a 8. ročník)
Michal Jávorka z Martina (str. školy).

Za vydarenú súťaž však patrí vďaka všetkým jej účastníkom, organizátorom, odbornej porote a samozrejme sponzorom.

J. Csipes

Vesmír na Vašem stole?

Pokud jste majiteli počítače PC-AT s graf. kartou Hercules, EGA nebo VGA, můžete z něj vytvořit dokonalé pozorovatelské místo hvězdné oblohy v klidu a pohodlí Vašeho domova pomocí programu 3D-Atlas hvězd firmy PC Partner. Programem vytvořený 3-dimensionální model vesmíru obsahující přes 800 hvězdných objektů včetně Slunce, naší Země, ostatních planet a Měsíce Vám nejen poskytne vzrušení, které pociťují astronomové např. při pozorování zatmění Slunce, ale nabídne Vám též záběry z kosmu, které spatří kosmonauté při svých cestách nejen sluneční soustavou, ale i mimo naší Galaxii. Program 3D-Atlas hvězd využívající údajů Bečvářova Atlasu Coeli a Hvězdářské ročenky '92 nabízí firma za 385,- Kčs. Bližší informace lze získat na adrese: PC Enter, Sosnová 474/18, 460 01 Liberec XV.

Ponúkam vykreslené obrazce plôch parabolických zrkadiel, tzv. Ronchi-gramy, pre kontrolu tvaru plochy zo stredu krivosti zrkadla pomocou svetelného bodu a mriežky. Pre zrkadlá Ø120 až Ø300, prípadne iné, vykreslím obrazec parabolického zrkadla pre tento typ skúšky. Ing. V. Svitek, Na barine 13, 841 03 Bratislava.

Predám knihu Fotografischer Mondatlas, Gnomonický atlas Brno 2000.0, formát A4 viazaný. **Kúpim** časopis Kozmos 1983/4, 1982/1,2,4 len v perfektnom stave. Za pôvodnú cenu. Tomáš Maruška, Turá lúka 179, 907 03 Myjava 3.

Prodám astronomický dalekohled, objektiv 100/1000 mm, německá montáž s el. pohonem, masivní stojan, okuláry 4—40 mm. Dále prodám soustavu kvalitních zrcadel na Cassegrain 150/1800 mm, výroba Astrotechnik Petřín. Čestmír Černý, Křinice 163, 550 01 Broumov.

Prodám šnekové kolo (mosaz) modul 1, 360 zubů (900,- Kčs), šnekové kolo modul 0,8, 240 zubů (600,- Kčs), objektiv Zeiss AS 63/840, nov (1200,- Kčs), astroobjektiv 58/800 z AD-800 (600,- Kčs), sluneční filtr (chromový), Ø105 mm (1600,- Kčs). Josef Vnučko, Pod Lesem 304, 407 01 Jílové u Děčína.

Prodám okulár 6-M fy Zeiss za 340,- Kčs. Petr Stanzl, Růžičkova 14, 690 02 Břeclav.

Prodám jednoduchou paralaktickou montáž s dalekohledem AD-800. Obě osy montáže jsou zhotoveny z hřídelů "Liliput" Ø17 mm a mají jemné pohyby a aretace. K montáži je též kovový sloupový stativ. Jen komplet. Cena cca 3000,- Kčs. Zájemcům o koupi pošlu foto. Jaroslav Horák, Hartmanice 119, 569 92 p. Bystré, tel 0463/916 28.

Koupím dalekohled Somet Binar 25×100, v dobrém stavu. Miloslav Novotný ml., Podhájí 211, 798 17 Smržice.

Predám binar 25×100 uverejnený v Kozmose 1/91, prípadne aj s vidlicovou paralaktickou montážou. Dohoda istá. Ing. Ladislav Fico, Pod Katrušou 15, 949 05 Nitra, tel. Nitra 415 320.

Kúpim sklo vhodné na vybrúsenie šošoviek. J. Lovíšek, sídlisko SNP 1481/135, 017 01 Považská Bystrica, tel. 0822/618 58.

Predám refraktor 120/1500 mm (10.000) a 160/2530 mm (18.000) so zenitovým alebo prizmatickým vzpriamovacím hranolom, revolverové meniče okulárov s 3 okulármi, redukcia na foto P-Six, krížová montáž. V. Dvonč, Mudroňova 78, 811 03 Bratislava, tel. 07/311 195.

Predám rôznu astronomickú a matematickú literatúru. Zoznam zašlem za obálku a známku. M. Harnoš, Saratovská 41, 934 05 Levice.

Predám kvalitné parabolické zrkadlá 170/1200 (1300,- Kčs), 200/1500 (2000,- Kčs), 200/1200 (2100,- Kčs), 250/1500 (3400,- Kčs), 300/1500 (4800,- Kčs). V cene je zarátené pokovenie a pomocné zrkadlo na Newton. **Kúpim** krátkoohniskové okuláre firmy Zeiss (f=4—10 mm), binar 10×80, 25×100 (prípadne kompletnú optiku). Augustín Jávorka, Žabia 18, 930 05 Gabčíkovo.

Predám zrkadlový teleskop Alkor. Miroslav Puhky, Hodvábna 1291/11, 075 01 Trebišov.

INZERUJTE V KOZMOSE!
Drobná inzercia ZADARMO!

Cena plošnej inzercie 20,- Kčs za cm², pri 4-farebnej tlači 100,- Kčs za cm².
Ponúkame neobmedzené možnosti grafického spracovania.
Inzeráty posielajte do redakcie časopisu Kozmos, inzertné oddelenie, Konventná 19, 811 03 Bratislava, telefón 07/314 133.

Máte zájem o expresní astronomické informace?

Chcete pravidelně dostávat aktuální astronomické informace s minimálním zpožděním?

Výhodná cena
—
pro pozorovatele pouze 25,- Kčs měsíčně!

Nabízíme Vám možnost pravidelného příjmu nejnovějších astronomických informací podle zpráv "Central Bureau for Astronomical Telegrams" a jiných zdrojů v bezkonkurenčně krátké době a za velmi výhodné ceny. Tyto Expresní astronomické informace (EAI) Vám budou zasílány 1—3× týdně (podle množství informací, které budou k dispozici). Na zvláštní přání je můžeme doručovat expresně, faxem, E-MAILem nebo telefonicky, okamžitě poté, co je obdržíme z centrály IAU. Zpoždění v těchto případech by činilo jen několik minut nebo hodin podle použitého sdělovacího prostředku. Cena bude ovšem vyšší, podle zvláštního sazebníku, který Vám rádi pošleme.

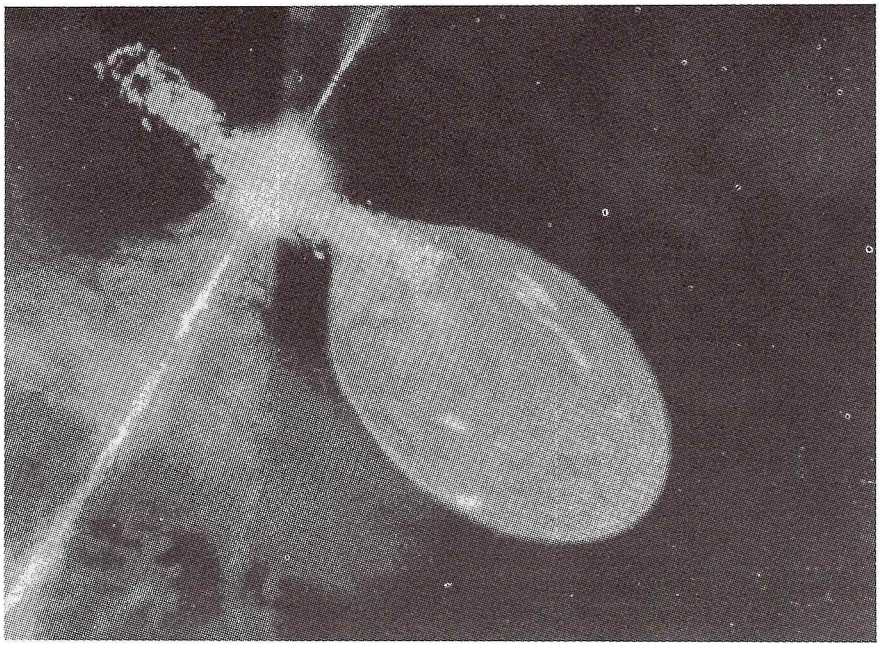
Pokud máte zájem, pošlete nám prosím závaznou objednávku na adresu: Hvězdárna Vyškov, P.O. Box 43, 682 00 Vyškov. Poté Vám bude zaslána složenka na uhrazení předplatného a EAI Vám začneme posílat po jeho uhrazení.

Predám filter Rowi K2 žltozelený 48 mm. Kto nahrá na VHS filmy NASA? J. Brašeň, Lednické Rovne 46, 020 61.

Koupím okuláry 4, 6, 8, 10 a Meopta 100×. Josef Kazík, Vranovská 17/C, 614 00 Brno.

Predám zachovalú montáž s jemnými posuvmi, dve mierne poškodené zrkadlá. Všetko z ďalekohľadu MDN. Cena spolu 1100,- Kčs. Nutný vlastný odvoz. Ďalej predám turistický ďalekohľad TURIST-4 10×30, cena 450,- Kčs, ako nový, a rôznu literatúru. Zoznam za známku. Peter Janiga, Kráľovská 4, 927 01 Šaľa.

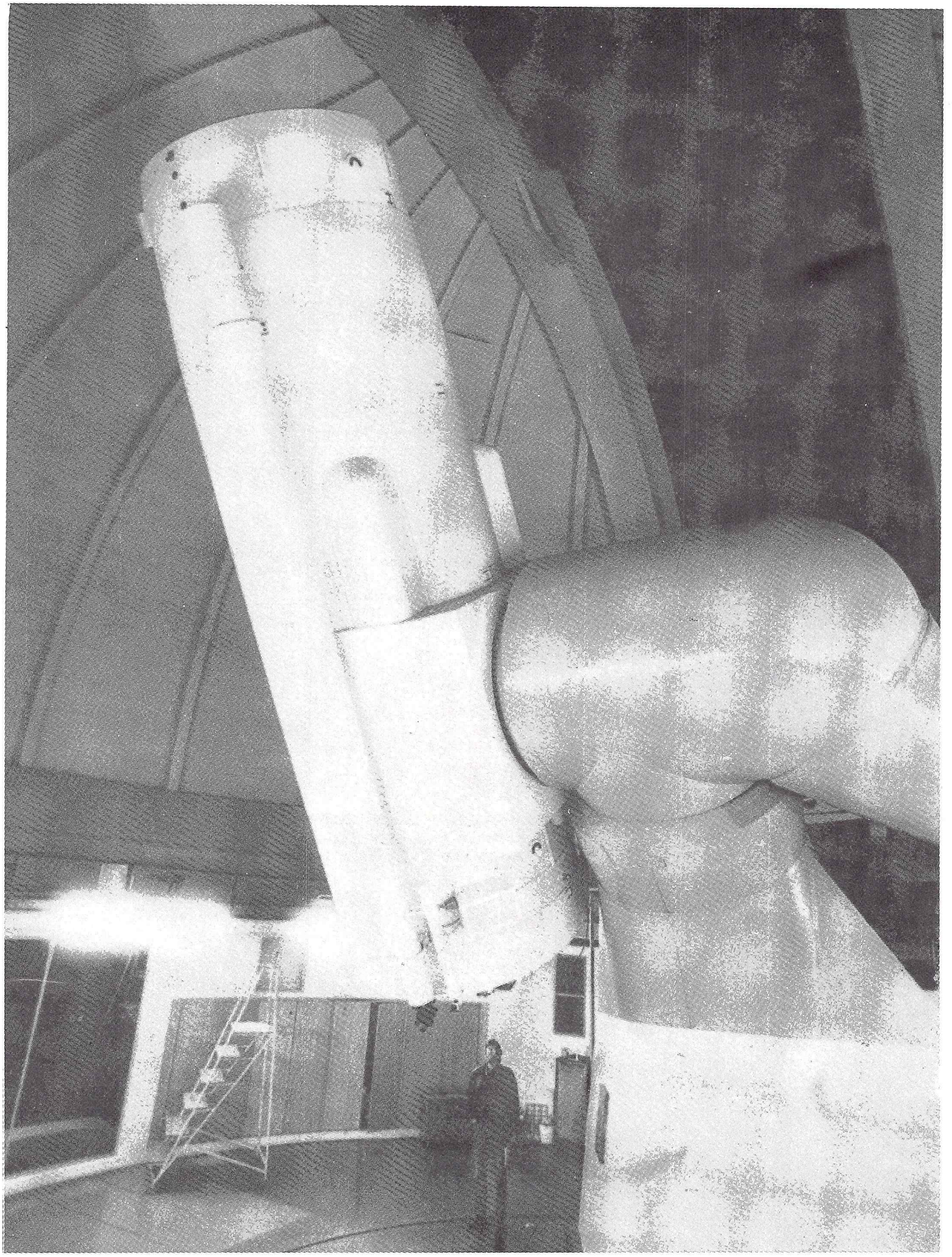
Prodám knihu Z. Kopal: Vesmírní sousedé naší planety. Dr. Petr Svoboda, Velkopavlovická 3, 628 00 Brno.



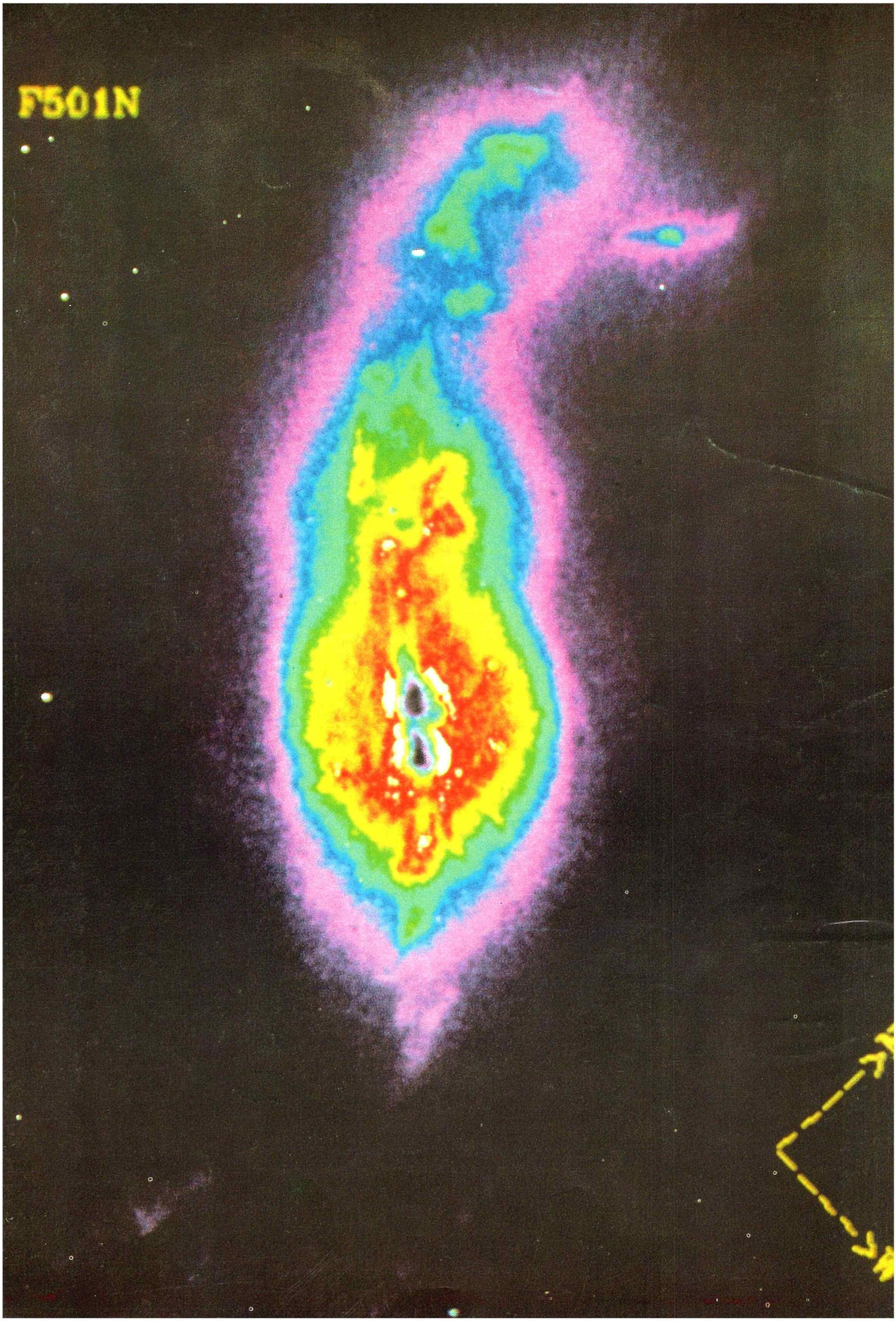
Zadná strana obálky

Hubblov kozmický ďalekohľad získal snímku dvojhviezdnej sústavy R Aquarii, v ktorej pred krátkym časom vzplanula nova. Dva tmavé uzlíky uprostred obrázka obsahujú najžiarivejšie časti sústavy — to len detektor Faint Object Camera v prípade zahltenia prejde na inverzný režim. Spodný uzlík pravdepodobne obsahuje samotnú binárnu sústavu, ktorú tvorí červený obor a biela trpaslíčia hviezda. Horný uzlík je zrejme akási horúca škvrna, chumáč plynu. Filamentárne útvary, ktoré tvoria väčšinu obrázka, sú horúcou plazmou, ktorá bola zo sústavy vyvrhnutá vysokou rýchlosťou. Plazma vytvára 4 miliardy kilometrov dlhý gejzír, ktorý je silou explózie výbuchu novy pokrútený a silným magnetickým poľom nasmerovaný hore a dolu. Uvoľnený materiál sa vplyvom gravitácie oboch hviezd skrúca naspäť a vytvára akúsi sľučku, čím sám sebe kladie prekážku. Model samotnej dvojhviezdy vidíte na obrázku vľavo.

Foto: NASA/ESA



Ondřejovský dvojmeter oslávil v auguste svoje 25. narodeniny. Či je taký dospelý on i jeho opatrovatelia aj v skutočnosti, to sa dozviete v rozhovore v budúcom čísle nášho Kozmosu. Foto: Roman Piffl


F501N