ÚVAVA

1991
ROČNÍK XXII. 5
Kčs 10,–

ernova 1987A (epilóg)

usedia na Alfe Centauri?

KOZMOS hovorí s Grygarom

Kamže, kam, ľudové hvezdárstvo?

Železné kvazary – červie diery?

Planéty okolo Epsilon Aurigae?

Globuly: vesmírne maternice

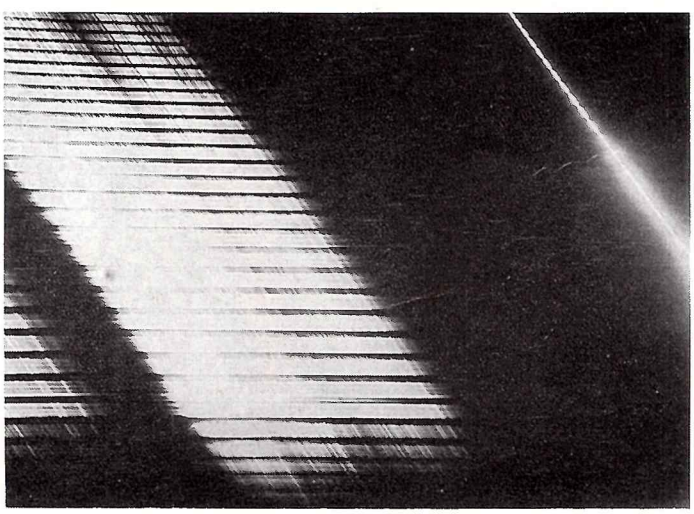
Nezbedný Giclas

Bolid EN070591 „Benešov", vyfotografovaný nad severozápadním obzorem pevnou kamerou typu fish-eye (f = 30 mm, 1/3,5) na stanici v Kostelní Myslové u Telče.

Bolid „Benešov"

Plných 32 let a jeden měsíc uběhlo od chvíle, kdy se nad Čechami rozzářil bolid Příbram, jenž se zapsal do historie meteorické astronomie především jako první fotografovaný pád meteoritu na světe. Večer 7. května 1991 se po dlouhém období nepřízně počasí přece jen nad Ondřejovem po přechodu studené fronty vyjasnila obloha a nastala krásná, leč poněkud chladná májová noc. Podobně jako před 32 léty, dnes však již naprosto rutinně, pan Miroslav Novák připravil a spustil všechny kamery, které se v Ondřejově pro fotografování bolidů používají. V té době se počasí umoudřilo též na dalších dvou našich stanicích. V Kostelní Myslové u Telče začal exponovat pan Vladimír Coufal a na stanici v Přimdě v západních Čechách měl službu pan Josef Rybář. Nikto z nich však nemohl tušit, jakou velkolepou podívanou zaznamenají na fotografické desky. Blížil se konec první hodiny nového dne, a to v případě ondřejovské pointované celooblohové komory znamenalo vyměnit fotografickou desku. Po skončení této operace se pan Novák vracel z pozorovacího domku zpět na své stanoviště do centrální kopule. Najednou zpozoroval velmi intensivní světlo, které ozářilo okolní krajinu. Při pohledu na oblohu uviděl velmi silně zářící bolid, který se pohyboval souhvězdím Pastýře a který zakrátko nato pohasnul.

Vzhledem k tomu, že byla právě 1 hodina 3 minuty a 53 sekund (± 5 sekund) po půlnoci letního času, sledovalo tento pozoruhodný úkaz jen velmi málo náhodných svědků. Přitom byl pozorovatelný i z velmi velké vzdálenosti, o čemž svědčí vizuální i fotografický záznam od J. Rendtela z Postupimi, jenž byl od bolidu vzdálen více než 320 kilometrů. Nicméně, přece jen se jednalo o tak mohutný přírodní úkaz, že již 8. května ráno na něj telefonicky upozornilo několik svědků. Po urychleném vyvolání ondřejovských snímků bylo jasné, že se jedná o mimořádný bolid. Oba snímky, jak z pevné, tak pointované kamery, byly silně přezářeny, na pointované je dokonce vyfocena krásná momentka okolní krajiny. Po telefonátech na ostatní stanice jsem s potěšením zjistil, že aspoň na výše zmíněných dvou tuto noc v daný čas exponovali. Bylo zřejmé, že celá věc velmi pospíchala, a proto jsme se rozhodli pro urychlený svoz snímků. To byla středa, ve čtvrtek byl státní svátek, nicméně v pátek ráno již byly desky z Kostelní Myslové a Přimdy vyvolány a bylo možné udělat první odhady dráhy bolidu v zemské atmosféře. Vše nasvědčovalo tomu, že bolid pronikl velmi hluboko do atmosféry, a tudíž je velmi pravděpodobné, že došlo k pádu meteoritu. Dalším velmi příjemným překvapením bylo vyvolání spektrálních desek z ondřejovských spektrálních kamer. Na dvou kamerách bylo pořízeno unikátní mřížkové spektrum s vysokým rozlišením, obsahující stovky čar. Obě kamery byly vůči bolidu tak výhodně orientovány, že oba snímky obsahují nultý, první a druhý řád od velké části bolidu.



Část mřížkového spektra bolidu „Benešov", pořízeného spektrální kamerou s ohniskovou vzdáleností 360 mm v Ondřejově. Obsahuje především první řád a malé části nultého a druhého řádu.

Ještě v pátek byly snímky připraveny pro měření a díky obětavosti paní Ing. J. Keclí-

(Pokračovanie na 3. strane obálky.)

Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy
KNIHOVNA HVĚZDÁRNY NA PETŘÍNĚ
118 46 Praha 1, Petřín 205

KOZMOS

POPULÁRNO-VEDECKÝ ASTRONOMICKÝ ČASOPIS

Vydáva: Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove za spolupráce Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV vo Vydavateľstve Obzor, n. p., Bratislava.
Redakcia: Eugen Gindl — vedúci redaktor, Roman Piffl, PhDr. Anna Lackovičová — redaktori, Milan Lackovič (grafická úprava, Anna Hečková (sekretariát).
Redakčná rada: RNDr. Ján Štohl, DrSc. (predseda), RNDr. Elemír Csere, PhDr. Ľubica Drugová, PhDr. Ján Dubnička, CSc., František Franko, prom. fyz., doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., Dušan Kalmančok, Jozef Krištofovič, RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., Ján Mackovič, RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, RNDr. Zdeněk Pokorný, CSc., RNDr. Vojtech Rušin, CSc., RNDr. Matej Škorvanek, CSc., RNDr. Juraj Zverko, CSc., za vydavateľa Ing. Teodor Pintér.
Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel. 07/31 41 33.
Adresa vydavateľa: Slovenské ústredie amatérskej astronómie, 947 01 Hurbanovo, tel. 0818/24 84.
Tlačí: Neografia, š. p., Martin.
Vychádza: 6-krát do roka, v každom nepárnom mesiaci. Neobjednané rukopisy nevraciame. Cena jedného čísla 10 Kčs, ročné predplatné 60 Kčs. Rozširuje Poštová novinová služba. Objednávky na predplatné i do zahraničia prijíma PNS — Ústredná expedícia i dovoz tlače, Martanovičova 25, 813 81 Bratislava. Zadané do sadzby 19. 6. 1991, imprimované 21. 8. 1991, expedícia 30. 9. 1991.
Indexné číslo: 498 24 Reg. SÚTI 9/8

OBSAH

147 **Čo nás naučila supernova 1987A**
RNDr. Tomáš Blažek

152 **Čo vedia staré hviezdy**
RNDr. Vladimír Vaculík

154 **Susedia na Alfe Centauri?**
Ken Crosswell

156 **Modrí oneskorenci a zelení mužíčkovia**
RNDr. Marek Wolf

158 **Nové svety (okolo iných hviezd)**
David Ch. Black

162 **Kamže, kam, ľudové hvezdárstvo?**
Roman Piffl

165 **Astronómia nie je prepych**
Kozmos hovorí s Jiřím Grygarom

167 **Zaujímavosti nočnej oblohy: Nebeská brána**
Leoš Ondra

169 **Album pozorovateľa**

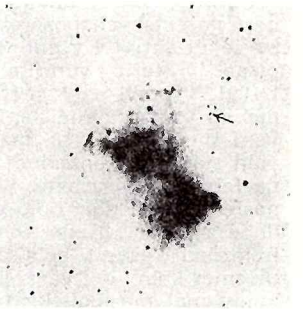
171 **Pod svícnem největší tma**
Leoš Ondra

173 **Pozorujte s nami**
Roman Piffl — Jiří Dušek

176 **Mnohostranný génius — 3 (záver)**
PhDr. Anna Lackovičová

179 **Proměřování zrcadlových objektivů — 5 (záver)**
Karel Kubát

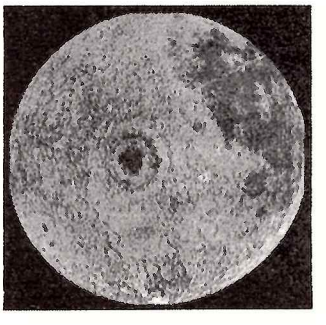
PREDNÁ STRANA OBÁLKY



Planetárna hmlovina M 27, známa ako Dumbbell či Činka. Prečo práve ona? Nuž preto, lebo práve pri prezeraní jej fotografií objavil Leoš Ondra svoju prvú premennú hviezdu. Je neuveriteľné, že aj v blízkosti takého známeho, často fotografovaného a nezriedka prezeraného objektu možno nájsť či objaviť niečo nové. Stará známa pravda však hovorí, že pod lampou býva najväčšia tma — pod týmto názvom si o objave prečítate viac na strane 171. Chceme však vyzvať všetkých fotografov, nech prezrú svoje archívy, či v nich nenájdu na snímkach M 27 novú premennú Leovar. **Dôležité sú najmä presné údaje o expozíciách, pretože len z nich možno určiť aspoň približne periodicitu premennosti hviezdy. Ak niečo objavíte, dajte vedieť buď nám do redakcie, alebo priamo Leošovi Ondrovi na úpickú hvezdáreň.**

Foto: J. Vavrek

ZADNÁ STRANA OBÁLKY



Možno neuveríte, ale poslednú snímku odvrátenej strany Mesiaca máme z roku 1972. Teda, mali sme. Vlani snímkovala skrytú tvár našej obežnice medziplanetárna sonda Galileo, ktorá smeruje k Jupiteru. Kým ta však roku 1995 doletí, musí absolvovať sériu zložitých manévrov, medzi nimi aj dvojnásobný návrat k Zemi. Počas toho prvého snímkovala sonda Zem i Mesiac — a práve z tej strany, ktorú normálne nevidíme. Záber z 9. decembra 1990 zachytáva Mesiac zo strany Mare Orientale, ktoré je na obrázku v strede. Farby sú samozrejme nepravé, vystihujú však rozloženie teploty na povrchu obežnice.

Foto: NASA

SUMMARY • *T. Blažek:* What Has Supernova 1987A Taught Us *(147)* • *V. Vaculík:* What the Old Etars Know *(152)* • *K. Crosswell:* Neighbours On Alfa Centauri *(154)* •*M. Wolf:* Blue Stragglers and the Little Green Men *(156)* • *D. Black:* Worlds around Other Stars *(158)* • *R. Piffl:* Which Way, Where to, the Mass Astronomy? *(162)* • *Kozmos Interviews Jiří Grygar:* Astronomy Is Not Luxury *(165)* • *L. Ondra:* Conspicuous Objects of the Night Sky: The Gate to Heavens *(147)* • The Album of the Observer *(169)* • *R. Piffl — J. Dušek:* Let Us Observe Together *(173)* • *A. Lackovičová:* The Many-sided Genius — 3 (close) *(176)* • *K. Kubát:* The Measurement of the Mirrors — 5 (close) *(179)*

СОДЕРЖАНИЕ • *Т. Блажек:* Чему нас обучила сверхнова SN 1987 A (147) • *Б. Вацулик:* О чем знают старые звезды *(152)* • *К. Кросвел:* Соседи на Альфе Кентавра *(154)* • *М. Вольф:* Синие запоздавшие и зеленые человечки *(156)* • *Дейвид* Ч. Блэк: Миры иных звезд *(158)* • *Р. Пиффл:* Куда же, куда, массовая астрономия? *(162)* • »Космос« разговаривает с Грыгаром: Астрономия, это не роскошь *(165)* • *Л. Ондра:* Интересные объекты ночного небосвода: Небесные ворота *(167)* • Альбом наблюдателя *(169)* • *Р. Пиффл — Й. Душек:* Наблюдайте вместе с нами *(173)* • *А. Лацковичова:* Многосторонный гений — 3 (заключение) *(176)* • К. Кубат: Измерение зеркальных объективов — 5 (заключение) *(179)*

V ČÍSLE 6 NÁJDETE INFORMÁCIU

— o minulosti, prítomnosti a budúcnosti našej astronómie (názory popredných astronómov ČSFR),

— o sebareflexiách astronómie USA,

— o nových prúdoch v snaženiach sovietskej astronómie,

— o čerstvej hypotéze existencie planéty pri inej hviezde,

— o pozorovaní zatmenia Slnka v Mexiku,

— o pozorovateľských aktivitách zo toto leto.

■ **Kométa Halley** naďalej púta pozornosť pozemských pozorovateľov. O jej zvýšenej aktivite v minulom roku sme písali v tejto rubrike v Kozmose 1/1991, výbuch na kométe sme zaznamenali v minulom čísle. Podľa pozorovaní medzi 12. a 18. marcom zotrvávala jasnosť centrálnej kondenzácie na februárovej úrovni. Sedem po sebe nasledujúcich nocí bolo vidieť krátkodobé zmeny vzhľadu kométy. Celková hviezdna veľkosť bola asi 20 mag a priemer komy bol väčší ako 30″. Okraj komy mal parabolický tvar, čo zvykneme pozorovať v menších vzdialenostiach od Slnka ako dôsledok interakcie komy so slnečným žiarením a slnečným vetrom. Jej orientácia sa nemení, zato rozdiely medzi nocami sú dosť výrazné: 13. marca pozorovali kondenzáciu, ktorá sa šírila od jadra v juhozápadnom smere. V iných nociach sa v kome objavovali zasa jasné pásy. Výbuch stále pokračuje a pozorovatelia pri veľkých ďalekohľadoch sa majú na čo dívať.

■ **Kvazar 3C 345** sa roku 1989 dostal do fázy hlbokého minima (Kozmos 6/1990). Po krátkom návrate na normálnu úroveň sa však v máji 1990 opäť pozoroval pokles jasnosti. O rozdielnom správaní tohto kvazara hovoria aj pozorovania v R pásme (700 nm) z roku 1988, získané 1,23 m teleskopom v Calar Alto. Celé dva roky, od augusta 1988 do augusta 1990, sa svetelná krivka kvazara prakticky nemenila, vyskytovali sa iba malé výkyvy o niekoľko desatín magnitúdy. Od augusta 1990 však jasnosť začala náhle skoro exponenciálne narastať a do 16. februára 1991 dosiahol nárast až 1,5 mag. Ani pri tomto, zatiaľ poslednom, pozorovaní ešte kvazar nedosiahol svoje maximum. Vzrast za posledných 24 hodín bol až 0,3 magnitúdy! Pre takýto nárast jasnosti, ale i pre rozdielne správanie kvazara v modrej a ďalekej červenej oblasti spektra treba nájsť prijateľné vysvetlenie.

■ **Pulzácie v oblasti zdroja GRS 0831-429** asi čonevidieť dostanú pôvodcu. V oblasti sa nachádzajú dva zdroje gama žiarenia, MX 0836-42 a GRS 0831-429 (pozri Kozmos 2/91 a 3/91). Tím okolo observatória ROSAT tvrdí, že pulzuje severnejší zo zdrojov, teda MX, tím observatória GINGA však trvá na tom, že pulzuje GRS 0831-429, teda južnejší zo zdrojov. Na pomoc však prichádza tretie družicové observatórium, GRANAT. Okrem toho, že celooblohovým detektorom WATCH v druhej polovici januára 1991 zaznamenalo postupné zvyšovanie toku röntgenového žiarenia, záznamy potvrdili, že pulzácie s periódou 12,327s patria zdroju, ktorý leží severnejšie, a to je MX 0836-42. Pozorovania z družice GRANAT teda zatiaľ potvrdzujú výsledky ROSAT-u.

■ **Zvláštne gama záblesky** pozorovala družica GRANAT pomocou svojho celooblohového detektora WATCH. Prvý nastal 19. februára v mieste so súradnicami (14^h06^m, +59,8°) a bol vlastne dvojitý. Úroveň toku žiarenia náhle vzrástla až 20-násobne, a to na 3 sekundy; po 55 sekundách sa jav opakoval. Druhý záblesk pozorovali 10. marca 1991 v mieste (12^h17^m, +6,6°); trval však až 40 s. Podstata úkazov nie je jasná, preto viac sa očakáva od optických a rádiových pozorovaní obidvoch oblastí.

■ **Štvorlístok.** Jedna zo zložiek kvazara H 1413+117, ktorý je známy pod týmto menom, zvýšila svoju jasnosť. Pri pozorovaniach 18. februára 1991 pomocou 2,2 m ďalekohľadu na ESO v Chile sa zistilo, že zložka B je v R pásme (700 nm) až 1,5-krát jasnejšia ako zložka A. Jasnosť zložky B dosahovala predtým iba 85 % jasnosti zložky A. Ak toto zjasnenie má pôvod v kvazare samom, budeme mať možnosť zistiť oneskorenie zjasnenia obrazu A. Ako vieme, štvornásobný obraz vzniká pôsobením gravitačnej šošovky na svetlo ďaleko ležiaceho kvazara H 1413+117, pričom dĺžka cesty, ktorú prejde svetlo vytvárajúce každý zo štyroch obrazov, je rôzna. Tu sa črtá aj možnosť presnejšie určiť Hubblovu konštantu H_0.

J. Zverko

■ **Kométa P/d'Arrest** je identická s kométou, ktorú pozoroval La Hire roku 1678! Hoci takýto predpoklad vyslovil už krátko po jej objave roku 1851 Valz, rýchlo sa naň zabudlo. Nezávisle ho po 140 rokoch vyslovili a potvrdili astronómovia A. Carusi a G. B. Valsecchi z Ríma a Ľ. Kresák a M. Kresáková z AsÚ SAV v Bratislave. Podarilo sa im ukázať, že aj keď sa kométa počas 26 obehov okolo Slnka medzi rokmi 1678 a 1851 až osemkrát priblížila k Jupiteru na menej než 0,5 AU, negravitačné efekty vplývajúce na kométu zostali veľmi stabilné, hoci ich veľkosť je značná. Vypočítaná dráha kométy d'Arrest pre epochu roku 1678 zodpovedá trom zo štyroch La Hirových pozorovaní s presnosťou viac než 0,2°. Keďže v takýchto prípadoch býva najdôležitejšie presne určiť okamih prechodu telesa perihéliom, možno považovať rozdiel 70 minút medzi výpočtami Carusiho a spol. a G. Sitarského z Varšavy, ktorý postupoval inou metódou, za dostatočné potvrdenie identity obidvoch telies.

■ **Najväčšia supernova.** Premenlivý zdroj rádiového žiarenia v nepravidelnej galaxii NGC 6052, ktorá leží v Hlave Hada, pozorovali pomocou VLA Q. F. Yin a D. S. Heeschen z Národného rádioastronomického observatória v USA. Intenzita žiarenia objektu na vlnovej dĺžke 6 cm sa od januára 1980 do apríla 1982 zväčšila z 2 mJy na 12,4 mJy; v novembri 1990 dosahovala ešte stále hodnotu 1 mJy. Rádiová svetelná krivka na vlnových dĺžkach 6 a 20 cm podľa pozorovaní z rokov 1986, 1987 a 1990 jednoznačne sugeruje, že objekt je veľmi žiarivá supernova — je to zrejme najväčšia supernova, akú sme kedy zaregistrovali. Výkon supernovy je 8-krát väčší než pri doposiaľ najväčšej supernove 1986J. Navyše, v tej istej galaxii sa podarilo zaznamenať ešte jeden výrazný zdroj rádiového žiarenia, ktorého výkon koncom roku 1990 zodpovedal výkonu supernovy 1986J v maxime. Nový zdroj je teda zrejme tiež obrovská supernova.

■ **Namiesto trpaslíčej novy galaxia.** H. Debehogne z belgického Kráľovského observatória objavil koncom minulého roka červenú premennú hviezdu v súhvezdí Váh. Hoci na archívnych platniach a v atlase sa jej jasnosť pohybuje medzi 14 až 16^m, na platni z 20. apríla 1955, získanej v rámci palomarskej Prehliadky oblohy, má objekt vlastnosť necelých 10^m. Podľa zistených faktov bol až do marca tohto roku objekt považovaný za trpaslíčiu novu. M. Della Valle a P. Padovani z ESO a P. Rafanelli z Padovskej univerzity však sledovali objekt pomocou prístrojov na La Silla a zistili, že všetky čiary v spektre objektu sú vplyvom červeného posunu pohnuté o hodnotu, ktorá zodpovedá z = 0,0365. Z meraní navyše vyplynulo, že plyn v objekte je ionizovaný tepelným zdrojom podobne ako v HII oblastiach, nie však natoľko, aby mohlo ísť o novu. Všetko nasvedčuje, že objekt je galaxia s HII oblasťami. Podľa meraní M. Di Martina pomocou 1 m ESO teleskopu bola 18. 9. 1990 jej jasnosť V = 15,5, B—V = +0,63 a U—B = —0,47.

■ **Ekvinocium J2000,0.** Na kalibráciu pozorovaní, určovanie dráh a výpočet polôh komét a planétok sa dlhé roky používalo štandardné ekvinokcium 1950,0, odvodené z Besselových koordinát. Blíži sa však rok 2000, a preto 20. komisia IAU rozhodla o tom, že počnúc rokom 1992 dôjde k zmene. Namiesto štandardnej epochy B1950,0, viažúcej sa na juliánsky dátum 2 433 282,423, bude sa už od budúceho roka pre telesá v slnečnej sústave používať štandardná epocha J2000,0, viažúca sa na JD 2 451 545,000. Vydanie známych ročeniek Efemeridy malých planét a International Comet Quarterly bude už na rok 1992 používať nové ekvinokcium. Naň prejde od 21. novembra 1991 aj Minor Planet Circular, na ktorý sa viažu aj cirkuláre IAU. Pozorovatelia nov, supernov a iných objektov mimo slnečnej sústavy však budú ekvinokcium B1950,0 používať ešte nejaký čas, zrejme dovtedy, kým sa podarí prerobiť na J2000,0 aj používané mapy a najmä katalógy.

-rp-

Čo nás naučila supernova 1987A

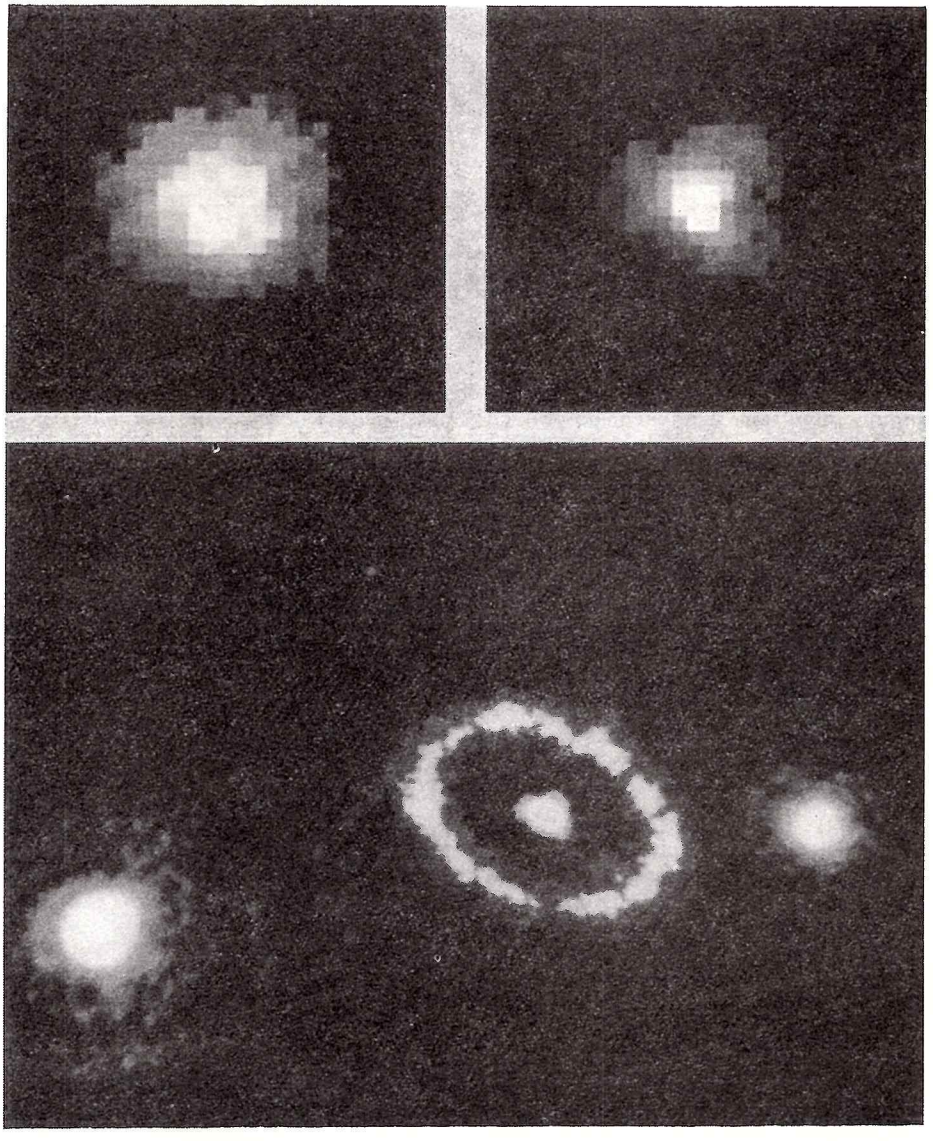
23. februára 1987 dorazili k Zemi neutrína a svetlo z výbuchu supernovy vo Veľkom Magellanovom oblaku. Tento oblak síce nepatrí do našej Galaxie, je však jej satelitom a nachádza sa vo vzdialenosti iba 170 000 svetelných rokov. Práve preto išlo o najlepšie pozorovateľný výbuch supernovy od Keplerových čias. Pozemské detektory po prvý raz zachytili z výbuchu aj neutrína, aj elektromagnetické žiarenie. Pred týmto mimoriadnym javom vychádzali naše poznatky o supernovách len z pozorovania ich výbuchov vo vzdialených galaxiách a zo systematického štúdia zvyškov starých supernov našej Galaxie (napr. Krabej hmloviny).

Stručne možno zhrnúť, že hlavným prínosom supernovy 1987A je potvrdenie našich základných teórií o vývoji hviezd. Je úžasné, že vďaka predchádzajúcim pozorovaniam bolo možné určiť hviezdu — modrého obra s označením Sanduleak 69202 — v spomínanom oblaku, ktorej zrútenie znamenalo vznik supernovy. Z priebehu kolapsu sme zachytili γ žiarenie, svedčiace o prítomnosti kobaltu v jadre tohto obra.

Merania celého spektra elektromagnetického žiarenia i zachytené neutrína zo supernovy obsahujú nielen informáciu o zániku hviezdy, ale i množstvo informácií o jednotlivých štádiách vývoja Sanduleaka a jemu podobných hviezd, obrov asi 20-krát hmotnejších než Slnko.

Supernovy sa rozlišujú podľa rôznych kritérií. Azda najdôležitejšie z nich sú prítomnosť vodíka a príčina výbuchu. Supernova 1. typu je bez vodíka, 2. typ vodík má. U SN 1987A sa dokázala prítomnosť vodíka, takže išlo o supernovu 2. typu. Výbuch môže nastať pri jadrovej syntéze alebo pri gravitačnom zrútení jadra. Výbuch vyvolaný jadrovou syntézou nastane vtedy, keď sa pri dostatočne vysokej teplote jadrá dostanú tepelným pohybom cez odpudivú coulombovskú bariéru. Táto reakcia môže vyvolať takú silnú radiálnu nárazovú vlnu, ktorá strhne so sebou a nakoniec vymrští von nielen vonkajšie chladnejšie vrstvy látky, ale zároveň zničí i hviezdu samu. Pokiaľ hviezda nezanikne týmto spôsobom a bola pôvodne aspoň desaťkrát hmotnejšia než Slnko, nakoniec nevyhnutne skončí ako supernova iným, ešte mohutnejším výbuchom — pri gravitačnom zrútení svojho jadra. V tom prípade ide o úplné rozdrvenie atómov vtlačením elektrónov do jadier. Elektróny s protónmi vytvoria neutróny a unikajúce neutrína, pričom vzniká rovnorodá neutrónová masa. Takáto látka je už nestlačiteľná, takže gravitačné zrútenie kovového jadra má za následok akýsi odraz — mohutnú nárazovú vlnu, ktorá rozmetá zvyšok hviezdy. Uvoľnená energia je obrovská, neporovnateľná so žiadnym iným výbuchom (s výnimkou big bangu). Výbuch supernovy spôsobený opísaným gravitačným kolapsom jadra sprevádzajú dva signály: nesmierne intenzívny tok neutrín a o niečo neskôr (keď odrazená nárazová vlna prenikne do horných vrstiev hviezdy) tok elektromagnetického žiarenia. Supernova SN 1987A vybuchla presne takýmto spôsobom a po prvý raz v histórii sme zaregistrovali obidva signály.

V štádiu, keď vnútri hviezdy začne „horieť" uhlík na kyslík alebo neón, je už jadro hviezdy natoľko husté, že do povrchových vrstiev neprenikne žiarenie zo stredu. Energia uvoľnená termojadrovými procesmi v jadre sa potom dostáva von predovšetkým vďaka neutrínam. Tieto „cítia" iba slabé interakcie, takže prechádzajú nedotknuté vrchnými vrstvami hviezdy a nemajú podstatný vplyv na ich žiarenie. Preto nám elektromagnetické žiarenie, ktoré zachycujeme na Zemi, nepovie nič o tom, či v jadre červeného obra je horiace hélium, kremík, alebo kovy. Na druhej strane pre tok neutrín, hoci je intenzívny, predstavuje Zem veľmi malý priestorový uhol. Preto našimi detektormi



Supernova 1987A, či presnejšie to, čo po nej zostalo, pózovala už niekoľkokrát aj pre citlivú aparatúru kozmického ďalekohľadu. Porovnanie dvoch horných obrázkov dokazuje, že zvyšok po výbuchu (snáď pulzar) stále zahaľujú husté oblaky vyvrhnutej hmoty: obraz supernovy vľavo je väčší než obraz normálnej samostatnej hviezdy pri rovnakých podmienkach. Rozlíšenie dosahuje asi 0,15″. Okrem svetelného echa sa počas štyroch rokov po výbuchu stihol vytvoriť okolo miesta výbuchu aj ozajstný prstenec rozpínajúcej sa odvrhnutej hmoty. Obopína miesto výbuchu zhruba vo vzdialenosti 2,6″ a mohol byť identifikovaný len vďaka rozlišovacej schopnosti 0,1″, ktorú už HST po počiatočných ťažkostiach konečne dosahuje.
Snímky: NASA

neprechádza potrebný počet neutrín na to, aby sme z tých pár, čo občas zachytíme, dokázali vyťažiť informáciu o stave jadra. Prakticky ich nevieme ani len odlíšiť od pozadia. Výbuch supernovy spôsobený gravitačným zrútením jadra dáva šancu porovnať naše modelové predstavy so skutočnou štruktúrou jadra a poskytuje pohľad do tejto zakázanej komnaty, ktorá je pre nás inak pevne uzamknutá.

Pri meraní žiarenia sú najzaujímavejšími spektrálnymi čiarami tie, ktoré dokazujú prítomnosť kovov, a teda dovoľujú inak zriedkavý pohľad do jadra hviezdy. Pri meraní je výhodné sústrediť sa na tvrdé γ žiarenie, ktoré pochádza z atómov kobaltu ^{56}Co. Jadrá kobaltu vznikajú priamo syntézou ľahkých prvkov alebo z ^{56}Ni, ktorého polčas rozpadu je 6,1 dňa. Samy sa rozpadajú s polčasom rozpadu 79 dní na železo 56. Dlhšia životnosť kobaltu umožňuje registrovať jeho γ žiarenie počas dvanástich i viac mesiacov od výbuchu supernovy. Sledovaním postupného zhasínania supernov astrofyzici odhadli, že pri výbuchu bol uvoľnený kobalt 56, majúci 0,075 hmotnosti Slnka. Navyše, opakovaným meraním sa po 9 mesiacoch dokázalo, že išlo o čerstvý kobalt, skutočne syntetizovaný v supernove SN 1987A.

Celkovou svietivosťou sa SN 1987A odlišovala od „typických" supernov zaregistrovaných v iných galaxiách. Zdá sa, že všetky rozdiely idú na vrub toho, že táto supernova pochádza z výbuchu modrého obra (polomer asi 10^{12}m). Podobné výbuchy modrých obrov vo vzdialených galaxiách ťažko zistiť, vyskytli sa dokonca pochybnosti, či sú na rozdiel od mohutnejších výbuchov červených obrov (polomeru 10^{13}—10^{14}m) vôbec možné. Modrí obri majú zrejme povrchové vrstvy tenšie, hustejšie a hustota smerom do stredu rastie prudšie než u červených obrov. To má za následok, že všetky procesy počas výbuchu prebiehajú prudšie a rýchlejšie a kinetická energia vymrštenej látky odnáša väčší podiel z celkovej energie uvoľnenej výbuchom. Na svietivosti SN1987A sa to prejavilo takto: z 12. magnitúdy stúpla rýchlo na 6. a potom počas 90 dní postupne zintenzívňovala svoj jas, až dosiahla 3. magnitúdu. Počas ďalšieho mesiaca klesla na 5. magnitúdu a nakoniec sa veľmi pozvoľne strácala, takže po 18 mesiacoch ešte stále žiarila na úrovni 9. magnitúdy. Rovnako zreteľný bol tento efekt aj v časovom zaostávaní žiarenia za neutrínami. Zatiaľ čo v prípade SN1987A bol medzi nimi rozdiel 3 hodiny, v prípade výbuchu červených obrov by oneskorenie žiarenia predstavovalo rádovo až niekoľko dní. Detekcia žiarenia ešte nepovedala posledné slovo. Čaká sa, že pomôže odhaliť pozostatok supernovy — neutrónovú hviezdu, ktorá by na základe teoretických argumentov mala vysielať röntgenové žiarenie.

Aby nastal gravitačný kolaps, musí byť hmotnosť kovového jadra minimálne 1,4 hmotnosti Slnka. Uvoľnené energia je potom aspoň 10^{46}J. Energia elektromagnetického žiarenia a kinetická energia explodovaných vrstiev však predstavujú len niekoľko percent z tohto množstva. Zvyšná energia musí byť uvoľnená v neviditeľnej forme — buď ju nesú gravitačné vlny, alebo neutrína či iné doteraz neobjavené slabo interagujúce neutrálne častice. Viaceré argumenty poukazujú na to, že gravitačné žiarenie odnáša zhruba stotinu uvedeného množstva energie. Ak nebudeme brať do úvahy neznáme častice, zostáva na neutrína viac ako 90 % všetkej uvoľnenej energie. To je obrovské množstvo.

Akosi zo zvyku by sa mohlo zdať, že i tu neutrína unikajú bez interakcie s ostatnou látkou. Ale nie je to tak.

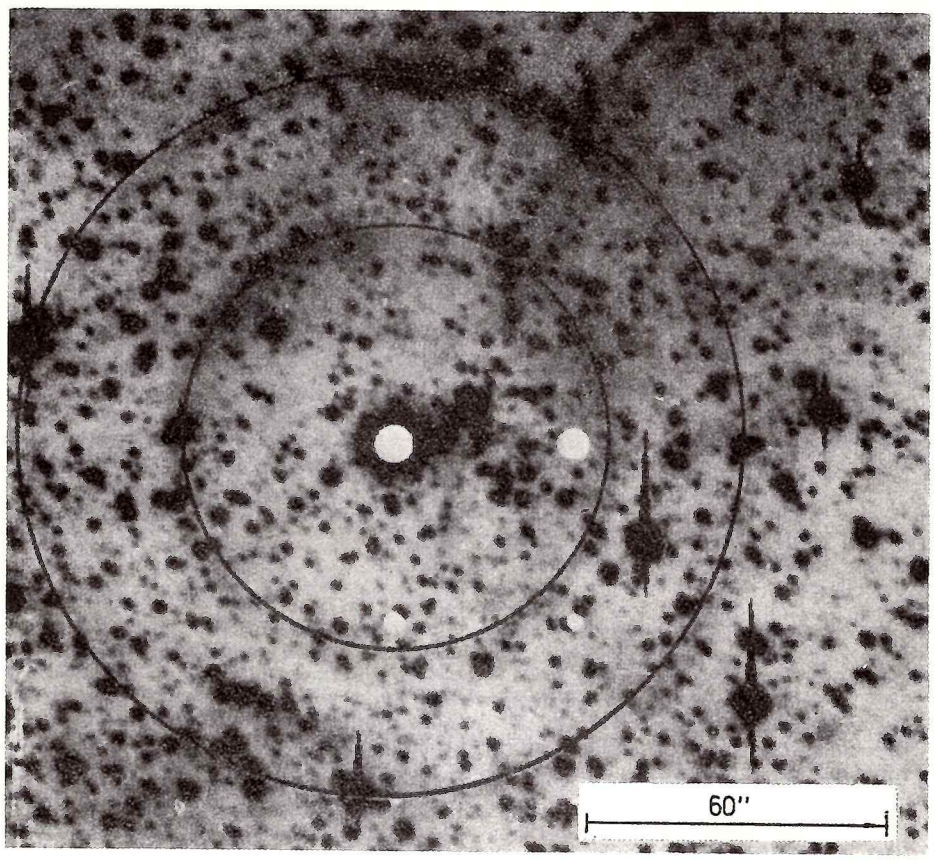
Svetelné echo SN 1987A

Po objave svetelného echa supernovy SN 1987A (pozri aj Kozmos 3/90) sa tomuto javu na stránkach odborných časopisov pravidelne venuje pozornosť. Posledné pozorovania z La Silla v Chile ukázali, že v charaktere prstencov nastala zmena. Stred vonkajšieho echového prstenca už nie je totožný s polohou supernovy, ale je asi o 2,6″ posunutý severovýchodným smerom.

Podľa schematickej predstavy prstenec svetelného echa supernovy vzniká v takmer rovinnej medzihviezdnej vrstve, v rovine približne kolmej na smer zorného lúča. Ak je však táto vrstva sklonená k zornému lúču pod určitým uhlom, stred celkového prstenca s polohou supernovy už koincidovať nebude. V tomto prípade: posun o 2,6″ zodpovedá sklonu asi o 53°.

Posun stredu echa je v pozičnom uhle 62° od supernovy. Týmto smerom sa nachádza rozsiahla HII oblasť Tarantula (30 Doradus). Je veľmi pravdepodobné, že rozptyľujúci materiál, na ktorom vzniká vonkajšie echo SN 1987A, patrí práve tejto HII oblasti. Z týchto údajov potom jednoduchou geometrickou úvahou dospievame k záveru, že supernova je asi o 700 pc hlbšie vo Veľkom Magellanovom mraku než hmlovina Tarantula. Šírka prstenca echa v radiálnom smere zodpovedá dĺžke obdobia, v ktorom supernova mala svietivosť nad hodnotou zaručujúcou pozorovateľnosť echa. Jasnejšie miesta po obvode prstenca zase indikujú zvýšenú hustotu medzihviezdnej látky. Dá sa teda odhadnúť, že vnútorný prstenec má „šírku" 154 dní, vonkajší len 94 dní. Hrúbka vrstvy, v ktorej vzniká vnútorné echo, je najviac 81 parsekov. Vzdialenosť supernovy a vrstvy, na ktorej vzniká vnútorné echo, je 117 pc, vonkajšej 325 pc. Svietivosť echových prstencov okolo supernovy je síce nepriamo úmerná času, ktorý uplynul od jej výbuchu, ale pretože postupujú smerom k hustejšiemu prostrediu okolo 30 Doradus, jednotlivé časti svietivých prstencov budú viditeľné ešte niekoľko desaťročí.

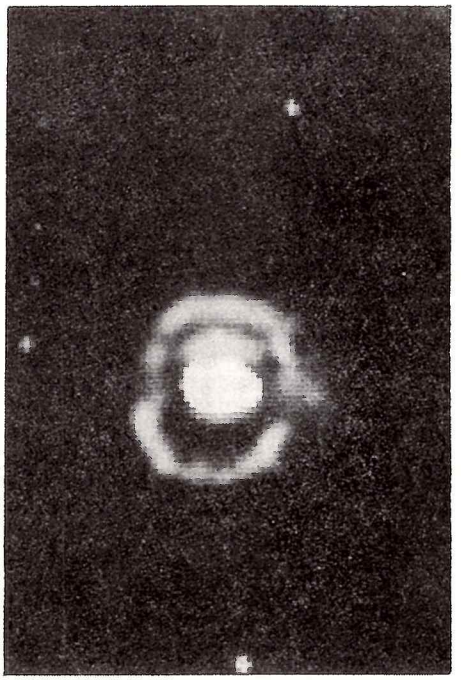
Podľa Astronomy and Astrophysics spracoval V. Bahýl



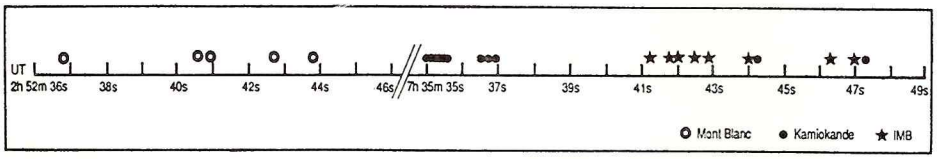
Excentrickosť dvojitého svetelného echa (vonkajší prstenec je oproti vnútornému posunutý asi 2,6″ severovýchodne) dovoľuje sledovať rozloženie hmoty v oblasti supernovy 1987A.

Pri hustotách väčších než 10^{11}g . cm^{-3} jadro prestáva byť pre neutrína „priesvitným". Ak predpokladáme, že nerovnovážne procesy netrvajú dlho, vzájomnými zrážkami, anihiláciami a kreáciami sa dosiahne medzi neutrínami termodynamická rovnováha. Teoreticky možno spočítať strednú energiu či teplotu v „neutrínosfére" — oblasti, kde sa nepriesvitnosť stráca. Stredná energia neutrína potom vychádza asi 20 MeV. Pri týchto úvahách je podstatný objav zo sedemdesiatych rokov — pozorovanie neutrálnych prúdov na ISR v CERNe. Interakcie neutrín s energiami okolo 20 MeV bežia totiž počas kolapsu jadra práve neutrálnymi prúdmi — intermediálnou časticou je Z° bozón. Iná možnosť nie je. Výnimku tvoria elektrónové neutrína, ktorých reakciu $n+\nu \rightarrow e+p$ sprostredkúvajú nabité prúdy výmenou W$\pm$bozónov. Podobná reakcia pre miónové a τ leptónové neutrína neprebieha vzhľadom na nepomer medzi energiou neutrín a pokojovou hmotnosťou miónu a τ leptónu, ktoré by nahradili elektrón v uvedenej reakcii. To je aj dôvod, prečo nepriesvitnosť jadra pre ν_e siaha do vyšších vrstiev než pre ostatné typy neutrín a tepelná energia vyžarovaných elektrónových neutrín je len 10 MeV. (Pokiaľ je ešte v jadre dosť protónov, platí to na chvíľu vzhľadom na možnú reakciu $\nu+p \rightarrow e^{+}+n$ aj o elektrónových antineutrínach.)

Celkove prebieha žiarenie neutrín aj podľa rôznych modelov nasledovným spôsobom. Neutronizáciu kovového jadra sprevádza okamžité vyžiarenie elektrónových neutrín. Tento úvodný pulz by nemal trvať dlhšie ako stotinu sekundy. Vzápätí nasleduje hlavný prúd neutrín, emitovaných postupne z termalizovanej oblasti, a to v trvaní niekoľkých sekúnd. Viac než polovica z nich by mala byť uvoľnená v prvých dvoch sekundách, zvyšok do 10—20 sekúnd, podľa toho, ako chladne horúca novonarodená neutrónová hviezda. Neutrálne prúdy v termálnych procesoch neuprednostňujú nijaký typ neutrína (ak je ich hmotnosť nulová), takže s výnimkou elektrónových neutrín by sa mali o energiu podeliť všetky ostatné neutrína rovnakým dielom. Na základe podobných jednoduchých argumentov možno odhadnúť, aký počet neutrín z výbuchu prechádza Zemou. Pri známom účinnom priereze reakcie $\bar{\nu}+p \rightarrow e^{+}+n$ (zhruba 10^{-38} cm^{2}) dostaneme počet pozitrónových zábleskov, ktoré by mali registrovať mamutie podzemné detektory. Konkrétne pre japonský detektor Kamiokande s 2200 tonami vody je to asi 11 zábleskov, americký detektor IMB (Irvine/Michigane/Brookhaven), obsahujúci 6800 ton vody, by mal zaznamenať 7 zábleskov. Ich počet redukuje vyšší prah pozitrónových detektorov, ktorý je až za vrcholom energie dopadajúcich antineutrín (20 MeV). Detektor pod Mont Blancom (90 ton uhľovodíka) by mal teoreticky registrovať stredný počet 0,6 záblesku.



Záber z roku 1989 už síce naznačoval vznik prstenca okolo zvyšku po supernove 1987A, vzhľadom na nízku rozlišovaciu schopnosť prístrojov však nebolo možné presne odhadnúť podstatu útvaru. Tá je dnes síce už známa, astronómi sa však snažia preniknúť ešte hlbšie, k tajomnému zvyšku, neutrónovej hviezde či pulzaru.



Graf ukazuje, ako prichádzali na Zem neutrína zo supernovy 1987A. Po analýze všetkých údajov museli vedci dopady zaregistrované detektorom pod Mont Blancom vylúčiť.

Signál z 23. februára 1987 vidíme na obrázku. Japonci skutočne zaregistrovali 11 zábleskov. Američania 8. Veľkú diskusiu vyvolalo 5 impulzov skupiny pod Mont Blancom 2 min 52 s po predchádzajúcich detektoroch. Nakoniec sa astrofyzici zhodli na tom, že muselo ísť o mylný signál či náhodnú fluktuáciu v aparatúre, lebo pokiaľ by týchto 5 impulzov skutočne boli vyvolali neutrína zo SN1987A, musela by supernova s vysokou pravdepodobnosťou vyžiariť viac energie, než bola pokojová energia modrého obra Sanduleaka. (Mimochodom, o 7 mesiacov neskôr táto skupina opäť zaregistrovala 5 „šumových" impulzov v priebehu 10 sekúnd, čo potvrdzuje, že ich signály sú zaťažené veľkým pozadím a v súvislosti so SN1987A ich netreba brať vážne. Nezaškodí pripomenúť výrok sira Eddingtona: „Pozorovaniam by sme nemali veriť, pokiaľ nie sú potvrdené teóriou.")

Vidíme, že v spomínaných dvoch veľkých detektoroch zachytili impulzy v prvých sekundách, v zhode s očakávaným scenárom zrútenia hviezdneho jadra. Pomocou zisteného počtu neutrín a ich experimentálne určenej energie sa stanovuje množstvo energie uvoľnenej pri výbuchu. Aj keď IMB meria len vysokoenergetický chvost rozdelenia neutrín, je v tomto výsledku zhoda medzi obidvoma skupinami na úrovni 90 %. Presne v súlade s teoretickým odhadom vychádza $2 . 10^{46}$J uvoľnenej energie, rovnako polomer neutrínosfér niekoľko desiatok km je v rozumnej zhode s očakávaním.

Okrem týchto astrofyzikálnych poznatkov sú výsledky prínosom aj pre časticovú fyziku. Napr. doba života neutrín je určite dosť veľká na to, aby sa tok neutrín nezoslabil ani na vzdialenosť 170 000 svetelných rokov. Neprítomnosť γ žiarenia v koincidencii s neutrínovými zábleskmi znamená, že cestou nedošlo k radiačným rozpadom. To, že spŕška elektrónových neutrín prišla na Zem pohromade, ohraničuje ich pokojovú hmotnosť: napriek nejasnostiam okolo počiatočnej šírky pulzov je — aj pri zahrnutí variácií neznámych parametrov — potrebné, aby hmotnosť elektrónových neutrín bola pod 25 eV, čo je zhruba úroveň presnosti veľkých pozemských experimentov. Keďže energia supernovy sa delí takmer rovnako medzi všetky slabo interagujúce neutrálne častice, sú výsledky pomerne silným ohraničením na vlastnosti hypotetických axiónov. A nakoniec — niekoľko autorov tvrdí, že pokiaľ by malo neutríno magnetický moment veľkosti aspoň 10^{-11} magnetického momentu elektrónu, viedlo by to k nepozorovaným efektom, ako je rýchlejšie chladnutie neutrónovej hviezdy a väčší počet neutrín s vyššími energiami. Tieto výsledky môžu byť užitočné pre problém slnečných neutrín, ktorého jedno z najpopulárnejších riešení predpokladá magnetický moment neutrína a jeho interakciu s magnetickým poľom Slnka.

Z experimentálneho hľadiska možno však hovoriť o premárnenej príležitosti. Ostatné obrovské detektory buď neboli spoľahlivo otestované (Baksan, ZSSR), alebo práve nepracovali, či boli tesne pred ukončením (DUMAND, 4000 m pod hladinou oceánu pri Havaji, GALLEX v Taliansku). Zároveň sa pripravujú nové detektory neutrín, založené na registrácii Čerenkovovho žiarenia zo vzniknutých miónov, ktoré by mali byť vybudované na dne Bajkalského jazera, Arkansaského jazera a v antarktickom ľadovci.

Nádej však zostáva. Výbuch supernovy v našej Galaxii zrejme nie je až takou zvláštnosťou, ako by sa mohlo zdať na základe záznamov o pozorovaní oblohy v tomto tisícročí. Dôvodom, prečo takýchto výbuchov nevidíme viac, je pravdepodobne hviezdny prach v strede disku našej Mliečnej cesty. Avšak supernova 1987A nás naučila, že na registrovanie supernov môžu v budúcnosti stačiť aj neutrínové detektory, a to dokonca bez optických pozorovaní. Ak bude sieť týchto detektorov spoľahlivá, môžeme sa tešiť, že najbližší výbuch supernovy v našej Galaxii zaznamenáme pravdepodobne už o 10—15 rokov. V tomto zmysle znamenala SN1987A začiatok éry neutrínovej astronómie.

RNDr. TOMÁŠ BLAŽEK

Bart Bok mal pravdu

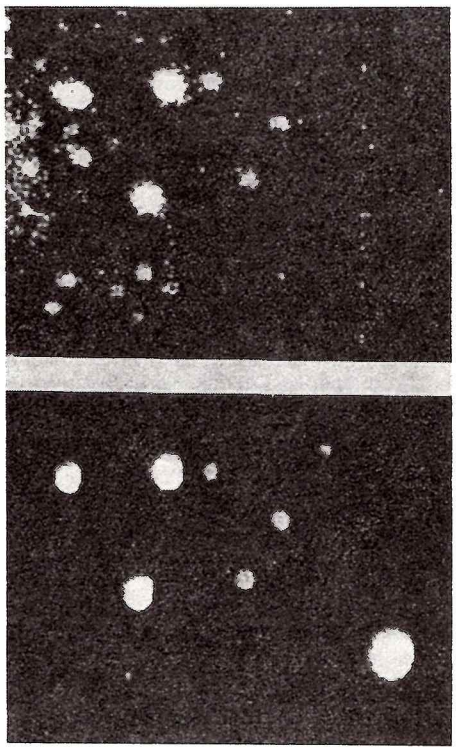
— Ak chceme vedieť, ako sa rodia hviezdy, — vyhlásil roku 1947 americký astronóm Bart J. Bok, — musíme si vziať na mušku globuly. Globuly sú maternicami a zároveň i kolískami nových hviezd.

Bokova prognóza sa astronómom sprvoti neveľmi pozdávala. Globuly, guľaté tmavé chumáče medzihviezdneho plynu a prachu, mali napriek svojim úctyhodným rozmerom (10 000 AU = 2 svetelné roky) príliš nepatrnú hmotu (0,001—0,1 hmotnosti Slnka) na to, aby v nich mechanizmus gravitačného kolapsu dokázal vytvoriť čo len zárodok novej hviezdy. Až najnovšie infračervené pozorovania potvrdili, že Bokova hypotéza je správna. Vo viacerých globulách sa podarilo objaviť zdroje infračerveného žiarenia, podľa všetkého čerstvo narodené hviezdy. Hvezdári z Bostonskej univerzity dokonca zistili, že takmer v každej Bokovej globule je prinajmenej jedna nová hviezda.

Ukázalo sa, že pôvodný odhad masy Bokových globúl bol nesprávny. Keď Lin Yun a Clemens preskúmali 248 snímok rôznych globúl zo satelitu IRAS, našli v 57 „guľatých kolískach" 72 bodových zdrojov infračerveného žiarenia. Pravda, technika, ktorú mali k dispozícii, im umožňovala detegovať iba objekty nad 0,7 hmotnosti Slnka. Keďže vieme, že počet menej hmotných hviezd vo vesmíre je niekoľkonásobne vyšší, predpokladá sa, že v preverovaných globulách svieti ešte najmenej 300 ďalších malých slnk. Znamenalo by to, že každá globula porodila aspoň jednu hviezdu.

Koncom minulého roka obidvaja hvezdári upozornili na to, že relatívna jasnosť týchto bodových zdrojov (na vlnových dĺžkach od 12 do 25 mikrónov) zodpovedá presne hodnote, akú podľa teórie majú mať mladé hviezdy narodené v prachovej kolíske. Posledným dôkazom je spektrum týchto hviezdnych dvojčiat: na chlp sa kryje so spektrom mladých hviezd v srdci tmavej hmloviny Rho Ophiuchi. Škoda len, že sa „Old Bok" tohto triumfu nedožil.

Podľa S+T 5/91
spracoval eg



Dve snímky Bokovej globuly B335 dávajú za pravdu Bartovi J. Bokovi, ktorý predpovedal, že práve v takýchto tmavých kútoch by mali vznikať hviezdy. Na hornej fotografii malého kúska oblohy na vlnovej dĺžke 2,2 mikróna ešte nič nie je. O pár rokov nato družica IRAS práve tu objavila novú hviezdu, čerstvo vyliahnutú zo svojho vajíčka.

Planéty okolo Epsilon Aurigae

Epsilon Aurigae, hviezda tretej magnitúdy, je jedným z enfant terrible astronómie 20. storočia. Táto hviezda, žiariaca na zimnej oblohe neďaleko Capelly, je astronomickou záhadou už od roku 1903, keď ju ako jednu zo zákrytových premenných po prvý raz s úžasom pozorovali klasici stelárnej astronómie. Epsilon Aurigae je hviezdny nadobor spektrálneho typu F0. Raz za 27,1 roka nejaký tmavý objekt túto hviezdu na niekoľko mesiacov zakryje.

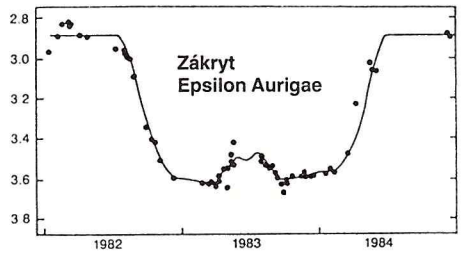
Dnes sa nazdávame, že tajomný objekt je veľký matný disk pripomínajúci naklonený klobúk. Podľa všetkého tento disk krúži okolo malej, slabej hviezdy (dvojice hviezd) obiehajúcej okolo nadobra. Tento efektný model má však viacero slabín. K najväčším patrí fakt, že systém i v maxime zatmenia prepúšťa svetlo. Navyše, záhadný disk, ktorý by sa mal javiť ako elipsa, spôsobuje „hranaté zatmenie" — akoby Epsilon prekrýval akýsi obdĺžnik.

Niet preto divu, že nedávno sa objavil nový scenár. Ak sa potvrdí, budeme môcť na prípade Epsilon Aurigae sledovať, ako sa utvára slnečná sústava a planéty. Podľa amerických astronómov Carolla a Guinana je „záhadný klobúk" obyčajný tenký disk s čiastočne viditeľnou vnútornou zónou a jasnou „prázdnou zónou" uprostred striešky. Vyzerá presne tak, ako by mal vyzerať protoplanetárny mrak, zahusťujúci sa do podoby planéty na obežnej dráhe okolo hviezdy.

Tento objav potvrdil nedávno Talian Ferluga, ktorý priehľadnú zónu v disku prirovnal ku Cassiniho medzere v prstenci Saturna — zrejme tadiaľ prenikalo „falošné svetlo" počas zákrytu. Najnovšie si teda Epsilon Aurigae predstavujeme tak, že okolo vedľajšej zložky (samostatnej hviezdy či dvojice hviezd) krúži disk protoplanetárnej hmoty. Raz za 27,1 roka prechádza popred nadobra a prikryje jeho červenkastú tvár. Cez vypáranú medzeru zóny (jej materiál sa spotreboval na utvorenie planéty?) však svetlo obra čiastočne preniká. Práve to dlhé roky kazilo pozorovateľom dokonalý zážitok zo zákrytu.

Epsilon Aurigae, tvrdí Caroll, jeden zo šťastných riešiteľov tohto rébusu, je oveľa dôležitejší objekt, ako sme sa pôvodne nazdávali. Celé generácie po nás budú môcť sledovať, ako sa okolo obiehajúceho Slnka postupne vytvára planetárny systém.

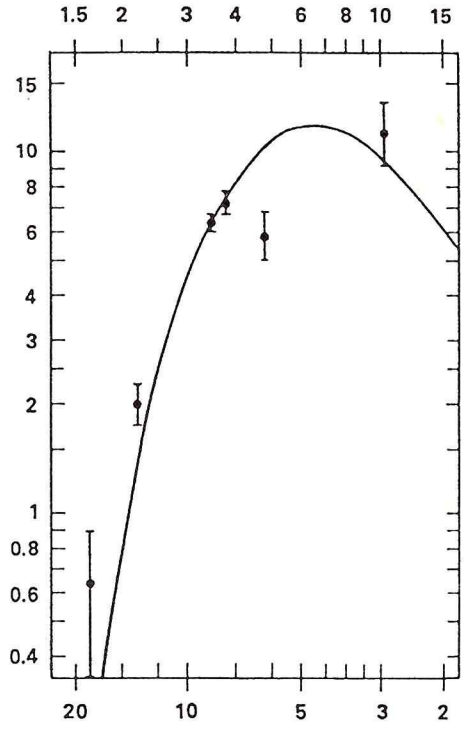
Podľa S+T
-engi-



Svetelná krivka, ktorá zachytáva priebeh zákrytu v sústave Epsilon Aurigae v rokoch 1982 až 1984, názorne ukazuje, čo nedá astrofyzikom spávať — zjasnenie v maxime zákrytu. To sa už pokúšalo vysvetliť mnoho astronómov. Najnovšia teória ráta s tým, že okolo sprievodcu vzniká planetárna sústava podobná našej...

Nezbedný Giclas

Hnedí trpaslíci vodia už niekoľko rokov astronómov za nos. Podľa viacerých odobrených teórií by týchto slabo svie-



Krivka rozdelenia energie v spektre infračerveného žiarenia a bieleho trpaslíka Giclas 29—38 naznačuje, že okolo pozorovaného telesa zrejme obieha ešte nejaké ďalšie, ktoré prispieva žiarením zodpovedajúcim teplote asi 800 K. Inak by sa namerané hodnoty nachádzali na teoretickej línii. Interpretovať tieto výsledky ako objav hnedého trpaslíka však nie je jednoduché.

tivých, nepríliš hmotných objektov mal byť vo vesmíre bezpočet. Zopárkrát sa objavili celkom dôveryhodné správy, že prvý hnedý trpaslík už objavený bol, netrvalo však dlho, a správu o úspechu vystriedalo skeptické dementi. Koncom minulého roka bol z listiny nádejných kandidátov vyškrtnutý aj hnedý trpaslík, predpokladaný sprievodca bieleho trpaslíka Giclas 29—38. Aj pre túto hypotetickú poloplanétu-poloslnko sa našlo prijateľnejšie vysvetlenie. (Najnovšie čerí hladinu záujmu Gliese 866; o ňom až v budúcom čísle.)

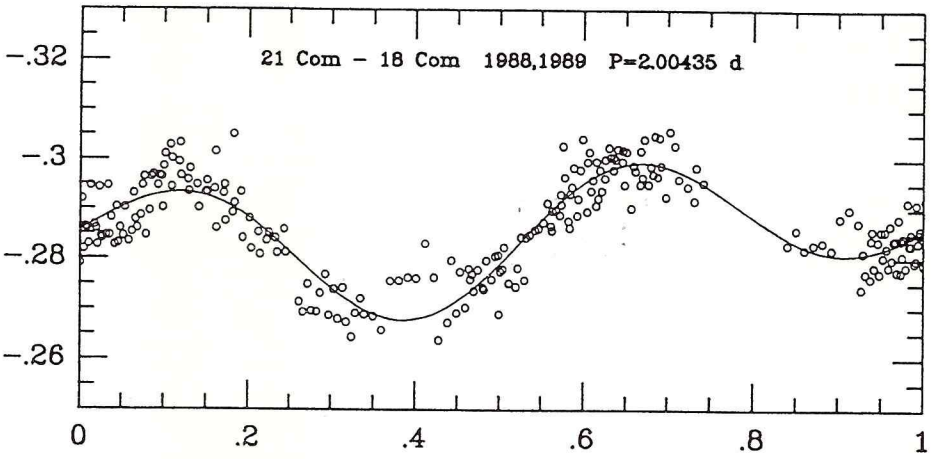
Roku 1987 objavili americkí astronómovia pri hviezde Giclas 29—38 silný zdroj infračerveného žiarenia. Po dlhých dišputách sa dohodli, že zdrojom môže byť práve hnedý trpaslík. Neskôr, keď tento zdroj preverovali na stredných vlnových dĺžkach infračerveného spektra, zistili, že tok žiarenia zodpovedá skôr telesu, ktoré nie je teplejšie ako 800 K. Takýto chladný objekt by však tak silno mohol žiariť len vtedy, keby bol oveľa väčší ako hypotetický hnedý trpaslík. Astronómovia preto vyslovili domnienku, že okolo Giclasu nerotuje maličká hnedá hviezda, ale skôr hrubý prstenec prachu. Ibaže: Giclas múti hlavy pozemských pozorovateľov aj naďalej. Ukázalo sa, že táto premenná hviezdička (typu ZZ Ceti) nemá pravidelnú periódu. Jej jasnosť kolíše. Hvezdári vypočítali, že takéto kolísanie by mohol spôsobovať hnedý trpaslík, obiehajúci Giclasa raz za 109 dní. V spektre periodických zmien radiálnych rýchlostí by sa však mal tento dej odzrkadliť. Nič také sa však zatiaľ nepozoruje. A tak už nie hnedý trpaslík, ale jeho biely príbuzný vodí astronómov za nos.

Podľa S+T 4/91 -nl-

Celozemský ďalekohľad

Pozorovatelia premenných hviezd sa často stretajú s problémom určovania periód periodických a multiperiodických svetelných zmien. Zákrytové dvojhviezdy, rotujúce hviezdy so škvrnami v atmosférach a hviezdy s rýchlo oscilujúcimi atmosférami produkujú široké spektrum svetelných variácií, ktorých pochopenie prispieva k poznaniu štruktúry sledovaných objektov. Pri periódach v trvaní niekoľko dní (zákrytové dvojhviezdy, hviezdy so škvrnami, Ap hviezdy) je veľmi komplikované pozorovať kompletnú svetelnú krivku v takých prípadoch, keď perióda svetelných zmien je veľmi blízka jednému dňu, prípadne jeho celočíselnému násobku. Napríklad hviezdu s periódou rotácie 2,005 dňa môžeme za priaznivých okolností pozorovať 6 hodín v priebehu noci. Prvé dve noci odpozorujeme približne 25 % svetelnej krivky. Malý fázový posun medzi periódou svetelnej krivky hviezdy a dvojnásobkom periódy rotácie Zeme však spôsobí, že zvyšných 75 % svetelnej krivky musíme pozorovať ďalších 300 nocí. To je pre jedného pozorovateľa takmer neriešiteľná úloha, a to aj v prípade ideálneho počasia.

Problém sa dá riešiť jedine koordinovanými pozorovaniami jedného objektu z viacerých miest na Zemi, vhodne rozloženými pozdĺž zemepisnej dĺžky. V takom prípade sa noc postupne „presúva" nad jednotlivé observatóriá a svetelnú



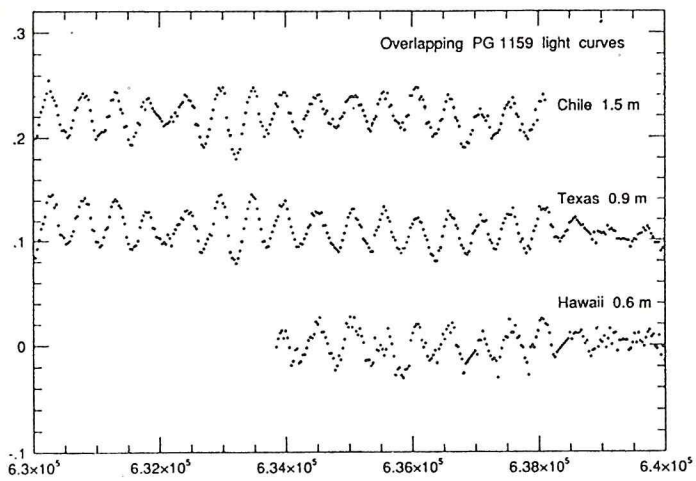
Svetelná krivka Ap hviezdy 21 Com v b filtri Strömgrenovho fotometrického systému.

krivku hviezdy pokryjú pozorovania oveľa rovnomernejšie ako v prípade jediného pozorovateľa. Takúto kampaň zorganizoval napr. T. J. Kreidl (astronóm slovenského pôvodu) z Lowellovho observatória v USA. Šesť observatórií (medzi nimi aj Skalnaté Pleso) z Ázie, Európy a Severnej Amerike zhromaždilo fotoelektrické pozorovania Ap hviezdy 21 Com. Predchádzajúce pozorovania z jednotlivých observatórií viedli v minulosti k množstvu periód fotometrických zmien tejto hviezdy, a to v trvaní od desiatok minút do 11 dní. Až posledná kampaň umožnila definitívne určiť periódu $P = 2{,}00435 \pm 0{,}0008$ dňa s amplitúdou svetelných zmien len 0,03 magnitúdy. Svetelná krivka bola pokrytá pozorovaniami 13 nocí roku 1988 a 5 nocí roku 1989, pričom správna hodnota periódy bola určená už z prvých 13 nocí.

Ani určiť krátkodobé variácie (rádove 10 minút) nie je jednoduché. Periódy v napozorovaných dátach sa vyhľadávajú pomocou metód periódovej analýzy a hodnovernosť výsledku závisí od množstva pozorovaní získaných podľa možnosti v súvislom rade, bez prerušenia. Združovanie pozorovaní z viacerých rôznych nocí vnáša do výsledku množstvo falošných periód, čo výrazne znižuje presnosť. Aj v tomto prípade sa množstvo problémov vyrieši koordinovanými pozorovaniami z viacerých observatórií. Pozoruhodný projekt zorganizoval R. E. Nather so spolupracovníkmi z USA. Do projektu je zapojených 9 observatórií od východného pobrežia Austrálie cez Áziu, Afriku, Európu, Severnú a Južnú Ameriku až po Havajské ostrovy tak, že aspoň nad jedným observatóriom je vždy noc. Všetky ďalekohľady sú vybavené rovnakými trojkanálovými fotometrami, počítačmi a programovým vybavením na dosiahnutie homogénnych výsledkov. Táto sieť observatórií je riadená z McDonaldovho observatória v Texase. Riadiaci astronóm kampane je v pravidelnom telefonickom styku s každým observatóriom a podľa počasia prideľuje jednotlivým ďalekohľadom objekty, ktoré majú pozorovať. Počítače jednotlivých observatórií sú vybavené modemom a napozorované dáta prúdia elektronickou poštou do Texasu. Takáto organizácia pozorovaní zvyšuje efektivitu celej siete a prináša prekvapujúco kvalitné výsledky. Pri niektorých objektoch (napr. ZZ Ceti) sa ukázali predchádzajúce určenia oscilácií z pozorovaní jedným observatóriom ako celkom chybné.

V sieti, ktorá v súčasnosti pracuje jeden až dvakrát ročne 10—14 dní, sú zapojené ďalekohľady s priemerom od 0,6 do 3,6 m. Ideálnu pozemskú sieť by malo tvoriť 10—12 ďalekohľadov s priemerom okolo 3 m. Kvalitnejšie výsledky by poskytla len dvojica trojmetrových ďalekohľadov na mesačnom povrchu.

J. Žižňovský

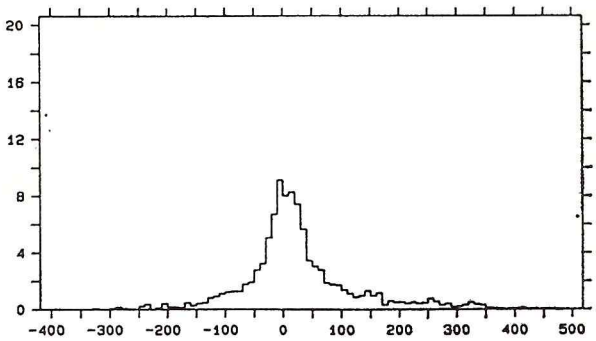


Časť svetelnej krivky objektu PG 1159-035, pozorovaná súčasne troma ďalekohľadmi celosvetovej siete. Obrázok demonštruje vplyv priemeru ďalekohľadu na kvalitu pozorovaní a vysokú hodnotu súčasne pozorovaných neperiodických náhodne sa vyskytujúcich javov na svetelnej krivke. Na konci pozorovacieho intervalu je zjavný útlm oscilácií.

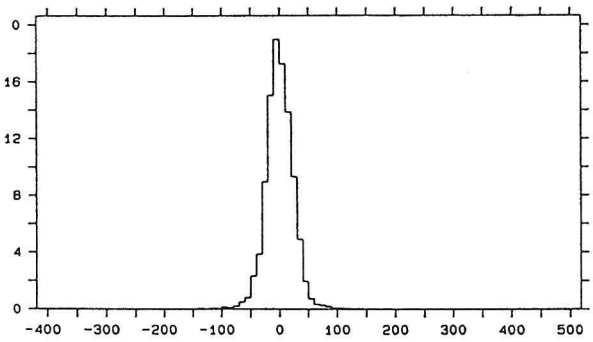
Čo vedia staré hviezdy

Pri štúdiu dynamiky a štruktúry galaxií sa pozornosť vedcov väčšinou upriamuje na horúce mladé hviezdy, a to najmä preto, lebo sú veľmi jasné. O ich protipóle, nenápadných a starých hviezdach s nízkou svietivosťou, však dodnes vieme len veľmi málo, hoci práve ony nám môžu poskytnúť neoceniteľné služby pri spoznávaní počiatkov a evolúcie galaxií, pretože ich vek je porovnateľný s vekom celej sústavy. V praxi ide o hviezdy, ktorých teplota je porovnateľná s teplotou nášho Slnka, resp. nižšia, teda o hviezdy spektrálnych typov F až K.

Trojica švédskych astronómov uverejnila v marcovom vydaní spravodajcu ESO Messenger predbežné výsledky štúdia najstarších hviezd v Galaxii. Snažili sa nájsť odpovede na tieto otázky: Ako vznikli prvé hviezdy? Vyskytovali sa prevažne v skupinách, alebo prevládali hviezdy osamotené? Zmenil sa radikálne mechanizmus tvorby hviezd počas evolúcie Galaxie, alebo je od jej vzniku stále rovnaký? Aká bola dynamika ranej Galaxie? Môžeme určiť rotáciu Galaxie ako funkciu jej veku? Ako závisia od veku parametre dráh?



Histogram radiálnych rýchlostí pre 1300 vybraných objektov, najstaršie hviezdy v Galaxii.



Histogram radiálnych rýchlostí pre hviezdy obsiahnuté v Bright Star Catalogue. Oveľa väčší rozptyl v prípade starých hviezd môže naznačiť mnohé z odpovedí na otázky formovania galaxií.

Na zodpovedanie týchto a mnohých ďalších otázok využili A. Ardeberg, H. Lindgren a I. Lundström 1,54 m teleskop na La Silla a ďalekohľad francúzskej hvezdárne v Haute-Provence. Urobili fotometriu asi 3000 hviezd spektrálnych tried F5 až M0, prislúchajúcich k populácii II, a zisťovali ich efektívne teploty, veľkosť gravitačného zrýchlenia na povrchu a zastúpenie ťažkých prvkov. Podľa hodnôt týchto veličín spravili užší výber a 2400 hviezdam ďalej zisťovali radiálnu rýchlosť. Na určenie vzdialenosti a tangenciálnych zložiek rýchlosti využili merania z družice Hipparcos. Nakoniec zostalo približne 1300 hviezd, medzi ktorými bolo aj niekoľko mladších, ktoré slúžili na porovnávanie. Zo štatistiky vybraných hviezd vyplynulo, že rozptyl radiálnych rýchlostí hviezd okolo nulovej hodnoty je pre staré hviezdy oveľa väčší, než pozorujeme v prípade hviezd mladších. Zastúpenie ťažkých prvkov siahalo od hodnôt príznačných pre najbližších susedov Slnka v galaktickom disku až po hodnoty bežne sa vyskytujúce pri hviezdach populácie „extrémna II", resp. u III. populácie. Radiálne rýchlosti viacnásobných hviezdnych sústav vykazovali podobný rozptyl, aký zistili pri štúdiu celého súboru 1300 hviezd. Svedčí tento fakt o tom, že procesy určujúce hviezdnu multiplicitu sa s vekom galaxie nemenia?

To je len jedna z otázok, ktoré sa vynorili po predbežnom spracovaní pozorovaní najstarších hviezd Galaxie. Na ňu a na mnohé ďalšie dokážeme azda dať v budúcnosti uspokojivé odpovede. Jednu odpoveď však poznáme už dnes — štúdium starých hviezd sa vyplatí! Zistené štatistické zákonitosti totiž jasne ukazujú, že práve tadiaľto vedie cesta k lepšiemu pochopeniu počiatkov galaxií.

Podľa ESA MESSENGER No. 63 (3/91)
RNDr. V. Vaculík

ROSAT s hviezdičkou

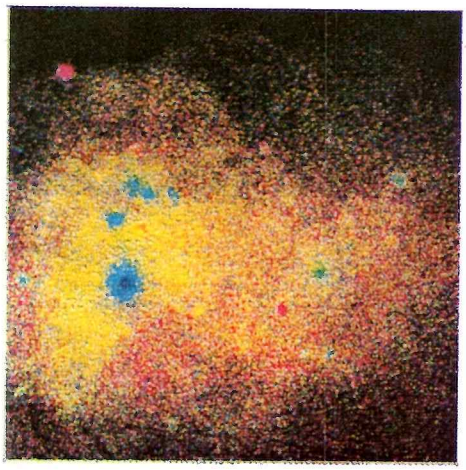
Nemecká družica ROSAT, lietajúce observatórium špecializované na prehliadky oblohy i výskum významných zdrojov v röntgenovom žiarení, hneď od prvých dní na obežnej dráhe začala vysielať na Zem obrázky, ktoré príjemne prekvapili všetkých zainteresovaných astronómov. Konštrukčne neveľká družica (pozri Kozmos 2/1991, s. 49) získala za necelý rok množstvo cenných poznatkov o tom, ako vesmír vyzerá v oblasti vlnových dĺžok, ktoré poznáme len zo sporadických návštev u lekára. Rozmanitosť tvarov i prekvapivý vzhľad známych objektov na iných vlnových dĺžkach dokumentuje mozaika záberov, ktoré sme vybrali z doterajšej žatvy ROSAT-u.

Vôbec prvý záber, takpovediac skúšobný, urobila družica 16. júna minulého roku. Obraz testovacieho objektu, Veľkého Magellanovho oblaku, presvedčil vedcov o tom, že plánované rozlíšenie 25″ v rozsahu štyroch farieb v rozmedzí vlnových dĺžok zodpovedajúcich energii fotónov medzi 0,1 až 2,4 keV ROSAT poľahky dosiahne. Už na tomto zábere (vľavo hore) sa podarilo zaregistrovať 16 zo 44 známych rtg. zdrojov v LMC, a to sa snímala len centrálna oblasť tejto satelitnej galaxie. Najjasnejší na snímke je zdroj LMC X-1, dvojhviezda, v ktorej možno očakávať prítomnosť čiernej diery. Zaujímavé sú i ďalšie objekty, ich popis by však zabral veľa miesta. Na obrázku kopy galaxií Abell 2256 (vľavo druhý zhora) sa podarilo odhaliť dvojitú štruktúru objektu, ktorá svedčí o tom, že v tých miestach, asi miliardu svetelných rokov ďaleko, zrejme došlo k interakcii dvoch rôznych kôp galaxií — jednotlivých členov napokon vidieť ako plnšie body okolo stredu snímky. Hoci Mesiac (vľavo druhý zdola) dokáže odtieniť väčšinu žiarenia pozadia, predsa len ním kde-tu dáky vysokoenergetický fotón prenikne. Na dôslednejšie vysvetlenie podstaty tohto javu by mali slúžiť „hĺbkové" snímky oblohy, podobné tej z ľavého spodného obrázka.

Zaujímavé skutočnosti odhalil ROSAT aj pri sledovaní okolia centra našej Galaxie (vpravo hore). Zreteľne sa tu napríklad vykreslil známy zvyšok po Keplerovej supernove z roku 1604 i ďalšie zdroje röntgenového žiarenia, otáznik v obrázku však dokazuje, že aj tu môžu vedci ešte nájsť niečo nové. Pokladnica poznania sa doplňa stále, uzatvorený ani zďaleka nie je žiadny z katalógov nebeských objektov najrozličnejšieho charakteru a povahy. Do súpisu zvyškov po výbuchu supernovy pribudol tiež jeden zápis — nový objekt vidíme na obrázku vpravo dolu, kde sa nad Capellou a zvyškom SNR HB9 zjavil zvyšok doteraz neznámy.

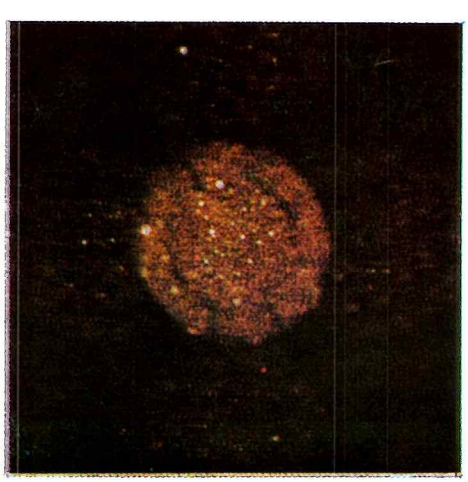
ROSAT si teda zatiaľ zaslúži za svoj výkon jednotku s hviezdičkou. Dúfame spolu s vedcami, že mu to vydrží a že vám opäť približne o rok budeme môcť sprostredkovať výsledky jeho výskumu nebeských objektov, ktoré sa prejavujú v oblasti vlnových dĺžok röntgenového žiarenia.

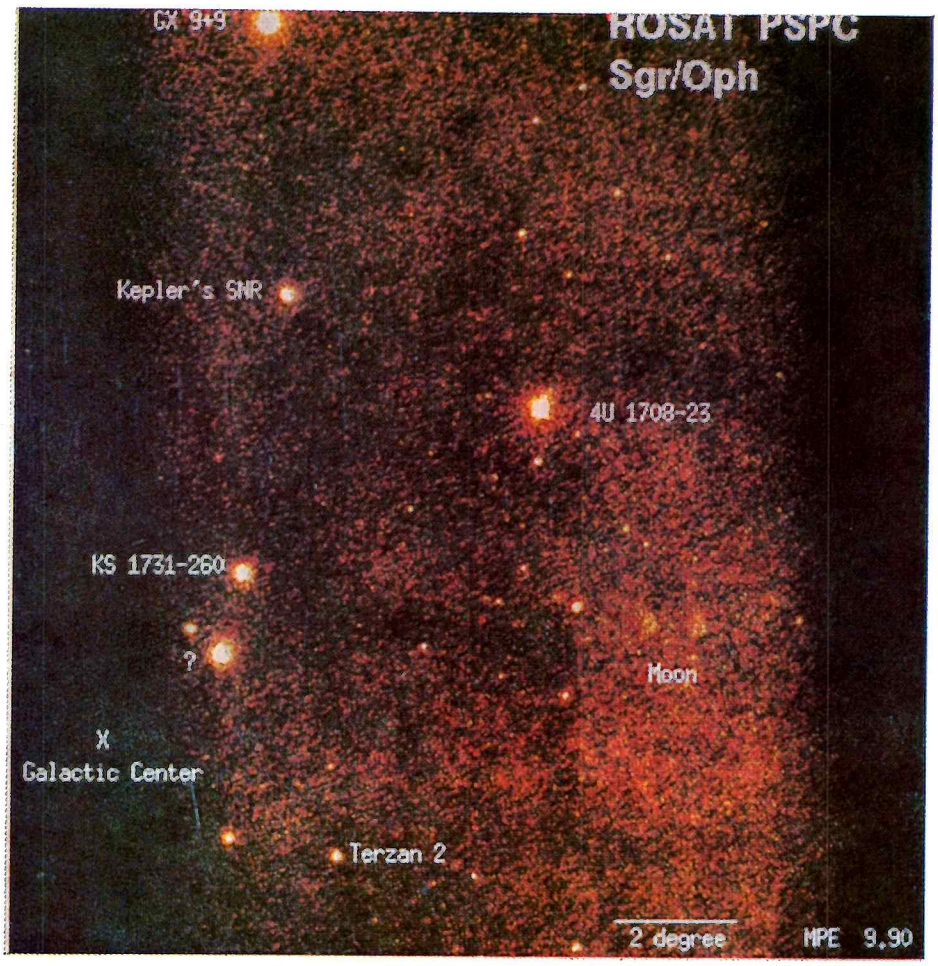
Podľa Sterne und Weltraum 4/1991
-rp-

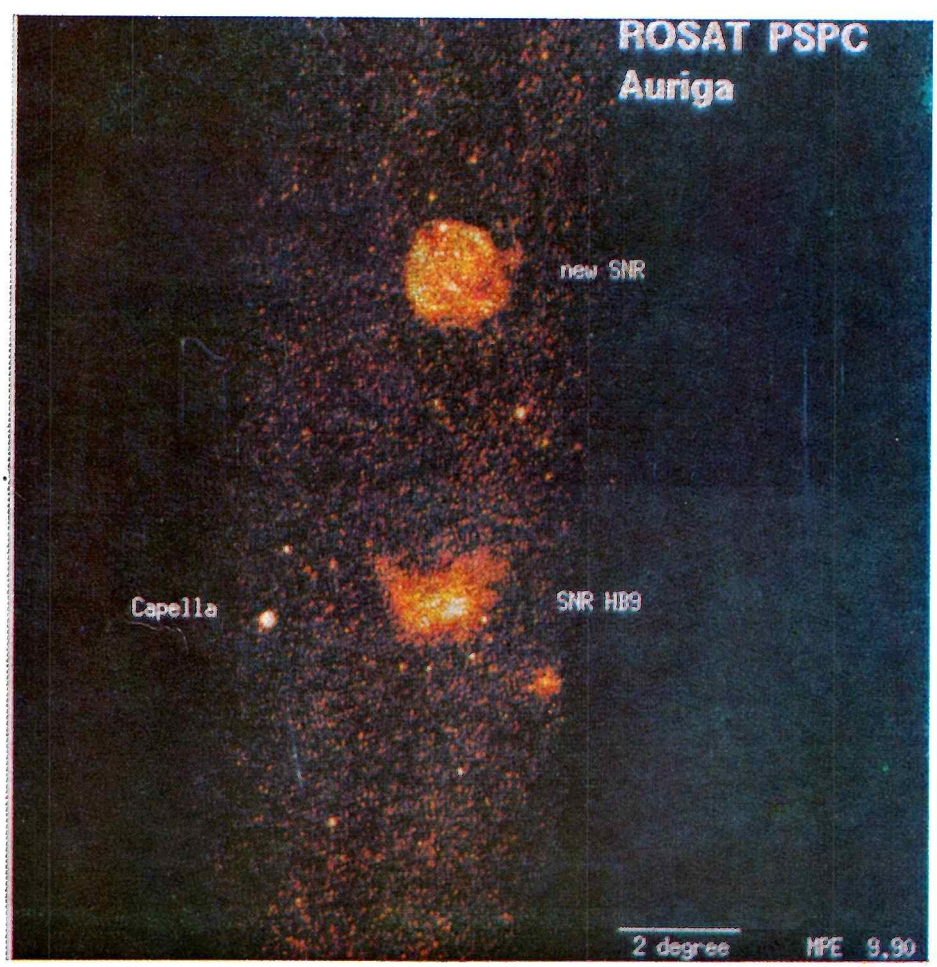


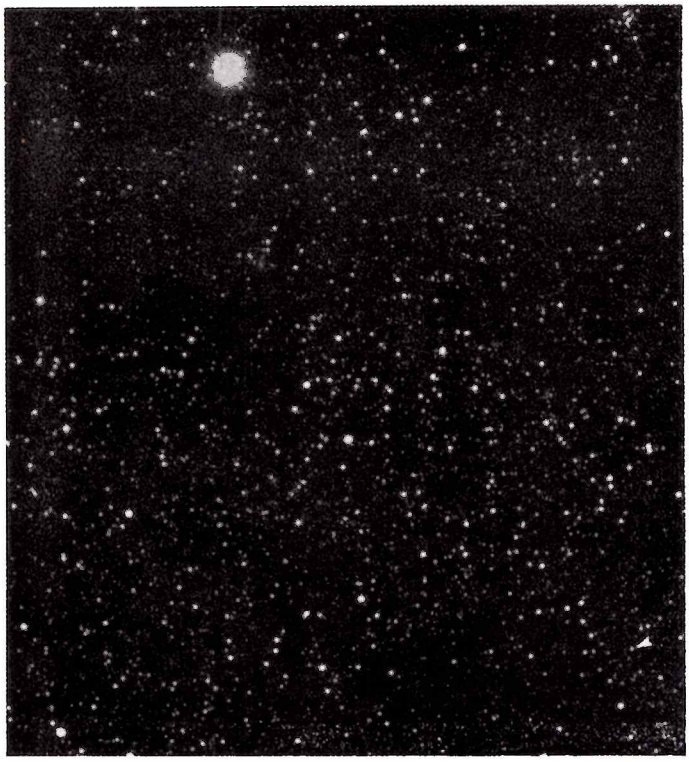
ROSAT PSPC
Abell 2256

ROSAT PSPC
The Moon
June 29 1990




GX 9+9
ROSAT PSPC
Sgr/Oph
Kepler's SNR
4U 1708-23
KS 1731-260
?
Moon
X
Galactic Center
Terzan 2
2 degree
MPE 9.90


ROSAT PSPC
Auriga
new SNR
Capella
SNR HB9
2 degree
MPE 9.90



Paničko Alfo Kentauri,
poptávce dovolte ňáké,
matička Slunce se dává ptát,
máte-li dětičky také.
(J. Neruda*: Písně kosmické)

Nádherná vizuálna dvojhviezda Alfa Centauri je s jasnosťou —0,3^m treťou najnápadnejšou hviezdou oblohy. Proxima Centauri je síce najbližšia, má však jasnosť len 11^m. Nebyť šípky pri pravom dolnom okraji, ťažko by sme ju na fotografii medzi množstvom iných, rovnako slabých hviezd hľadali.

Susedia na Alfe Centauri?

KEN CROSSWELL

Najbližším susedom nášho osamelého Slnka v Galaxii je Proxima Centauri. Táto hviezdička je od nás vzdialená „iba" 4,3 svetelného roka, ale na oblohe ju nerozoznáme ani voľným okom, ani triédrom. Nečudo: Proxima Centauri má desaťkrát menšiu hmotnosť ako Slnko a svieti viac ako tisíckrát slabšie, takže na jej rozlíšenie potrebujeme menší ďalekohľad. Iba „kúsok" od nej sa však nachádza dvojica veľmi jasných hviezd Alfa Centauri A a B, ktoré tvoria taký tesný pár, že ich voľným okom vnímame ako jedinú hviezdu.

Medzi autormi sci-fi (napr. u nás V. Babula: Planéta troch slnc) je rodina hviezd α Centauri už dávno populárna. Ľudská fantázia už neraz obdarila hviezdy α Centauri planetárnymi systémami a medzi početnými obežnicami našla aj takú, kde sa vyvinul inteligentný život. Najnovšie poznatky modernej astronómie napodiv vízie autorov vedeckej fantastiky vôbec nevyvracajú. Naopak: aj tí najskeptickejší stelárnici sa dnes prikláňajú k názoru, že Alfa Centauri je jedným z relatívne malého počtu hviezdnych ostrovov v našej Galaxii, kde by mohol existovať inteligentný život, ak aspoň jedna z dvoch väčších hviezd má planetárnu rodinu. Najnovšie teórie tvrdia, že existujú najmenej dva spôsoby, ako mohli okolo dvoch väčších slnk Alfy Centauri vzniknúť planetárne systémy. Pritom najmenej jedna z terestických planét by okolo „svojho" slnka mohla obiehať v tzv. „green band", zelenom pásme, v akejsi šťastnej, teplej zóne života, kde by sa na povrchu obežnice udržala voda v kvapalnom skupenstve. Ken Crosswell, významný popularizátor astronómie, uverejnil nedávno vo vplyvnom časopise Astronomy materiál, v ktorom celkom nevylučuje v systéme α Centauri ani možnosť inteligentného života.

Hviezda, ktorú nazývame Alfa Centauri, je trojčlenný systém. Najjasnejšou a najteplejšou hviezdou tohto systému je Alfa Centauri A. Je to žltá hviezda spektrálneho typu G2, rovnako ako naše Slnko. Alfa Centauri A má rovnakú farbu i teplotu, je však o niečo hmotnejšia (1,09 slnečnej hmotnosti) a o 54 % svietivejšia ako Slnko.

Alfa Centauri B, druhá najjasnejšia hviezda systému, leží neďaleko. Je to oranžová hviezda, o niečo chladnejšia a menšia ako Slnko. Má vlastnosti spektrálneho typu Kl a jej povrchová teplota (5300 kelvinov) je približne o 500 kelvinov nižšia ako povrchová teplota Slnka. Alfa Centauri B má 0,9 slnečnej hmotnosti a jej svietivosť nepresahuje 44 % hodnoty Slnka.

Alfu Centauri môžeme pozorovať iba južnejšie od 25° severnej šírky. Obidve jasnejšie hviezdy obiehajú okolo spoločného ťažiska. Ich obežné dráhy sú však mimoriadne excentrické, a tak počas 80-ročnej doby obehu vzájomná vzdialenosť prudko kolíše: od 11 AU (vzdialenosť Slnko—Saturn) až po 35 AU (vzdialenosť od Slnka k Neptúnu).

Tretí a najmenší člen systému, Alfa Centauri C (známejší ako Proxima, Najbližšia), leží ďaleko od obidvoch väčších súputnikov a v ničom sa im nepodobá. Táto zvláštna hviezdička obieha vo vzdialenosti 13 000 AU od A a B, čo je štyristokrát viac ako vzdialenosť od Slnka k Saturnu. Podaktorí astronómovia vzhľadom na túto enormnú vzdialenosť neveria, že by Proximu mohli k A a B pútať gravitačné väzby — jej obežná doba okolo A a B by musela byť dlhšia ako milión rokov. Proxima Centauri je červený trpaslík, oveľa chladnejší a menší ako Slnko. Svieti tak slabo (0,0006 svietivosti Slnka), že bola objavená až roku 1915.

RARITA ALFY CENTAURI

Alfa Centauri je medzi hviezdami rovnakou zvláštnosťou ako naše Slnko. Slnko produkuje práve toľko energie, koľko je potrebné na vznik a vývoj života. Práve preto nemôžeme, na rozdiel od mnohých učebníc astronómie, pokladať Slnko za priemernú, tuctovú hviezdu. V galaktickej pyramíde ho nájdeme vysoko nad priemerom čo do jasnosti, hmotnosti i veľkosti. Keby bolo inakšie, jednoducho by sme tu neboli.

Výnimočnosť Slnka i Alfy Centauri pochopíme najlepšie vtedy, ak ich porovnáme s ostatnými hviezdami našej Galaxie. Väčšina z nich má totiž vlastnosti, ktoré vznik a vývoj života absolútne vylučujú. Sedemdesiat percent hviezd v našej Galaxii tvoria červení trpaslíci, podobní Proxime Centauri. Tieto malé hviezdy sú príliš chladné a vo viacerých ohľadoch príliš nestabilné na to, aby okolo nich vznikol a udržal sa život. Ani väčšina z 15 % oranžových trpaslíkov typu K nevytvára vhodné podmienky pre život, hoci najjasnejšie hviezdy tohto typu (patrí medzi ne aj Alfa Centauri B) by asi život okolo nich stačili zásobovať dostatkom svetla a tepla. No a bieli trpaslíci (je ich približne 10 %) sú vlastne umierajúce hviezdy, v ktorých dosahu by sa vzhľadom na ich dramatický vývoj život ne-

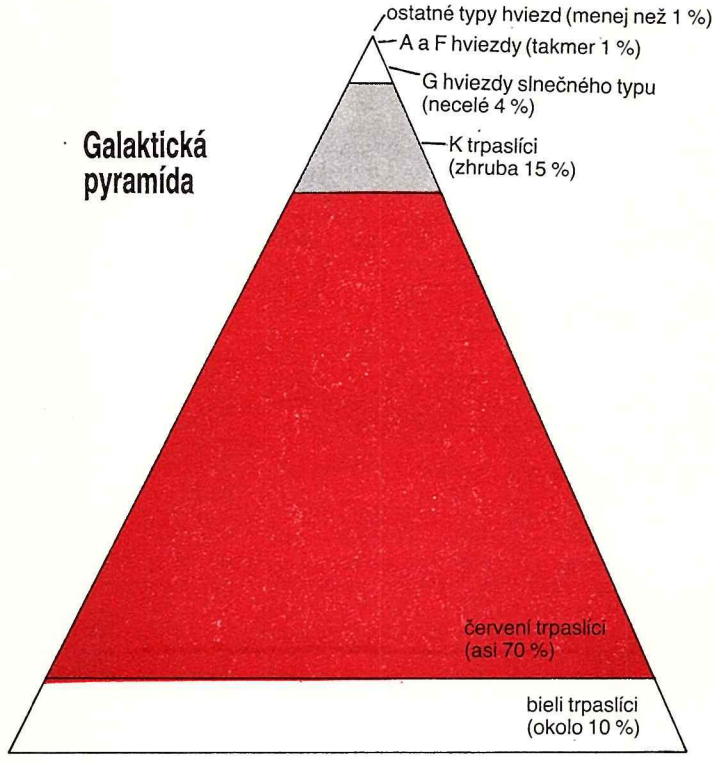
* 22. 8. sme si pripomenuli 100. výročie úmrtia básnika, autora nezabudnuteľnej zbierky inšpirovanej astronomickou vedou.

SLNKO A JEHO NAJBLIŽŠÍ SUSEDIA

	Slnko	Cen A	Cen B	Proxima
Farba	žltá	žltá	oranžová	červená
Spektrálny typ	G2	G2	K1	M5
Teplota	5800 K	5800 K	5300 K	2700 K
Hmotnosť	1,00	1,09	0,90	0,1
Polomer	1,00	1,2	0,8	0,2
Jasnosť	1,00	1,54	0,44	0,00006
Vizuálna magnitúda	—26,7	0,0	1,4	11,1
Absolútna magnitúda	4,85	4,38	5,74	15,54
Vzdialenosť (svet. roky)	0,00	4,35	4,35	4,22

DESIATKA NAJJASNEJŠÍCH HVIEZD
(zo stovky najbližších)

	Meno	Absolútna jasnosť	Spektrálny typ	Vzdialenosť (LY)
1	Sírius A	1,42	A1	8,7
2	Altair	2,24	A7	16,5
3	Prokyón A	2,64	F5	11,4
4	Alfa Centauri A	4,38	G2	4,35
5	Eta Cassiopeiae A	4,61	G0	19,1
6	Delta Pavonis	4,76	G7	18,6
7	Slnko	4,85	G2	0,0
8	Tau Ceti	5,72	G8	11,8
9	Alfa Centauri B	5,74	K1	4,35
10	70 Ophiuchi A	5,76	K0	16,1



udržal, aj keby bol v skoršom štádiu vznikol.

Po tomto rozdelení nám zostalo v našej Galaxii sotva 5 % hviezd. Je to (svojím spôsobom) privilegovaná skupina, do ktorej patria i Slnko a Proxima Centauri A. Väčšina týchto hviezd sú žlté hviezdy typu G, okolo ktorých vzhľadom na ich jasnosť a teplotu život vzniknúť mohol.

Na vznik inteligentného života, ako vieme, je potrebná „šťastná" súhra niekoľkých stovák podmienok, pričom ani dnes zďaleka nepoznáme všetky. Základnou podmienkou je však „životodarná hviezda", ktorá by mala vyhovieť kritériám piatich rozličných testov.

DOBRÉ HVIEZDY

■ **Prvý test** je najjednoduchší: musíme zistiť, či hviezda čo do svojej zrelosti a stability patrí do hlavnej postupnosti. V našej Galaxii patrí do hlavnej postupnosti deväťdesiat percent hviezd vrátane Slnka a všetkých troch hviezd sústavy Alfa Centauri.

■ **Druhý test** je náročnejší, ale i jemu vyhovuje väčšina hviezd našej Galaxie. Vyvolené hviezdy by mali mať správny spektrálny typ, pretože od neho závisí, koľko energie hviezda vyžaruje. Po tomto teste nám z hlavnej postupnosti vypadnú najmladšie, modré a horúce hviezdy, ktoré vyžarujú najviac energie. Najhorúcejšie hviezdy (typu O, B, A, ale i mladé hviezdy typu F) svoje palivo rýchlo spotrebujú, a preto rýchlo umierajú. Typická hviezda typu O, napríklad Iota Orionis, zhasne už po 10 miliónoch rokov. Typická B hviezda (Regulus) sa dožíva približne 100 miliónov rokov. A Sírius, najznámejší reprezentant typu A, vyhorí po miliarde rokov. Na Zemi vyzrel inteligentný život do podoby Homo Sapiens až za 4,6 miliardy (!) rokov. Je to oveľa dlhší čas ako život hviezd typu O, B, A a mladých F hviezd. Životu však nežičia ani hviezdy z opačného konca hlavnej postupnosti. Hviezdy typu M, červení trpaslíci, takí ako Proxima Centauri, sa dožívajú desiatok až stovák miliárd rokov, to však len preto, že počas svojho života vyžarujú primálo energie.

Medzi príliš horúcimi a príliš chladnými hviezdami sú hviezdy, ktoré sú pre život akurát: naše Slnko, hviezda typu G, podnietilo nielen život, ale aj život inteligentný. A čo ostatné spektrálne typy? Staršie hviezdy typu F by mohli byť vzhľadom na vek, ktorého sa dožívajú, rovnako životadarné ako Slnko, pričom produkujú o niečo viac energie. Oveľa problematickejšie sú oranžové hviezdy typu K, chladnejšie ako Slnko. Produkujú energie dosť, alebo nie? Tie jasnejšie a horúcejšie — K0, K1 a K2 — podľa všetkého áno, tie slabšie a chladnejšie však skôr nie.

Alfa Centauri A obstála v tomto teste na sto percent — patrí do rovnakého spektrálneho typu (G2) ako Slnko. Ani Alfa Centauri B — spektrálny typ K1 — zo súťaže zatiaľ nevypadá, lebo je jasnejšia ako väčšina hviezd typu K. Proxima Centauri je však beznádejný prípad.

■ **Tretí test** preverí stabilitu hviezdy. Jej jasnosť by nemala „skákať" natoľko, že život v jej okolí sa bude striedavo smažiť a mrznúť. Slnko i Alfa Centauri A a B sú stabilné a ich jasnosť príliš nekolíše. Alfa Centauri A a B však tvoria binárny systém! Ako kolíše prídel svetla na prípadných planétach, ak jedna hviezda obieha okolo druhej, pričom ich vzdialenosť sa v priebehu 20 rokov mení z 11 AU na 35 AU? Z výpočtov sa dozvedáme, že takéto kolísanie svetla život na obežných dráhach obidvoch slnk príliš neohrozí. Na planéte obiehajúcej okolo A by sme Alfu Centauri B videli ako hviezdu, ktorej jasnosť kolíše od —18,1 až po —20,6 magnitúdy (Mesiac v splne má —12,7 magnitúdy, Slnko —26,7 mag). To znamená, že aj v momente, keď je Alfa Centauri B najjasnejšia, Alfa Centauri A, pozorovaná zo vzdialenosti jednej astronomickej jednotky (teda zo vzdialenosti, ktorá delí Zem od Slnka), žiari štyristokrát jasnejšie. Kolísanie jasnosti B by teda pre hypotetickú planétu v systéme A neznamenalo nijaké nebezpečenstvo. Bezmála všetko svetlo by dostávala od materskej hviezdy.

Obrátený scenár nás privedie k rovnakému výsledku. Na planéte obiehajúcej okolo Alfy Centauri B by v momente najväčšieho priblíženia videli Alfu Centauri A ako objekt —21,9^m, ktorý by v momente najväčšieho vzdialenia potemnel na —19,4^m. Teda aj v planetárnom systéme „béčka" by prevládalo svetlo materskej hviezdy. Na planéte krúžiacej okolo B vo vzdialenosti 1 AU by výkyvy svetla počas obehu materskej hviezdy okolo A nepresiahli 3 %. Táto hodnota je menšia ako výkyvy žiarivosti, ktorým sme vystavení každý rok vzhľadom na excentricitu obežnej dráhy Zeme okolo Slnka. Takže Alfa Centauri A i B obstáli aj v tomto teste.

Úbohá Proxima však opäť nevyhovuje. Ako mnoho červených trpaslíkov, i Proxima Centauri je premenná. V priebehu niekoľkých minút dokáže svoju jasnosť zdvojnásobiť i strojnásobiť. V takýchto podmienkach si život na prípadných planétach môžeme predstaviť iba ťažko.

■ **Štvrtý test** vychádza z veku skúmanej hviezdy. Slnko má približne 4,6 miliardy rokov a práve toľko času mal inteligentný život na to, aby sa vyvinul. Je to poriadne dlhý čas: vyše polovice slnk v Galaxii je mladších ako naše Slnko. Ak inteligentný život potrebuje na svoj vývoj 4—5 miliárd rokov, mladšie hviezdy ho na svojich planétach ešte mať nemôžu. Zisťovať vek hviezd však nie je ľahké. Narodeniny nášho Slnka sme si odvodili iba z veku kameňov na Zemi a na Mesiaci.

Vieme, že hviezdy hlavnej postupnosti sú s pribúdajúcim vekom čoraz jasnejšie. Napríklad Slnko je dnes

o 40 % jasnejšie ako vtedy, keď vzniklo. Ak presne poznáme hmotnosť skúmanej hviezdy, môžeme vypočítať, ako bude s pribúdajúcim vekom jej jasnosť narastať. Alfa Centauri A i B tvoria našťastie binárny systém, takže ich hmotnosť vieme vypočítať veľmi presne. Keďže sú navyše pomerne blízko, dokážeme dosť presne vypočítať i vzdialenosť medzi nimi a ich jasnosť. Brian Flannery z Exxon Corporation a Thomas Ayers z Coloradskej univerzity roku 1978 vypočítali, že Alfa Centauri A i B sú približne rovnako staré: obidve majú približne 6 miliárd rokov. O osem rokov neskoršie hvezdári z Yalskej univerzity na základe spresnených údajov znížili vek obidvoch hviezd na 5 miliárd rokov; sú teda o voľačo staršie ako naše Slnko.

Koľko rokov má Proxima? Ak sa narodila spolu s A a B, mala by mať, rovnako ako ony, 5—6 miliárd rokov. Ibaže časté vzplanutia svedčia skôr o tom, že Proxima je podstatne mladšia; má podľa všetného najviac miliardu rokov. To znamená, že nevznikla spolu s A a B: slnečné dvojičky Alfy Centauri si najmladšiu sestru „ulovili" počas svojho putovania Galaxiou. Ak má Proxima naozaj iba miliardu rokov, jej žiarivý výkon sa v budúcnosti bude zvyšovať — potom by tomuto testu vyhovela.

■ Napokon skúsime **piaty**, posledný **test**: Majú skúmané hviezdy ťažké prvky (uhlík, dusík, kyslík a železo), nevyhnutné pre vznik života? Slnko (podobne ako väčšina hviezd) je tvorené vodíkom a héliom; 2 % jeho hmotnosti predstavujú kovy. (Astronómovia označujú všetky prvky ťažšie než hélium za kovy.) Dve percentá sa nezdajú veľa, ale práve tento podiel kovov v materiáli Slnka a planét, ktoré z neho vznikli, umožnili vyššie formy života. V porovnaní s inými hviezdami našej Galaxie je Slnko pomerne bohaté na kovy, zvlášť keď si pripomenieme, že staršie hviezdy obsahujú obyčajne menej kovov. Hviezdy Alfy Centauri, hoci staršie ako Slnko, sú dodnes bohaté na kovy. Astronómovia zistili, že každá z dvoch hlavných hviezd sústavy má dokonca viac kovov ako Slnko, rozhodne dosť na to, aby mohol okolo nich vzniknúť život.

Ako teda obstáli tri hviezdy Alfy Centauri v našom teste? Najlepšie bezpochyby Alfa Centauri A: je to stabilná, na kovy bohatá G hviezda hlavnej postupnosti, o niečo staršia ako Slnko. Pri Alfe Centauri B nevedno, či fakt, že patrí k spektrálnemu typu K, neznamená, že je prichladná a málo svietivá na to, aby vyprodukovala život. Červeného trpaslíka Proximu predbežne medzi „životodarné hviezdy" zaradiť nemôžeme.

DOBRÉ PLANÉTY?

„Dobré hviezdy" však pre život nestačia. Život potrebuje i „dobré planéty", krúžiace okolo „dobrých hviezd", skalnaté planéty ako Zem, planéty, na ktorých je dostatok vody. Čo sa týka Alfy Centauri, zatiaľ nevieme ani to, či má planéty, a už vôbec nie, či sa hodia pre život. Navyše, vzhľadom na to, že A a B ležia neďaleko seba, možno predpokladať, že gravitácia jednej hviezdy môže rušiť pohyb planét obiehajúcich okolo sesterskej hviezdy.

Keby Alfa Centauri A i B boli tesne pri sebe, mohli by planéty obiehať okolo obidvoch hviezd. Obyvatelia takejto slnečnej sústavy by každý deň videli na oblohe dve slnká. Ak by obidve hviezdy boli veľmi vzdialené, každá by mohla mať vlastný planetárny systém. Obyvatelia by väčšiu hviezdu nazývali Slnkom, tú druhú by na oblohe vnímali iba ako veľmi svetlý, ale neveľký objekt. Nanešťastie, Alfa Centauri A a B nie sú ani blízke, ani veľmi vzdialené, čo má určite negatívny vplyv na prípadné planetárne systémy. (Čo sa týka Proximy, tá môže mať planéty, ale vzhľadom na to, že Proxima je červený trpaslík, budú určite bez života.) Pokúsme sa preveriť stabilitu v tejto sústave.

■ **Prvý test:** Môžu mať planéty okolo Alfy Centauri A a B stabilné obežné

Modrí oneskorenci a zelení mužíčkovia

(Blue Stragglers and The Little Green Men)

Existencia mimozemských civilizácií (večná otázka i filozofický problém) a modrí oneskorenci (vývojová záhada súčasnej astrofyziky). Ide to dokopy? S trochou fantázie áno! Môžeme medzi nimi nájsť neobvyklé spojenie a netušené súvislosti. Aké, na to sa pokúsime odpovedať v nasledujúcich riadkoch.

Modrí oneskorenci (angl. **blue stragglers**) tvoria nepočetnú skupinu hviezd, ktorých vývojové štádium zatiaľ nevieme uspokojivo vysvetliť. Nachádzajú sa vo hviezdokopách, ale ich charakteristiky vybočujú zo zaužívaných predstáv. V Hertzsprungovom-Russelovom diagrame im prislúcha miesto v blízkosti alebo priamo na hlavnej postupnosti. Ich povrchová teplota a žiarivý výkon sú však vyššie, než zodpovedá tzv. bodu odklonu, v ktorom hviezdy hlavnú postupnosť opúšťajú a ktorý jednoznačne určuje vek hviezdokopy. Modrí oneskorenci zostávajú na hlavnej postupnosti o niečo dlhšie, sú teda vo svojom vývoji vlastne „oneskorené". Z tohto faktu a z ich farby potom vyplýva to čudné pomenovanie. Martin Beech z Ontarijskej univerzity sa domnieva, že práve tu možno hľadať (a nájsť) súvislosť s omnoho príťažlivejším problémom existencie mimozemských civilizácií.

Vývoj na hlavnej postupnosti je podľa dnešných učebníc astrofyziky v podstate určený zásobami vodíka v jej jadre. Po jeho vyčerpaní prechádza hviezda do štádia obra, jej povrchová teplota o málo klesne, ale polomer, a teda i žiarivý výkon, sa podstatne zväčší. Táto vývojová etapa má katastrofické dôsledky pre existenciu života na obiehajúcich planétach. Žiaľ, podobný scenár je pripravený aj pre zánik našej Zeme...

V učebniciach sa však oveľa menej hovorí o tom, že vývoj celkom konvektívnej, a preto stále homogénnej hviezdy sa uberá celkom iným smerom. Pri takýchto hviezdach je pretrvávanie na hlavnej postupnosti oveľa dlhšie. Vývojovú krivku na HR diagrame však môže podstatne pozmeniť aj intenzívna strata hmoty, napríklad prostredníctvom silného hviezdneho vetra. A práve tu sa dostávame k zdanlivo nelogickému spojeniu z nadpisu.

Technicky vyspelá civilizácia (naši zelení mužíčkovia), ktorá si je vedomá svojho zániku v dôsledku vývoja materskej hviezdy, si svoju existenciu môže jednoducho predĺžiť. Stačí na to umelý zásah do vnútornej stavby hviezdy. Jej modifikácia môže vytvoriť objekt, ktorý pozorovateľ na Zemi bude charakterizovať práve ako modrého oneskorenca. Samozrejme, vyspelá civilizácia musí zvládnuť pretvorenie hviezdy v čase kratšom ako ten, počas ktorého hviezda zotrváva na hlavnej postupnosti. Ten však musí byť dlhší, než treba na vývoj civilizácie (v prípade Zeme a Homo sapiens je to 4,5 miliardy rokov). Dĺžka pobytu hviezdy na hlavnej postupnosti určuje jej hmotnosť, je teda nevyhnutné, aby hviezda nemala viac než 1,2 hmotnosti Slnka. Ak by bol vývoj civilizácie 100-krát rýchlejší, posunie sa hranica k 3 $M_\odot$.

Astroinžinierstvo (tak by sme mohli nazvať novú vednú disciplínu) sa potom bude zaoberať problémami umelej prestavby hviezd. Priame mechanizmy, ktoré zabezpečia potrebné premiešavanie obálky a jadra, a teda „pumpovanie" vodíka do miest, kde prebiehajú jadrové reakcie, môže predstavovať buď využitie mohutného laserového lúča, alebo séria výbuchov vodíkových bômb, ktorá vytvorí horúci kanál do jadra. Tieto metódy (poznamenané zrejme našimi skúsenosťami s využitím súčasného vojenského arzenálu) sa dajú nahradiť zvýšením rýchlosti rotácie hviezdy či zmenou intenzity jej magnetického poľa. Najzložitejšie by zrejme bolo vyvolanie mohutného hviezdneho vetra, ktorý by odvial prebytočnú hmotu hviezdy. I tu však máme poruke riešenie — riadenú akréciu na miniatúrnu čiernu dieru, umiestenú v strede materskej hviezdy. Tento proces navrhol už pred 20 rokmi v súvislosti s problémom slnečných neutrín sám Stephen Hawking.

Iste, uvedené fantastické úvahy by mohli byť dobrým námetom skôr pre autorov sci-fi než pre hľadačov mimozemských civilizácií. Z reálneho hľadiska sú len čírou špekuláciou. Ako sa však vraví, čo nie je zakázané, je dovolené. Modrí oneskorenci so svojím špecifickým vývojovým diagramom sú predsa len jestvujúcou skutočnosťou. A ak získajú projekty hľadania mimozemských civilizácií väčšie finančné prostriedky, môže sa začať práve pri týchto hviezdach. Azda sa dočkáme...

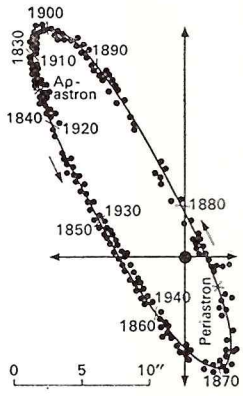
MAREK WOLF

dráhy? Ak by sme položili planétu na obežnú dráhu vzdialenú 1 AU od Alfy Centauri A, zostala by na nej? Zo zákonov nebeskej mechaniky vyplýva, že stabilné obežné dráhy nepochybne existovať môžu, a to vtedy, ak dráha planéty neleží ďalej ako v pätine vzdialenosti medzi dvoma hviezdami v momente ich najväčšieho priblíženia. Keďže vieme, že najmenšia vzdialenosť medzi Alfou Centauri A a B je 11 AU, ľahko vypočítame, že obidve hviezdy môžu mať planéty so stabilnými obežnými dráhami do vzdialenosti 2 AU.

Okolo nášho Slnka krúžia do vzdialenosti 2 AU štyri planéty: Merkúr (0,4 AU), Venuša (0,7 AU), Zem (1 AU) a Mars (1,7 AU). Podľa toho by Alfa Centauri A i B mohli mať na obežných dráhach po štyri planéty.

■ **Druhý test** je zložitejší. Mohli by sa štyri hypotetické planéty v systéme Alfa Centauri A a B vôbec sformovať? Vieme, že v našej slnečnej sústave ozrutná gravitácia Jupitera znemožnila sformovanie planéty medzi ním a Marsom. Jupiter protoplanetárnu hmotu (alebo už mladú planétu?) doslova rozdrvil do pása asteroidov. Lenže Alfa Centauri A i B sú tisíckrát masívnejšie ako Jupiter. Slapové sily obidvoch hviezd mohli protoplanetárny materiál distribuovať podobne ako Jupiter. V takom prípade by okolo Alfy Centauri A i B krúžilo obrovské mračno asteroidov.

Astronómovia dúfajú, že Hubblov vesmírny ďalekohľad (HST) už čoskoro zistí, ako to s planétami v systéme Alfa Centauri naozaj je. Dovtedy môžeme predpokladať, že každá hviezda má štyri planéty na obežných dráhach veľmi podobných obežných dráham Merkúra, Venuše, Zeme a Marsa. Astrobiológovia označujú tieto ešte vždy hypotetické obežnice ako „dobré planéty". Predstavujú si ich ako malé (relatívne), skalnaté svety, na ktorých sa mohol vyvinúť život, pokiaľ krúžia vzhľadom na materskú hviezdu vo vyhovujúcej vzdialenosti. „Zlé planéty", obrovské gule plné hélia a vodíka, majú podľa všetkého pre život príliš nehostinné prostredie. Jupiter, Saturn, Urán a Neptún sú vonkajšie planéty slnečnej sústavy, kým „dobré" planéty, vrátane našej Zeme, sú tzv. vnútorné. Predstavuje však naša slnečná sústava model, ktorý má všeobecnejšiu platnosť? Podľa všetkého áno: na začiatku bola totiž okolo



Dvojhviezdnu povahu α Centauri, i tak zreteľnú už v menšom ďalekohľade, dokumentuje graf, v ktorom sú zakreslené merania polôh zložiek v rokoch 1830 až 1940. Ako to už pri dvojhviezdach býva, sever je dolu, východ vpravo.

Slnka iba prvotná (zárodočná) hmlovina, z ktorej sa postupne skondenzovali všetky planéty. Každá na inom mieste, každá za inej teploty. Vo vnútornom horúcom systéme mohli kondenzovať iba tvrdé substancie, najmä železo a kremík. V mrazivom vonkajšom systéme sa už mohli na tvorbe planét podieľať aj iné látky, napr. metán a amoniak. Pretože v prvotnej hmlovine bolo oveľa viac tohto „krehkejšieho" materiálu, vonkajšie planéty sa narodili ako plynní obri.

Pri Alfe Centauri A i B (ak vôbec majú planetárne systémy) nájdeme asi iba malé, skalnaté planéty. V „dovolenej vzdialenosti" by mohla na stabilných obežných dráhach krúžiť jedna, ale i päť planét. Ktorá z nich by bola životodarná? V našom systéme je Venuša príliš blízko pri Slnku, a preto je prihorúca, vzdialený Mars je zasa príliš studený.

Naša Zem krúži okolo Slnka v páse, ktorý nazývame zónou života. Jedným z hlavných parametrov zóny života je teplota; nanešťastie, čo astronóm, to iný názor na šírku tejto zóny. Dlho platilo, že „zelený pás" sa v rovine ekliptiky rozprestiera iba medzi 0,95 a 1,01 AU. Novšie názory pripúšťajú, že zelený pás sa končí až vo vzdialenosti 1,5 AU. Pravdaže, nielen teplota určuje parametre zóny života. Všeobecne platí, že čím je planéta väčšia, tým je teplejšia. Mars je dnes malý a vychladnutý, ale planetológovia sú presvedčení, že keby mal rozmery Zeme, jeho teplota by na život stačila.

Ako by to bolo okolo hviezd Alfa Centauri? Predpokladajme, že planetárny systém obidvoch sesterských hviezd sa začína, rovnako ako u nás, 0,4 AU od Slnka. Ak má každá hviezda zónu života širokú iba 0,1 AU, pravdepodobnosť, že sa v nej bude nachádzať planéta, je 1 : 4. Ak je táto zóna širšia, pravdepodobnosť rastie. Napríklad: ak má zóna 0,2 AU, šance hviezdy umiestiť planétu do tejto zóny vyjadruje už vzťah 1 : 1.

IQ V SYSTÉME ALFA CENTAURI?

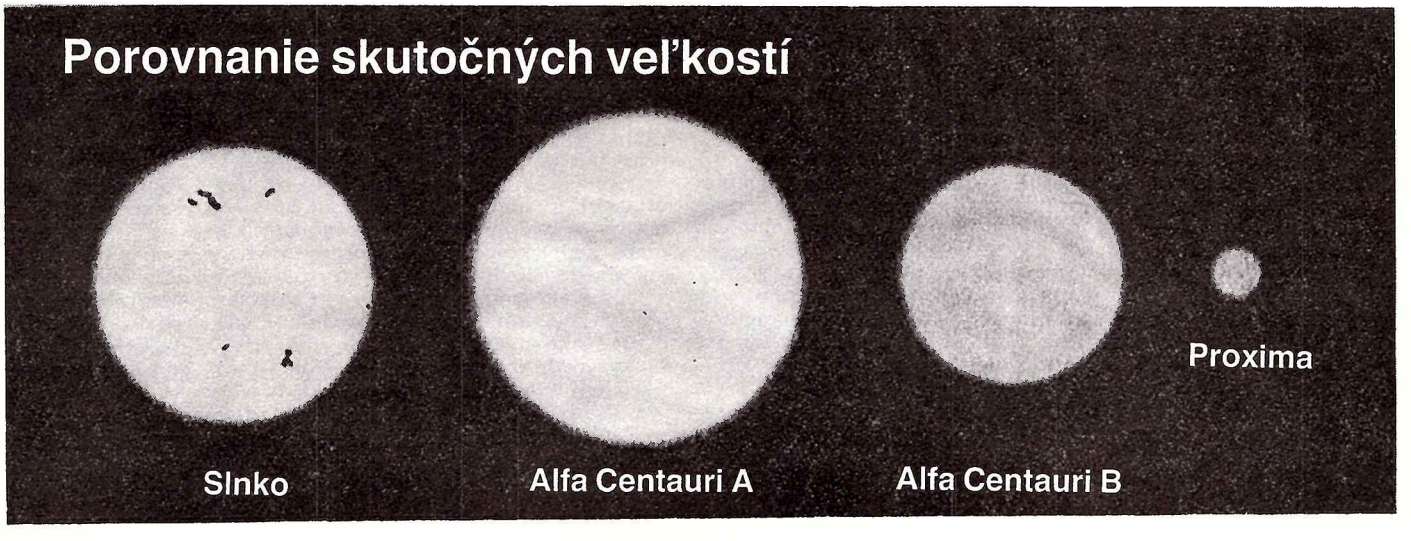
Predpokladajme že aspoň jedna z hviezd Alfy Centauri má planétu v zóne života. Vyvinul sa na nej život? A ak, prekročil magickú hranicu inteligencie? Zdá sa, že odpoveď na túto otázku už neprislúcha astronómom, ale skôr biológom. Ibaže i tých zopár renomovaných astrobiológov sa zatiaľ môže opierať iba o pozemské skúsenosti. Vznik života im aj tu, na Zemi, pripadá skôr ako zázrak, než ako dôsledok zákonitého vývoja. Je možné, že i keď má Alfa Centauri teplé planéty, plné vody, nemusí na nich byť ani známky po živote.

Na Zemi život vznikol a organizoval sa do čoraz zložitejších mnohomolekulárnych foriem. Prebiehajú podobné procesy aj inde? Alfa Centauri môže mať planétu, na ktorej skrsol zázrak primitívneho života, ale ten ustrnul, nevyvíja sa smerom k zložitejším formám.

Napriek všetkému je však sústava Alfa Centauri prísľubom. Zo 70 najbližších hviezd je Slnku najpodobnejšia. Barnardova hviezda, po Slnku a Alfe Centauri naša najbližšia hviezda, je nezaujímavý červený trpaslík, podobný Proxime. Ďalšia hviezda spektrálneho typu G, nachádzajúca sa v množine najbližších hviezd, je Tau Ceti. Táto hviezda spektrálneho typu G8 je vzdialená od Slnka 11,8 svetelného roka, teda dva razy tak ďaleko ako Barnardova hviezda. Tau Ceti ako osamelá hviezda môže mať planéty, lenže na rozdiel od nášho Slnka obsahuje sotva tretinu ťažkých kovov, ktoré (najmä kyslík a uhlík) život bezpodmienečne potrebuje.

Alfa Centauri skrátka nemá konkurenciu. Až sa raz vydáme za hranice našej slnečnej sústavy, Alfa Centauri bude podistým naším prvým cieľom. Zatiaľ zostáva len dráždivým otáznikom . . .

Z Astronomy 4/91 spracoval EG



Nové svety

(okolo iných hviezd)

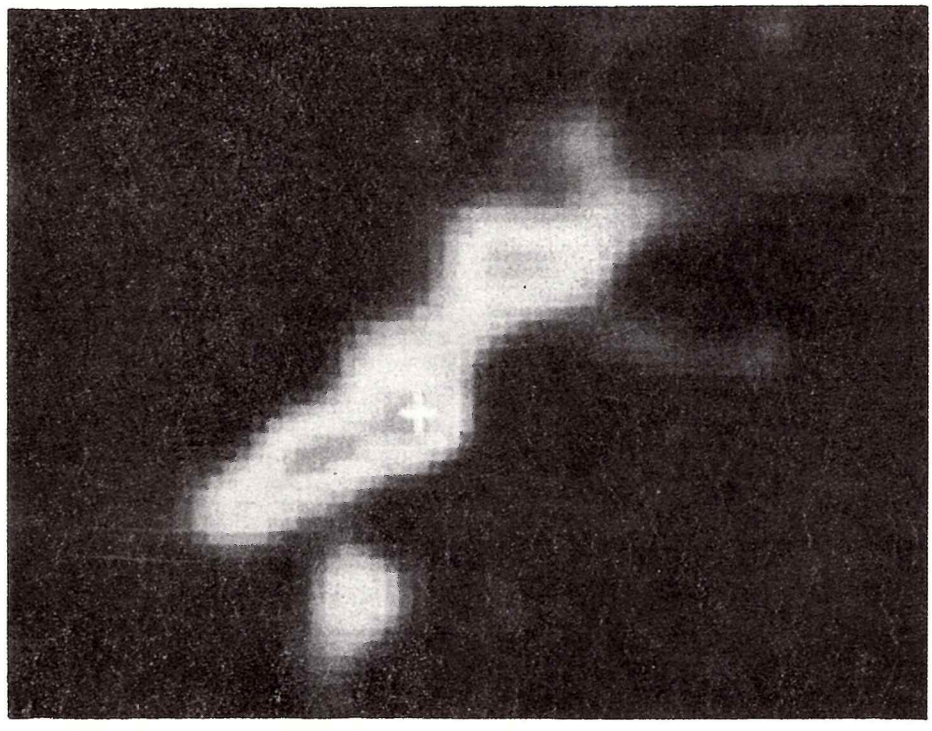
D. CH. BLACK

„Stavím sa, že roku 1990 budeme vedieť aspoň to, či je naša slnečná sústava vo vesmíre výnimkou, alebo či je vznik planetárnych sústav za istých podmienok zákonitý. Túto optimistickú prognózu vyslovil pred jedenástimi rokmi Brian O'Leary, popularizátor astronómie, v mesačníku Sky and Telescope (Hľadanie ďalších planetárnych systémov, S&T 8/1980). Rok 1990 už máme za sebou, a ak sa O'Leary naozaj stavil, obnos, ktorým svoju predpoveď vyvážil, už asi musel vyplatiť. Dodnes nemáme totiž ani jediný spoľahlivý dôkaz o existencii planetárneho systému alebo čo len jedinej planéty okolo iných hviezd.

Pritom hľadanie iných planetárnych systémov (ich detekcia, trpezlivé zhromažďovanie a vyhodnocovanie čoraz kompletnejších súborov údajov) sa v osemdesiatych rokoch stalo novou perspektívnou oblasťou astronómie. Principiálne nové i dôvtipne inovované prístroje, dômyselné technológie i kombinácia rozličných metód čoraz početnejších lovcov planét v gravitačných poliach najbližších hviezd pomohli vedcom zhromaždiť také množstvo nepriamych dôkazov o existencii planetárnych sústav okolo vytypovaných (najbližších) hviezd, že na viacerých astronomických pracoviskách môžu podľa názoru renomovaného filozofa a popularizátora astronómie Davida Ch. Blacka (Scientific American, 1/1991) objaviť prvého „bratanca" našich planét už zajtra. Nesekne sa Black rovnako ako O'Leary? Skôr než si odpovieme, pokúsme sa zhrnúť aspoň tie najdôležitejšie poznatky, ktoré tohto autora Scientific American primäli vysloviť túto „horúcu prognózu".

Ak súčasné predstavy o vzniku hviezd naozaj platia, potom musíme disky protoplanetárnej hmoty hľadať najmä okolo mladých hviezd. Niektoré z týchto útvarov môžeme pristihnúť v tom istom štádiu, akým prechádzala kedysi mladá slnečná sústava. Tvorí ich tmavý materiál, a tak nám optické prístroje pri ich hľadaní príliš nepomôžu. Astronómovia preto pri hľadaní a štúdiu týchto zárodočných planetárnych štruktúr využívajú radšej dlhšie vlny elektromagnetického spektra (najmä infračervené), ktoré spolu s rádiovými vlnami cez husté prašné mraky rotujúceho disku prenikajú oveľa účinnejšie ako viditeľné svetlo.

Prvým presvedčivým dôkazom existencie prachových diskov okolo mladých hviezd bol objav plynovo-prachových tokov (či už v podobe typických cícerkov, alebo prašných vlajok), ktoré odstredivá sila vyzrievajúceho disku vymršťovala do okolia formujúcej sa hviezdy. Neskoršie výskumy ukázali, že dĺžka infračervených vĺn emitovaných



Pretiahnutý plynovo-prachový disk obiehajúci okolo mladej hviezdy HL Tauri (označenej krížikom) je zobrazený v nepravých farbách podľa záznamu rádiového žiarenia oxidu uhoľnatého. Priemer disku je približne 30-krát väčší ako priemer obežnej dráhy Pluta. Podobné disky krúžia okolo viacerých mladých hviezd. Práve v nich by sa mali tvoriť planéty.

Naša slnečná sústava – prototyp, alebo...

Majú iné hviezdy planetárne sústavy, alebo nie? Logika hovorí, že ak sa vesmír vyvíja podľa jednotného receptu, niet príčin pochybovať, že naša slnečná sústava nemôže byť jediná. Bolo by to nelogické, bol by to zázrak. Akokoľvek, všetky hypotézy o sesterských planetárnych sústavách, ktoré neboli vyvrátené, zostávajú zatiaľ nepotvrdené. A tak každá nová generácia hľadačov vzdialených planetárnych systémov nachádza nové inšpiračné a vedecké podnety v našej slnečnej sústave, o ktorej vzniku, vývoji a premenách už čo-to vieme.

Systémové predstavy o vzniku našej slnečnej sústavy sa začali formovať už v 18. storočí: Kant a Laplace vyslovili na tie časy neslýchane odvážnu teóriu, že Slnko a planéty vznikli s obrovského zámotku zárodočnej hmloviny. Túto hypotézu, tzv. nebulárnu, rozvinuli neskôr početné pozorovania a objavy (jeden z najdôležitejších je, že Slnko a planéty nevznikli z rovnakého materiálu), ale o správnosti základnej myšlienky dnes už len málokto pochybuje.

Vzhľadom na hlavnú tému tohto čísla nebudeme dnes špekulovať o vzniku Slnka, ale pokúsime sa z najzrejmejších zákonitostí prejavujúcich sa v štruktúre slnečnej sústavy nájsť dôkazy jej nebulárneho pôvodu.

1. Prvým znakom je viac-menej totožná rovina ekliptiky všetkých planét. Ak neberieme do úvahy excentrickejšie dráhy Merkúra a Pluta, neodkláňajú sa orbity ostatných planét od roviny obežnej dráhy Zeme o viac ako 3°. Ale ani stredná hodnota obežných dráh planét (Merkúr a Pluto s väčším sklonom dráh môžu byť zajatcami s iným rodokmeňom ako ostatné planéty) neodkláňa sa od roviny ekliptiky o viac ako o 6°. Tieto fakty dokazujú, že všetky planéty sa vytvorili zo zárodočného disku, ktorý sa sformoval po narodení mladej hviezdy — Slnka.

2. Všetky planéty našej slnečnej sústavy (ak stojíme na severnom póle) obiehajú okolo Slnka v smere hodinových ručičiek, súhlasne so smerom rotácie materskej hviezdy.

obálkami zahriateho prachu, závisí najmä od rozmeru častíc, ktoré tento útvar tvoria. Dnes už vieme, že väčšina mladých hviezd (najznámejšie sú HL Tauri, R Monocerotis, L 1551/IRS 5) má práve takýto „infračervený podpis", prezrádzajúci protoplanetárny prach.

Detektory infračervených satelitov dokázali, že tento prach sa skladá z čiastočiek, ktoré sú oveľa väčšie ako čiastočky medzihviezdneho prachu, nejde teda o hviezdy, ale o planetárny stavebný materiál. Vedci sa nazdávajú, že tento prach je drvina po karamboloch miliónov komét (akýchsi predkov planét), obiehajúcich materskú hviezdu počas juvenilného štádia jej vývoja.

Identifikovať protoplanetárne disky sťažuje pozemskému pozorovateľovi seeing. Vďaka metóde škvrnkovej interferometrie, umožňujúcej znížiť vplyv atmosferického chvenia na kvalitu obrazu (obraz sa vytvára matematickým „montovaním" veľkého počtu neobyčajne krátkych expozícií), podarilo sa zistiť, že prach okolo mladých hviezd má naozaj podobu disku. Najmä údaje zo satelitu IRAS potvrdili, že veľa hviezd, vrátane starých (napríklad Vega, alebo Beta Pictoris), je opásaných diskovitými útvarmi rotujúceho prachu. Rádioastronómia poskytla údaje, že spolu s prachom sa v týchto diskoch nachádza aj plyn, najčastejšie oxidy uhlíka, ktorého molekuly sa prezrádzajú intenzívnym žiarením na vlnovej dĺžke 1 mm.

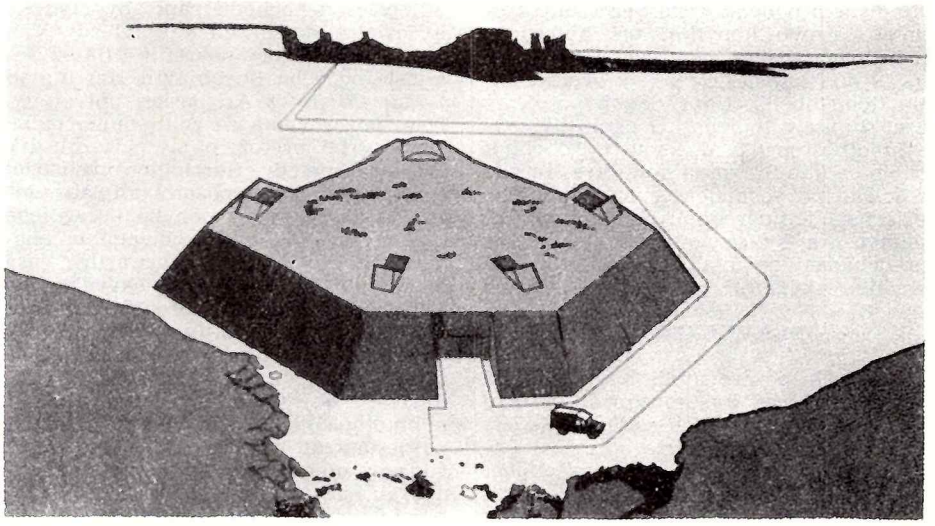
Infračervená diagnóza mladých hviezd typu T Tauri vzápätí ukázala, že čím staršie sú skúmané hviezdy, tým slabšie žiaria na krátkych vlnových dĺžkach IR. Tento úkaz sa vysvetľuje tak, že najhorúcejšie čiastočky, ktoré sú najbližšie k hviezde, sa postupne absorbujú alebo vyparia.

NEPOKOJNÉ HVIEZDY

Priame pozorovanie okolia vytypovaných hviezd sťažuje jas hviezdy samej. Preto čoraz viac astronómov hľadá planetárne systémy okolo podozrivej hviezdy nepriamymi metódami. Jednou z najproduktívnejších metód tohto typu je mapovanie gravitačného vplyvu hypotetickej planéty na materskú hviezdu. Ak pozorovaná hviezda má planetárnu rodinu (alebo aspoň veľkého sprievodcu), mal by sa ich gravitačný vplyv na pohybe hviezdy prejaviť. Zistilo sa, že správanie viacerých hviezd inakšie ako týmto vplyvom nemožno vysvetliť: poznáme hviezdy, ktorých pohyb po oblohe pripomína zvlnenú čiaru. Takúto ornamentálnu dráhu by mohla spôsobovať veľká planéta obiehajúca okolo hviezdy po dráhe kolmej na smer jej pohybu. Poznáme aj také hviezdy, ktorých radiálny pohyb (smerom k nám alebo od nás) sa striedavo (ale periodicky) zrýchľuje a vzápätí spomaľuje, čo sa prejavuje spektroskopicky: keď sa hviezda k Zemi približuje, svetlo máličko modrie, keď sa vzďaľuje, svetlo, naopak, červenie. Tieto výkyvy rýchlosti by opäť mohla spôsobovať veľká planéta, obiehajúca hviezdu v rovine prechádzajúcej zorným lúčom.

Počet hviezd vyznačujúcich sa podobným správaním v katalógoch hľadačov planetárnych systémov pribúda. Ich úvahy, že „vrtochy" tej-ktorej hviezdy spôsobuje veľká planéta, sú logické. Opierajú sa najmä o poznatok, že aj pri druhých hviezdach nemôže mať najväčšia planéta oveľa odlišnejšiu dobu obehu ako Jupiter okolo Slnka, teda roky až desaťročia. Veľké planéty sa tvoria až v takej vzdialenosti od toho-ktorého slnka, kde je teplota nižšia alebo rovná bodu kondenzácie vody. Tento poznatok (pozri článok o hviezdach systému α Centauri) spoľahlivosť matematického prepočtu všetkých pravdepodobných „gravitačných hier" hviezdy s potenciálnou planétou neobyčajne zvierohodňuje.

(Pravdaže, aj keď všetky planéty majú približne rovnakú dobu obehu okolo „svojej hviezdy" ako náš Jupiter, poruchy pohybu, ktoré vyvolávajú, budú priamo úmerné hmotnosti tej-ktorej hviezdy. Malé hviezdy sa „rozkmitajú"



Tento astronomický pentagón umiestili architekti do odľahlých končín Arizony. Ponurý hviezdny interferometer naprojektovali ako hlavné stredisko skúmania vplyvu planét na správanie blízkych hviezd. Nezvyklý dizajn budovy vychádza z podrobnej štúdie, ktorá navrhuje principiálne nový systém fotoelektrických metód detekcie extrasolárnych planét s využitím kapacity najvýkonnejších pozemských ďalekohľadov. Stavba sa zatiaľ nerealizovala. Najskôr preto, lebo astrometria z družice Hipparcos sľubovala produktívnejšie výsledky.

Ideálne kruhové obežné dráhy (s výnimkou Merkúra a Pluta) svedčia o tom, že zárodočný disk bol dynamicky vyváženým, regulárnym útvarom (teda nie chaotickým zlepencom), čo znamená, že prevládajúcim pohybom vnútri tohto disku bol pohyb okolo Slnka.

3. Ďalším dôkazom spoločného pôvodu je chemizmus planét, predstavujúci smerom od Slnka akúsi stupnicu v rámci jednotného systému. Vonkajšie planéty (Jupiter, Saturn, Urán, Neptún) obsahujú relatívne ľahké prvky; Jupiter svojím obsahom vodíka a hélia vykazuje skôr istú podobnosť so Slnkom, v ostatných sú zasa vodíkové zlúčeniny. V týchto vzdialenostiach, s teplotou pod 170 K, mohla už voda kondenzovať na ľad, a tým bol daný dostatok hmoty pre rast planét. A naopak — vnútorné planéty (Merkúr, Venuša, Zem, Mars) sú zložené z ťažších prvkov (kremík, železo), ktorých je vo všeobecnosti vo vesmíre menej ako vodíka. To znamená, že vnútorná, teplejšia časť disku si udržala prvky v plynnej podobe; protoplanetárne štádium tu teda charakterizovala skôr akumulácia hmoty pevného skupenstva.

Disky okolo hviezd dnes pokladáme za prirodzený vedľajší produkt hviezdotvorby. Po gravitačnom kolapse akreovanej chladnej hmoty v molekulárnom oblaku medzihviezdneho plynu a prachu chaotický pohyb celku ustúpi a preváži pohyb rotačný. Uhlový moment rotácie novozrodenej hviezdy sa prenesie až na periférium disku.

Rôzne kozmogonické poznatky potvrdzujú, že planéty nášho systému sa nesformovali v procese kolapsu protoslnečnej hmoty. Vznikli neskoršie, ako produkt zložitého chaotického procesu, na začiatku ktorého bola akrécia čiastočiek hmoty. Tým možno odôvodniť to, že rotačné osi planét nie sú kolmé na rovinu ekliptiky. Ak možno súčasné poznatky o vzniku hviezd a planétarných systémov zovšeobecniť, planétotvorné disky krúžia iba okolo mladých hviezd. Akrécia hmoty utvárajúcej planéty netrvá dlho, iba zopár miliónov rokov, potom sa okolo hviezdy disk stráca — buď hviezda hmotu rozptýli, alebo ju pohltí. Je pravdepodobné, že niektoré z týchto diskov sa správajú podľa rovnakého alebo podobného evolučného scenára ako mladá slnečná sústava.

Práve sme dostali čerstvú správu o planéte okolo PSR 1829—30. K téme sa vrátime v budúcom čísle.

silnejšie, a naopak. Celá vec však skrýva i čertovo kopýtko: pri hviezdach menších a menej svietivých ako Slnko môžu mať najväčšie planéty oveľa kratšiu dobu obehu. Napríklad hypotetický brat Jupitera, obiehajúci okolo hviezdy s hmotnosťou 0,3 $M_{\odot}$, mal by obehnúť okolo svojho Slnka za dobu kratšiu ako rok. No možno nielen teplota okolitého priestoru je „pôrodnou babou" veľkých planét. Ak by sa to potvrdilo, všetky predchádzajúce úvahy by sa nám poriadne rozkývali.)

SLÁVNE OMYLY

Pozemskí pozorovatelia nemajú zatiaľ prístroje, ktoré by umožňovali objaviť (hoci okolo najbližších hviezd) planéty ani takých veľkých sprievodcov, ako je Jupiter. Menšie planéty zatiaľ vôbec nepripadajú do úvahy. Preto nie div, že dejiny hľadania planetárnych rodín sa priam hemžia nepotvrdenými objavmi.

Prípad Barnardova hviezda. Túto maličkú chladnú hviezdu (typu M) pomenovali po americkom hvezdárovi, ktorý si roku 1916 ako prvý všimol jej neobyčajné vlastnosti: po rodine troch hviezd α Centauri je to naša najbližšia hviezda. Po oblohe sa nijaká iná hviezda nepohybuje rýchlejšie ako ona. Túto hviezdičku pozoroval 23 rokov holandský hvezdár van de Kamp. Oprávnene sa nazdával, že nijaká hviezda nie je pre hľadača planetárneho systému vhodnejšia ako práve táto blízka, rýchla a málo masívna hviezda. Vplyv veľkých planét by sa na jej pohybe musel výrazne prejaviť. Roku 1960 van de Kamp oznámil, že Barnardova hviezda má najmenej dvoch masívnych sprievodcov. Obidve planéty, toľké ako Jupiter, mali mať obežné dráhy 12, resp. 24 rokov. Astronomická obec zajasala. Lenže už čoskoro sa ukázalo, že životné dielo trpezlivého Holanďana je chimérou. Ani jedna z vyše tucta dôkladných previerok Barnardovej hviezdy prítomnosť masívnych sprievodcov na jej obežnej dráhe nepotvrdila. Posledné ortiele (Gatewood, Harrington) dokonca kategoricky tvrdia, že je vylúčené, aby Barnardova hviezda mala sprievodcov väčších ako Jupiter. Pripúšťajú však, že planetárnu rodinu z menších planét táto „rýchla" hviezda môže mať.

Lepšie nepochodil ani hypotetický sprievodca ďalšej blízkej hviezdy Van Biersbroeck, ktorý pokrstili VB8-b. Nezávisle od seba ho objavili Harrington a Mac Carthy z Arizonskej univerzity. Tieto pozorovania sa zdali mimoriadne hodnoverné, pretože objav potvrdili dve nezávislé metódy. Harrington vychádzal z astrometrických pozorovaní, aby zaznamenal výkyvy v pohybe jasnejšieho sprievodcu VB8-a, vyvolávané obiehaním satelitu VB8-b. MacCarthy zasa pomocou infračerveného škvrnkového interferometra sledoval tepelné vyžarovanie slabšieho objektu.

Po viacerých búrlivých diskusiách sa učenci zhodli na tom, že VB8-b bude najskôr objekt subhviezdnej triedy, s hmotnosťou 0,05 $M_{\odot}$, čiže približne päťdesiatkrát väčší ako Jupiter. Tento čudesný objekt, poloslnko—poloplanétu, nazvali hnedým trpaslíkom. Tento hypotetický objekt, tvrdili objavitelia, je príliš malý na to, aby v jeho vnútri mohli prebiehať jadrové reakcie, vyrábajúce energiu hviezdy. Zdalo sa preto jasné, prečo VB8-b nemožno pozorovať optickým ďalekohľadom.

Máloktorý objav stelárnej astronómie mal takú reklamu ako hnedý trpaslík. Neskoršie previerky s oveľa citlivejšími prístrojmi však po záhadnom VB8-b nenašli ani najmenšiu stopu. Van Biersbroeckov hnedý trpaslík odišiel predbežne do ríše rozprávok.

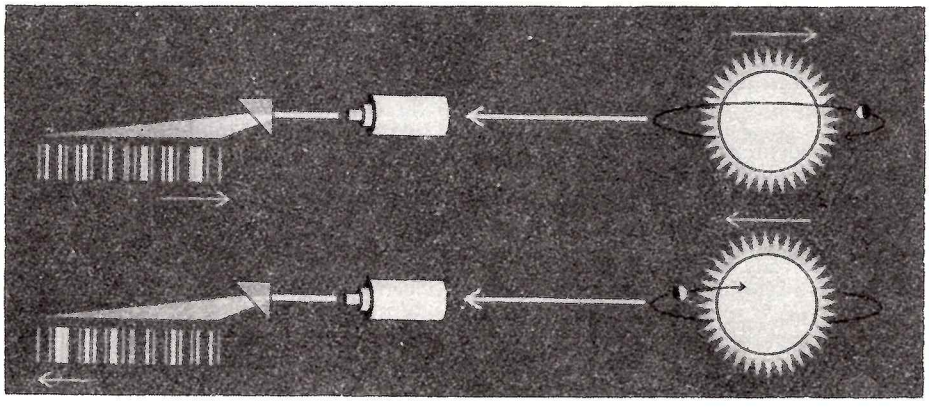
PRÍPAD GAMA CEPHEI

Mimoriadne presnú metódu na zaznamenávanie malých výkyvov rýchlosti vypracovala nedávno skupina vedená B. Campbellom z Victoria University (v Austrálii). O čo ide: spektrá hviezd sa porovnávali s vysokodisperzným (laboratórnym) spektrom fluórovodíka, teda zlúčeniny na Zemi pomerne nepríjemnej. Campbellovi sa podarilo zafixovať neobyčajne jemné dopplerovské posuny a vďaka tomu zmerať i oveľa nepatrnejšie poruchy rýchlosti hviezd ako komukoľvek pred ním.

Campbellovi sa šesťkrát v priebehu roka podarilo zmerať radiálne rýchlosti 15 hviezd s presnosťou 10 $m.s^{-1}$! (Táto presnosť je prekvapujúca, najmä keď si uvedomíme, že konvektívne prúdy pri povrchu hviezd podobajúcich sa Slnku dosahujú rýchlosť rádove 1000 $m.s^{-1}$.) Campbellova skupina, pracujúca s Kanadsko-francúzsko-havajským teleskopom na Mauna Kea, dodala lovcom planét doslova lavínu údajov, priam nabádajúcich hľadať okolo zmeraných hviezd planetárne systémy. Nádeje umocnil paralelný objav tzv. dlhoperiodického zrýchlenia; tento jav, potvrdený pri každej druhej hviezde sledovaného súboru, pravdepodobnosť existencie prípadných planét iba umocnil.

Najperspektívnejším objektom z „podozrivého súboru" sa zdala hviezda Gama Cephei — starý oranžový podobor (niekoľkokrát hmotnejší ako Slnko) spektrálnej triedy K1. Nečudo: Campbell po vyhodnotení údajov spektrálnych meraní zistil, že rýchlosť tejto zaujímavej hviezdy sa raz za 2,6 roka mení približne o 25 $m.s^{-1}$ Z údajov vyplýva, že toto kolísanie môže spôsobovať iba objekt obiehajúci okolo Gama Cephei vo vzdialenosti približne 300 mil. km, teda dvakrát tak ďaleko, ako obieha Zem okolo Slnka.

Hvezdári boli ako na tŕní: objaviť obriu planétu tak blízko a pri takej relatívne svietivej hviezde — to by bol úlovok! Najnovšie neobyčajne presné údaje však nadšenie campbellovcov podstatne schladili. Ukázalo sa, že Gama Cephei sa po oblohe pohybuje inakšie, ako by sa pohybovať mala, keby okolo nej hypotetická planéta naozaj krúžila. Podľa všetkého iba ďalšie pozorovania orbitálnych periód Gama Cephei môžu túto záhadu objasniť. Tak, či onak: trpezlivá, prpľavá práca Campbellovho tímu, rovnako ako nemenej citlivé a presné merania P. Mac Carthyho z Arizonskej univerzity otvárajú lovcom planét neobyčajné perspektívy.



Pôsobenie masívnej hviezdy ovplyvňuje aj rýchlosť materskej hviezdy. Periodické zmeny rýchlosti (z pohľadu pozemského pozorovateľa) sa prezrádzajú príslušným červeným alebo modrým posunom v spektre pozorovanej hviezdy.

DVADSAŤKRÁT TOĽKÉ AKO JUPITER?

Najsilnejší dôkaz existencie veľkej planéty okolo inej hviezdy má v rukách D. Latham a jeho spolupracovníci z Harvardovho-Smithsonovho astrofyzikálneho centra. Použili menej presnú, zato však oveľa úspornejšiu metódu. Dvanásť rokov pozorovali HD 114762 a zistili, že i jej rýchlosť vykazuje určité periodické poruchy. Neboli sami: ich výpočty potvrdili viaceré európske observatóriá.

HD 114762 je v zozname hľadačov planét doslova kapitálny úlovok: raz za 84 hodín sa jej rýchlosť mení o 550 $m.s^{-1}$. Ak by táto hviezda mala tú istú teplotu a hmotnosť ako naše Slnko (zdá sa, že má), predpokladaná planéta by okolo nej krúžila vo vzdialenosti 60 mil. km (!), teda vo vzdialenosti deliacej Merkúr od Slnka. A teraz zadržme dych: táto obežnica by mala byť jedenásťkrát hmotnejšia ako Jupiter! Najnovšie pozorovania (Cochran na Texaskej univerzite v Austine) hypotézu podporili, ba (po objavení excentrickej dráhy gigantického satelitu) bol vyslovený názor, že tento záhadný objekt je ešte väčší, ako sa predpokladalo.

Nájdu sa (aj renomovaní) hvezdári, ktorí sa nazdávajú, že sme objavili prvú vnútornú (že by terestrickú?) planétu okolo inej hviezdy. Oveľa viac zástancov však má teória, že v tomto prípade ide skôr o mimoriadne tesný systém dvojhviezdy, pretože rozmery záhadného sprievodcu pripúšťajú jeho klasifikáciu i na samom spodku rebríčka „eštehviezd". Pravdaže, proces for-

Gravitačný vplyv planéty (alebo iného sprievodcu) obiehajúcej okolo hviezdy ťahá ju raz na jednu, raz na druhú stranu. Výsledkom je nepatrné periodické zvlnenie pozorovanej trajektórie hviezdy na oblohe.

movania dvojhviezd nie je ani zďaleka objasnený: zatiaľ sa nazdávame, že dvojhviezdu môžu tvoriť iba dostatočne hmotné objekty, také, v ktorých sa môže zapáliť oheň jadrových reakcií. Párové systémy, v ktorých je jeden člen normálna hviezda a druhý — hnedý trpaslík, sú, jednoducho povedané, proti prírode.

Dnes už vieme, že objekty 10 až 20-krát masívnejšie ako Jupiter sa podľa všetkého formovali z toho istého materiálu ako hviezdy, teda kondenzáciou z plynného oblaku (nie z prachového disku). Zo zatiaľ neznámych dôvodov sa hviezdami nestali, v pravom slova zmysle však nie sú ani planétami. Očividný rozdiel medzi parametrami planét a telesami, ktorým vravíme hnedí trpaslíci, nás privádza k nasledujúcemu poznatku: ak chceme objaviť systémy planét okolo iných hviezd, mali by sme hľadať planetárne sústavy, a nie hnedých trpaslíkov. Systém, ktorý utvára iba hviezda a hnedý trpaslík, nie je planetárnou sústavou.

GALAXIA PLNÁ TRPASLÍKOV

Štúdium hnedých trpaslíkov je však nevyhnutné. Pravdepodobne iba prostredníctvom týchto záhadných telies lepšie pochopíme i formovanie hviezd a planét. Súčasné prístrojové možnosti pozorovanie menších objektov ani neumožňujú.

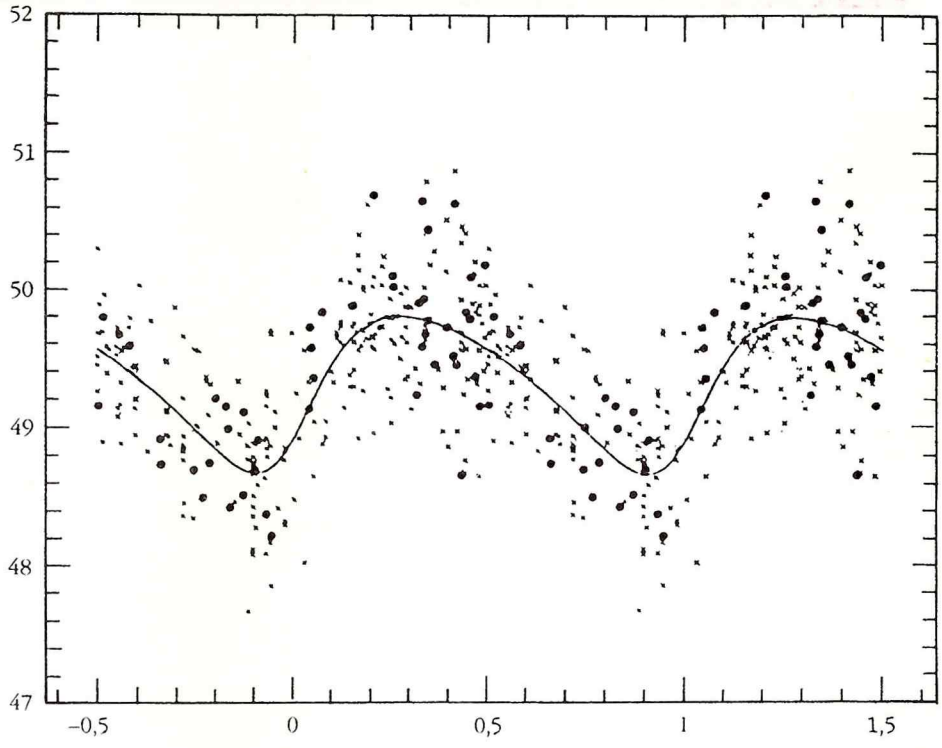
Pozorovanie pomocou nových, vysokocitlivých infračervených ďalekohľadov odhalilo existenciu slabých chladných sprievodcov niektorých hviezd. B. Zuckerman a E. E. Backlin z Kalifornskej univerzity, ale aj ďalší hvezdári objavili trpaslíčie satelity tak, že zaznamenali prebytok infračerveného žiarenia, ktoré nemôže byť produktom hviezdy. Vlastnosti všetkých objavených sprievodcov hviezd zapadajú do našich predstáv o hnedých trpaslíkoch: všetky majú hmotnosť 10 až 50-krát prevyšujúcu hmotnosť Jupitera. Napriek tomu ani zďaleka nemôžeme tvrdiť, že práve tieto objekty sú onými hnedými trpaslíkmi.

Čoraz viac popredných tímov zhŕňa poznatky o výskyte hnedých trpaslíkov. Arizonskí hvezdári (McCarthy a spol.) preverili 27 najbližších červených trpaslíkov, hviezd spektrálneho typu M. Hľadať sprievodcov takýchto nejasných objektov umožňuje iba škvrnková interferometria v oblasti infračerveného žiarenia s vlnovými dĺžkami 1,6 a 2,2 μm.

V infračervenom okne rastie počet hviezd veľmi rýchlo, priamo úmerne poklesu ich absolútnej svietivosti, ale len do úrovne 10^m v pásme K. Potom už počet prudko klesá. Arizonská skupina neobjavila v rozmedzí od $+10{,}0^m$ do $+11{,}5^m$ ani jeden zdroj infračerveného žiarenia. Svietivosť $+11{,}5^m$ v infračervenej oblasti spektra by mal dosahovať hnedý trpaslík 70 až 80-krát väčší než Jupiter. Čo to znamená? Iba toľko, že podobných objektov, vypĺňajúcich medzeru medzi planétami a hviezdami, nie je vo vesmíre až toľko, ako sme ešte prednedávnom predpokladali.

K podobnému názoru dospeli i vedci z univerzity v San Francisku. Pomocou merania radiálnych rýchlostí preverili 70 malých hviezd. Presnosť 230 m . s^{-1} im dovolila objaviť každý objekt hmotou prevyšujúci sedem hmotností Jupitera, ale s podmienkou, že orbitálna perióda obežnice nie je dlhšia ako štyri roky. Výsledkom bol objav šiestich dovtedy neznámych sprievodcov hviezd. Nepodarilo sa však nájsť ani jeden subhviezdny satelit. Summa summarum: nanajvýš každá päťdesiata hviezda zvolených parametrov môže mať svojho hnedého trpaslíka.

Ako to už býva, v niektorých prípadoch práve nepotvrdenie hypotézy môže byť dôležitým objavom. Viacerí astronómovia sa nazdávajú, že práve takto to bude aj s hnedými trpaslíkmi. Je známe, že ľahšie hviezdy nájdeme pokope častejšie ako hviezdy masívnejšie. Práve táto predstava pomýlila mnohých teoretikov, ktorí extrapolujúc túto zá-



Dvestoosemdesiatkrát v priebehu 12 rokov zmerali hvezdári Lathamovho tímu radiálne rýchlosti hviezdy HD 114762. Zistili, že jej dráha osciluje periodicky, v rytme 84 dní. Nazdávajú sa, že pozorované poruchy spôsobuje nejaký zatiaľ nepozorovateľný sprievodca, najskôr hnedý trpaslík. Rôznorodé symboly okolo krivky pohybu označujú údaje rôznych meraciach prístrojov. Tvar samotnej krivky kreslí stredná hodnota nameraných údajov.

vislosť dospeli k názoru, že neuveriteľné množstvá čiernych trpaslíkov vypĺňajú všetky priestory Galaxie. No vzácny výskyt subhviezdnych satelitov nás núti prehodnotiť naše pôvodné predstavy o formovaní hviezd, najmä tých najmenších.

Dostupná pozorovateľská technika neumožňuje zatiaľ hvezdárom prehĺbiť hľadanie planetárnych systémov. Nové generácie prístrojov pre pozemskú i kozmickú astronómiu sa už však vyvíjajú. Najsľubnejšie idey konštruktérov tejto techniky budeme sledovať a oboznámime vás s nimi.

Scientific American 1/91
spracovali a preložili
Eugen Gindl a Anna Lackovičová

Kamže, kam, ľudové hvezdárstvo?

Časy sa zmenili. Slovenské (a napokon aj české) hvezdárne sa dostali do situácie, ktorá ich zasiahla nepripravené. Začínajú obhajovať svoju existenciu. Pred verejnosťou, pred chlebodarcami a vlastne aj pred sebou samými. Ich poslanie sa zatiaľ nemení, bude sa však zrejme musieť zmeniť forma jeho prezentácie. Dnes to vyzerá tak, že hvezdárne prežijú len vtedy, keď presvedčia širokú verejnosť a najmä svojich poslancov, že astronómia a jej stánky sú aj pre spoločnosť vo finančnej tiesni nepostrádateľné. Táto diagnóza bola východiskom pre diskusiu, ktorú naša redakcia vyprovokovala. V apríli sme na pôdu Vydavateľstva Obzor pozvali RNDr. Jána Štohla, DrSc., riaditeľa AsÚ SAV, RNDr. Igora Kapišinského, CSc., z AsÚ SAV, žl. kor. SAV Jána Bodnára, DrSc., a PhDr. Jána Dubničku, CSc., z FÚ SAV, RNDr. Antona Hajduka, DrSc., vedeckého sekretára SAV, RNDr. Zdeňka Pokorného, CSc., z brnenskej hvezdárne, predsedu Združenia hvezdární a planetárií, RNDr. Pavla Rapavého, riaditeľa OH v Rimavskej Sobote, Ing. Štefana Knošku, CSc., vtedajšieho riaditeľa SÚAA v Hurbanove, a Ladislava Drugu zo SÚAA. Snažili sme sa, aby pomenovali problémy, s ktorými dnes hvezdárne zápasia, a predovšetkým aby sa pokúsili určiť smer, ako sa z nich dostať.

Stav je dnes asi takýto.

Na Slovensku, kde štruktúra hvezdární mala svoju logiku, prešli všetky hvezdárne od 1. januára 1991 pod krídla MK SR, ktoré financuje ich činnosť. V praxi to znamená, že vertikálna štruktúra (SÚAA — KH — OH — AK) sa zmenila na horizontálnu (LH) s tým, že výsadné postavenie SÚAA sčasti pretrváva, pretože MK naň delegovalo istú časť svojich riadiacich (či skôr koordinačných) úloh. Pôsobnosť hvezdární by, samozrejme, mala aspoň na čas zostať taká ako predtým, iniciatíve sa však medze nekladú. Terajšie usporiadanie nebude trvať večne — horizontom je koniec roka 1992, po ktorom by MK tieto zariadenia (s výnimkou SÚAA) rado odovzdalo späť do pôsobnosti miestnych, mestských či okresných úradov a zastupiteľstiev.

V Čechách je situácia o niečo neprehľadnejšia. Nad pražskou i brnenskou hvezdárňou drží ochrannú ruku magistrát, podobne na tom budú aj ostatné väčšie hvezdárne. Problémy však budú mať tzv. odborové hvezdárne, ktoré čerpali z finančných prostriedkov závodných klubov bývalého ROH. Tie už z väčšej časti prišli o sponzorov a de facto im hrozí zánik.

Čaká nás teda zrejme asi toto.

V Čechách sa proces prevodu začne skôr (vlastne — už sa začal) a jeho výsledkom bude, že veľké hvezdárne (resp. hvezdárne vo väčších mestách), ktoré majú tradíciu i zázemie, prežijú, ale musia sa prichystať na chudobné roky. Horšie sú na tom menšie hvezdárne. Ak si čoskoro nenájdu sponzora (a ľahké to nebude, daňový zákon bude sponzorov stimulovať až od roku 1993), prídu o časť platených pracovníkov, začnú vyhasínať, kým sa ich neujmú amatérski nadšenci. Že by si niekto hvezdáreň privatizoval, na to zatiaľ nik (asi nielen zo zúčastnených) neverí.

Na Slovensku sa tento proces začne až o dva roky. Hvezdárne majú ešte šancu presvedčiť miestne samosprávy, že sa bez nich nemôžu zaobísť, pričom pri delení obecných peňazí nepochybne zaváži aj hlas verejnosti. Ak sa hvezdárne nedokážu „predať", postihne ich osud menších hvezdární v Čechách. A tie, čo prežijú...? Ich posádky sa budú musieť obracať: pohnúť rozumom, oprieť sa o nezištnú pomoc amatérov, tak ako to bolo kedysi.

AKO PRESVIEDČAŤ

Vieme, **že** treba presviedčať, a vieme aj **koho.** Otázkou je **ako.**

Odpoveď budeme hľadať v minulosti, aby sme sa dozvedeli o tom, čo si o hvezdárni myslia radoví ľudia, či ju naozaj potrebujú. V minulosti sa o ich poslaní rozhodovalo na sekretariátoch. Ideológovia videli v hvezdárňach akési „chrámy svetonázoru", podporovali ich ako strediská (nepriameho) boja proti náboženstvu. Posádky hvezdární mali využívať vesmír (túto najväčšiu učebnú pomôcku) na propagáciu „vedeckého svetonázoru" marxisticko-leninskej filozofie. Väčšina hvezdární však v tomto období slúžila predovšetkým amatérskej astronómii, hoci v niektorých prípadoch, najmä na Slovensku, svetonázorová výchova už-už začala víťaziť.

Tak či onak, mnohým hvezdárňam z tohto obdobia prischla pečať ateistického hniezda, čo v dnešných časoch extrémnych svetonáhľadových výkyvov nie je v boji o prežitie práve najpriaznivejšia nálepka. Horšie je, že pojem svetonázor si prevažná väčšina ľudí ešte vždy spája s pojmom ideológia. Rozdiel medzi nimi je však zreteľný: svetonázor (akýkoľvek) si každý počas celého života utvára sám, bez ideológie sa však celkom dobre zaobíde.

Ďalším problémom je objasniť verejnosti i kompetentným, že hvezdárne nikdy neboli a ani nechcú byť ohniskami konfrontácie. Ich bezprostrednou úlohou je oboznámiť ľudí s faktami, ktoré o vesmíre ľudstvo nazhromaždilo. Filozofickú interpretáciu týchto faktov astronómia rada prenechá filozofii, ktorá si takto bude musieť opäť vydobyť autoritu voľakedajšej kráľovnej medzi vedami. Fakty o vesmíre predsa možno podávať v súvislostiach, ktoré nikomu a ničomu neprotirečia. Nie nadarmo sa vraví (a je to svätá pravda), že astronómia je matkou vied. Či chceme, či nie, práve hvezdárne sú miestom, kde sa radový občan môže pravidelne oboznamovať s jednostaj narastajúcou lavínou nových poznatkov. Fyzici, matematici, biológovia, geológovia a mnohí ďalší astronómom závidia práve to, čo je na astronómii najkrajšie — emotívnosť podnetov, pôsobivosť príkladov, jednoduchosť objavov. Astronómia uvádza svojich ctiteľov do celého systému prírodných vied, v tom je jej jedinečnosť. Jej prostredníctvom možno poznať aj vedy príbuzné. V možnostiach hvezdární je presvedčiť verejnosť, že práve astronómia s nimi spojená môže poskytnúť nadhľad, taký potrebný pre chápanie sveta i seba samého. Práve astronómia sa môže pričiniť, aby sa prízrak iracionality nevznášal nad našou oslobodenou krajinou.

Mapa hvezdární a astronomický označené profesionálne pracovisk s predmetom astronómia, ▲ pra označený čiernym písmom ukazuj tárium. Hvezdárne pre verejnosť kreslili pomocou plného čierneho prázdny — tie súkromné sme na typom písma, tzv. kurzívou. Ak s to, ale najmä nám o tom dajte ve

ČÍM PRESVIEDČAŤ?

V minulosti sa nezriedka stávalo, že z hvezdárne, kde by sa malo pozorovať, alebo odkiaľ by sa aspoň dala prezerať obloha, sa stal akýsi astronomický úrad. Od siedmej do pol štvrtej sem prúdili exkurzie zo škôl, aby si vypočuli neustálym opakovaním značne ohlodané rozprávanie o tom, ako sa po oblohe hýbu žiarivé bodky, Slnko a Mesiac. Takýto stav mnohým vyhovoval a veľakrát sa proces objavovania tajomstiev vesmíru podarilo zmechanizovať do podoby odosobneného hlasu z magnetofónu, tu a tam prerušeného šramotom vymieňaného diapozitívu. Stálych návštevníkov zabezpečovali školské osnovy. Táto šanca však vybledla tiež.

Proces popularizácie, ktorý by mal byť hvezdárňam najvlastnejší, treba minimálne zmodernizovať. Explózia nových poznatkov, získaných vďaka nástupu hypermodernej pozemskej i kozmickej pozorovacej techniky, prináša so sebou nemalé problémy a kladie na popularizátorov oveľa väčšie nároky ako v nedávnej minulosti. Návštevníkom dnes nestačí porozprávať o prvotných zákonitostiach vesmíru, pretože (živení lahôdkami, ktoré si tu i tam všimnú aj neastronomické médiá) žiadajú od lektorov na hvezdárňach vysvetlenia, detaily, súvislosti. Ak sa k tomu priráta časté skresľovanie, lacná senzačnosť a sugestívna (zámerná) dezinformácia laickej verejnosti, čaká posádky hvezdární doslova sizyfovská, ale nenahraditeľná práca. Hvezdárne by sa mali ujať úlohy prvotného informátora verejnosti a sťažovať výrobcom senzácií a výnosných bludov ich nezodpovedné podnikanie.

Samozrejme, hvezdárne by sa nemali báť zobrať na seba aj úlohu akéhosi mimoškolského „doškolováka", v ktorom by sa tí, čo sa o prírodné vedy zaujímajú hlbšie (a najmä mládež), mohli vzdelávať a rozvíjať pod vedením skúsenejších pedagógov. Astronómia ako matka by mala svoje deti prichýliť s úsmevom — a využiť skutočnosť, že fyziku, geológiu, meteorológiu... a nakoniec i ekológiu možno chápať aj z astronomického hľadiska, a teda v súvislostiach. Výhodu takéhoto prístupu iná veda nemá.

Hvezdáreň by však mala ľudí učiť nachádzať bližší vzťah k oblohe nad hlavou. Nie je normálne, že dnes, v kozmickom veku, sa zahľadí na oblohu oveľa menej ľudí ako v časoch pred prvým Sputnikom. Možno je to i tým, že náhodný chodec idúci večer okolo hvezdárne často nemá šancu nakuknúť do vesmíru, lebo je zatvorené! Astronomický úrad pracuje ako poisťovňa: za prácu po fajronte (nebo sa otvára večer) požadujú náhradné voľno. Ďalekohľady sa na nejednej hvezdárni stali v poslednom čase výstavnými kusmi inventára a prístup k nim majú len tí najprivilegovanejší — tí však pre hrbu iných administratívnych úloh nemajú čas.

Tento astronomický pragmatizmus sa, prirodzene, nedá zovšeobecniť. Skutočnosťou však je, že na ľudových hvezdárňach sa takmer prestalo pozorovať. Odborný program však musí mať na hvezdárňach miesto, hoci veľké vedecké ambície posádky ĽH v dnešných časoch nemôžu mať. Spolupráca s profesionálnymi observatóriami však môže priniesť výsledky, na to je vo svete nadostač príkladov. Ale najmä ĽH by mali byť miestom, kde sa stretajú amatérski astronómovia, bez ktorých si — a platí to aj vo svete — nemožno tú veľkú astronómiu predstaviť.

KTO BUDE PRESVIEDČAŤ?

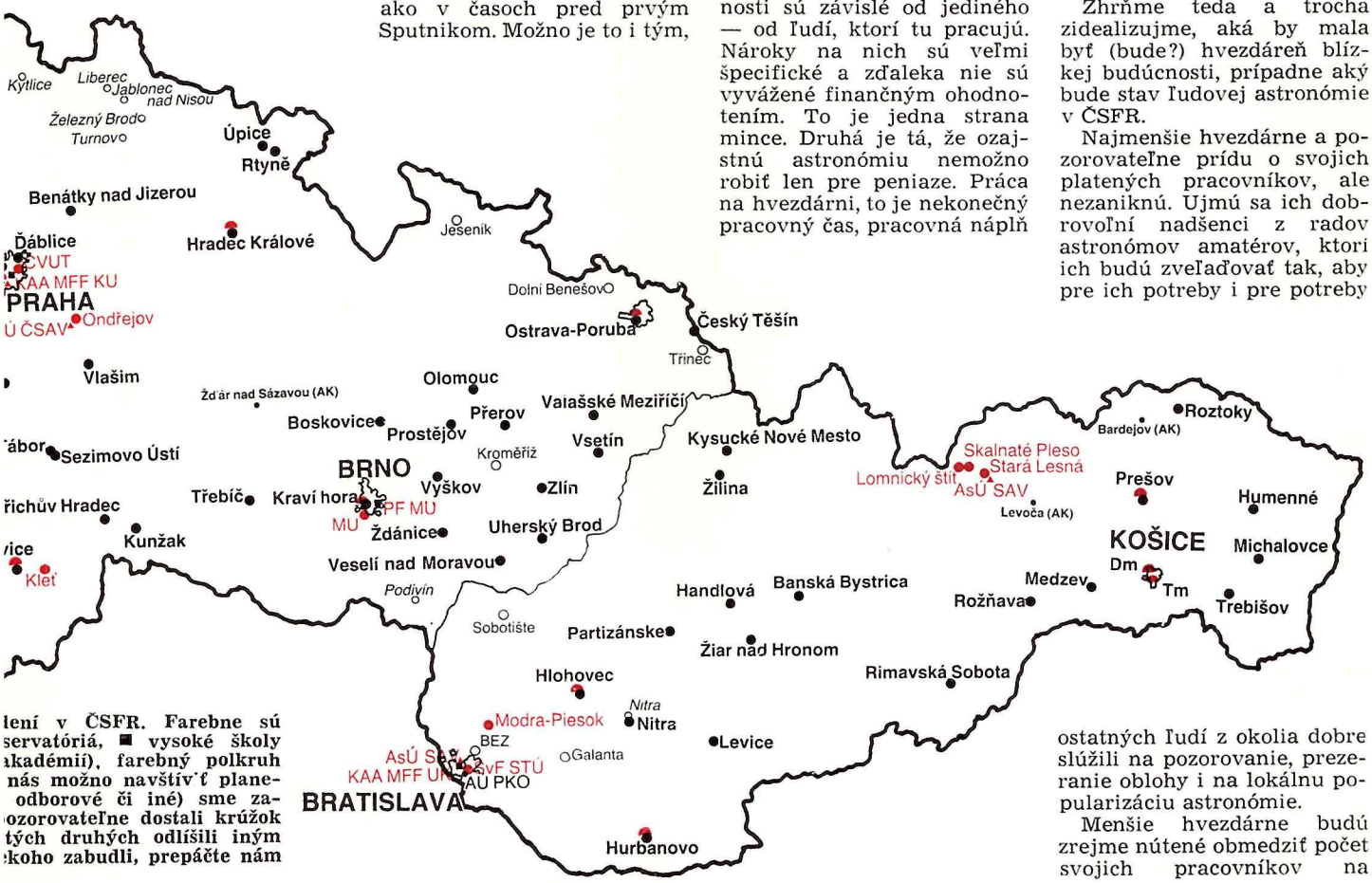
Všetky spomínané oblasti činnosti hvezdární a ich úspešnosť i ohlas vo verejnosti sú závislé od jediného — od ľudí, ktorí tu pracujú. Nároky na nich sú veľmi špecifické a zďaleka nie sú vyvážené finančným ohodnotením. To je jedna strana mince. Druhá je tá, že ozajstnú astronómiu nemožno robiť len pre peniaze. Práca na hvezdárni, to je nekonečný pracovný čas, pracovná náplň vo svojej rozmanitosti je nevymedziteľná, neobmedzené sú požiadavky na vzdelanie a na rozsah vedomostí. Nepostrádateľná je schopnosť pútavo zoznamovať druhých s novými vecami, o ktorých ešte nikdy nepočuli, umenie „zrežírovať" vystúpenie, praktické schopnosti a zručnosti, skrátka — určitá dávka pozitívnej deviácie. Hvezdárne si už nebudú môcť dovoliť zamestnávať ľudí z ľudomilnosti. Ako však získať či vyškoliť práve takých ľudí, ktorí by spĺňali tieto napochytro načrtnuté požiadavky na pracovníka ĽH „nového typu"? Odpoveď je prekvapujúco jednoduchá — možno si ich vychovať. Pracovať s mladými nadšencami, dlhodobo a cieľovedomo im dávať šancu a príležitosť postupne čoraz viac sa zapájať do práce hvezdárne, dať im určité vzdelanie (nie nevyhnutne vysokoškolské!) a vytvoriť podmienky na to, aby sa zžili s hvezdárňou. Je to dlhý proces, ktorý trvá desať i pätnásť rokov, prináša však svoje výsledky. Akých ľudí si hvezdáreň pre svoju potrebu vychová, taká bude jej budúcnosť. Nie je to utópia — príkladov je i dnes dosť, stačí si prelistovať posledné ročníky nášho časopisu.

NAMIESTO ZÁVERU

Zhrňme teda a trocha zidealizujme, aká by mala byť (bude?) hvezdáreň blízkej budúcnosti, prípadne aký bude stav ľudovej astronómie v ČSFR.

Najmenšie hvezdárne a pozorovateľne prídu o svojich platených pracovníkov, ale nezaniknú. Ujmú sa ich dobrovoľní nadšenci z radov astronómov amatérov, ktorí ich budú zveľaďovať tak, aby pre ich potreby i pre potreby ostatných ľudí z okolia dobre slúžili na pozorovanie, prezeranie oblohy i na lokálnu popularizáciu astronómie.

Menšie hvezdárne budú zrejme nútené obmedziť počet svojich pracovníkov na



lení v ČSFR. Farebne sú servatóriá, ■ vysoké školy akadémií), farebný polkruh nás možno navštíviť plane- odborové či iné) sme za- ozorovateľne dostali krúžok tých druhých odlíšili iným koho zabudli, prepáčte nám

dvoch-troch, v závislosti od svojej šikovnosti, erudície a pracovných výsledkov však budú pôsobiť v podmienkach relatívnej dostatočnosti. Ak sa im podarí na hvezdáreň pritiahnuť okruh priateľov astronómie, budú sa môcť oprieť o silnú enklávu blízkych spolupracovníkov, ktorí vypomôžu pri prevádzke zariadenia. Silné skupiny zatiaľ vždy v minulosti dokázali vyzdvihnúť svoje stredisko nad miestne pomery, čo spätne prinieslo ocenenie aj vo forme vyššieho záujmu tých, čo rozdeľovali peniaze. S týmto vedomím by mali menšie hvezdárne budovať svoju budúcnosť.

Veľké hvezdárne si uchovajú svoju prirodzenú autoritu, i keď na to budú mať k dispozícii menej ľudí a asi aj prostriedkov. Budú tu pracovať naslovovzatí odborníci, ktorí budú nielen úspešne popularizovať astronómiu a príbuzné vedné odbory, ale budú sa zapájať aj do odborných programov, a to v úzkej spolupráci s profesionálnymi pracoviskami. Budú však i žriedlom podnetných myšlienok a nápadov, ktoré si získajú uznanie medzi odbornou i laickou verejnosťou. Ľudia sem budú radi chodiť zblízka aj zďaleka, čo hvezdárňam vráti nielen miesto v kultúrnej spoločnosti, ale i dostatočné prostriedky na ďalší rast. Svojich pracovníkov si budú vyberať a vychovávať tak, aby bolo o budúcnosť hvezdárne postarané. Všetko však bude záležať (a dnes už vlastne záleží) na nich samých. Astronómiu, vedeckú aj ľudovú, totiž robia ľudia. Na nich záleží aká bude.

* * *

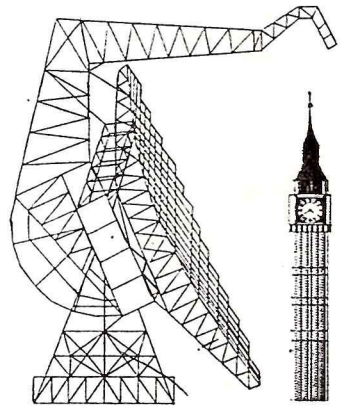
Možno som ten záver trocha pritiahol za vlasy. Ale i na poli astronómie filozofia trhovej ekonomiky znie takto: pomôžte si, a možno vám aj my pomôžeme. Tento súhrn myšlienok o ľudovej astronómii nie je úplný, celistvý, uzavretý, možno s ním polemizovať. Je to podnet do diskusie. Diskusie o tom, kam a ako ďalej v ľudovom hvezdárstve. Keďže stále platí staré známe: viac hláv, viac rozumu, ozvite sa aj vy, či súhlasíte, alebo máte iné postrehy a námety. Situácia je na každej hvezdárni iná, preto i toto rozbalenie problému bolo také všeobecné. Konkrétne skúsenosti istotne pohnú vec ešte ďalej. Podeľte sa s nami o ne. Netrpezlivo čakáme!

PRIPRAVIL ROMAN PIFFL

Vzkriesenie „tristostopáka"

Takmer vzápätí potom, čo sa 15. 11. 1988 zrútil 91-metrový tanier virgínskeho rádioteleskopu Green Bank, preslávený „tristostopák" (o udalosti sme písali v č. 6/1989), začala sa rodiť idea nového rádioteleskopu — na tom istom mieste. Pri jeho stavbe sa má uplatniť maximum toho, čo je moderná veda rádioteleskopii schopná ponúknuť. Tento cieľ sa pre americkú National Radio Astronomy Observatory stal prestížnym.

Najväčší pokrok dnešnej rádioastronómie je v tom, že sa tu začína uplatňovať akási obdoba adaptívnej (aktívnej) optiky. Vďaka tomu bude obrovské 100-metrové ucho citlivejšie ako všetky ostatné



Model budúceho „tristostopáka"

— zaregistruje nesmierne jemné rádiové zdroje, a to na vlnových dĺžkach iba 3 mm, azda i kratších (na „tristostopáku" to bolo — po úpravách — 1,3 cm). Na rozdiel od svojho predchodcu (aj iných rádioteleskopov) nebude prijímač teleskopu upevnený na dvoch nosníkoch (rozptyľujú rádiovlny a plodia šum, schopný slabé vlny aj prehlušiť), ale na jedinej konzole, ktorá nebude „dáždniku" prekážať. K minimalizácii šumu a vysokej citlivosti pristupujú aj ďalšie prednosti: pohyblivosť vo všetkých smeroch, automatické nastavenie v smere prichádzajúcich rádiových vĺn, masívnosť, automatická okamžitá adaptívnosť povrchu, kompenzujúca tiažou spôsobené deformácie, elektronikou vybavená anténa. Uvažuje sa aj o možnosti vyrovnávania teplom spôsobených deformácií, ktoré nastanú vo veľkej mise.

Toto všetko by malo stáť 5 miliónov dolárov. Ak všetko vyjde podľa plánu, už o štyri roky, roku 1995 bude nový „tristostopák" najväčším hitom svetovej rádioastronómie.

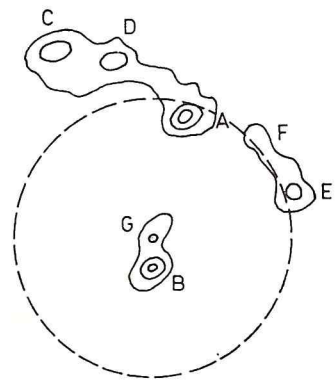
Podľa New Scientist, 2. 2. 1991
- al -

Hubblova (ne)konštanta

Neurčitosť v určovaní hodnoty Hubblovej konštanty je nešťastím astronómie. Veličina, ktorá by mohla spoľahlivo určiť vek vesmíru i vzdialenosti v ňom, sa nevie vtesnať do žiadnych rozumných medzí. Veľa astronómov, osamotene i vo veľkých tímoch, márne sa snaží vyvinúť takú metódu určovania H_0, ktorá by zaručovala neistotu najviac 10 %. Nejako im to však nejde.

Iskierku nádeje v poslednom čase vykresali pozorovania viacnásobných obrazov kvazarov, vytvorených javom gravitačnej šošovky. Kvazary sú objekty s premenlivou jasnosťou. Ak je ich obraz znásobený, prejaví sa zmena jasnosti najskôr na tom obraze, čo je bližšie k lomovej čiare, až potom na tom vzdialenejšom, ktorého svetlo musí prekonať dlhšiu púť. Z tohto rozdielu možno odvodiť hodnotu Hubblovej konštanty s pomerne veľkou presnosťou.

Keďže gravitačných šošoviek sme ešte neobjavili až tak veľa, je celkom pochopiteľné, že sledovať sa začala hneď tá prvá — Walshov kvazar **Q 0957+561**, ktorý rozštiepila galaxia vo vzdialenosti zodpovedajúcej červenému posunu $z = 0{,}36$ na dva obrazy, A a B. Niekoľkoročné sledovanie objektu dvoma skupinami viedlo k súhlasnému záveru, že oneskorenie premennosti B oproti A



Rádiová mapa kvazaru 0927+ +563, presnejšie: všetkých jeho obrazov. Vďaka meraniu oneskorenia zmeny jasnosti A a B zložky dnes vieme, prečo sú obrazy rozmiestené práve takto — ich rozloženie mapuje distribúciu hmoty v gravitačnej šošovke.

predstavuje 415 dní (415±20, resp. 404±10). Navyše, obidve skupiny zaregistrovali variácie jasnosti medzi objektmi, spôsobené javom mikrošošovkovania (pozri Kozmos 3/91). Hmota, ktorá štiepi svetlo kvazara, má zrejme tri nezávislé zložky: jasnú galaxiu, kompaktné jadro a kopu galaxií, presnejšie: jej tmavú hmotu. Toto rozdelenie však vplýva len na profil krivky jasnosti obidvoch obrazov, nie na veľkosť chyby merania oneskorenia, ktorá bola menšia než 10 %. Aj preto možno brať z tohto pozorovania odvodenú hodnotu Hubblovej konštanty dosť vážne, hoci vlastná chyba v jej určení je stále veľká. Rozhodne sa dá predpokladať, že H_0 sa s vysokou pravdepodobnosťou nachádza v určenom intervale **50 ± 17 km . s^{-1} . Mpc^{-1}.**

Podľa Nature, Vol. 350, 21. marca 1991
- rp -

Železné kvazary — červie diery?

Hvezdári už dávnejšie hĺbajú nad tajomstvom dvoch hviezd, v spektre ktorých dominujú emisné čiary ionizovaného železa (pozri Kozmos č. 4/90). „Železnú záhadu" prehĺbili objavy „supersilných" emisií „železných čiar" medzi kvazarmi. Sebastian Lipari zo Space Telescope Science Institut oznámil nedávno objav tretieho takéhoto kvazara — IRAS 18 505-7815 v súhvezdí Oktant.

Doslova ako bomba zapôsobila správa, že jeden z dvoch už skôr objavených „železných kvazarov", IRAS 07 598+6508 v súhvezdí Žirafa, má s tretím „železníkom" takmer zhodnú hodnotu červeného posunu i ostatné (opticky aj v infračervenej oblasti spektra pozorovateľné) vlastnosti. A to napriek tomu, že leží na celkom inom nebi, presnejšie: na opačnej strane oblohy! Lipari a jeho spolupracovníci teraz špekulujú, že obidva spomínané obrazy by mohli byť dvoma podobami toho istého kvazara. Táto fyzikálna absurdita (zdanlivé kvazary z dielne gravitačných šošoviek sú oproti tomuto zjavu priam banálnym úkazom) doslova otvára vedcom nové obzory. Jej povtrdenie by bolo prvým konkrétnym dôkazom, čo by podporil model hypotetického „viacnásobne prepojeného vesmíru", s ktorým prednedávnom vyrukoval renomovaný čínsky astrofyzik Fang Li Zhi.

Podľa S+T 3/91 — eg

Astronómia nie je prepych

Kozmos hovorí s Jiřím Grygarom

Kozmos: Povráva sa, že našu astronómiu čakajú ťažké časy.

Jiří Grygar: Naši politici dospeli k záveru, že sme v zlej situácii a na astronómiu ani na ostatné vedy nemáme. Prepúšťame odborníkov, redukujeme vedecké pracoviská. Najlepším sa odporúča, aby na niekoľko rokov odišli do cudziny; keď sa vraj situácia zlepší, môžu sa vrátiť. Podaktorí tak istotne urobia, ale vrátia sa...? Sotva. Kto však vyčísli, koľko dolárov je hoden dobrý vedec, dobrý astronóm, kto tieto straty premietne do celkovej bilancie? Americký prezident J. Q. Adams v minulom storočí povedal, že vyspelosť každého štátu (či národa) sa meria tým, koľko a akých má hvezdární. A to bolo, prosím, v čase, keď Ameriku tvorilo tucet štátov na atlantickom pobreží!

Kozmos: Pritom v totalite sa našej astronómii celkom darilo... Mala podporu, mala výsledky a na rozdiel od väčšiny iných vied už dávno pred revolúciou vstúpila nielen do Európy, ale aj do veľkého sveta...

Jiří Grygar: Vtedy, keď bola u nás doba temna, astronómii sa darilo. Českú astronomickú spoločnosť založili roku 1917. Vrcholila vojna, monarchia sa začala rozpadávať, ale česká astronómia na tomto nehostinnom podhubí rozkvitala. Aj počas protektorátu sa astronómii v Čechách ako-tak darilo, veď bola jednou z mála zmysluplných činností, ktoré neprinášali bezprostredné riziko. Ľudia sa k nej utiekali ako k vede o tej časti reálneho sveta, kde sa neklamalo a kde sa operovalo výlučne faktami. Astronómia bola kompenzáciou za hrôzy každodennosti. (Na Slovensku sa počas vojny postavilo observatórium na Skalnatom Plese — pozn. red.) V priebehu minulých štyridsiatich rokov množstvo normálnych ľudských aktivít systém utlmil a všakovako znemožňoval. Astronómia však i tentoraz zostala akousi oázou zdravého rozumu. Slobodná spoločnosť teraz ponúka bohaté spektrum nových možností. Preto súčasný odlev záujmu o astronómiu je absolútne normálny. Nebojím sa však, že astronómia začne chradnúť. V srdci Európy sa jej vždy darilo. Záujem o ňu trvá s neveľkými výkyvmi už od raného stredoveku. Génius loci je tu, páči sa mu u nás...

Kozmos: Viem, že v zahraničí astronómovia neraz žasli, keď sa dozvedeli, v akých nákladoch sa vaše knihy vydávali...

Jiří Grygar: ... a rozobrali sa. No nielen moje. Všetci dobrí popularizátori mali vďačné publikum. V minulých rokoch sme si zvykli na to, že verejnosť nás hýčka. Ľudia kupovali a čítali naše knihy. Astronomické časopisy mali vzhľadom na počet obyvateľov náklady ako nikde na svete. Vzdelávací televízny seriál Okná vesmíru dokorán patril medzi najsledovanejšie popularizačné programy. Na naše prednášky chodilo i na vidieku viac ľudí ako na prednášky našich kolegov v európskych veľkomestách. Táto konjunktúra teraz ochabne. No nielen pre rozšírenú paletu možností... Jednoducho, končí sa zlatý vek astronómie...

Fotografia: Roman Piffl

Kozmos: Druhý zlatý vek...

Jiří Grygar: ... ktorý sa začal približne začiatkom 60. rokov. (Prvý zlatý vek astronómie vyvrcholil v 17. storočí objavmi Galilea, Keplera a Newtona. Pozn. red.)

Kozmos: Naozaj sa končí? Keď človek listuje v zahraničných astronomických časopisoch, nadobúda opačný dojem. Nadnárodne organizovaná astronómia prezbrojuje na nový kvalitatívny skok. Technologická revolúcia rádovo zdokonaľuje pozorovateľskú techniku na všetkých vlnových dĺžkach. Satelity vyzbrojené touto technikou klasické okná do vesmíru niekoľkonásobne zväčšili. Ambiciózne tímy, sústredené okolo kľúčových programov, majú nové objavy doslova v náplni práce... Dnes-zajtra môže padnúť magická hranica 30. magnitúdy, po zdolaní ktorej budeme vraj vesmír chápať inakšie...

Jiří Grygar: Súčasný boom astronómie v zahraničí má zatiaľ skôr kvantitatívne parametre. Podľa mňa ani očakávaná syntéza údajov z čoraz dokonalejších prístrojov neprinesie mnoho prvoradých objavov.

Kozmos: Paralelne s rozvojom racionálnej vedy (ktorej rozumie a ktorú reflektuje iba o málo viac ľudí, ako je tých, čo ju profesionálne robia) živelne sa rozvíjajú „iracionálne vedy". Vzniká zdanie, že človeku, ktorým lomcuje existenčná neistota, ponúkajú presne to, čo potrebuje. Ako obstojí vedec a popularizátor racionálnej vedy Jiří Grygar oproti žrecom špekulatívnych vied, ktorých „tovar" je momentálne oveľa žiadanejší?

Jiří Grygar: Iracionalita nie je nový jav. V ľudskom vedomí odnepamäti existuje túžba po zásahu zhora, vystupňovaná vtedy, keď sa civilizácia ocitá na rázcestí, keď človek túži po živelnom presadení spravodlivejšieho sveta... Preto ešte vždy mnohí, ateisti i veriaci, veria v ufónov. Rovnako je to s astrológiou. Človek by chcel korigovať svoj osud, vyvarovať sa najhoršieho, neprepásť životné šance, preto sa obracia aj na astrológov. Nielen dnes, keď je to dovolené. Astrológia prekvitala i v zákulisí totality. Mám spoľahlivé informácie, že mnohí mocní za bývalého režimu využívali služby astrológov. Tí istí však navonok astrológiu zaznávali. Tak sa stalo, že po revolúcii vyšla s podzemia aj astrológia a iné špekulatívne pavedy a tvária sa teraz ako súčasť antikomunistickej opozície. Preto prežívame doslova hysterickú vlnu iracionality. Kašpirovskij a televízne programy o psychotronike sú však iba príslovečným vrcholom ľadovca.

Kozmos: Ako popularizátor skutočnej vedy ste si tiež svoje užili... Aj zo strany niektorých vedcov.

Jiří Grygar: Pre podaktorých profesionálnych vedcov je popularizácia vedy iba šarlatánskym zjednodušovaním zložitých problémov. Každý, kto robil vedu, bojí sa zjednodušovania, má strach z diskreditácie. Poznám vedcov, ktorí pokladajú popularizáciu vedy dokonca za škodlivú činnosť. Tento názor si prísny vedec pestuje dovtedy, kým nezistí, že spoločnosť pokladá vedu za nepotrebný prívesok. Práve to však zapríčinila (okrem iného) aj nedostatočná popularizácia vedeckých poznatkov. V takej situácii sme sa ocitli teraz. Kapitáni ekonomickej reformy pokladajú vedu div nie za parazita na tele spoločnosti. Nájdu sa aj vedci, ktorí ma kritizujú, lebo si myslia, že by vedu popularizovali lepšie, účinnejšie ako ja. Nepopieram: na popularizáciu vedy našťastie nikto nemá monopol. Moje prednášky po obidvoch republikách neorganizovala žiadna agentúra (ako pre spevákov po-music). Napísali mi z Humenného, ja som sadol na vlak a išiel...

Kozmos: Nedávno vám vyšla nová kniha (Vesmírná zastavení), so slovenskou televíziou nakrúcate nový seriál. Ako však počúvam, ohlas už nie je taký jednoznačný, ako býval.

Jiří Grygar: Z televíznych obrazoviek sa za posledné dva roky vytratilo mnoho tvárí. Ja sa tam objavujem rovnako často, dokonca (vďaka repríze Okien vesmíru dokorán a novému seriálu) ešte častejšie. Niektorých divákov takáto odolnosť „starej štruktúry" dráždi. Lenže my sme v tom reprízovanom seriáli napriek prevratu nemuseli vynechať či doplniť ani slovo, pretože sme ho nestavali na ideológii (ani pre ňu), ale na faktoch... Iných ľudí zasa podráždilo to, že som sa verejne predstavil ako veriaci človek...

Kozmos: Naša veda melie z posledného, práve preto ju treba popularizovať, a to tak, aby jej význam pochopili voliči a najmä ich zástupcovia v parlamente. Vedu nebudú financovať akadémie, ale štát. Vedcom sa však štát málokedy podarí presvedčiť...

Jiří Grygar: Štát oceňuje bezprostredný osoh, viditeľný výsledok, pričom neraz nevie, čo všetko mu veda už dala, dáva alebo môže dať... Vojna v Perzskom zálive ukázala, čo znamená mať výkonnú vedu. Napokon, nebola to prvá vojna, čo urobila vede reklamu. Aj americkí senátori a kongresmani, rozmýšľajúci tak ako naši poslanci, pochopili, čo znamená investovať do základného výskumu, ktorý peniaze dokáže neuveriteľne zhodnotiť...

Kozmos: Autori aj vydavatelia na Západe rozlišujú, pre koho píšu, vydávajú populárno-vedecké knihy. Na sklade majú Jungka i Dänikena. My máme vás, ale Däniken chýba...

Jiří Grygar: Nebojte sa, dänikenov bude u nás toľko, že nám všetkým pomotajú hlavu...

Kozmos: Ale snažme sa pochopiť aj tých solídnych ľudí, čo sa Dänikena zastávajú. Jeho knihy či filmy primäli milióny stelevizovaných ľudí rozmýšľať po novom o zmysle existencie... Dopĺňať si poznatky z archeológie, astronómie, biológie, kozmonautiky... Ten človek doslova na kolene vyrobil kultúrnu revolúciu.

Jiří Grygar: Nesúhlasím... Je jasné, že spektrum popularizácie vedy je na Západe, najmä v anglosaskej oblasti, neuveriteľne široké: od komiksov až po filozofické eseje. No Dänikena by som medzi popularizátorov vedy nepustil. Ani Bergiera s Pauwelsom nie (autori bestselleru Jitro kouzelníků — pozn. red.). Títo páni vedu nepopularizujú, naopak: milióny ľudí učia zlému spôsobu uvažovania. Na tejto špekulatívnej literatúre je nebezpečné najmä to, že sugestívnou argumentáciou sa neraz obaľuje nelogické: človek, ktorý sa naučí prijímať takto ochutené fakty, ľahko sadne na lep politickému demagógovi. Vypočuje si ho a zvolí... Napriek tomu by som ani pred voľbami voči poklesnutej literatúre cenzúru nezavádzal. Konkurencia musí byť pozitívna. Nech čitateľ sám rozhodne, čo mu prináša viac... (Len či takto budú rozmýšľať vydavatelia? Tí budú rozhodne vydávať iba to, čo im bude vynášať — pozn. red.).

Kozmos: Vieme, že účinnosť popularizácie vedy ovplyvňuje (okrem placébovej hodnoty popularizátora) najmä schopnosť zviditeľňovať dobrodružstvo poznania. Jednou z najúčinnejších metód je personifikácia problému. Z dnešnej vedy akoby sa príťažlivé osobnosti vytrácali...

Jiří Grygar: V minulosti bolo osobnosti dobre vidieť. Dnes veda funguje inakšie. Najmä fyzika... Na jednom probléme pracuje aj stovka výskumníkov. Možno však, že nám iba naša (periférna?) optika skresľuje dojem. Napokon, aj u nás vyjde S. Hawking. Jeho kniha Stručné dejiny času je dôkazom, ako sa aj v trhovom systéme dokáže presadiť kvalita. Hawking má charizmu geniálneho invalida, navyše, dokázal sa vyhnúť matematike, dokázal zrozumiteľne prerozprávať jedno z najväčších tajomstiev teoretickej fyziky... Skrátka, presadil sa aj v „poklesnutom" žánri. Jeho kniha pre každého je podľa mňa rovnako významná ako jeho objavy. Dnešná teoretická fyzika je totiž od každodenného myslenia nesmierne vzdialená. Bez Hawkinga by široká verejnosť o tejto trinástej komnate nič nevedela.

Kozmos: Menovali ste Hawkinga. Kto ešte...?

Jiří Grygar: Pozrite sa, v tomto žánri máme pozoruhodné výsledky. V edícii Kolumbus (táto unikátna 30 rokov vychádzajúca edícia nemá podľa mňa vo svete obdobu!) i mimo nej vydala Mladá fronta také skvosty, ako Jungkove knihy (Jasnejšie ako tisíc sĺnc, Paprslekyz popele), Gamowova kniha Pán Tompkins v ríši divů, Andronikašviliho Spomienky na kvapalné hélium, Weinbergove Prvé tri minúty, a všetko to vyšlo v hlbokej totalite. Spomínam si, že ten Weinberg takmer nevyšiel. Ktorýsi cenzor si ho pomýlil s C. Weinbergerom, vtedajším ministrom obrany USA. Bolo šťastie, že cenzor nevedel, že Weinberg je syn ruských emigrantov. Gamow zasa emigroval zo ZSSR za dramatických okolností. Toto všetko sa podarilo prebojovať, ale stále je viac tých kníh, čo nám boli odopreté... Treba ich povydávať a súčasne aj hľadať to nové.

Kozmos: Náš svet sa mení čoraz rýchlejšie. Človek akoby sa mu už nestačil prispôsobovať. Preto kde len môže, brzdí. Politici idú do volieb s prejavmi akoby odkopírovanými z prejavov na konci minulého storočia. Náboženstvá hľadajú obnovu vo fundamentalizme. Ekonómovia vyznávajú monetarizmus, brutálne jednoduchú ekonomiku trhu. Umenie si pomohlo postmodernou (nové reflexie konzervuje stará forma). Všeobecný návrat k overeným hodnotám je výrazom istej bezradnosti: iba veda akoby „retro" nepotrebovala.

Jiří Grygar: Veda retro naozaj nepotrebuje. Pre vedca to, čo raz bolo prekonané, nemôže byť zdrojom produktívnej nostalgie či kameňom, ktorý obnoví narušenú rovnováhu. Človeka podľa mojej mienky neunavuje prirýchly rozvoj, ale pseudopokrok, to rýchle striedanie krátkodobých mód či rafinovane vnucovaných potrieb. Joga, jogging, kráľovné krásy... A človek, to veľké dieťa, si dá nabulíkať, že všetko toto naozaj chce... Vedec je proti tomu imúnnejší. Jeho súperom je Matka Príroda, ktorá svoje tajomstvá stráži žiarlivo. Horko-ťažko otvoríme trinástu komnatu, a zistíme, že je v nej niekoľko pozamykaných dverí do komnaty štrnástej. Vracať sa spred štrnástej komnaty do siedmej či prvej nie je pre vedca produktívne, hoci ako občan sa môže správať inakšie...

Kozmos: Dve veci údajne cementujú krízu moderného človeka. Utópie na horizonte sa rozplynuli a nových niet. Modely minulosti sú nepoužiteľné. Ako sa podieľa veda na konštrukcii budúcnosti?

Jiří Grygar: Kým sa človek vyvinul ako druh, mnohokrát mal namále. Celá séria šťastných náhod mu umožnila prekonať nástrahy prírody a teraz je v relatívnom bezpečí. Aj najväčšiu ekologickú krízu totiž niekto prežije. Vesmírna katastrofa by však neušetrila ani vtáčika-letáčika. Veda necúva ani pred víziou takýchto katastrof, hľadá možnosti, ako ich predvídať, ako im čeliť. Veda je pragmatická záležitosť, zlepšujúca naše šance v nehostinnom vesmíre. Iba hlupák ju môže pokladať za kultúrnu ozdobu či za prepych.

Kozmos: Vedeckých poznatkov je čoraz viac. Aj popularizátorov vedy pribúda. Jednako: priepasť medzi obyčajným človekom a špičkami vedy akoby sa neustále prehlbovala.

Jiří Grygar: Mali by sme sa na seba pozerať viac z kozmického nadhľadu. Astronauti nám sprostredkovali správu o tom, ako sa naša modrá planéta pri pohľade z Mesiaca zmestí medzi palec a ukazovák ľudskej ruky. To bola zaujímavosť, aktualitka. Lenže filozofickú dimenziu tohto dobrodružstva sa im nepodarilo pretlmočiť. Spomínam si, že Vladimíra Železného (autor scenárov Okien vesmíru dokorán a tlačový hovorca českej vlády) šokovalo, ako rýchlo dobrodružstvo lodí Apollo na Mesiaci zapadlo prachom. Ľudia to chvíľu kvitovali ako športový výkon, ako zápis do Guinessovej knihy rekordov, a nič... Hlboké posolstvo pre západnú, neorientálnu civilizáciu nemal kto pretlmočiť.

Kozmos: Nemáme veľkých filozofov...

Jiří Grygar: Filozofi majú u nás mizernú povesť, pretože v posledných desaťročiach viac ideologizovali ako filozofovali... Všeobecná morálna devastácia je i dôsledkom krachu filozofie. Lenže bez pozitívnej filozofie sa nezaobídeme. Ani my, tu v srdci Európy, ani ostatní... Bez filozofie, ktorá je vstave vstrebávať poznatky prírodných vied, ktorá pomáha človeku prekonávať skepsu „kocoviny" z vedeckého poznania, budeme bezradne blúdiť, kým filozofiu nerehabilitujeme.

Zhováral sa: Eugen Gindl

■ **PREDÁM** časopis Kozmos úplné ročníky: 1983, 1987, 1989; r. 1988 — chýba č. 4, r. 1986 — chýba č. 6., r. 1985 — chýba č. 5; r. 1984 — chýba č. 3. Lýdia Chválna, ČSA 1457/A, 955 01 Topoľčany.

■ **KOUPÍM** silnější hodinový stroj na závaží. P. Dzik, 739 96 Nýdek č. 408.

■ **PRODÁM** dalekohled Newton 130/1100 na kvalitní paralaktické montáži včetně stojanu. Miroslav Matoušek, Nad lesem 38, 147 00 Praha 4.

■ **PRODÁM** Říši hvězd 1, 2, 4—12/1956; 1—4, 6, 9—11/1955, 1983—90; Kozmos 1983—89, 1—4/90. Hvězdářskou ročenku 1955. Lenka Hotová, Lomená 26, 317 02 Plzeň.

■ **PREDÁM** drevený statív od teodolitu. Nohy nie sú vyťahovacie. Č. tel.: 414 223 Nitra.

■ **PRODÁM** Monar 10 × 80 a binokulární nádstavec. Kamil Kohoutek Dukelská 547, 747 87 Budišov n/Bud.

■ **KÚPIM** achromatickú Barlowovu šošovku ∅ 30 mm na ohnisku nezáleží, objektív z triédra ∅ 30/120 až 135 a okulár ortoskopický f = 4 mm. Všetko vysokej kvality. Ing. Miroslav Kalus, Čerešňová 4, 951 01 Nitra-Hrnčiarovce.

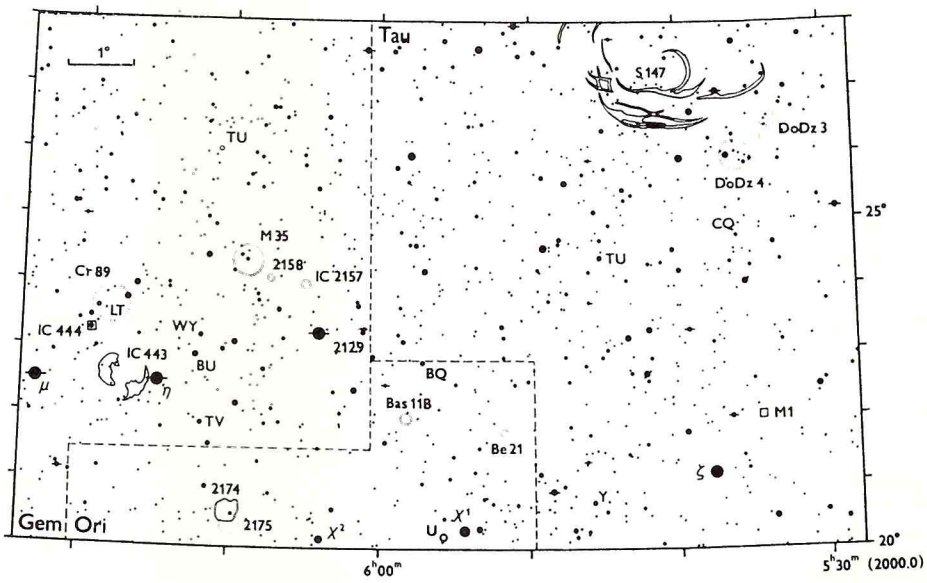
■ **PREDÁM** celoduralový ďalekohľad s optikou Zeiss 50/540 a okulármi H-25, H-16. Cena: 1500,— Kčs. Dušan Marček, V. Šrobára 10, 927 01 Šaľa.

■ **PRODÁM** astronomický dalekohled Newton ∅ 180, f = 1500. Zn. 2000 Kčs. Martin Klášterka, 335 63 Nové Mitrovice č. 23.

■ **KÚPIM** Atlas Coeli alebo Uranometria 2000. Eduard Demenčík, 031 01 Demänová č. 174. Okres Lipt. Mikuláš.

ZAUJÍMAVOSTI NOČNEJ OBLOHY

Nebeská brána



V prvom období Chih-ho, v piatom mesiaci, dňa Chi-chou sa hviezda-hosť objavila niekoľko palcov od Tien-Kwan. Po viac ako roku sa opäť stala neviditeľnou.*

Tento citát z letopisov čínskej dynastie Sung je prvou správou o výbuchu supernovy 4. júla 1054. Sama supernova zmizla v priebehu niekoľkých mesiacov, na hviezdnom nebi nám však zanechala výraznú stopu, slávnu **Krabiu hmlovinu** (NGC 1952, M 1). Prvý objekt Messierovho katalógu a súčasne aj prvý objekt astrofyziky. Zvyšok, ktorý svieti z celkom iných dôvodov ako všetky ostatné hmloviny dostupné našim prístrojom. Hmlovinu, ktorej unikátne vlastnosti dokážu podnietiť nielen populárne filmy a odborné monografie, ale naplniť aj celé sympózium Medzinárodnej astronomickej únie.

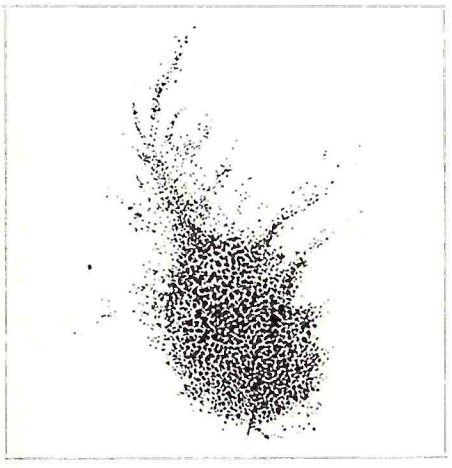
MESSIEROVO ČÍSLO JEDEN

Znamenie, čo na nebi vypálila supernova 1054, objavil takmer sedem storočí po výbuchu anglický lekár a astronóm amatér John Bevis. Niekedy okolo roku 1731 objekt dokonca zakreslil do svojho hviezdneho atlasu Uranografia Britanica. Napriek tomu Krabia hmlovina upadla do zabudnutia: tlačiar, ktorému Bevis atlas zadal, stihol totiž zbankrotovať ešte pred jeho vytlačením. A tak to jediné, čo po tomto diele zostalo, je kontrolný obťah.

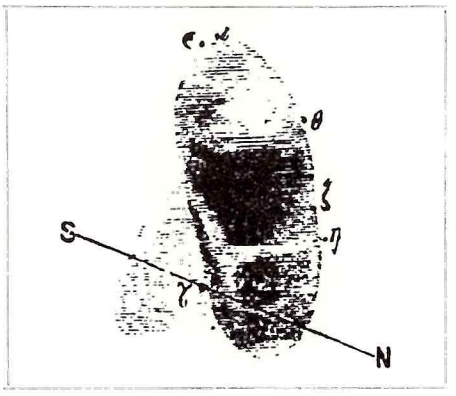
Krabia hmlovina musela byť objavená ešte raz. Našiel ju francúzsky lovec komét Charles Messier, práve keď netrpezlivo očakával Halleyovu vlasaticu v jej prvom predpovedanom návrate. Podľa pôvodnej dráhy mala v lete 1758 prechádzať „medzi rohmi Býka" (hviezdy β a ζ Tauri), v noci 21. augusta dokonca iba stupeň severne od Krabej hmloviny. Mala, ale neprešla. Gravitačný vplyv Jupitera a Saturna ju o niekoľko mesiacov zdržal, a potom sa, samozrejme, objavila v celkom inej časti oblohy. Budúca Messierova jednotka však svojmu osudu predsa len neunikla. Halleyovu kométu totiž dokonale (až neuveriteľne dokonale) zastúpila **kométa 1758.** Keď si pri jej prezeraní 28. augusta Messier prvý raz všimol novú hmlovinu, kométa sa pohybovala práve k nej. Tesne pred jesennou rovnodennosťou prešla iba stupeň severozápadne od Krabej hmloviny.

OD TRIÉDRA PO CASSEGRAIN

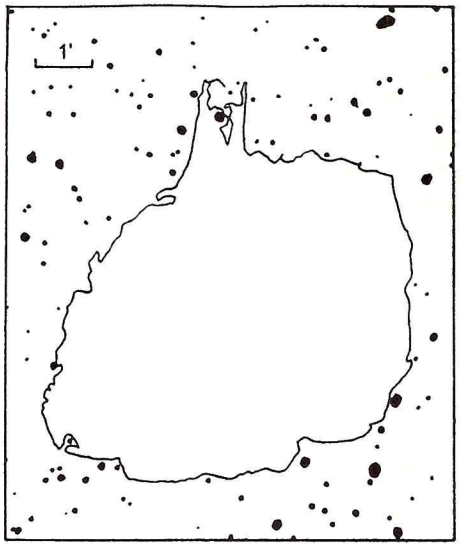
Hneď na začiatku priznávam, že Krabia hmlovina patrí k tým objektom, ktoré sú síce historicky aj astrofyzikálne zaujímavé, v ďalekohľadoch však nie sú nijakou pastvou pre oči. Pre absolútnu väčšinu amatérskych prístrojov vystačíme so stručným Messierovým opisom: „hmlovina belavého svitu, pretiahnutá do tvaru sviečky". Mnohých milovníkov astronómie však možno prekvapí už to, že slávny a veľmi fotogenický zvyšok po supernove vidieť za



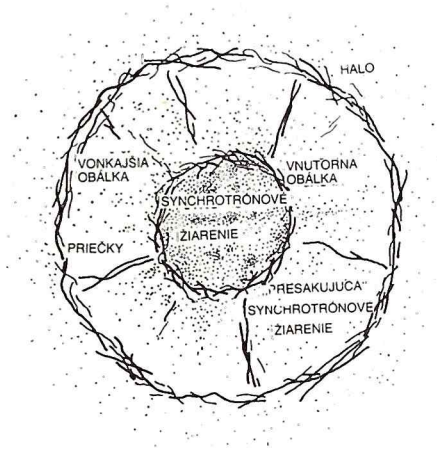
Krstným listom Krabej hmloviny (angl. Crab nebula) sú stránky pozorovacieho denníka lorda Rossa z roku 1848. O jej mene rozhodli neobyčajné vláknité výbežky, spozorované 90 cm zrkadlovým ďalekohľadom a zachytené na tejto pôvodnej litografii. Skutočné rozloženie vláken hmloviny je však dnes iné.



Druhý portrét Krabej hmloviny z dielne lorda Rossa (drevoryt z roku 1855) sa z pohľadu vizuálneho pozorovateľa zdá realistickejší. Zhoduje sa oválny tvar najjasnejšej časti hmloviny, zodpovedajú rozmery aj pozičný uhol, dokonca aj poloha tmavého (tu svetlého) zálivu na juhovýchode. Pribudol tu iba slabý široký výbežok na protiľahlej strane.



Ďalšiu z podôb unikátneho zvyšku po supernove zachytáva vysokokontrastná snímka v zakázaných čiarach dvakrát ionizovaného kyslíka (podľa Gulla a Fesena, 1982). Sama hmlovina je silno preexponovaná, na jej okraji však vidieť úzky výtrysk tvaru dutého valca. Čudný útvar, ktorého vek sa odhaduje na 600 rokov (nie je teda priamym dôsledkom výbuchu supernovy), sa predlžuje rýchlosťou 4000 km . s^{-1}. Mohlo by ísť o zväzok veľmi horúcej plazmy s teplotou okolo 10 miliónov kelvinov, prechádzajúci (urýchľovaný pritom magnetickým poľom) plynným obalom obklopujúcim Krabiu hmlovinu.



Anatómia Kraba podľa rozsiahlej spektroskopickej štúdie, uskutočnenej koncom 70. rokov pomocou 4 m Anglo-Austrálskeho ďalekohľadu. Tisíce plynných vláken, žiariacich v čiarach vodíka, vytvárajú dve tenulinké koncentrické obálky, ktoré majú v severojužnom smere priemery 135 a 340″. Vnútorná obálka, v ktorej pozorujeme aj žiarenie hélia, sa rozpína rýchlosťou 720 kilometrov za sekundu, vonkajšia rýchlosťou dvaapolkrát väčšou. Tento pohyb sa — proti očakávaniu — zrýchľuje. Príčinou toho je tlak magnetického poľa a relativistických častíc, uzavretých vo vnútornej vláknitej obálke. Tu pozorujeme aj najsilnejšie synchrotrónové žiarenie. Časť magnetického poľa a častíc presakuje medzi vláknami do priestoru medzi obálkami.

tmavej noci aj triédrom. Patričné pole nájdeme jednoducho, pretože v ňom leží aj jasná ζ Tauri.

Podľa skúseností Filipa Hrocha stačí aj malý triéder 7 × 35, v tom prípade však musíme použiť skôr bočné videnie. V triédri 10 × 50 je hmlovina o čosi výraznejšia, ani tu sa však svojím kruhovým tvarom nelíši od neostrej hviezdičky. Pokiaľ ide o vizuálnu hviezdnu veľkosť, je v literatúre neobvyklá zhoda. Würtz (1923) jej pripisuje 8,1 magnitúdy, Holetschek (1907) 8,5 magnitúdy, Woltier (1957) 8,64 magnitúdy, Lundmark (1938) 8,5 magnitúdy. Kamil Hornoch nedávno odhadoval hviezdnu veľkosť Krabej hmloviny Sometom 25 × 100 pomocou Morrisovej metódy; dostal výsledok 8,5 magnitúdy.

V Somete je Krabia hmlovina oválna, nevýrazne sa zjasňujúca do stredu. Pätnásťcentimetrový refraktor ju nijako nepremení, v malom zväčšení (s väčším zorným poľom) však ponúkne pekný doplnok — rozlíšenú dvojhviezdu Σ 742, ktorá leží asi pol stupňa východne. Zložky majú asi siedmu veľkosť a obidve sú biele, i keď niekto môže vidieť ľahké kontrastné odtiene žltej a modrej.

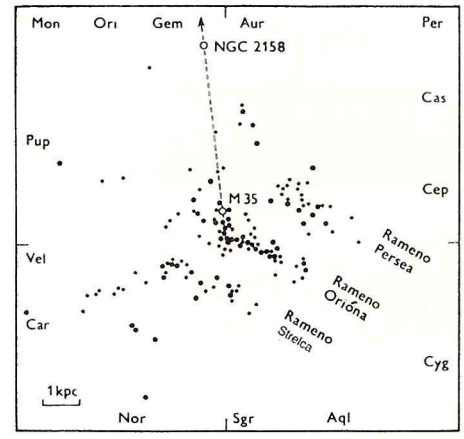
Prvé náznaky štruktúry zachytenej na kresbách lorda Rossa ukáže až ďalekohľad priemeru aspoň 25 až 30 cm. Hynek Falta, ktorý Krabiu hmlovinu pozoroval 30 cm Cassegrainom na Kleti, videl jednak tmavý záliv na juhovýchode, a jednak stopy vláknitej štruktúry.

SVIETIACE ELEKTRÓNY

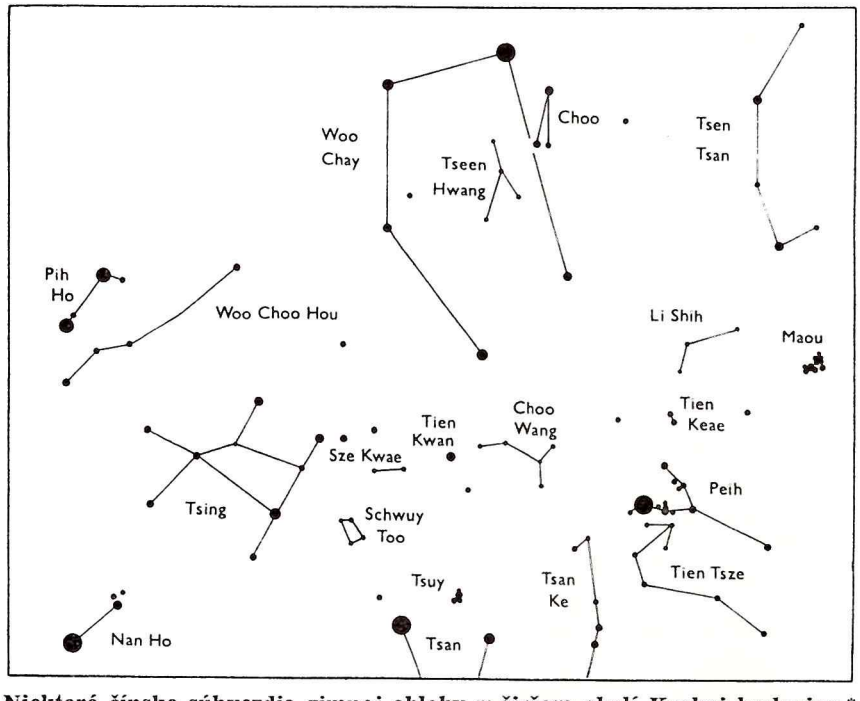
Na bežných fotografiách vidieť, že chumáč prepletených vláken Krabej hmloviny, je presiaknutý silným svitom, takmer rovnomerne rozloženým po celej ploche. Táto amorfná časť zvyšku prispieva k jeho celkovej jasnosti najmenej osemdesiatimi percentami, ale súčasne je dokonale priehľadná, takže cez ňu možno vidieť vzdialené hviezdy. Jej spektrum je však dokonale spojité, nenarušané ani absorpčnými či emisnými čiarami, ani náhlymi skokmi. Keby také spektrum mal mať plyn, musel by mať v prípade čistého vodíka teplotu státisícov kelvinov a pomerne vysokú hustotu. Celková hmotnosť Krabej hmloviny by potom vychádzala neúnosne veľká (20—30 slnečných hmotností), nevraviac už o tom, že chladné husté vlákna by v takom prostredí nemohli pretrvať. Akákoľvek prímes ďalších chemických prvkov situáciu ešte viac zhoršuje.

Správny kľúč ku Krabej hmlovine našiel roku 1953 Josif Škloviskij. Svetlo zvyšku po supernove z roku 1054 je svetlom elektrónov s rýchlosťami blízkymi rýchlosti svetla, ktoré sa po zakrivených dráhach pohybujú v silnom magnetickom poli. Obidvoje, energie elektrónov aj magnetické pole, zabezpečuje pulzar (PSR 0531 +21) v strede hmloviny. Tento druh žiarenia bol objavený už tesne po druhej svetovej vojne, keď bol v Spojených štátoch spustený nový typ urýchľovača elektrónov, synchrotrón spoločnosti General Electric. Prítomní fyzici vtedy fascinovaní hľadeli na svietiace elektróny, tmavočervené (pre nízke energie) a modrobiele (keď synchrotrón pracoval na plný výkon). Nikomu však ani vo sne nenapadlo, že by rovnaké zariadenie mohla zostrojiť príroda pred 900 rokmi a veľa ráz predtým.

LEOŠ ONDRA



Dvojica otvorených hviezdokôp M 35 a NGC 2158 niekoľko stupňov od Krabej hmloviny vyzerá v ďalekohľadoch ako Dávid a Goliáš. Prvú, plnohodnotnú „messierovku", vidieť voľným okom a aj v stredných ďalekohľadoch dá dosť práce dostať ju celú do zorného poľa. Množstvo jasných a stredne jasných hviezd (chýba nerozlíšené striebristé pozadie) je však odmenou. Tesne za okrajom hviezdokopy sa skromne krčí NGC 2158 — vo väčších triédroch len slabá a drobulinká hmlovinka asi ôsmej veľkosti, zrnitá až v 15 cm refraktore a pri vyše stonásobnom zväčšení.
To všetko je však iba dôsledkom toho, že NGC 2158 je od nás oveľa ďalej. Hviezdokopy, ktoré na oblohe vidíme tesne vedľa seba, ležia na rozdielnych brehoch galaktickej rieky — M 35 v našom ramene Orióna, NGC 2158 vo vzdialenejšom ramene Perzea. Obrázok ukazuje polohu obidvoch hviezdokôp vo výreze špirálového gobelínu Galaxie. Plynné hmloviny (H II oblasti, vyznačené väčšími krúžkami) a mladé otvorené hviezdokopy (menšie krúžky) vymedzujú tri zreteľne odlišné úseky ramien. Polohu Slnka ukazujú úsečky na okrajoch, stred Galaxie leží smerom dolu (do súhvezdia Strelca). (Podľa Barta Boka)



Niektoré čínske súhvezdia zimnej oblohy v širšom okolí Krabej hmloviny.* Podľa atlasu Johna Williamsa z minulého storočia.

Poznámka
* Tien Kwan (Nebeskú bránu) tvorilo okrem ζ Tauri niekoľko slabých hviezd v jej okolí, ktoré sa nepodarilo identifikovať.

Planetární mlhoviny

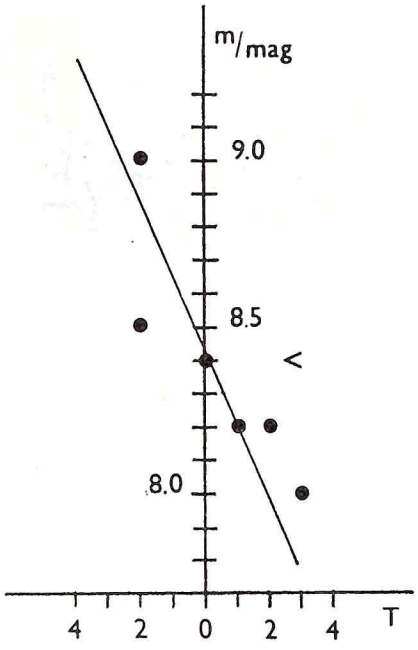
Vizuální hvězdné velikosti

Jakmile pozorovatel, který si prohlíží noční oblohu, začne porovnávat hvězdné velikosti pozorovaných objektů v různých katalozích, zjistí, že se tyto (ale i jiné) údaje rozcházejí nejen vůči sobě, ale také s pozorovanou skutečností. Důvodů je několik. Údaje, které jsou mnohdy celé desetiletí přebírány z knihy do knihy, byly často stanoveny na základě špatných, málo přesných či nejasných měření; mnoho chyb ale vzniklo právě špatným přepisem nebo nesprávnou interpretací.

Jednou z problémových skupin takových objektů jsou i planetární mlhoviny. Tu je navíc zdrojem „nesmyslných" hodnot hvězdných velikostí jejich monochromatické světlo.

O loňských prázdninách se několik pozorovatelů rozhodlo získat vlastní vizuální hvězdné velikosti několika jasných planetárních mlhovin, a to Argelanderovou metodou při použití obyčejných triedrů. Jasnost stelárních mlhovin srovnávali s několika blízkými, obdobně jasnými hvězdami (metodu zpracování vysvětluje obrázek č. 1). Jak se můžete přesvědčit, získané údaje mnohem lépe korespondují s pozorovanou skutečností (v tabulce uvádíme hvězdnou velikost vypočtenou z několika sad pozorování od několika dalších zdrojů. Na získání tohoto materiálu se podíleli P. Štěpán, M. Macková, M. Nováček, P. Hlous, H. Falta, P. Begeni, D. Dvořáková, P. Jablonický, P. Pravec a J. Dušek).

Jiří Dušek



Obrázek dokumentuje způsob, jakým jsme získali hvězdnou velikost planetární mlhoviny. Na svislé ose se vynáší hvězdná velikost použité srovnávací hvězdy, na ose vodorovné odhadnutý rozdíl jasností v odhadních stupních mezi srovnávací hvězdou a mlhovinou. Body se proloží přímka, jejíž průsečík se svislou osou udává odhadnutou hvězdnou velikost (obor V) mlhoviny.

NGC	m [mag]	SkyCat2 [mag]	AC [mag]	B [mag]	HR [mag]	W [mag]
6210	8,5 ± 0,1	9,3	9,7	8,5	8,5	9,1
6572	8,1 ± 0,1	9,0	9,6	9,0	8,0	8,5
6781	8,9 ± 0,2	11,8	12,5	12,5	11,5	11,7
6818	9,3 ± 0,1	9,9	9,9	10,0	9,0	—
6826	8,4 ± 0,1	9,8	8,8	8,8	8,5	8,7
6884	9,6 ± 0,5	12,6	12,6	12,5	10,5	11,6
6891	9,4 ± 0,3	11,7	11,4	10,0	9,5	10,6
6905	9,4 ± 0,9	11,9	11,9	12,0	11,0	11,7
7027	8,7 ± 0,2	10,4	10,4	9,0	8,5	—
7662	8,3 ± 0,1	9,2	8,9	8,5	8,0	9,2

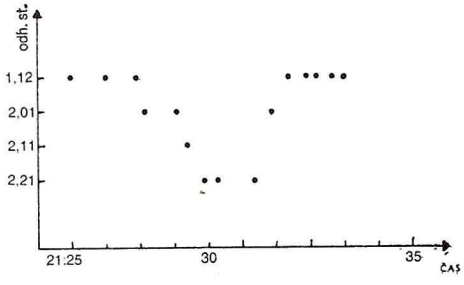
V tabulce je **m** — stanovená hvězdná velikost (obor V) a její směrodatná odchylka; **SkyCat2** — Sky Catalogue 2000,0, vol. 2 — různé zdroje; **AC** — katalog k Atlasu Coeli; **B** — údaje uváděné v Burnham's Celestial Handbook; **HR** — článek V. Znojila v Hvězdářské ročence 91, Academia, stanoveno na základě vlastních zkušeností; **W** — Webb Society Deep-sky Observer's Handbook, The Planetary nebulae, stanoveno na základě fotometrických pozorování.

Zatmění Io Ganymedem

Jupiter. Jeho galileovské měsíčky (a zároveň hodiny, kterými byla poprvé odměřena rychlost světla) jsou viditelné již v triedru. Přechody jejich stínů přes Jupiterův disk a jejich zákryty a zatmění spůsobené Jupiterem pozorujeme každoročně. Každých šest let splyne oběžná rovina měsíčků s rovinou Slunce—Země a nastávají další velmi zajímavé úkazy — vzájemná zatmění a vzájemné zákryty samotných měsíčků.

Sedmého května 1991 zapadlo Slunce a nastala průměrná pozorovací noc. Velké hodiny sluneční soustavy ale byly s hodinami Jupiterova systému sladěny tak, že kolem 21^{25} SEČ došlo k jednomu z těchto vzácných úkazů. Družice Io asi tři minuty procházela stínem svého soupoutníka Ganymeda. Podařilo se mi získat světelnou křivku, kterou vidíte na obrázku. Na vodorovné ose plyne středoevropský čas (UT — 1^h), na ose svislé jsou vyneseny odhady jasnosti zatmívané družice Io v Argelanderových stupních. Pozoroval jsem 15-ticentimetrovým refraktorem brněnské hvězdárny při zvětšení 141×, jasnost Io jsem srovnával s jasností měsíce Europa.

Tomáš Rezek



První pozorovací program pro amatéry

V letošním prvním čísle časopisu Kozmos jsme se mohli dozvědět, že původní myšlenka projektu APO vznikla na jaře roku 1986. Mnoho amatérů si asi položilo otázku, zda také jejich vášeň má své dějiny, a hlavně svůj začátek. V minulosti lidé trávili pod noční oblohou daleko více času než dnešní moderní člověk. Netvrdím, že všichni byli amatérští astronomové, ale zřejmě byli více spjati s hvězdnou oblohou, a to zvláště z praktických důvodů. Proto si myslím, že počátky amatérské astronomie nelze striktně určit. Při četbě polského překladu knihy „Watchers of the Sky" Willyho Leya jsem však narazil na informaci o prvém koordinovaném pozorovacím programu pro amatéry.

Gemiano Montanari z Padovy objevil v roce 1672 světelné změny hvězdy Algol. O šedesát let později změny jasnosti Algolu pozorovali Maraldi a Kirch. První podrobnější zkoumání tohoto jevu u Algolu provedl John Goodricke z Yorku, který své závěry zveřejnil ve „Philosophical Transactions" v roce 1783. Dva roky nato Goodricke objevil druhou proměnnou hvězdu — Deltu Cephei. V astronomii se objevil problém, který čekal na vyřešení. Astronomové se rozdělili na dvě skupiny: první vykazovala velký důvtip a snažila se pozorované změny jasnosti vysvětlit, druhá vyčkávala na čas, kdy se nazhromáždí větší množství informací týkajících se této problematiky, a věnovala se jiným otázkám astronomie.

Za to, že seznam proměnných hvězd a množství informací o nich narůstali, vděčíme hlavně F. W. Argelanderovi, studentovi Bessela. Argelander se svými asistenty a žáky nestačil poměrně rychle shromáždit větší množství informací, a proto v roce 1844 vydal **„Aufruf an**

die Freunde der Astronomie" (Provolání k přátelům astronomie), ve kterém pobízel všechny zájemce o astronomii pořídit si dalekohled a pomoci profesionálním astronomům v provádění pozorování, které je možno úspěšně realizovat pomocí malých přístrojů. Těmto pozorováním se dobře vybavené velké observatoře nemohly věnovat, protože byly zavaleny náročnějšími úkoly.

Je zřejmé, že dnešní různorodé organizace, skupiny a projekty astronomů mají svůj přímý původ v prvních skupinách neprofesionálních pozorovatelů, o vznik kterých se zasadil Argelander v roce 1844. Díky jejich úsilí do roku 1889 bylo objeveno 225 proměnných hvězd.

R. STRZONDALA

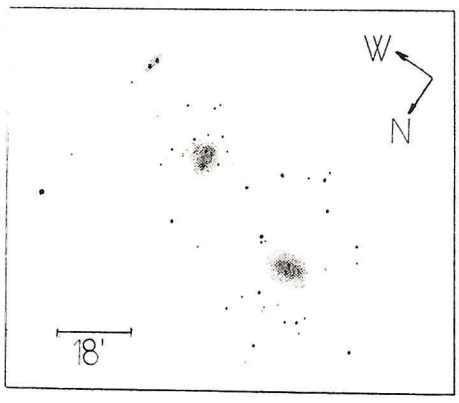
Kresba v astronómii

V historickom vývoji astronómie zohrala kresba významnú úlohu. Uplatňovala sa v časoch, keď iná možnosť registrácie daného astronomického javu ešte nebola. V súčasnosti má kresba z odborného hľadiska cenu len tam, kde je potrebné nadviazať na rady pozorovaní z minulosti (napr. pozorovanie slnečných škvŕn, Jupitera a pod.), uplatňuje sa aj pri pozorovaní meteorov. V podmienkach astronómov amatérov však kresbu nemožno zanedbať. Vyplýva to priamo z podstaty vzťahu astronóma amatéra k oblohe. Kým profesionálny astronóm pozoruje, aby rozšíril vedecké poznanie, amatér (aj keď sa snaží profesionálovi vyrovnať) pozoruje predovšetkým pre silný estetický zážitok, ktorý mu pozorovanie prináša. Takýto astronóm venuje pohľadu na oblohu dlhé hodiny; počas nich môže uvidieť mnoho zaujímavostí, ktoré sa jeho pozorovania ani netýkajú. Pozorovanie premenných hviezd môže spestriť napríklad prelet jasného bolidu, výskyt nočných svietiacich mrakov, zodiakálne svetlo, alebo dokonca severná polárna žiara. Všetky tieto úkazy sú zriedkavé, a ak ich hvezdár uvidí, má zážitok na celý život. Nestačí však len poznámka do pozorovacieho denníka. Potrebné údaje síce zostávajú, vzhľad úkazu sa však v pamäti časom rozmaže. Väčšinou tu nepomôže ani fotografická technika, pretože svojou nízkou citlivosťou neumožňuje verne zobraziť spomínané úkazy. Často ani nie je čas na rýchlu prípravu fotografického prístroja a expozíciu. Na záznam daného úkazu nám teda zostáva iba kresba.

Ak počas pozorovania uvidíte na oblohe nejaký zaujímavý úkaz, na čistý papier čo najpresnejšie zakreslite okolité jasné hviezdy a do takto pripravenej mapky vkreslite pozorovaný jav a obrysy okolia. Zaznamenajte aj údaje o farbách, jasnosti a zmene tvaru úkazu a nezabudnite na presný čas, v ktorom ste ho pozorovali. Všetko robte pri použití tlmeného červeného svetla baterky, ktorá je nevyhnutnou výbavou každého astronóma amatéra. Získané podklady ešte večer alebo hneď na druhý deň po pozorovaní dôkladne rozpracujte: mapku hviezdneho okolia nakreslite opäť, v záujme zvýšenia presnosti si pomôžte vhodnou mapou oblohy. Do obrázka potom vkreslite obrysy okolitej krajiny a samozrejme samotný úkaz. Obrázok sa snažte vyfarbiť tak, aby čo najlepšie zodpovedal pozorovaniu; úkazy je najlepšie zakresľovať farebnými pastelkami na čierny papier. Na okraj obrázka sa nakoniec vpíšu všetky doplňujúce údaje.

Krátkotrvajúci zážitok si pomocou kresby uchováme na celý život. V súčasnosti, keď sa hviezdna obloha z miest celkom vytráca, bude mať stále väčšiu hodnotu.

Peter Zimnikoval
Hvezdáreň Banská Bystrica



Kresbu dvojitej hviezdokopy χ a h v Perzeovi nám poslal David Koval z Havířova. Urobil ju v noci 14./15. marca medzi 20^{10} a 20^{30} SEČ počas pozorovania ďalekohľadom AD 800 pri zväčšení 40×.

Astronomická ročenka 1992

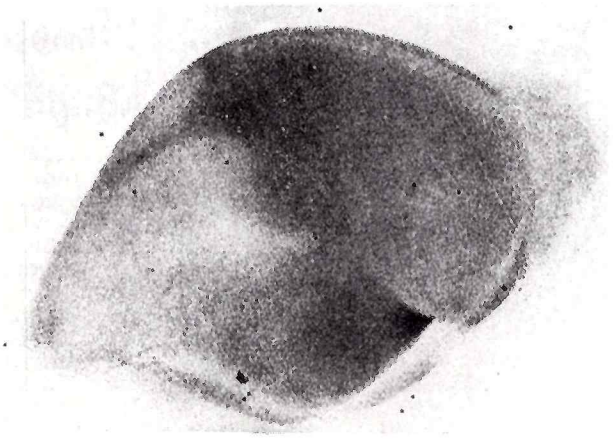
Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove upozorňuje, že astronomická ročenka na budúci rok už vyšla. Okrem obvyklých efemeríd, názorných kresieb a poučení principiálneho rázu nájdu tu čitatelia aj zopár zaujímavých pojednaní — nielen o astronómii, ale aj o optike, kozmonautike a metodike pozorovaní. Ročenka stojí 15 Kčs. Tí, ktorým sa na ňu zatiaľ nepodarilo naďabiť, majú možnosť objednať si ju v SÚAA Hurbanovo — buď priamo, alebo prostredníctvom nášho časopisu. Adresu nájdete v tiráži.

Festival planét

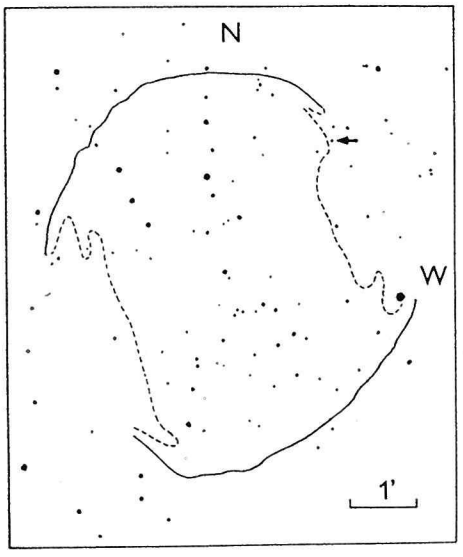
Počas uzávierky piateho čísla nášho časopisu som sa pozrel večer von oknom a — bolo jasno! Matne som si spomenul, že práve na dnes, na 15. júna som kedysi v polovici februára ohlásil v rubrike Pozorujte s nami jednu z najzaujímavejších konjunkcií roka — Festival planét. Prerušil som teda prácu (písal som práve Pozorujte... na október a november), vybral zo skrine fotoaparát, vložil doň zvyšok agfy, a poďho na festival. Bolo ešte dosť svetlo, Slnko tesne pod obzorom, no Mesiac i Venuša svietili tak, že by ich prehliadol len slepý. Asi polhodinku som vyberal vhodné miesto, odkiaľ by sa konjunkcia dala snímať tak, aby záber mal aspoň nejakú kompozíciu. Nakoniec som také miesto našiel, hoci bohviečo to nebolo. Keď som roztiahol statív, namontoval fotoaparát a začal si prezerať oblohu cez hľadáčik, ľudia naokolo konečne nesmelo obrátili hlavy tam, kde ja, na nádherné zoskupenie telies na tmavnúcej čistomodro tieňovanej oblohe. Asi o pol desiatej už bolo dosť tma na to, aby som cez 135-ku zbadal v hľadáčiku aj slabučký Mars. Spravil som trinásť expozícií, kým mi nevyšiel film. Vrátil som sa teda do redakcie a celý nedočkavý vtiahol agfu do tanku. O pol hodiny som ho už držal v ruke — síce celý mokrý, no predsa len pomerne vydarený; len keby ho ten starý foťák tak nedoškriabal. Z kolekcie troch rôznych záberov som vybral jeden, čo sa mi najviac páčil. Exponovaný je teda 15. júna 1991 o 21^{26} LEČ pol sekundy na film Agfapan Professional 400 základným objektívom fotoaparátu Chinon CS-4. Film som vyvolával 12 minút (asi dlho) vo vývojke Agfa FF. Mars na obrázku nie je — bol veľmi slabý. Ak sa vám foto páči, napíšte, a ak máte podobný či krajší záber z festivalu, pošlite.

Roman Piffl

Pod svícnem největší tma



Počet známých hvězd s proměnnou jasností neustále a rychle roste. V posledním, čtvrtém vydání Všeobecného katalogu proměnných hvězd (GCVS) jich najdeme už téměř třicet tisíc. Byly objeveny nejrůznějšími způsoby — v cílených přehlídkách oblohy i čirou náhodou, studiem starých atlasů, fotograficky, vizuálně nebo spektroskopem. Způsob, kterým si na své konto připsala první objev Amatérská prohlídka oblohy, je však zřejmě ojedinělý. Nová



proměnná hvězda byla nalezena na místě, které důvěrně znáte přinejmenším z fotografií, v planetární mlhovině Dumbbell (M 27, NGC 6853), a to na barevné obálce amerického časopisu Astronomy.

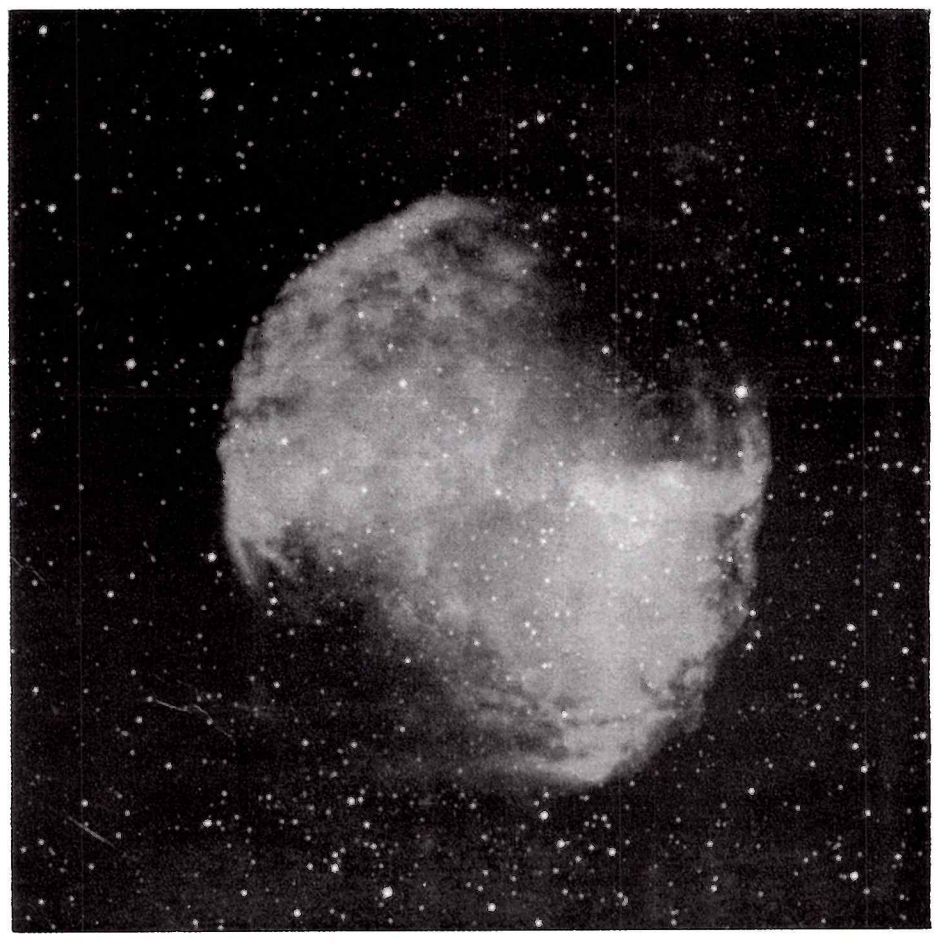
V astronomické literatuře jsou rozesety stovky portrétů tohoto letního skvostu. Většina z nich však, bohužel, není ničím jiným než ozdobou bez odpovědi na řadu otázek. Kde je na těchto snímcích sever a jaké mají měřítko? Je na nich vidět průvodce centrální hvězdy, který s ní vytváří fyzickou dvojici? Proč je mlhovina v modrém světle oválem o rozměrech 1,5 krát 2,5 úhlové minuty, zatímco v červeném má známý tvar ohryzku? Odkud se tyto barvy berou? A proč vlastně Dumbbell není zelený? Vždyť v jeho spektru, stejně jako u většiny ostatních planetárek, je nejvýraznější dvojice čar kyslíku poblíž 500 nanometrů.

Když jsem letos na jaře začal hledat odpovědi, začal jsem mapkou hvězdného pozadí mlhoviny. Nakreslil jsem ji podle snímku, který zdobil obálku Astronomy (květen (1990), ke kontrole jsem si pak vzal obálku pozdního vydání čtvrtletníku Deep Sky, připravovaného stejnými editory. Na ní se totiž shodou okolností objevila druhá fotografie Činky. Na první i druhý pohled úplně stejná. Až na jeden drobný detail. Oranžová hvězda na severozápadním okraji mlhoviny, která je na obálce Astronomy velice nápadná, na druhém snímku úplně chybí.

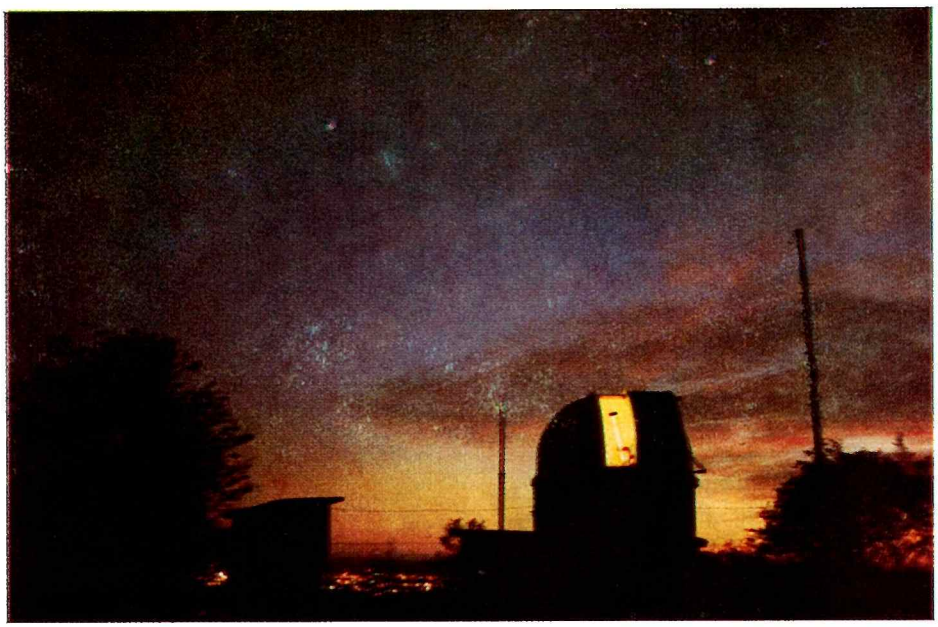
Prohlídka fotografií, otištěných v literatuře posledních desetiletí (žádné původní negativy jsem samozřejmě neměl k dispozici) ukázala, že nejde ani o důsledek rozdílné citlivosti emulzí, ani o chybu tisku. Zcela zapomenutá proměnná hvězda na takovém místě, to bude krásná ozdoba chystané mapky, řekl jsem si. Určil jsem její přibližnou polohu a začal pátrat po tom, jaké má označení, k jakému typu patří a kdo a kdy ji objevil. Ke svému překvapení jsem ji však nenašel ani v katalogu GCVS, ani v číslech Informačního buletinu proměnných hvězd (IBVS), vydaných po jeho uzávěrce. Dalším pátraním se pravděpodobnost, že jde o známou proměnnou hvězdu, zmenšila na minimum, a tak jsem její objev ohlásil editorům IBVS na Konkolyho observatoř v Budapešti. Zanedlouho poté se zpráva o podivuhodně odhalené proměnné objevila v čísle 3604 tohoto specializovaného cirkuláře Unie.

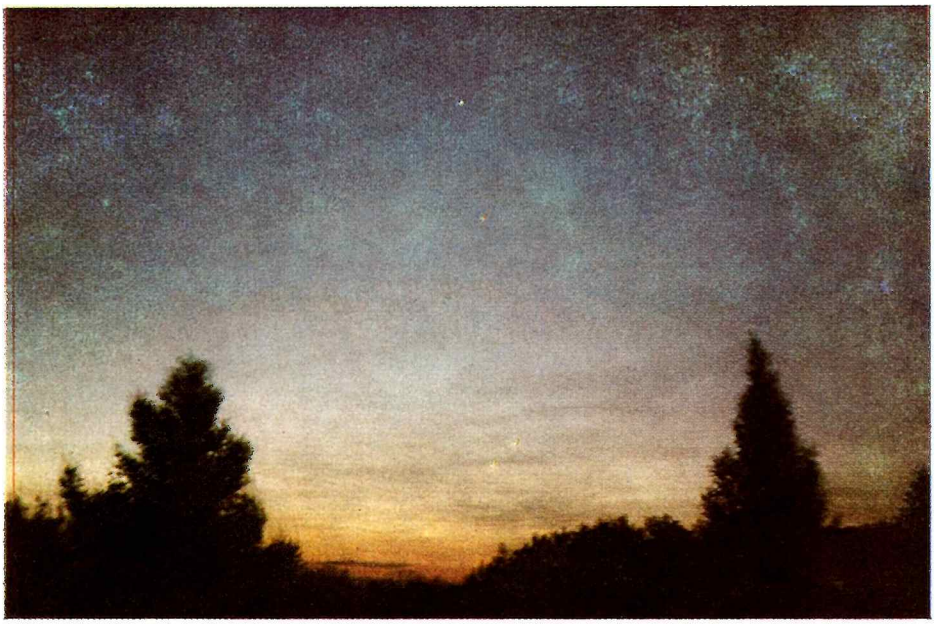
Čím tuto neplacenou reklamu časopisu Astronomy zakončit? V nejbližších letech by nová proměnná měla dostat definitivní označení. Zřejmě už jen číselné, protože kombinace písmen se už i v malé Lištičce blíží k té poslední, QZ Vulpeculae. To už snad budeme víc vědět i o podstatě proměnné hvězdy. Možnou příslušnost k miridám čili dlouhoperiodickým proměnným by mohla naznačovat její oranžová barva, velká amplituda a frekvence výskytu na publikovaných snímcích.

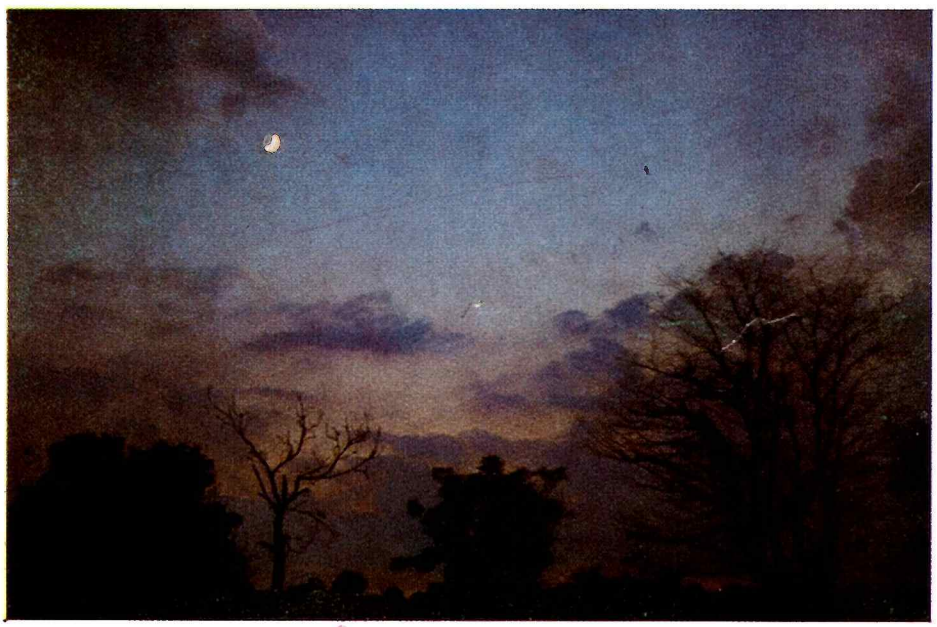
LEOŠ ONDRA,
Hvězdárna Úpice



Mapka planetární mlhoviny Dumbbell (Činka, M 27). Šipkou je označena nedávno objevená proměnná hvězda, snad typu Mira Ceti. V maximu dosahuje asi jen patnácté fotografické velikosti.







Vlaňajšie konjunkcie

Na redakčnom stole sa nám v priebehu roka nazhromaždilo viacero zaujímavých záberov konjunkcií jasných objektov, ktoré sa na oblohe udiali v priebehu minulého roka. Keďže špecializovanú stranu či rubriku pre takéto príspevky v Kozmose zatiaľ pre nedostatok farebných strán nevedieme, rozhodli sme sa aspoň takto oneskorene uverejniť tie zábery, ktoré nás najviac zaujali a ktoré sú i pekné na pohľad. Táto farebná mozaika vašich záberov by mala byť súčasne pripomenutím, že aj tento rok sa už odohralo či ešte len odohrá na oblohe opäť množstvo zaujímavých úkazov a konjunkcií planét, Mesiaca a jasných hviezd, na ktorých zaznamenanie postačí aj najjednoduchšia prístrojová technika. Ak ste tento rok fotili aj vy, pošlite svoje zábery buď do súťaže Astrofoto, alebo priamo nám do redakcie. Radi ich podobnou formou uverejníme.

Konjunkcia na hornom obrázku nie je až taká zaujímavá, rozhodne je však veľmi pekná. Jaroslav Majzlík 3. mája 1990 odfotil Jupiter, ako prechádza nad kupolou hvezdárne v Lošove pri Olomouci. Exponoval 8 s na Fomachrom RD 21 objektívom 2,8/29. Jasná hviezda vľavo je asi 30° vzdialený Prokyón. Ozajstná konjunkcia Mesiaca a Jupitera v strede je opäť z dielne Jaroslava Majzlíka. Priblíženie telies zvečnil večer 27. júna 1990, znova na film Fomachrom RD 21 expozíciou 2 s, tentoraz však použil základný objektív 2/50.

Supertesné priblíženie Jupitera a Venuše nastalo vlani 12. augusta. Deň po dni ho fotografoval a sledoval Petr Pravec, z ktorého kolekcie sme vybrali spodný obrázok, zachytávajúci obe planéty pod blížencami Polluxom a Castorom 14. 8. o $3^h31^m30^s$ LEČ. Expozícia na Fomachrom D 18 trvala objektívom 2/50 plných 20 sekúnd. Výsledok však stojí za to.

Stranu sme zakončili konjunkciou z najzaujímavejších — veď úplné zatmenie Slnka je najdokonalejším priblížením Slnka a Mesiaca. Túto snímku urobil Jiří Kordulák objektívom 2,5/105 na Scotch Chrome 400 počas úplného zatmenia Slnka 22. 7. 1990 vo vzdialenom východosibírskom Markove. **-rp-**

ROMAN PIFFL, JIŘÍ DUŠEK

POZORUJTE S NAMI

VOĽNÝM OKOM
ĎALEKOHĽADOM
FOTOAPARÁTOM

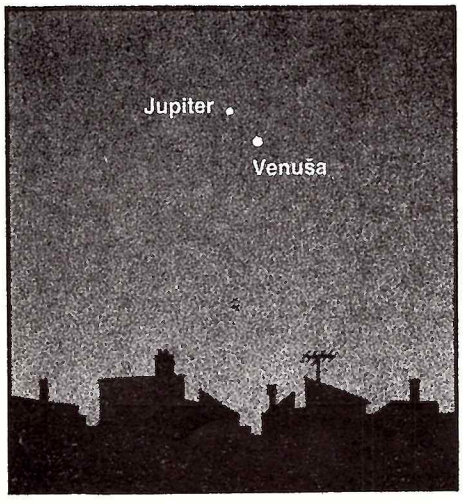
Všetky časové údaje sú v SEČ

Október a november sú takpovediac mesiace neastronomické. Najneskôr v polovici októbra sa končí babie leto a začína sa daždivá a sychravá jeseň. Jasné noci možno v tomto období na prstoch porátať, napriek tomu sa však pozorovať vyplatí. Najmä na rannej oblohe sa budú diať veci! Jupiter si dohodol ďalšie rande s Venušou, Mesiačik navštívil Saturna, Jupitera i Venušu, na rad prídu i planétky, kométy, meteory a predpovedaných je i niekoľko zaujímavých zákrytov.

PLANÉTY

Merkúr bude už 3. 10. v hornej konjunkcii so Slnkom a 11. 10. o 8^h najďalej od Zeme (1,421 AU). Do najväčšej východnej elongácie sa síce dostane 19. 11. o 2^h, keď bude od Slnka vzdialený 22°, štyri dni predtým však dosiahne najväčšiu južnú šírku, a 21. 11. dokonca najnižšiu deklináciu, takže šance na jeho sledovanie sú mizivé. Rozhodne nezaškodí poprezerať si okolo 19. 11. po západe Slnka juhozápadný obzor. Azda sa v prípade priaznivého počasia Merkúr aspoň na chvíľu objaví.

Venuša dosiahla 28. 9. najväčšiu jasnosť, $-4{,}6^m$, a smeruje do najväčšej západnej elongácie, keď bude 2. 11. od Slnka vzdialená až 47°. Ráno svieti vysoko (až 30°) nad východným obzorom, takže budeme môcť poľahky sledovať zmenšovanie jej uhlového priemeru (z 33,2″ na 19,0″) i zväčšovanie fázy (0,35 až 0,62). Počas dvoch mesiacov absolvuje Venuša tri zaujímavé konjunkcie a dve priblíženia Mesiaca; údaje o týchto úkazoch však prehľadne zhrnuje naša tabuľka.



Venuša a Jupiter na rannej oblohe 17. októbra 1991 o 4^{00} SEČ. Priblížovanie planét však bude možné sledovať (podobne ako v júni a v júli) aj niekoľko dní pred konjunkciou a po nej.

Mars bude 11. 10. najďalej od Zeme (2,573 AU) a 8. 11. vstúpi do konjunkcie so Slnkom. Najbližšie ho uvidíme až na budúci rok, v opozícii bude dokonca až 7. januára 1993!

Jupiter na rannej oblohe v súhvezdí Leva vďaka približovaniu k Zemi stále mohutnie. Za dva mesiace zväčší svoj uhlový priemer na 33,8″ a zjasnie na $-2{,}1^m$. Jeho rande s Venušou 17. 10. popisuje tabuľka úkazov, kde sú aj jeho ostatné konjunkcie.

Saturn je nízko na večernej oblohe, pohybuje sa v súhvezdí Kozorožca asi 5° pod β Cap. Vzďaľovaním od Zeme sa jeho priemer i jasnosť pomaly znižujú, stále je však pomerne výrazným objektom. V októbri a novembri bude súčasťou dvoch pomerne tesných konjunkcií s Mesiacom, ktoré by stáli aj za fotografické zdokumentovanie.

Urán svieti na večernej oblohe v súhvezdí Strelca ako hviezdička s jasnosťou $+5{,}8^m$ a pohybuje sa takmer rovnako ako v auguste a septembri — lenže opačným smerom, teda od 26 Sgr k ν^1 a ν^2 Sgr. Je nizučko nad obzorom, kulminuje okolo štvrtej poobede vo výške najviac 18°.

Neptún sa už od 26. 9. vracia po svojej dráhe minulých dvoch mesiacov, koncom novembra prejde popod o Sgr. Ako hviezdička $+8{,}0^m$ kulminuje vo výške najviac 21° nad obzorom okolo pol piatej večer, je teda pomerne nezaujímavý.

Pluto bude 13. 11. o 5^h v konjunkcii so Slnkom, trinásť hodín predtým bude najďalej od Zeme — 30,641 AU je však stále menej ako terajšia vzdialenosť Zem—Neptún.

PLANÉTKY

Šesť z vyše štyritisíc očíslovaných a pomenovaných planétok bude v októbri a v novembri, pri uhlovej vzdialenosti viac ako 90° od Slnka, jasnejších než $+10^m$. Náročné kritériá spĺňajú **(6) Hebe, (7) Iris** a **(324) Bamberga** na večernej a **(8) Flora, (20) Massalia** a **(29) Amphitrite** na rannej oblohe. Hebe v súhvezdí Vodnára kulminuje okolo 19^{40} vo výške 41° nad obzorom, Iris je tiež vo Vodnári (20^{00}, 41°) a Bamberga prechádza cez Pegasa (20^{30}, 45°). Flora (4^{20}, 55°) i Massalia (5^{50}, 58°) putujú súhvezdím Raka, Amphitrite bude o čosi západnejšie, v Blížencoch (4^{45}, 71°). Pekným námetom na fotografiu by mohol byť prechod planétky Hebe popod známu planetárnu hmlovinu Helix (NGC 7293), ktorá patrí medzi uhlovo najväčšie (12 × 15 oblúkových minút, teda asi ako kotúčik planéty Saturn) a má jasnosť (podľa Encyklopédie astronómie) asi $+6{,}5^m$ — skúste tento údaj overiť a napíšte nám! Efemeridy všetkých šiestich planétok uvádzame v tabuľke; platia pre ekvinokcium 1950,0.

Dátum	$\alpha_{950.0}$	$\beta_{950.0}$	m
Hebe			
1. 10.	$22^h12{,}4^m$	−24°14′	$+8{,}3^m$
11. 10.	22 12,8	24 54	8,5
21. 10.	22 16,6	25 01	8,7
31. 10.	22 23,6	24 38	8,9
10. 11.	22 33,3	23 50	9,1
20. 11.	22 45,4	22 41	9,3
30. 11.	22 59,3	−21 13	+ 9,5
Iris			
1. 10.	22 31,4	+ 2 03	+ 7,8
11. 10.	22 27,6	1 05	8,0
21. 10.	22 27,4	+ 0 19	8,2
31. 10.	22 30,8	− 0 09	8,4
10. 11.	22 37,5	0 18	8,6
20. 11.	22 47,3	− 0 06	8,8
30. 11.	22 59,6	+ 0 25	+ 8,9
Flora			
20. 11.	8 51,5	+16 32	+ 9,9
30. 11.	8 58,3	+16 31	+ 9,8
Massalia			
20. 11.	8 26,2	+18 15	+10,0
30. 11.	8 32,2	+17 48	+ 9,8
Amphitrite			
20. 11.	7 22,1	+31 03	+ 9,7
30. 11.	7 20,0	+31 35	+ 9,5
Bamberga			
1. 10.	22 44,1	+ 4 45	+ 8,5
11. 10.	22 39,5	5 26	8,8
21. 10.	22 38,9	6 07	9,1
31. 10.	22 42,4	6 51	9,3
10. 11.	22 49,6	7 42	9,5
20. 11.	23 00,0	8 42	9,8
30. 11.	$23^h13{,}1^m$	+ 9°51′	$+10{,}0^m$

POZOROVATEĽNÉ ÚKAZY A KONJUNKCIE V OKTÓBRI A NOVEMBRI

Dátum	Čas	Úkaz
4. 10.	16^h	Venuša v konjunkcii s Mesiacom, priblíženie viditeľné ráno 3. a 5. 10.
5. 10.	6^h	Jupiter v konjunkcii s Mesiacom, Jupiter 5,2° severne.
8. 10.	5^h	Venuša v konjunkcii s Regulom, Venuša 3,4° južne.
12. 10.	ráno	Maximum meteorického roja Drakoníd.
16. 10.	13^h	Saturn v konjunkcii s Mesiacom, Saturn 2,1° južne, priblíženie viditeľné večer po západe Slnka.
17. 10.	4^h	Venuša v konjunkcii s Jupiterom, Venuša 2,5° južne.
2. 11.	22^h	Venuša v konjunkcii s Mesiacom, priblíženie viditeľné ráno 3. 11.
2. 11.	23^h	Zákryt hviezdy AGK3+20°0229 planétkou (796) Sarita.
4. 11.	večer	Planétka (6) Hebe prechádza 3,2° južne od planetárnej hmloviny Helix (NGC 7293).
5. 11.	ráno	Kométa P/Hartley 2 prechádza popri otvorenej hviezdokope M 67 v súhvezdí Raka.
12. 11.	23^h	Saturn v konjunkcii s Mesiacom, Saturn 2,5° južne.
18. 11.	ráno	Maximum meteorického roja Leoníd.
26. 11.	6^h	Výstup štvorhviezdy 16 Cnc spoza Mesiaca.
29. 11.	9^h	Jupiter v konjunkcii s Mesiacom, priblíženie viditeľné ráno pred východom Slnka.
29. 11.	10^h	Venuša v konjunkcii so Spikou, Venuša 4,5° severne.

KOMÉTY

Koncom júna to vyzeralo tak, že v dohľade budú v októbri a v novembri dve známe periodické kométy, **P/Hartley 2** a **P/Faye.** Prvá sa na rannej oblohe pohybuje zo súhvezdia Raka smerom do Leva a kulminuje po šiestej ráno asi 45° nad obzorom. Okolo 5. novembra by kométa P/Hartey 2 mala prejsť tesne popri otvorenej hviezdokope M 67 v súhvezdí Raka. Druhú z ohlasovaných komét možno sledovať prakticky po celú noc. Nachádza sa v súhvezdí Veľryby a kulminuje tesne pred polnocou asi 40° nad obzorom. Keď bude prechádzať ponad známu premennú Mira Ceti, skúste odhadovať jasnosť tejto hviezdy — mala by byť krátko po maxime, v období redukčnej diéty. Na odhady sa tešíme, efemeridy komét nájdete pre ekvinokcium 1950,0 v pripojenej tabuľke.

Dátum	$\alpha_{950.0}$	$\beta_{950.0}$	m
	P/Hartley 2		
1. 10.	$8^h26{,}3^m$	+16°42′	$+10{,}1^m$
11. 10.	8 59,4	12 28	10,4
21. 10.	9 27,4	8 32	10,8
31. 10.	9 51,0	+ 4 58	+11,2
	P/Faye		
1. 10.	1 40,7	+11 58	+11,6
21. 10.	1 43,8	9 52	11,3
21. 10.	1 45,6	7 25	11,0
31. 10.	1 47,2	4 58	11,0
10. 11.	1 49,8	2 52	11,1
20. 11.	1 54,3	1 23	11,1
30. 11.	$2^h01{,}4^m$	+ 0°39′	$+11{,}3^m$

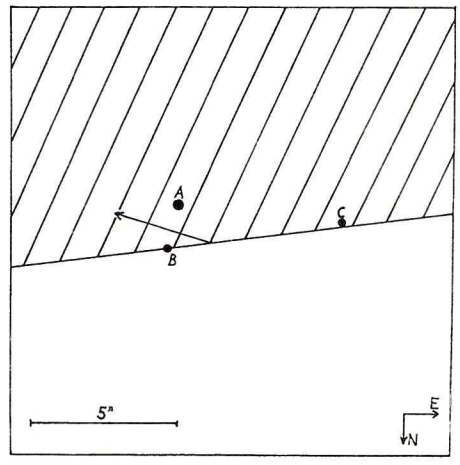
METEORY

Október býva na meteory bohatý, tento rok sa však zrak lovcov padajúcich hviezd bude upierať skôr k dátumu novembrovému — zhruba 18. 11. sa očakáva prvé dejstvo postupného zvyšovania aktivity meteorického roja **Leoníd,** ktoré by malo vyvrcholiť roku 1998 azda i menším meteorickým dažďom. Nevyspytateľné sú však i **Drakonidy,** ktoré by tento rok mali dosiahnuť maximum činnosti 12. 10. Spoľahlivým ε **Geminidám** ani ešte výraznejším **Orionidám** tento rok nežičí Mesiac — 21. a 22. 10. spadá práve do obdobia splnu. Počas dvoch mesiacov je v činnosti ešte niekoľko vetiev rozmazaných **Taurid,** tie sú však skôr sústom pre objektívy fotokomôr.

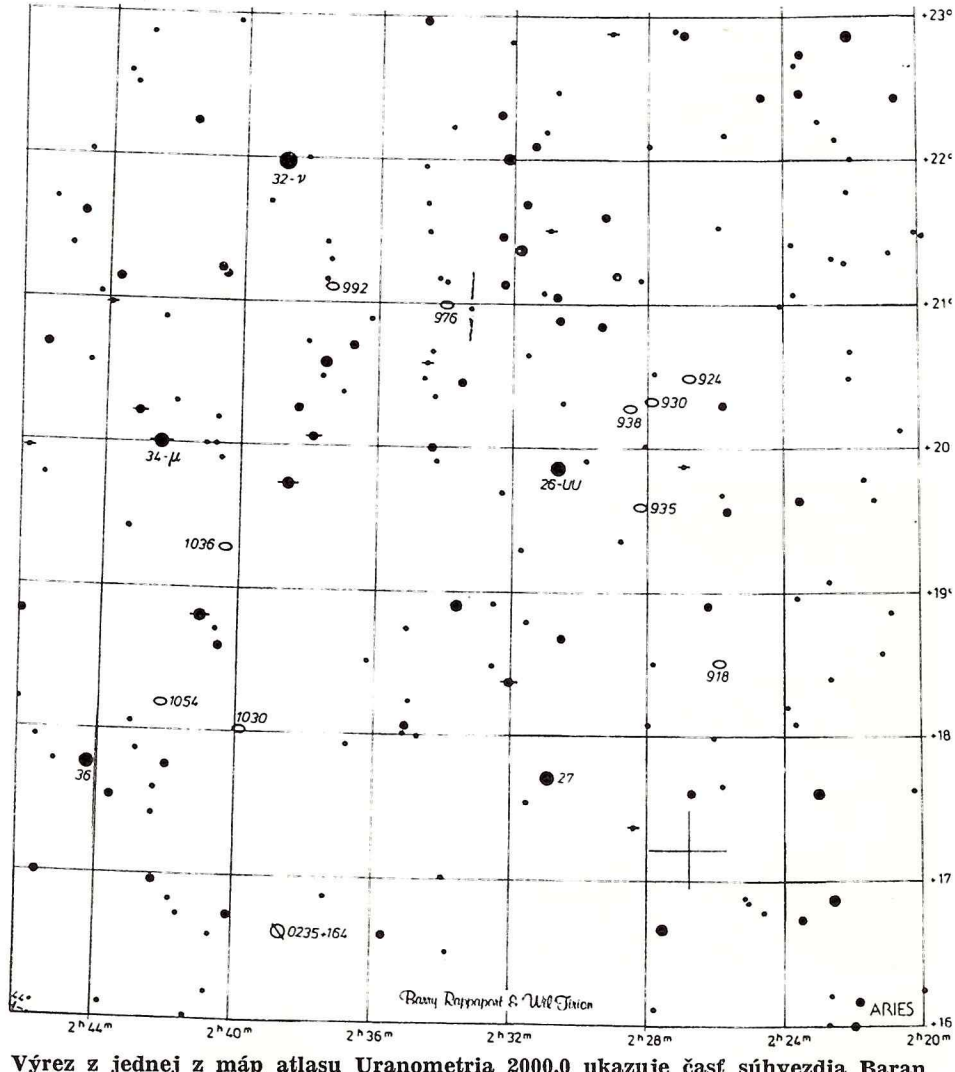
ZÁKRYTY A ZATMENIA

Z piatich zákrytov hviezd planétkami sa nám najviac pozdáva úkaz, ktorý nastane 2. novembra. Planétka **(796) Sarita** v čase medzi 23^{28} až 23^{48} prejde popred hviezdu AGK3 + 20°0229, pričom zákryt by mal trvať najviac 8 sekúnd. Hviezda má jasnosť $+8{,}9^m$, planétka $+10{,}6^m$, pokles jasnosti by teda mal byť markantný. Celé predstavenie sa bude odohrávať v súhvezdí Barana vo výške 60° nad obzorom, pri jasnom počasí by nič nemalo prekážať úspešnému pozorovaniu. Pripomíname, že cenné je i spoľahlivo negatívne pozorovanie. Pre úplnosť uveďme, že pri sledovaní úkazu Sometom 25 × 100 by sa v zornom poli malo nachádzať šesť galaxií (NGC 924, 930, 935, 938, 976 a 992) a premenná hviezda UU Ari (26 Ari), o ktorej sa však podrobnejšie nezmieňujú ani fundované katalógy premenných hviezd. Hviezdu nájdete podľa pripojenej mapky časti súhvezdia Baran, ktorá je výrezom z atlasu Uranometria 2000,0.

Hvezdárska ročenka uvádza na október a november osem predpovedí zákrytov dvojhviezd Mesiacom. V skutočnosti nastane takýchto úkazov len šesť, pretože hviezda SAO 163510 (zákryt podľa HR 16. 10.) podľa dostupných katalógov dvojhviezdou nie je, a dvojhviezdy SAO 97645 a SAO 97646 tvoria jednu viacnásobnú sústavu Σ 1196, známejšiu pod štandardným označením **16 Cnc.** A práve výstup tejto hviezdy 26. 11. o 6^h18^m spoza neosvetlenej strany Mesiaca bude zrejme najzaujímavejší spomedzi šiestich spomenutých, pretože 16 Cnc je vlastne štvorhviezda so zložkami $5{,}6^m$, $6{,}0^m$ (vzdialenými od seba len 0,3 oblúkovej sekundy), $6{,}2^m$ (leží 5,7″ od predchádzajúcej dvojice) a $9{,}7^m$ (287,9″ ďaleko). Práve zákryt Mesiacom je jedinečná príležitosť, ako usvedčiť hlavnú zložku (spolu $+5{,}1^m$) z podvojnosti — mala by sa prejaviť ako bliknutie v trvaní niekoľkých zlomkov sekundy. Podrobnosti nájdete v texte pri obrázku, ktorý znázorňuje priebeh zákrytu.



Výstup hviezdy 16 Cnc **spoza Mesiaca 26. 11. 1991 o štvrť na sedem ráno bude patriť medzi najkrajšie úkazy tohto obdobia. Približne o $6^h18{,}5^m$ vyjde spoza neosvetlenej strany Mesiaca v azimute 353° zložka B ($6{,}0^m$). Hneď nato, o $0{,}42^s$ 5″ východne, sa zjaví zložka C ($6{,}7^m$) a chvíľu po nej, o $5{,}28^s$ neskôr, hlavná zložka štvorhviezdy A ($5{,}6^m$). Posledná vyjde asi 4′ východne spoza Mesiaca zložka D ($9{,}7^m$). Najmä bliknutie medzi B a C by malo byť pôžitkom aj pre najväčších fajnšmekrov.**



Výrez z jednej z máp atlasu Uranometria 2000,0 ukazuje časť súhvezdia Baran, v ktorom planétka Sarita **prekryje 4. novembra hviezdičku $9{,}1^m$, vyznačenú dvojicou čiarok. Na správy o pozorovaní sa tešíme.**

NOČNÁ OBLOHA

"A neat double star in a cluster, on Cassiopea's knee, about a degree to the north following of Delta. A 7, straw coloured, B 9, dusky blue. This is a fan-shaped group, diverging from a sharp star in the north following quadrant. The cluster is brilliant from the splash of a score of its largest members, the four principal ones of which are from the 7th to the 9th magnitude; and under the largest, in the south following, is a red star of the 8th magnitude, which must be mentioned by Herschell, No. 126 of his Catalogue of 1833. My attention was first drawn to this object, by seeing it among Struve's acervi; but I soon found thet it was also the 103 which Messier describes so vaguely, as being between Delta and Epsilon Cassiopeae, whereas it is pretty close to Delta, on the Lady's knee."

Takže tak. Už admirál William H. Smyth (1788—1865), z ktorého známeho sprievodcu The Bedford Catalogue (Willmann-Bell, Inc. 1986) sme opis prevzali, spomína **M 103** ako nie veľmi známu. Pozorovateľ, ktorý sa na ňu pozrie triédrom, prípadne binarom Somet 25 × 100, uvidí veľmi zhustenú, pretiahnutú kopu hviezd (niekedy však len hmlistú hviezdu). Väčší prístroj (v ktorom je predsa len nápadnejšia) okrem hviezd kopy ukáže aj sprievodcu dvojhviezdy **Σ 131** a azda i červenú hviezdu, ktorú spomína aj W. H. Smyth.

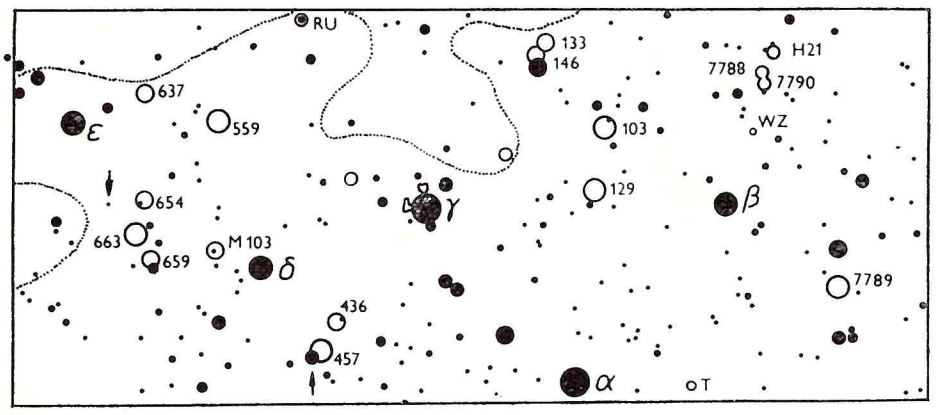
Keď namierite svoj ďalekohľad asi 1,5° na východ od M 103, začnete aj vy uvažovať, či Ch. Messier myslel práve ten objekt, ktorý dnes toto označenie nesie. Tu sa blízko seba nachádzajú hneď tri otvorené hviezdokopy, **NGC 659, 663** a **654.** Prvá, ktorú si všimnete (je oveľa nápadnejšia ako M 103), bude istotne NGC 663. V triédri 7×50 uvidíte „velmi nápadnou, velkou, téměř kruhovou (či mírně oválnou) mlhavou skvrnu" (J. Dušek). Môže sa vám zdať aj zrnitá. Jej dve susedky, ktoré vidieť ako hmlisté škvrny, si vyžadujú už väčší prístroj, aj keď NGC 659 sa aj v refraktore 63/840, zv. 63×, javí ako oválna, rovnomerne jasná skupinka slabých hviezd s niekoľkými jasnejšími. Toto pekné zoskupenie potom dotvára nápadne sfarbená hviezda — akú má farbu, to si už pozrite sami. Nachádza sa severovýchodne od kôp a v mapke ju označuje šípka. Tesne pri jasnej φ **Cas** (tiež je označená) leží veľká kopa jasných hviezd (je ich viac ako v NGC 663) — **NGC 457.** Nie je práve toto ozajstná M 103? Keby ste mali veľký ďalekohľad, napočítate v nej takmer stovku hviezd! Musíme však dodať, že φ Cas s veľkou pravdepodobnosťou nie je členkou kopy.

Ďalším pekným objektom tohto súhvezdia je otvorená hviezdokopa **NGC 129,** prípadne zoskupenie troch, **NGC 146** (chudobná, neusporiadaná), **NGC 133** (malý pásik niekoľkých hviezd na nenápadnom hmlistom podklade) a **K 14** (veľká chudobná kruhová skupina hviezd).

Západne od charakteristického W súhvezdia uvidíte jasný hmlistý kruhový oblak — **NGC 7789.** Táto na hviezdy veľmi bohatá hviezdokopa, obsahujúca vyše tisíc (!) hviezd, patrí vo svojej kategórii medzi najstaršie, čo dokazuje jej úctyhodný vek — 1,5 miliardy rokov. Ak sú pozorovacie podmienky skutočne priaznivé, dá sa zbadať aj voľným okom.

Vďaka tomu, že Kasiopeja leží neďaleko galaktického rovníka, oplýva nepreberným množstvom nápadných otvorených hviezdokôp (zďaleka sme nespomenuli všetky). Nechajme však hviezdokopy hviezdokopami a poohliadnime sa po väčšom prístroji. Pätnásťcentimetrový refraktor by mal stačiť na rozlíšenie dvoch veľmi pestrofarebných trojhviezd. Prvú nájdeme aj bez vyhľadávacej mapky, ide totiž o ι **Cas.** Jej najjasnejšia zložka (označovaná písmenom A) je biela, zložka B môže mať žltý alebo modrý odtieň, najslabšieho sprievodcu však rozhodne uvidíte nápadne červeného až fialového. Tu však treba zdôrazniť, že vnímanie farby hviezd je veľmi subjektívne. Druhou rovnako peknou trojhviezdou je **B1** (teda prvá viacnásobná hviezda, čo objavil Sheburne Wesley Burnham). Tu sa už bez mapky nezaobídeme; jej polohu vyznačujú dve nenápadné čiarky pri spodnom okraji.

Než sa rozlúčime, nesmieme zabudnúť na okamihy zákrytov v dvojhviezde **Algol.** Minimá jasnosti nastanú po polnoci v nociach 4./5., 7./8., 24./25., 27./28. 10., 16./20. 11. a už pred polnocou v dňoch 10. a 30. 10. a 3., 22. a 25. 11.



Pomocou našej mapky môžete okrem hviezdokôp, ktoré sme spomenuli v texte, nájsť aj niektoré ďalšie. Väčšina je označená číslom z NGC katalógu, iba hviezdokopy NGC 381 **(východne od** γ **Cas) a** NGC 225 **(severne od gamy) sú bez označenia. Mapka však môže poslúžiť aj na opravu jedného z mála omylov vo skvelom Atlase Coeli — chybne sú tam vyznačené hmloviny** IC 63 **(východne) a** IC 59 **(severne od gamy).**

Napíšte o svojom ďalekohľade!

Ďalekohľad pre rok 2000

V májovom čísle prestížneho amerického časopisu Sky and Telescope ma okrem pútavého článku o testovaní najväčšieho použiteľného zväčšenia pri tom-ktorom ďalekohľade zaujala krátka správička o istom zaujímavom amatérskom projekte. Skupina náruživých konštruktérov amatérskych ďalekohľadov v Severnej Kalifornii dala pod názvom **Group 70** dohromady združenie, ktoré si vytýčilo nemalý cieľ — postaviť najväčší amatérsky ďalekohľad na svete! Autor myšlienky, Kevin Medlock, sa roku 1988 dozvedel, že v tasmánskom Hobarte leží nevyužitý kotúč pyrexu s priemerom 1,80 metra (70 palcov). V priebehu niekoľkých mesiacov amatéri z okolia San Francisca zhromaždili 27 tisíc dolárov na projekt, v rámci ktorého má byť sklený disk vybrúsený a vyleštený do podoby hlavného zrkadla Cassegrainovho ďalekohľadu. Mal by mať svetelnosť F/10 a všetky jeho činnosti bude riadiť a sledovať počítač. Dnes je hotový zmenšený model prístroja a podarilo sa dokončiť brúsiaci stroj, ktorý bude schopný vtisnúť sklu požadovaný tvar optickej plochy.

Prečo o tom píšem? Prečo radšej neprepustím priestor niektorému z ďalších úspešných konštruktérov, aby predstavil svoj prístroj? Nuž asi preto, lebo sa nazdávam, že by nezaškodilo popchnúť našich staviteľov amatérskych prístrojov k tomu, aby aj oni skúsili dať hlavy dokopy a vymyslieť či postaviť čosi, čo by bolo pýchou česko-slovenskej konštruktérskej školy. Domnievam sa, že aj u nás máme veľa schopných amatérov, čo by si mohli trúfnuť aj na niečo šialené, zdanlivo nemožné ... ak sa dajú dokopy.

Berte to teda ako výzvu. Naša redakcia, ktorá otvorením rubriky Napíšte o svojom ďalekohľade roku 1980 vlastne vyprovokovala akúsi diskusiu na tému ďalekohľad, sa svojím spôsobom cíti zodpovedná za osud rodiny staviteľov amatérskych ďalekohľadov. Myslím si, že práve toto by mohol byť nový stimul — zdalo sa nám totiž, že rubrike akosi dochádza dych. Skúsme (či lepšie: skúste) sa zamyslieť nad tým, aký by mal byť amatérsky ďalekohľad — aký typ optickej sústavy, aký priemer, aká montáž, aké príslušenstvo. A možno aj niečo navyše — teraz si nespomeniem. Porozmýšľajte, či by sa práve vám chcelo zapojiť do takéhoto projektu.

Je možné, že celý nápad trocha vybočuje z reality. Zdá sa mi však, že aj v ťažkých časoch treba mať pred sebou dajaký konkrétny, hoci vysnený cieľ. Prečo by ním nemohlo byť práve postavenie ďalekohľadu amatérmi a pre amatérov? Veď aj Antonín Bečvář postavil hvezdáreň na Skalnatom Plese v čase vojny ...

Čo vy na to?

Roman Piffl

Mnohostranný génius

90. VÝROČIE NARODENIA ANTONÍNA BEČVÁŘA

3.

POPULARIZÁCIA ASTRONÓMIE

Nepredstaviteľné by boli ročníky Říše hvězd (1929—48 bez Bečvářa. Asi aj on bez nich, hoci prispieval aj inam. Bol napr. jedným z nosných autorov časopisu Naší přírodou v prvej, nežičlivej vlne jeho vychádzania (1937—41). Bečvář vedel, že píše brilantne. Rád vraj opakoval, že sa písaním začne živiť, keď ho sklame astronómia. Astronómia však — na rozdiel od pár ľudí — nesklamala, a tak písanie zostávalo vždy len v druhom pláne. Nebudeme venovať pozornosť obrovskej plejáde popisno-pozorovateľských príspevkov a snímok (témy: hviezdna obloha, zatmenia, zákryty, polárne žiare, meteory, kométy), správam, pozorovateľským „agitkám", kozmologickým úvahám a výkladom či hĺbavým úvodníkom, a dokonca aj astronomickým hádankám, ale všimneme si významnejšie celky.

V číslach 3—4/36 až 3/38 viedol Bečvář v Říši hvězd rubriku *Z dílny hvězdáře amatéra*, už spomínaný kurz výroby astronomickej optiky, ku ktorému pridal ponuku na individuálnu korešpondenciu so záujemcami. Metodicky bol kurz do detailov premyslený. Od voľby typu reflektora prechádza k tajom brúsenia zrkadla, pokračuje leštením, skúšaním, parabolizáciou a zostavením ďalekohľadu. Po konštatovaní „máte dalekohled" nasledujú ďalšie náležitosti: objektív, okulár, refraktor, montáž („Považuji za samozřejmé, že astronom si vyrobí montáž paralaktickou, a nebudu se proto zmiňovat o azimutální, která by ho nadosmrti mrzela"), pohon ďalekohľadu. Nasledujú detaily o stavbe kupoly, striebrení a aj o úpravách potrebných na pozorovanie Slnka. Popri nesmiernej informačnej hodnote uchvacuje seriál svojím srdečno-familiárnym tónom; Bečvářovi sa nedalo odolať.

Druhý kurz optiky vychádzal v Říši hvězd roku 1942. Dozvedáme sa, že predošlý kurz bol rozobratý, exempláre sa prepisovali a putovali od brusiča k brusičovi (alebo že by išlo o tú nevystopovateľnú brožúrku?), pričom autor neprestával byť zavalený prosbami o radu (nuž čo, veď k tomu vyzýval!). A tak, zaneprázdnený svojím slovenským dielom, píše svoj 6-dielny kurz, ponúkajúci veľkú šancu: „Než se rok s rokem sejde — a co znamená jediný rok? — budeš mít dalekohled, který tě přesvědčí o krásách tohoto vesmíru i o vlastní nicotnosti..." Na radách týkajúcich sa postupu, techniky či prostriedkov i firiem si treba ceniť nezanedbateľnú vec: ohľad na peňaženku toho, ktorého naviedol na tento spôsob vlastného sebapoznávania (takto totiž hodnotí prácu na výrobe ďalekohľadu) a ktorému familiárne hovorí „ty můj brusiči".

V časopise Naší přírodou vychádzala na pokračovanie Bečvářova populárna astronómia *Pohled do prostoru*. Tentoraz bol premyslený postup autora podriadený zjavnej snahe podať javy vo viacerých rovinách zároveň, dnes by sme povedali: v systémovom komplexe. Popisnosťou má seriál charakter príručky, nie je však potlačený ani prístup citovo-subjektívny. Spôsob, akým sa vtesnával do vymedzeného rozsahu v číslach časopisu (pojednanie neraz presiahlo tento priestor a potom s titulkom „druhý rozhovor o..." pokračovalo v nasledujúcom čísle), naznačuje, akoby „premieňal na drobné" akýsi (chystaný) grandioznejší zámer.

ČO CENZÚRA NEPUSTILA

Zo *Zrcadla kosmu* (1949)

...nad hlubinou své vlastní duše neproniknutelné se člověk sklání, o definici nejzákladnějších pojmů a nejbližších věcí bojuje, a vše, co dobyl, zanedlouho jakožto překonané a bezcenné ztrácí. Na méně než na jeden kosmický okamih je mu dáno rozhlédnout se do věčnosti, a již podléhá času neúprosnému...

* * *

Pohled do prostoru kolem nás umožňuje nám podívat se i na sebe sama z dálky a výšky, pohledem hlubším a moudřejším, než může mít ten, kdo si nikdy neuvědomil velikost věcí.

* * *

Kdyby všechny hvězdy vesmíru dnes shasly, lidstvo by se ještě po staletí kochalo nádherou hvězdné oblohy a vesmíru neexistujícího.

* * *

...astronomie se stala proti své vůli vědou historickou, studující události dávno a dávno zmizelé.

* * *

Země všechny věci přitahuje, pravíš; co je na tom divného? Co je na tom samozřejmého? táži se já.

* * *

Žijeme na nebi, a nevíme o tom... Uzavřeni mezi blízke horizonty nejbližšího okolí a naplněni malicherným obsahem svých všedných dní...

Z *Inter arma* (1945)

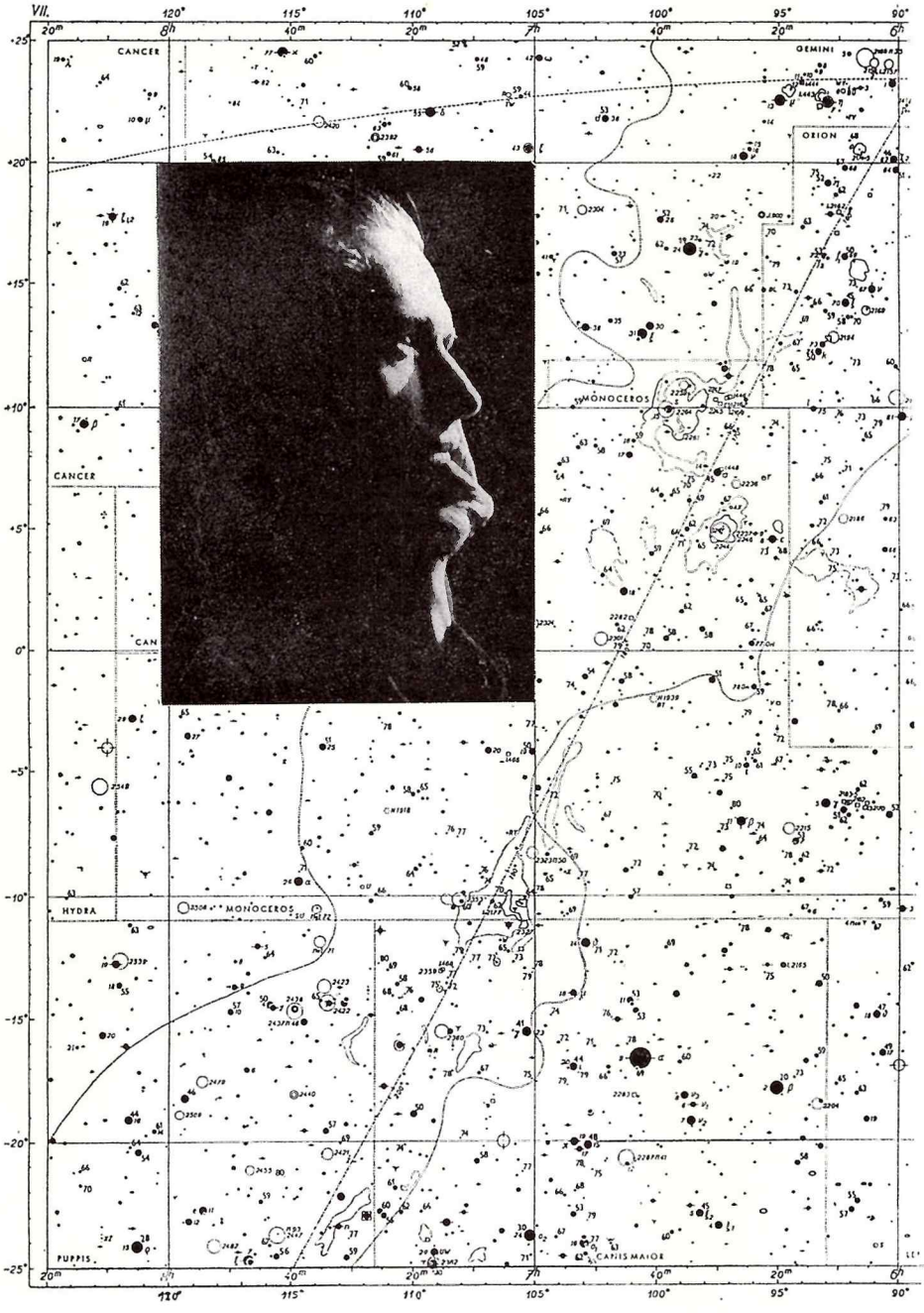
...A místo kněží osamělo tu několik lidí, kteří opustili nížinu, pohodlí, rodiny, přátele, svět a přišli se dívat skleněnýma očima do věčnosti.

Ale sotva byl chrám dostavěn, přišli za ohlušujících otřesů profesionální vrazi, vracející se z dlouhé, ale neúspěšné loupežné výpravy. Vstoupili hrubými botami do chrámu a byli hotovi zničit i chrám, s takovou námahou, láskou a obětmi v této nepřístupné výši vybudovaný. Netázali se, čí je to majetek, kdo ho postavil, k jakému je to účelu, viděli jen chrám, krásný a mlčenlivý; a ten měl být zničen jako všechno to, co oni opouštěli. Proč, nevěděli. Nastal nekrvavý, ale dlouhý a zoufalý boj o zachování díla, které mělo svou podstatou nekonečně daleko k názorům a programu ničitelů. Jeden člověk s rukama prázdnýma a bezbrannýma proti mužům, kteří měli po boku přístroje na rozsévání smrti jako výmluvný odznak svého krvavého řemesla. Nehmotná a hmotná síla se střetly v několikahodinovém utkání, na jehož výsledku závisela celá budoucnost.

Ničitelé odešli a chrám zůstal zachován. Zatímco budovy, mosty, tunely na všech stranách se řítily v plamenech a troskách, zůstala nová hvězdárna pod Lomnickým štítem neporušena pro živé i přicházející. Osud nejtemnější doby udělal výjimku a usmál se laskavě do úzkosti budovatelů, kteří si vybrali nejnebezpečnější chvíli pro zhmotnění svého nejkrásnějšího pozemského snu...

(Článok neprijatý v Říši hvězd)

Obidva materiály sú z archívu Ing. Vojtěcha Vančuru.



Asi to tak bolo. Cenzúrou pozastavená kniha *Zrcadlo kosmu* mala mať podobné kontúry, ba akoby predstavovala zhrnutie rozsiahlej 20-ročnej drobnej popularizácie astronomických poznatkov. Ani približne nemožno odhadnúť, čo mohlo roku 1949 komu natoľko prekážať, že sa zmluva na knihu takmer hotovú musela zrušiť. Bola to komplexná práca na úrovni dobových poznatkov, populárne napísaná, hĺbavá a poetická; obdivovaný Otakar Březina akoby bol „tichým spoluautorom" poetickej tóniny. Celá generácia dnešných 40—60-ročných by bola mala v mladosti v rukách dielo, ktoré by ju bolo učilo milovať astronómiu, mala by teda ešte niečo okrem Slouku. Až v poslednom štvrťstoročí by sa boli azda daktoré poznatky začali pokladať za prekonané a informácie za torzovité. I to by bol však bez úhony prežil tento populárno-náučný skvost, priam presiaknutý hlbokým negativizmom vo vzťahu k všetkému, čo by mohlo naznačovať dáku uzavretosť ľudského poznania. A možno prekážalo práve toto . . .

HVIEZDNE ATLASY

Ako sme už spomínali, potreba hviezdneho atlasu zodpovedajúceho úrovni doby, vystupňovaná v ére tatranských komét a meteorických rojov, priviedla Bečváňa k novej aktivite; nápad totiž nikdy neuprel Z. Kopalovi. Najprv mal v úmysle prekresliť a inovovať rozobratý český atlas, ale na cestu principiálne novú ho priveľmi nahovárať nebolo treba. Bola to práca, ktorá niesla v sebe aj istú otrocky uzemňujúcu zložku, vyjavila však ďalší z rozmerov génia, ktorý sa zrazu predstavil svetu ako jeden z najlepších hviezdnych kartografov storočia.

Do *Atlasu Coeli 1950, 0 Skalnaté Pleso* sa pustil už roku 1946. Postupoval kompilačne a zhustenú informáciu o každom zaznamenávanom objekte podával zrozumiteľnými a jednoznačnými symbolmi. Piktografiu spresňovali údaje robené šablónkou. Ako základ použil Bossov generálny katalóg hviezd s ekvinokciom 1950,0 a stanovil si limitnú jasnosť $7{,}75^m$. Keďže Bossov katalóg všetky od $7{,}75^m$ jasnejšie hviezdy neobsahoval, zvyšok preberal z iných katalógov (celej desiatky) i fotografických atlasov. V značnej miere sa opieral aj o HDC. Znamenalo to prezrieť všetky údaje v katalógoch (v HD až štvrť milióna), doplniť si Bossa, potom uvádzané hviezdy vyhľadať a redukovať ich polohy na zvolené ekvinokcium.

Vypracoval si efektívnu metódu práce. Na presné zakresľovanie používal špeciálne pravítko s deklinačným delením a údaje si nechal diktovať. Pri tom, ako aj pri preratúvaní ekvinokcia sa uplatnili praktikanti zo študentských radov. Na diktovanie sa osvedčila najmä manželka. („To, ako sme na tom robili, malo osobne pre mňa väčšiu cenu ako výsledok," povedala mi desať dní pred svojou smrťou Klára Bečvářová.)

Na 16 mapách (mierka $1° = 0{,}75$ cm) je obsiahnutá celá obloha s hviezdami po uvedenú magnitúdu — je ich takmer 35 000. Magnitúdové rozdiely a typové odlišnosti objektov sa diferencovali uvedenou informatívnou symbolikou. Špeciálne vyznačené boli vizuálne a spektroskopické dvojhviezdy, premenné, novy, guľové hviezdokopy, jasné difúzne hmloviny, galaktické aj extragalaktické hmloviny po 13^m, Mliečna cesta, ekliptika, galaktický rovník a hranice súhvezdí podľa IAU. Pre každý jeden objekt mal Bečvář kartičku v lístkovom katalógu.

Svojím posledným článkom v Říši hvězd (8/48) ohlasuje svetu toto dielo. Vyznáva sa z pohnútok, čo ho k nemu viedli. Pozornosť si zaslúži ešte jedno špeciálne určenie, ktorým autor dedikuje dielo tým najzanietenejším: nech si v ňom listujú, keď je zamračené a nedá sa pozorovať . . .

Prvá ukážka bola už vtedy vonku a ohlas bol ohromujúci. Aj v zahraničí. Skromný autor však nezaprel sám seba. Plný vďaky za pomoc a inšpiráciu odpovedá Z. Kopalovi na gratuláciu, že za skutočného autora pokladá jeho; on Kopalovi vraj iba „požičal svoje ruky" . . . Keď roku 1948 Československá astronomická spoločnosť dielo kompletne vydala, bolo už jasné: zrodila sa hviezdna mapa natoľko súčasná, že musí vytýčiť novú líniu vývoja hviezdnej kartografie. Že sa tak stalo, potvrdzuje napr. aj Tirionov atlas 2000,0 z roku 1981. Zakrátko po atlase vychádza katalóg, *Atlas Coeli II.* Jeho kompletné dopracovanie bolo zavŕšené na Skalnatom Plese bez A. Bečváňa, pod vedením prof. Gutha. Je v ňom menej hviezd ako na mapách, lebo ide len po $6{,}25^m$ (s výnimkou premenných hviezd a iných objektov). Položky katalógu predstavujú: zoznam všetkých základných údajov pre hviezdy jasnejšie ako $6{,}25^m$, indexy ich rôznych označení, zoznamy rôznych typov dvojhviezd, viacnásobných hviezd, hviezdokôp, hmlovín a galaxií, ako aj rad pomocných tabuliek k výpočtom. Katalóg predstavoval obrovskú pomoc i pre amatérov, pomôcku v ich radoch do tých čias nebývalú.

Vylepšenie Atlasu Coeli prinieslo vydanie z roku 1956 (ČSAV), uplatnila sa tu 6-farebná tlač, vhodne diferencujúca spektrálne triedy.

Aalas Coeli je nestarnúce dielo, keďže súradnicová sieť sa dá ľahko nastaviť na nové ekvinokcium. Ťažko nájsť na svete hvezdáreň, kde by jednu kópiu stále nepoužívali, konštatuje Z. Kopal. Vývoj vyjavil ďalšie významné využitie — je to vhodná pomôcka pri sledovaní družíc. Najmä v prvých rokoch družicových letov sa atlas na všetkých kontinentoch nezastupiteľne osvedčil, vtedy sa totiž dráhy družíc počítali z vizuálnych pozorovaní, zistené zmeny potom viedli k významným vedeckým objavom.

Záujem o dielo neklesá. Teda: vo svete. Kým u nás dnes ledva-ledva možno zohnať dáky ten starý exemplár, v zahraničí vychádza v novších a novších vydaniach a modifikovaných verziách. Copyright naň odkúpila odpočiatku na veci zainteresovaná Sky Publishing Corporation v Harvarde, kde sa o jeho ďalší osud postarali aj dobrí manažéri.

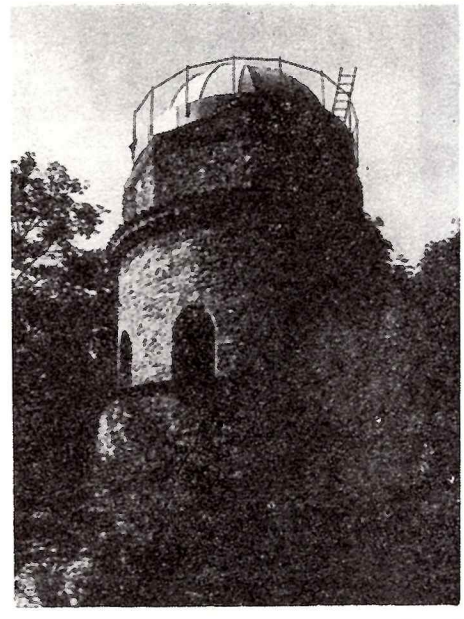
Autor však — ako vyplynulo i z odpovede Z. Kopalovi — slávu nesledoval. Tvorba ho tak pohltila, že v kreslení pokračuje aj po návrate do Brandýsa. Tak vznikajú postupne: r. 1958 je to 32-listový *Atlas Eclipticalis* (úsek ± 30°), potom v rokoch 1962 a 1964 dva 24-listové atlasy — *Atlas Borealis* (od +30° po severný pól) a *Atlas Australis* (od —30° po južný pól). Táto 80-listová hviezdnokartografická trilógia obsahuje spolu 325 000 hviezd. A materiálu by bol mal Bečvář aj na ešte väčšie dielo. Atlasy tohto celku obsahujú všetky hviezdy, pre ktoré boli v tom čase známe vlastné pohyby. Mierka je 1° = 2 cm. Aj tu 6-farebná tlač diferencuje spektrálne triedy. Vďaka tomu je možné hovoriť o najrozsiahlejšom spektrálnom atlase na svete. Aj atlasy trilógie, hlavne Eclipticalis, sa osvedčili v približnej astrometrii a fotometrii. Oproti Atlasu Coeli sú tu vynechané hmloviny, menšie hviezdokopy a izofoty Mliečnej cesty. Dvojhviezdy a premenné v maxime sú až do 10^m. Veľmi vhodné sa ukázalo odstupňovanie objektov po $0{,}5^m$.

Bečvář sa pustil ešte i do ďalšieho diela. *Atlas Galacticus* mal obsahovať galaxie, planetárne hmloviny, hviezdokopy a tmavé miesta v Mliečnej ceste, uvádzané v galaktických súradniciach. To však už nestihol.

* * *

Častejšie by sme si mali spomenúť na tohto veľkého človeka, keď hľadíme na „strieborné kupoly Skalnatého". Alebo len tak na oblohu. Keď podstupujeme ním odporúčanú sebaskúšku pri ďalekohľade či s fotoaparátom. Zahľaďme sa do hviezdnej mapy (nemusí to byť tá jeho; nebol ješitný), keď je zamračené a nedá sa pozorovať. Naučme sa jeho pocitu previnenia, keď v čase jasnej oblohy spíme. Dajme si námahu zaobstarať si tie pekné články, kde o optike píše básnik, kde astrofyzika dostáva humánny rozmer a kde astrofotografia je výpoveďou filozofa postrehujúceho neopakovateľnosť javov vesmíru.

A čo sa stalo s tým ostatným? Veľký ďalekohľad zo Starej Ďaly, pre ktorý sa vlastne observatórium na Skalnatom Plese stavalo, sa dobre osvedčuje na observatóriu MFF UK v Modre. Na Skalnatom Plese sa udržalo veľa z Bečvářovho programu (pozri rozhovor s RNDr. J. Štohlom; Kozmos 6/89). Brandýsky ďalekohľad skončil svoju anabázu v Úpici. Zdá sa, že mal šťastie: práve tu sa totiž znova navzájom našlo zopár nadšencov bečvářovského typu, vášnivo milujúcich oblohu a prírodu a cítiacich neustálu potrebu privádzať k tomu neprebudených. Brandýska hvezdáreň schátrala, meteorologická stanica však funguje. Kdesi ďaleko krúži po svojej veľkej elipse kométa Bečvář. A na odvrátenej strane Mesiaca nesie od roku 1970 Bečvářovo meno jeden z kráterov. Dozvedeli sme sa, že pred schválením je meno planétky Bečvář (1984 YO), nájdenej na Kleti 20. 12. 1981 ako 387. asteroid tohto observatória a 3130. v celkovom poradí.



Hvezdáreň Antonína Bečvářa na kopci Hněvín v Moste.

Malé prekvapenie nakoniec: v jednom exemplári sa uchoval „kefový obťah" (tlačiarenská stĺpcová korektúra) nevyjdeného Zrcadla kosmu.

Aj hvezdáreň Antonína Bečvářa v republike jestvuje; zasadil sa o to mostecký zanietenec Vilém Lamer. Toto meno dostala 24. 10. 1970 romantická pozorovateľňa na kopci Hněvín pri Moste. Je to pekné a mnohovravné miesto; človeku ani neprekáža, že Bečvář s ním do styku neprišiel. Hvezdáreň týčiaca sa nad vari najznečistenejším mestom republiky akoby vyjadrovala istú analógiu — nedotknutosť špinou. Ušľachtilé duchovno, povznesené nad všetko malé a prízemné: Bečvář.

Za poskytnuté informácie vďačím K. Bečvářovej († 25. 1. 1991), M. Haľamovej-Pullmanovej, V. Lamerovi, manželom Kissovcom, čl. kor. SAV Ľ. Kresákovi, prof. M. Dzubákovi, Ing. Heftymu, dr. J. Ambrušovi, Ing. V. Vančurovi.

Lit.: Říše hvězd 1929—1948. Naší přírodou 1937—1941. Kosmické rozhledy 1—2/1965. Bečvářove knižné publikácie a hviezdne atlasy. J. Klepešta: 20 let mezi přáteli astronomie, Praha 1937. Z. Kopal: Of Stars and Men, Bristol 1986.

PhDr. ANNA LACKOVIČOVÁ

Hviezdy opäť na Bezovci

Každý rok v máji poriada Hvezdáreň a planetárium Hlohovec v spolupráci so Stelárnou sekciou SAS pri SAV seminár „Úspechy česko-slovenskej stelárnej astronómie". Tentoraz sa v dňoch 10.—12. mája stretlo na Bezovci neďaleko Piešťan do 50 záujemcov z radov amatérov pozorujúcich premenné hviezdy, vedúcich astronomických krúžkov Západoslovenského kraja, pracovníkov hvezdární a AsÚ SAV v Tatranskej Lomnici. Na rozdiel od minulých rokov však z Českej republiky prišli len siedmi zástupcovia Moravy. Chýbali astronómovia z Prahy a Ondřejova a ospravedlnil sa Z. Stuchlík z Ostravy.

V piatok 10. 5. začal program veľmi zaujímavou prednáškou o amatérsky vyrobenej Schmidtovej komore, ktorú v rámci svojej diplomovej práce skonštruoval **M. Kamenický** (AsÚ SAV). CCD kameru na astronomické pozorovania predviedol (s pripojením na PC-AT a na mikroskop) **P. Svoboda** z Brna — ukázal možnosti kamery i software na spracovanie obrazu. Piatkový program zakončili ukážky astronomických programov na PC-XT, ktorý priviezli so sebou pracovníci AsÚ SAV.

V sobotu pokračovali prednášky prevažne s témami astrofyzikálnymi, jednak teoretickými, a jednak interpretáciami pozorovaní. **M. Vetešník** (Masarykova univerzita, Brno) prednášal o počítačovej simulácii astrofyzikálnych procesov a o simulácii prenosu hmoty v tesných dvojhviezdach a tvaroch dráh testovacích častíc v takýchto sústavách. **P. Kvačkay** predviedol svoj počítačový program na modelovanie kriviek zákrytových premenných hviezd, v ktorých je okolo jednej zložky disk so škvrnou. **A. Skopal** (AsÚ SAV) podal prehľad symbiotických hviezd a **L. Hric** (AsÚ SAV) referoval o najnovších výsledkoch medzinárodnej pozorovacej kampane fotometrického sledovania symbiotických hviezd. Potom **A. Skopal** informoval o fotometrickom pozorovaní symbiotickej hviezdy AX Per a **L. Hric** o zaujímavej symbiotickej trojhviezde 4 Dra. Popoludní **M. Zejda** (Hvezdáreň Brno) vysvetlil základy vizuálneho pozorovania zákrytových premenných hviezd a ukázal aj trenažér (diapozitívy okolia premennej hviezdy), použiteľný na výcvik pozorovateľov. **Z. Velič** (Považská Bystrica) predviedol možnosti fotografického pozorovania symbiotických hviezd v amatérskych podmienkach a vysvetlil metodiku spracovania fotografických platní na vlastnoručne zhotovenom mikrofotometri. **I. Kudzej** (Hvezdáreň Humenné) urobil prehľad amatérskych pozorovaní premenných hviezd na Slovensku a **P. Hájek** (Hvezdáreň Vyškov) informoval o vlaňajších víkendových sústredeniach na pozorovanie premenných hviezd. Nakoniec **J. Šilhán** (Hvezdáreň Brno) informoval o 1. európskom zasadaní AAVSO v Bruseli v júli 1990.

V nedeľu dopoludnia pokračoval program seminára prednáškou **R. Komžíka** (AsÚ SAV) o problémoch s digitalizáciou spektier na AsÚ SAV v Tatranskej Lomnici. **J. Budaj** (AsÚ SAV) vysvetľoval difúziu v atmosférach chemicky pekuliárnych hviezd. **Z. Komárek** (Hvezdáreň Michalovce) predniesol stručný prehľad o rozdelení, charakteristikách a význame pulzujúcich premenných hviezd. Na záver seminára vystúpil **J. Šilhán** s informáciou o novej zákrytovej dvojhviezde — γ Per, ktorá má periódu obehu 15 rokov, zákryt trvá len 1 týždeň. Je pozoruhodné a chvályhodné, že v súčasnej ekonomickej situácii bolo možné takéto podujatie zorganizovať a financovať. Preto treba v mene všetkých účastníkov poďakovať hlohovskej hvezdárni za vzorné usporiadanie seminára a Stelárnej sekcii SAS za organizáciu a garanciu odborného programu.

RNDr. Z. Komárek

Proměřování zrcadlových objektivů

KAREL KUBÁT

5 Závěrem série článků o proměřování zrcadlových objektivů si uveďme praktický příklad vyhodnocení změřených hodnot. Parabolický zrcadlový objektiv o průměru 150 mm, ohniskové vzdálenosti f = 900 mm, a tedy poloměru křivosti středové zóny $R_0 = 1800$ mm, jsme si rozdělili do řady zón šířky 10 mm. Tak např. zóna středního průměru $D_s = 120$ mm (poloměru $h_s = 60$ mm) zahrnuje mezikruží od 110 do 130 mm průměru. Střed ideálního zrcadla a jeho nejbližší okolí bude vrhat obraz světelné štěrbiny nebo bodu umístěného v okolí středu křivosti do nějaké roviny kolmé k optické ose zrcadla. Ta je od zrcadla vzdálena zhruba 1800 mm. Označme zatím polohu R_0 obrazu světelného zdroje jako základní, tedy nulovou. Každá zóna parabolického zrcadla bude mít větší poloměř křivosti než jeho střed, a to o hodnotu ΔR_0. To se projeví tak, že příslušná zóna zobrazí pevný světelný bod nebo štěrbinu o hodnotu $2\ \Delta R_0$ dál než střed zrcadla. Tak např. z tabulky vyčteme, že zóna průměru $D_s = 120$ mm zobrazuje světelný zdroj o 2 mm dál než střed zrcadla, protože má o 1 mm delší poloměr křivosti. Tuto diferenci jsme si předem vypočítali ze vzorce

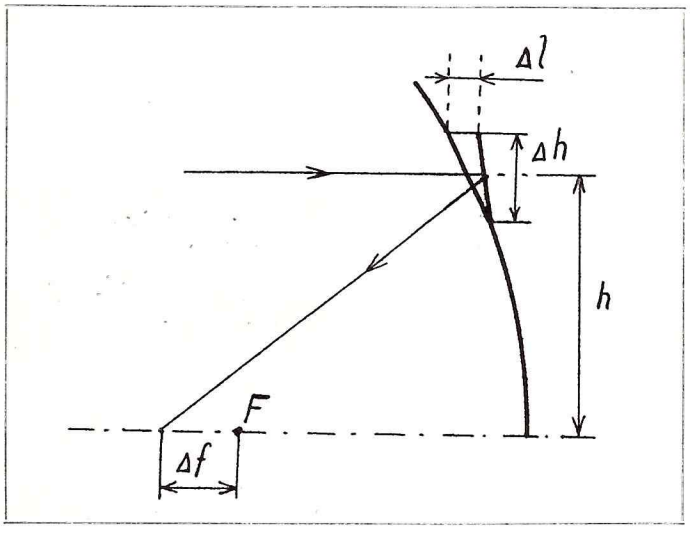
$$2\Delta R_0 = \frac{D^2_s}{4\,R_0} = \frac{D^2_s}{8\,f}$$

Se zvětšujícím se průměrem zóny D_s se bude obraz světelného zdroje postupně vzdalovat od roviny, do které jej zobrazuje střed zrcadla, a to o hodnotu $2\Delta R_0$. Tak se nám bude jevit dokonale parabolické zrcadlo. Vypočítané hodnoty jsou v tabulce zaokrouhlovány na desetiny milimetru, jednak pro lepší přehlednost, ale hlavně proto, že s větší přesností se nám polohu zobrazení stěží podaří určit. Brzy také poznáme, že u malých průměrů je určování polohy obrazu obtížné a nepřesné, se stoupajícím průměrem přesnost měření stoupá. To nikterak nevadí, protože na výslednou kvalitu objektivu mají podélné aberace zón malých průměrů podstatně menší vliv. Protože poloha obrazu zobrazeného středem zrcadla je určena nepřesně, není žádoucí, abychom ji považovali za vztažnou, tedy nulovou. Jako taková nám posloužila pouze k výpočtu hodnot $2\Delta R_0$. Pro praxi je výhodné, jestliže za vztažnou polohu určíme tu, do které vrhá obraz štěrbiny zóna průměru zhruba $D_s = 0{,}7$ D. Podrobnější zdůvodnění bylo uvedeno v prvním článku. V našem případě je nejblíž této hodnotě zóna $D_s = 100$ mm. Ve sloupci $2\Delta R_{100}$ jsou pro dokonale parabolické zrcadlo uvedeny podélné aberace změřené v okolí středu křivosti vztažmo k zóně $D_s = 100$. Tak třeba zóna $D_s = 120$ zobrazí zdroj o 0,6 mm dál, naopak zóna $D_s = 80$ jej zobrazí o 0,5 mm blíž k zrcadlu. Dohodněme se, že aberace zobrazení dál od zrcadla si označíme jako kladné, blíž k zrcadlu jako záporné. Některou z metod, jako bylo popsáno v minulých článcích, jsme např. naměřili skutečné hodnoty, které zaneseme do sloupce $2\Delta R'_{100}$. Vidíme, že třeba zóna $D_s = 140$ vrhá obraz zdroje o 1,7 — 1,3 = = 0,4 mm dál, než by měla. Její relativní aberace vůči dokonalé parabole bude ve středu křivosti mít hodnotu $4\Delta f_{100} = +0{,}4$ mm. Při zobrazování nekonečně vzdáleného zdroje světla bude v ohnisku její skutečná aberace $\Delta f_{100} = +0{,}1$ mm. Tyto aberace vztažené k zóně $D_s = 100$ mohou dosahovat ve všech případech jak kladných, tak záporných hodnot podle toho, kterým směrem se tečny v jednotlivých bodech řezu skutečnou optickou plochou odchylují od tečen řezu dokonale parabolickou plochou. Sloupec Δf_{100} nám tedy poskytuje výchozí hodnoty pro výpočet skutečných odchylek od dokonalého tvaru zrcadla (obr. 7). Máme např. zónu šířky Δh (v našem případě je Δh rovno vždy 10 mm) středního poloměru h. Její podélná aberace v ohnisku je Δf. V polořezu nahradíme části ideální a skutečné křivky dvěma krátkými úsečkami a hloubkovou odchylku od dokonalé plochy v rozmezí Δh označíme jako $\Delta 1$. Pak platí, že

$$\Delta 1 = \frac{\Delta h \,.\, h\,\Delta f}{2\,f^2}$$

V našem případě $\Delta h = 10$, $f = 900$, postupným dosazováním hodnot poloměrů h_s a Δf_{100} z tabulky vypočteme hodnoty v posledním sloupci tabulky. Protože pro $\Delta 1$ vycházejí velmi malé hodnoty, volíme $1 \,.\, 10^{-5}$ (statisíciny mm) jako základní jednotku. A teď už můžeme kreslit ve vhodném měřítku skutečný tvar plochy zrcadla, při čemž ideální parabolický tvar se nám znázorní jako svislá přímka. Odchylky od ideálního tvaru jsou v našem nákresu pochopitelně zobrazeny mnohonásobně zvětšené, podle toho, jaké zobrazovací měřítko jsme pro ně zvolili. Předpokládáme, že paprsky přicházejí zleva a že ideální plocha je odráží zpět rovnoběžně s osou. Nakreslíme si nejprve svislou úsečku, která odpovídá zóně $D_s = 100$ s nulovou aberací $\Delta f_{100} = 0$. Zóna $D_s = 120$ má kladnou aberaci $+1{,}85 \,.\, 10^{-5}$ mm, proto o tuto hodnotu se její úsečka odkloní tak, že zleva přicházející paprsek se odrazem odkloní od optické osy zrcadla. Další úsečka zóny $D_s = 140$ navazuje na předchozí a má vůči ní vypočtenou odchylku $4{,}32 \,.\, 10^{-5}$. Stejně postupujeme v návaznosti

		požadované hodnoty		naměřené a vypočtené hodnoty			
D_s	h_s	$2\Delta R_0$	$2\Delta R_{100}$	$2\Delta R'_{100}$	$4\Delta f_{100}$	Δf_{100}	Δl 10^{-5}
140	70	2,7	+1,3	+1,7	+0,4	+0,1	+4,32
120	60	2,0	+0,6	+0,8	+0,2	+0,05	+1,85
100	50	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80	40	0,9	-0,5	-0,7	-0,2	-0,05	-1,23
60	30	0,5	-0,9	-1,4	-0,5	-0,125	-2,31
40	20	0,2	-1,2	-1,8	-0,6	-0,15	-1,85
20	10	0,1	-1,3	-1,5	-0,2	-0,05	-0,3
0	0	0,0	-1,4				



na sebe směrem k menším průměrům. Má-li $\Delta 1$ zápornou hodnotu, orientujeme sklon příslušné úsečky tak, aby vychýlila odražené paprsky směrem k optické ose. Jestliže se takto získaný polořez optickou plochou vejde do pruhu šířky $7 . 10^{-5}$ mm, není zapotřebí dalších korekcí optické plochy, zrcadlo bude mít maximálně dosažitelnou rozlišovací schopnost a zaslouží si právem přívlastek ideální. Pro úplnost třeba ještě upozornit, že zvolíme-li jako vztažnou některou zónu jiného průměru, může se výsledná křivka jevit v poněkud jiném tvaru a může být třeba odkloněna vlevo či vpravo. Proložený pruh šířky $7 . 10^{-5}$ nemusí tedy být přesně svislý. Popsaný postup představuje vlastně grafickou integraci, která směruje ke stanovení skutečných odchylek v absolutních hodnotách. Výsledek není naprosto přesný, ale vzhledem k tomu, že přesnost samotného proměřování, z něhož vychází další postup, má své meze, jsou praktické výsledky získané touto metodou zcela vyhovující.

Závěrem bych ještě rád uvedl na správnou míru způsob, jak posuzujeme, je-li optická plocha dostatečně vyleštěná. Je chloubou a ctí každého brusiče, může-li se pochlubit dokonale lesklou plochou bez jediného škrábance nebo „ďubky". To dovede ohodnotit i laik, je-li vyzbrojen dobrou lupou. Zato vady tvaru optické plochy jsou mnohem skrytější. Aby se poškrábání optické plochy vůbec projevilo pozorovatelným změkčením obrazu, musela by být plocha poškozena takovým způsobem, že pouhý pohled na ni by vzbuzoval silnou nedůvěru. A teď uvažujte a počítejte se mnou. I kdyby poslední výbrus byl proveden poměrně hrubým brusivem M 10, může být průměr jednotlivých dolíků na nedoleštěné ploše maximálně 0,01 mm. Připadne-li takových nedoleštěných dolíků 127 na 1 mm² optické plochy, znamená to, že zrcadlo nebude odrážet, ale bude rozptylovat pouhé jedno procento z celkového množství světla. Už to se sotva projeví na změkčení obrazu. Napočítáme-li silně zvětšujícím mikroskopem na jinak pěkné ploše takových „kosmetických chyb" pouhou desítku na 1 mm², nemusí nás to vůbec trápit. Často se stane, že si ve snaze odstranit tyto nepodstatné „chyby" nenapravitelně zdeformujeme původně dobrý tvar optické plochy.

Nebeskí nomádi

O takmer 500-stranovej knihe Donalda K. Yeomansa *Comets: A Chronological History of Observations, Science, Myth and Folklore* (nebudeme čitateľa urážať prekladaním), Wiley, 1991, môžeme z diaľky konštatovať iba toľko, že stojí 24,95 £ (38,95 $) a že — súdiac podľa ohlasov — ide o populárnonáučný astronomický bestseller. Pohľad historickovedný sa prelína s etnologickým a fyzikálnym, takže ide o priam encyklopedické vyčerpanie látky. Čitateľ tu nájde najrôznejšie výklady komét v rôznych častiach sveta a v rôznych dobách — vrátane povier, stabilných natoľko, že nimi neotriasli ani prvé postrehy periodicity a víťazstvo heliocentrizmu. Tomu je venovaných 8 kapitol knihy. V ďalších troch sú zhrnuté poznatky a hypotézy modernej vedy (chemické zloženie komét, ich pôvod, klasifikácia, ap.), nevynímajúc ani výklady (seriózne aj neseriózne) charakteru a vplyvu na nich zistených organických látok. Keďže kniha je určená aj laikom, zaiste uvítajú kompletný katalóg komét pozorovaných voľným okom od roku 1700.

Podľa Nature, vol. 350, 11. 4. 1991,

A. L.

MALÝ KALENDÁR VÝROČÍ

OKTÓBER–NOVEMBER

2. 10. — 130 rokov od narodenia Friedricha S. Archenholda, všestranného nemeckého astronóma (zomrel 1939), zakladateľa známej hvezdárne.

4. 10. — 75 rokov od narodenia Vitalija Lazareviča Ginzburga, zakladateľa sovietskej rádiofyzikálnej a kozmofyzikálnej školy.

6. 10. — 60 rokov Riccarda Giaconiho, amerického astronóma talianskeho pôvodu, zameraného na výskum kozmického röntgenového žiarenia.

10. 10. — 70. výročie narodenia Samuila Aronoviča Kaplana (zomrel 1978), sovietskeho teoretického astrofyzika, známeho štúdiom bielych trpaslíkov.

13. 10. — 80 rokov Karla Štejnsa, sovietskeho astrofyzika, úspešného v kometárnej kozmológii (zákonitosti difúzie komét) a v konštruovaní astronomických prístrojov.

17. 10. — 50 rokov od smrti Johna Stanleyho Plasketta (nar. 1865), kanadského astronóma zameraného na spektroskopiu; r. 1922 objavil dvojhviezdu s vysokými hmotnosťami oboch zložiek (až 90 ⊙).

22. 10. — 480. výročie narodenia Erazma Reinholda (zomrel 1553), nemeckého astronóma; zostavil tzv. Tabulae Prutenicae.

23. 10. — 80. výročie narodenia Bagrata Konstantinoviča Ioannisianiho, sovietskeho konštruktéra astrooptiky (nebulárny spektrograf, azimutálny teleskop ∅ 6 m a i.).

24. 10. — 390. výročie smrti Tycha de Brahe (nar. 1546), dánskeho astronóma, posledné dva roky života účinkujúceho v Prahe na dvore Rudolfa II. Preslávil sa o i. pozorovaním supernovy, ktorá vzplanula v Kasiopeji roku 1572. Bol odporcom heliocentrizmu, no natoľko presným pozorovateľom, že výsledkami pomohol potvrdiť teóriu, ktorú popieral.

26. 10. — 150 rokov od narodenia rakúskeho astronóma Theodora von Oppolzera (zomrel 1886), autora tabuliek zatmení Slnka i Mesiaca na roky 1207—2162.

29. 10. — 40 rokov od smrti Roberta Granta Aitkena (nar. 1864), amerického skúmateľa dvojhviezd; zostavil ich katalóg a 3000 objavil.

30. 10. — 10 rokov od vypustenia medziplanetárnej sondy Venera 13, ktorá ako prvá urobila farebné panoramatické snímky Venušinho povrchu a odobrala pôdne vzorky.

4. 11. — 120. výročie narodenia Williama H. Wrighta (zomrel 1959), anglického astronóma. Venoval sa najmä výskumu spektier planetárnych hmlovín a vypracoval stratifikáciu ich vyžarovania.

10. 11. — 130 rokov od narodenia Roberta T. A. Innesa (zomrel 1933), anglického astronóma, objaviteľa 1628 dvojhviezd južnej oblohy, vyše stovky premenných a vďaka pionierskemu použitiu blinkkomparátora i objaviteľa Proximy Centauri.

12. 11. — 100 rokov od narodenia amerického astronóma Seta B. Nicholsona (zomrel 1963). Objavil 4 mesiace Jupitera, úspešne študoval atmosféru Venuše, slnečné škvrny, mesačný povrch atď.

13. 11. — 110. výročie narodenia Jaroslava Štycha (zomrel 1941), zakladateľa Českej astronomickej spoločnosti.

— 75. výročie smrti Percivala Lowella (nar. 1885), v teoretickej rovine objaviteľa planéty Pluto.

19. 11. — 280. výročie narodenia Michaila Vasilieviča Lomonosova (zomrel 1765), ruského polyhistora, ktorý neobchádzal ani astronómiu; je objaviteľom atmosféry na Venuši. Obraňoval hypotézu početnosti svetov.

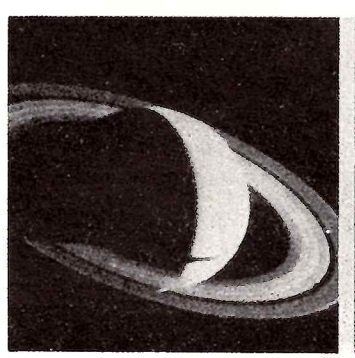
— 90. výročie narodenia českého astronóma Josefa Mikuláša Mohra (zomrel 1979), zakladateľa stelárnej štatistiky u nás.

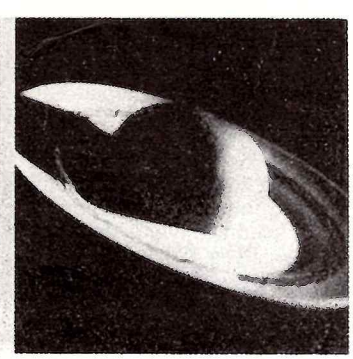
27. 11. — 290. výročie narodenia Michaila Vasilieviča Lomofyzika (zomrel 1744), tvorcu teplotnej stupnice. Venoval sa aj astronómii, objavil spojitosť medzi magnetickou deklináciou a polárnou žiarou.

29. 11. — 125 rokov od narodenia Ernesta Williama Browna (zomrel 1938), amerického astronóma, ktorý významne spresnil tabuľky pohybu Mesiaca a planét.

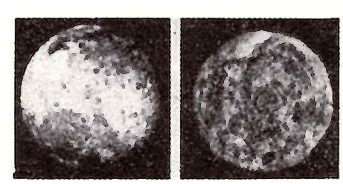
ASTRONOMICKÁ FOTOHÁDANKA

Na jednom obrázku je grapefruit na tanieri, na druhom Saturn. Čo je čo?





VYLÚŠTENIE
Z MINULÉHO ČÍSLA
Na obrázku vľavo je Jupiter, na obrázku vpravo pizza so syrom a šampiňónmi.



(Pokračovanie z 2. strany obálky.)

kové byly přes víkend změřeny. V sobotu jsem udělal první rekognoskaci předpokládané pádové oblasti a 12. května byly zahájeny systematické hledací akce. Trvaly zatím více než čtyři týdny, bohužel, s negativním výsledkem. Značná část pádového území je totiž zalesněna, s velmi nepříjemným lesním podrostem, v celé pádové oblasti se navíc nachází velmi členitý terén. To vše, bohužel, velmi snižuje pravděpodobnost nálezu.

Díky téměř vertikálnímu letu bolidu (zenitová vzdálenost radiantu je pouhých 9,5°) a rozložení stanic, na kterých byl vyfotografován (vzdálenost ondřejovské kamery od bodu pohasnutí je necelých 27 km!), je velmi dobře určena trajektorie bolidu v zemské atmosféře. Nejistota v poloze koncového bodu v prostoru, který je ve výšce pouhých 16 (!) kilometrů, je menší než 20 metrů (!). Navíc byla v té době ve střední Evropě poměrně vyrovnaná povětrnostní situace, takže hodnoty rychlosti výškového větru byly relativně malé, pohybovaly se v rozmezí 4—18 m . s^{-1}. Přesto však v tomto případě vychází pádová oblast, která se nachází asi 7 km západně od Benešova u Prahy, velmi malá a nepřesahuje pro všechny úlomky rozlohu o moc větší než 1 km^2. Z nultého řádu spektrálních kamer, které mají více než 10-krát delší ohniskovou vzdálenost než celooblohové kamery typu fish-eye, a teda i větší rozlišení, je možno sledovat rozdělení hlavního tělesa na konci světelné dráhy zřetelně na dva (možná i tři) kusy. Proto mohl dr. Z. Ceplecha určit pro každý úlomek dynamickou koncovou hmotu, která vychází pro oba hlavní kusy v rozmezí 2—5 kg.

Bolid, jemuž jsme dali název „Benešov", začal svítit ve výšce 97,7 km nad Voticemi a celkovou světelnou dráhu 83 km uletěl za 5,2 sekundy, přičemž maximální absolutní jasnost —18,5^m dosáhl ve výšce kolem 26 kilometrů; tento bod přibližně odpovídá i bodu maximální decelerace. Z předběžného rozboru spektrálních záznamů s disperzí od 2,2 do 6,7 nm/mm, obsahujících několik set čar v rozmezí od 360 do 670 nm, který provedl dr. J. Borovička, bylo nakonec možno usoudit, že se jedná o kamenný meteorit, a není vyloučeno, že půjde o achondrit. Během letu bolidu došlo k minimálně třem rozpadům na mnoho úlomků, z nichž některé mohly v podobě méně hmotných meteoritů též dopadnout na zemský povrch. Podle chování v zemské atmosféře se jedná velmi pravděpodobně o bolid typu I s průměrným ablačním koeficientem 0,006 $s^2 . km^{-2}$. Všechny důležité údaje o dráze v zemské atmosféře i ve sluneční soustavě jsou uvedeny v tabulkách. Za povšimnutí stojí poměrně vysoká vstupní rychlost (21,086 km . . s^{-1}), vysoká vstupní hmota (kolem 15-ti tun) a výška začátku svícení bolidu (97,7 km). Těmito i některými dráhovými elementy tento bolid velmi připomíná již výše zmíněný bolid Příbram. To nejcenější nám však stále ještě chybí — podaří se i v tomto případě nalézt meteorit? Byl by to po všech stránkách nejlépe dokumentovaný pád meteoritu v historii meteorické astronomie a díky unikátním spektrálním záznamům by bylo poprvé možné porovnat a kalibrovat spektrální záznamy s faktickým složením meteoritu.

Na závěr ještě jednu poznámku. V minulém čísle jste si v článku s názvem „Kamienok..." mohli přečíst o velmi malém asteroidu o průměru asi 7 metrů, který se přiblížil k Zemi na neuvěřitelných 170 000 km. Myslím, že ještě i pro takovéto těleso by naše atmosféra byla dostatečně velkou překážkou a připravila by ho o podstatnou část jeho původní hmoty tak, jako to nastalo v případě našeho bolidu, kdy pouze asi necelé jedno promile (!) původní hmoty dopadlo na naši Zemi. Ani v případě tohoto miniaturního asteroidu by zřejmě nedošlo k nějakému výraznějšímu ohrožení obyvatel Země, jak domýšlí v závěru svého článku R. Piffl. Nicméně se nabízí myšlenka, že vzhledem k tak dokonalé technice, která je používána pro monitorování malých těles v blízkém okolí naší planety, nebude daleko doba, kdy takové teleso, jaké způsobilo výše popsaný bolid a které mělo průměr 2—3 metry, bude zachyceno dříve, než se stačí projevit jako oslňující bolid v atmosféře naší Země. Dojde tak k setkání dvou příbuzných oborů astronomie, následkem čehož bude smazána další pomyslná hranice, a to mezi asteroidy na straně jedné a meteority na straně druhé. My však musíme doufat, že tento případ nastane pro těleso natolik malé, že to nebude ten obávaný a pro lidstvo možná osudový bolid.

RNDr. PAVEL SPURNÝ, CSc.

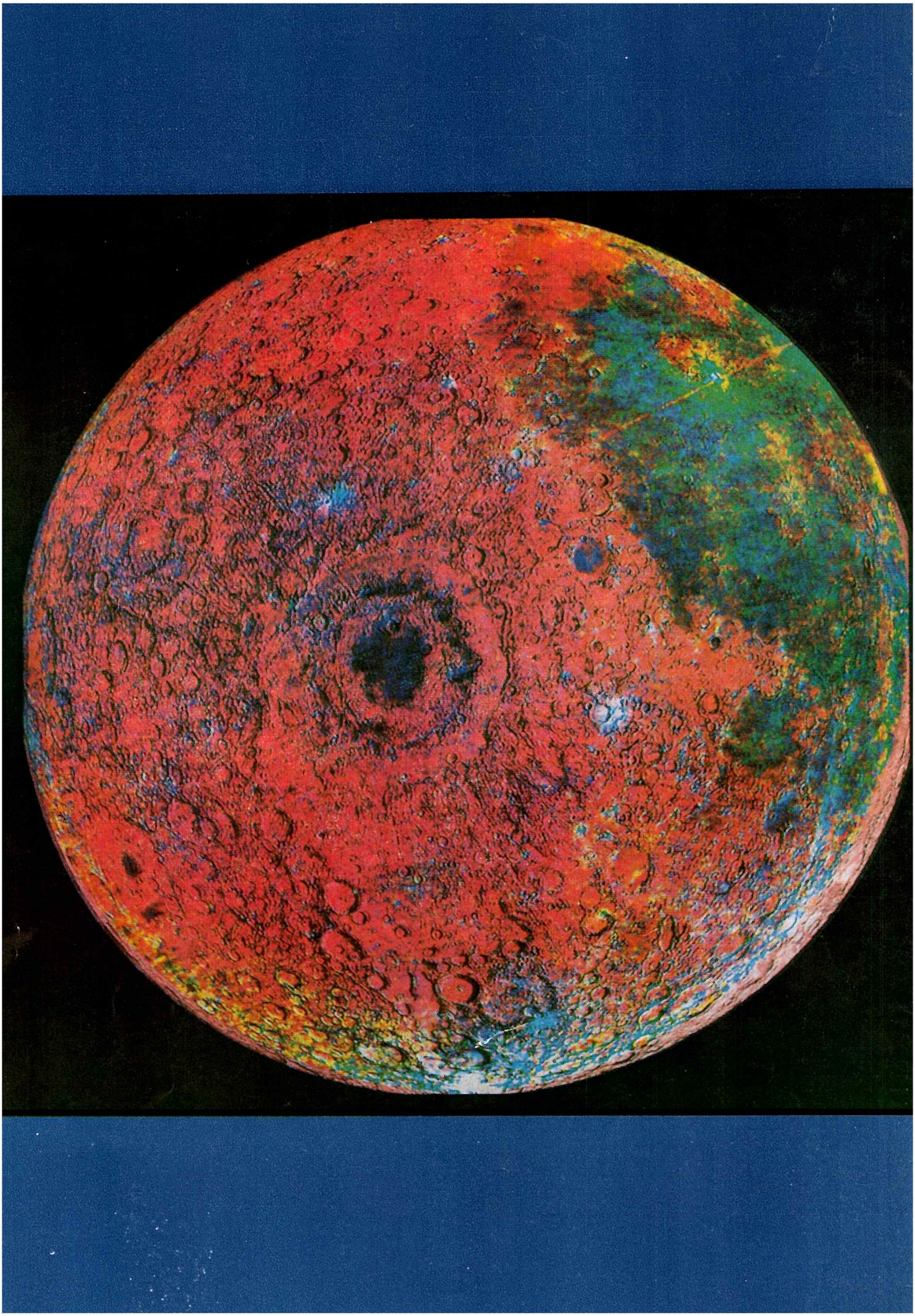
DŮLEŽITÉ ÚDAJE O DRÁZE V ZEMSKÉ ATMOSFÉŘE

	Začátek	Maximální jasnost	Konec
Rychlost (km . s^{-1})	21,086	12,7	2,
Výška (km)	97,723	25,6	16,046
Zeměpisná šířka	49,6529°	49,76°	49,7717°
Zeměpisná délka	14,6411°	14,61°	14,6031°
Absolutní magnituda	−3,5	−18,5	0,0
Fotomet. hmota (kg)	15000	2000	(10,)
Zenit. vzdálenost radiantu	9,40°	—	9,52°

ÚDAJE O RADIANTU A RYCHLOSTI

Radiant (1950,0)	Pozorovaný	Geocentrický	Heliocentrický
Rektascenze	228,02°	227,02°	—
Deklinace	40,57°	39,85°	—
Délka	—	—	152,20°
Šířka	—	—	22,89°
Původní rychlost (km . s^{-1})	21,086	17,890	37,320

DRÁHA VE SLUNEČNÍ SOUSTAVĚ (1950,0)

$a = 2{,}427$ AU
$e = 0{,}6191$
$q = 0{,}9246$ AU
$Q = 3{,}930$ AU
$\omega = 218{,}65°$
$\Omega = 46{,}3144°$
$\iota = 23{,}70°$

Východní horizont ondřejovské pointované kamery (fish-eye, f = 30 mm, 1/3,5) v době přeletu bolidu „Benešov". Na snímku jsou zřetelné obrysy objektů na horizontu a pruh Mléčné dráhy, která právě vycházela nad východním obzorem. Unikátnost tohoto snímku spočívá právě v tom, že je možné vidět zároveň ostře objekty na obloze a na horizontu. Vše je způsobeno tím, že bolid měl v Ondřejově zdánlivou jasnost větší než —20^m, tudíž na krátkou dobu dokonale osvítil okolní krajinu.