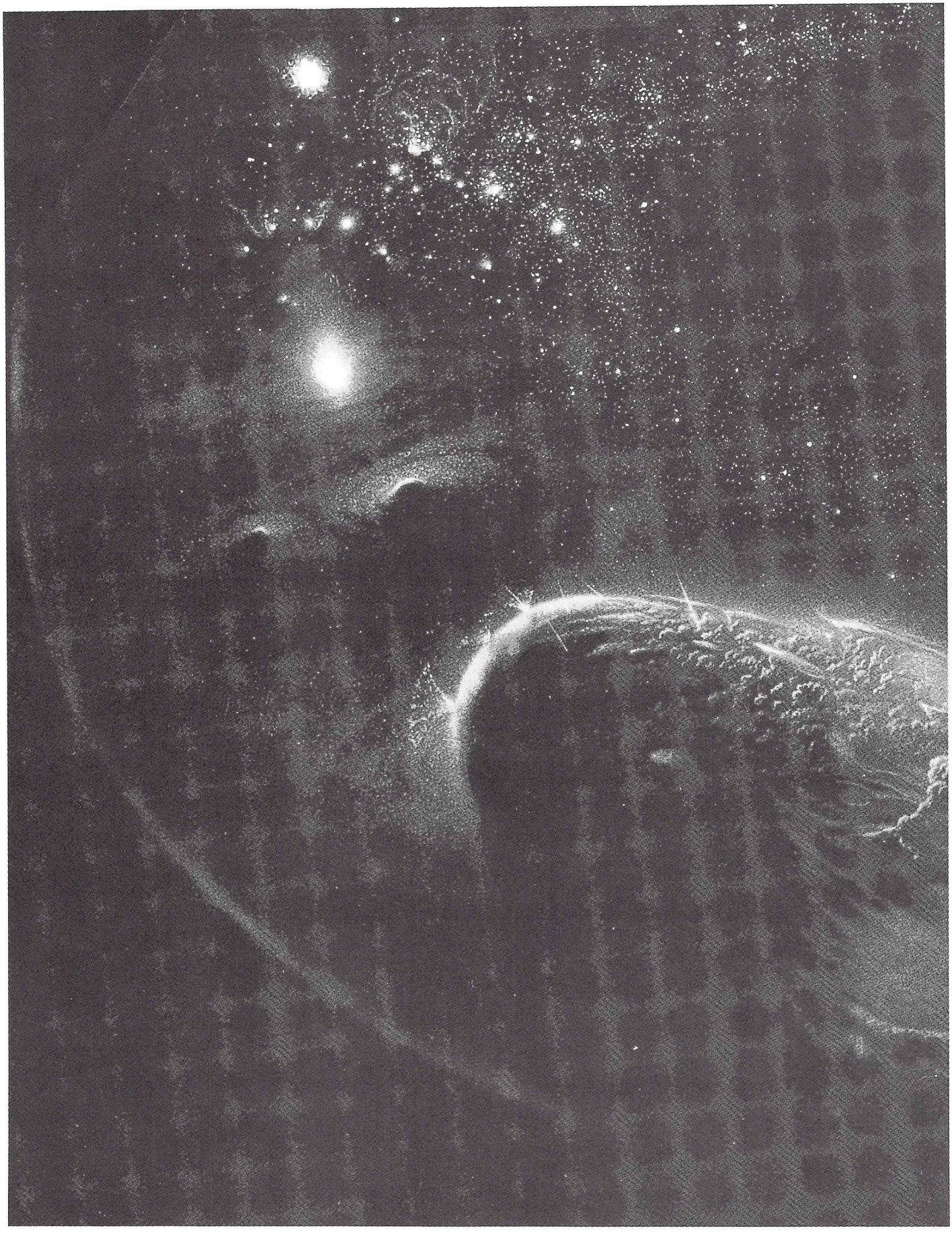
hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy
KNIHOVNA HVĚZDÁRNY NA PETŘÍNĚ
118 46 Praha 1, Petřín 205

KOZMOS

1992
ROČNÍK XXIII.
Kčs 10,-
6

Einsteinov omyl
Vesmír po COBE
Legenda o Bayerovi
Zatmenie Mesiaca 9. decembra
Desiata planéta



Nádherný vesmír: ilustrované dejiny vývoja univerza - takto nazval svoje obrazy, ktoré nakreslil k článku Roberta Burnhama o stvorení kozmu, Adolf Schaller. Niektoré z takýchto obrázkov nájdete aj pri článkoch *Einsteinov omyl* a *Nie je kozmológia luxus?* vo vnútri čísla. Maľby sme prevzali z októbrového čísla vlaňajšieho ročníka časopisu Astronomy.

POPULÁRNO-VEDECKÝ **KOZMOS** ASTRONOMICKÝ ČASOPIS

2 SLOVO DO DISKUSIE — **Európan z Hurbanova** / *Eugen Gindl*
3 Z CIRKULÁROV IAU
4 — **Einsteinov omyl** / *Sten Odenwald*
7 — **Na La Silla i jinde** / *Pavel Mayer*
10 — **Včelí plást (vo Veľkom Magellanovom oblaku)**
11 — **Nie je kozmológia luxus?** / *Tony Rothman*
13 — **Proč je v noci tma?** / *Zdeněk Mikulášek*
15 — **Červie diery**
16 — **Vesmír po COBE** / *Zdeněk Stuchlík*
20 AMATÉRSKE POZOROVANIA — **Fotografická fotometria premenných hviezd (záver)** / *Zdeno Velič*
22 POZORUJTE S NAMI — **Obloha v kalendári** (december, január) / *Roman Piffl, Jiří Dušek*
25 — **Zatmění Měsíce** / *Roman Strzondala*
28 NAPÍŠTE O SVOJOM ĎALEKOHĽADE — **Newton na rameno** / *Miroslav Janata*
29 — **Praktikum jako signál nové doby** / *Jan Hollan*
30 ZAUJÍMAVOSTI NOČNEJ OBLOHY — **Legenda o Bayerovi** / *Leoš Ondra*
32 ALBUM POZOROVATEĽA — **Tanaka-Machholz 1992d** / *Martin Lehký*
Mlhovina v Herkulovi / *Tomáš Hynek*
Hĺbka noci / *Peter Fabián*
Hon na Venušu / *Peter Kušnirák*
Slunce a skvrny / *Pavel Šťastný*
34 AMATÉRSKE PODUJATIA — **Hviezdy na prázdninách** / *K. Petrík, G. Kramáreková, Z. Komárek, J. Dušek, J. Kapras, J. Csipes, E. Krchová, B. Jurčík*
36 — **Zomrel Dr. Elemér Csere**

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

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

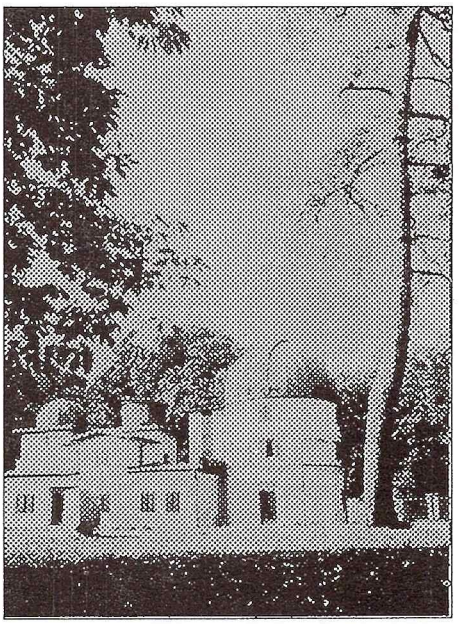
Redakčný kruh: RNDr. Ján Štohl, DrSc. - predseda, doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenáš, Vladimír Pohánka, RNDr. Zdeněk Pokorný, CSc., RNDr. Pavol Rapavý, RNDr. Vojtech Rušin, CSc., RNDr. Vladimír Vaculík,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

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

Vychádza: 6x do roka. Neobjednané rukopisy nevraciame. Cena jedného čísla 10,- Kčs. Rozširuje Poštová novinová služba. Objednávky na predplatné i do zahraničia prijíma PNS - Ústredná expedícia a dovoz tlače, Pribinova 25, 813 81 Bratislava, a redakcia časopisu Kozmos. **Zadané do tlače:** 8.9.1992, expedícia 3.10.1992. **Indexné číslo:** 498 24. Reg. číslo: 9/8

CONTENTS • THE WORD INTO A DISCUSSION / *E. Gindl:* European from Hurbanovo (2) • FROM THE IAU-CIRCULARS (3) • *S. Odenwald:* Einstein's mistake (4) • *P. Mayer:* On La Silla and Elsewhere (7) • The Bee Honeycomb (in the great Magellan's Cloud) (10) • *T. Rothman:* Isn't Cosmology a Luxury? (11) • *Z. Mikulášek:* Why's It Dark at Night? (13) • Wormholes (15) • *Z. Stuchlík:* The Universe after COBE (16) • THE AMATEUR OBSERVATIONS / *Z. Velič:* Photographic Photometry of the Variable Stars (the last part) (20) • LET US OBSERVE TOGETHER / *R.Piffl, J. Dušek:* The Calendar (December, January) • *R. Starzondala:* The Moon Eclipse (after 34 months) (25) • LET US KNOW ABOUT YOUR TELESCOPE / *M. Janata:* Newton on the Arm (28) • *J. Hollan:* Practicum like a Signal of a New Era (29) • THE CONSPICUOUS OBJECTS OF THE NIGHT SKY / *L. Ondra:* The Legend about Bayer (30) • THE ALBUM OF THE OBSERVER / *M. Lehký:* Tanaka-Machholz 1992 d • *T. Hynek:* The Nebula in Hercules • *P. Fabián:* The Deep of the Night • *P. Kušnirák:* Chasing Venus • *P. Šťastný:* The Sun and the Spots (32—33) • THE AMATEUR EVENTS / *K. Petrík, G. Kramáreková, Z. Komárek, J. Dušek, J. Kapras, J. Csipes, E. Krchková, B. Jurčík:* Stars on Vacations (34—35) • Dr. Elemír Csere Has Died (36)

INHALT • EIN WORT ZUR DISKUSSION / *E. Gindl:* Ein Europäer aus Hurbanovo (2) • AUS DEN ZIRKULAREN VON IAU (3) • *S. Odenwald:* Der Irrtum von Einstein (4) • *P. Mayer:* Auf La Silla und anderswo (7) • Honigwabe (in LMC) (10) • *T. Rothman:* Kosmologie - ist es nicht ein Luxus? (11) • *Z. Mikulášek:* Warum ist es nachts dunkel? (13) • Wurmlöcher (15) • *Z. Stuchlík:* Weltall nach COBE (16) • AMATEUR-BEOBACHTUNGEN / *Z. Velič:* Photographische Photometrie der veränderlichen Sterne (der letzte Teil) (20) • BEOBACHTEN SIE MIT UNS / *R. Piffl, J. Dušek:* Himmelsgewölbe im Kalender (Dezember, Januar) (22) • *R. Strzondala:* Mondfinsternis (nach 34 Monaten) (25) • SCHREIBEN SIE UNS ÜBER IHR FERNROHR / *M. Janata:* Newton für den Arm (28) • *J. Hollan:* Praktikum als das Neuzeitsignal (29) • DIE SEHENSWÜRDIGKEITEN DES NACHTHIMMELS / *L. Ondra:* Die Legende über Bayer (30) • ALBUM DES BEOBACHTERS / *M. Lehký:* Tanaka-Machholz 1992d • *T Hynek:* Der Nebelfleck in Herkules • *P. Fabián:* Tiefe der Nacht • *P. Kušnirák:* Die Jagd nach Venus • *P. Šťastný:* Die Sonne und die Flecke (32—33) • AMATEUR-AKTIONEN / *K. Petrík, G. Kramáreková, Z. Komárek, J. Dušek, J. Kapras, J. Csipes, E. Krchová, B. Jurčík:* Die Sterne in Ferien (34—35) • Dr. Elemír Csere ist gestorben (36)



Rekonštruovaná verzia pôvodnej Konkolyho hvezdárne v Hurbanove. Foto: Pavel Kastl

Veľká kozmická SÚŤAŽ

Vážení čitatelia,

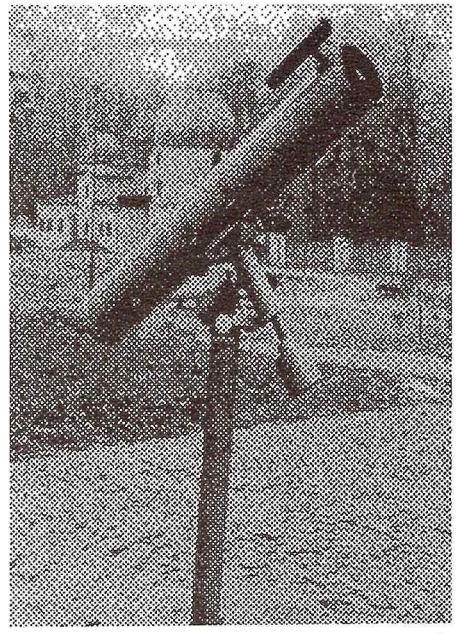
už v prvých troch číslach tohto ročníka sme Vás požiadali, aby ste nám pomohli rozšíriť počet našich predplatiteľov. Máme ich síce oproti iným časopisom relatívne viac (štyria z piatich čitateľov si Kozmos predplácajú), na stánkoch však nemá náš dvojmesačník šancu, lebo zväčša leží pod hrubou vrstvou najrozmanitejších novín a časopisov, ktoré vychádzajú častejšie. A tak len zriedka naň padnú oči príležitostných čitateľov. Chceme preto získať nových predplatiteľov. Rozhodli sme sa teda vypísať

KOZMICKÚ SÚŤAŽ.

Zúčastniť sa jej môže každý, kto je predplatiteľom nášho časopisu a získa najmenej jedného ďalšieho čitateľa ako abonenta Kozmosu. Za každého ďalšieho bude mať, pravdaže, v osudí o lístok viac. Súťaže sa môžu zúčastniť i všetci čitatelia neabonenti, ktorí sa sami stanú predplatiteľmi. Uzávierka tejto jednoduchej súťaže je 31. decembra a do záverečného zlosovania zaradíme každého, kto sa preukáže kópiou objednávky nového abonenta, ktorým môže byť i nový s predplatiteľ sám. Tieto prihlášky do súťaže preverí potom náš počítač, a to tak, že porovná mená nových predplatiteľov s tými, ktoré už má v pamäti, aby sa nestalo, ako naposledy, že sa nám ako nový prihlási abonent, ktorý si Kozmos predpláca už niekoľko rokov.

Neváhajte, pretože ceny, ktoré pripravil náš vydavateľ, **Slovenské ústredie amatérskej astronómie**, naozaj stoja za to.

Prvá cena: ďalekohľad MDN—130 s montážou v hodnote 10 000,— Kčs
Druhá cena: sada optických dielov a okuláre pre ďalekohľad s Ø zrkadla 150 mm pre typ Cassegrain v hodnote 4000,-Kčs
Tretia cena: sada optických dielov pre ďalekohľad typu Newton s parabolickým zrkadlom v hodnote 2000,- Kčs
4.-10. cena: astronomické publikácie a knihy s príbuznou tematikou
11.-20. cena: ročné predplatné na časopis Kozmos.



Tento ďalekohľad MDN-130 získa víťaz našej súťaže. Priemer jeho zrkadla je 130 mm, ohnisková vzdialenosť 1110 mm, okrem paralaktickej montáže patrí do príslušenstva sada okulárov a hľadáčik. Cena kompletu je 10.000,- Kčs.

150 rokov Mikuláša Konkoly-Thege

Európan z Hurbanova

Fenomenálny dánsky fyzik Niels Bohr navštívil pred vojnou hrad Kronborg, ktorý stojí na brehu morskej úžiny Öre-Sund. Po dlhšej mlčanlivej obhliadke povedal Bohr Heisenbergovi:

- Nie je to čudné, ako sa mení ten zámok, keď si človek predstaví, že v ňom žil Hamlet? Ako vedci samozrejme veríme, že zámok je postavený z kameňov a obdivujeme spôsob, ako ich architekt poskladal. Kamene, strecha so zelenkavou patinou, mátožné svetlo v kaplnke — to sú veci a javy, ktoré tvoria zámok. Skutočnosť, že tu žil Hamlet, nemení ani jeden z týchto prvkov, a predsa mení všetko. Steny a múry sa nám zrazu privrávajú iným jazykom. Nádvorie vnímame zrazu ako celý svet, tmavý kút pripomína temné zákutia ľudskej duše a zrazu počujeme Hamletove "To be, or not to be, it is the question!". Pritom o Hamletovi vieme iba toľko, že sa jeho meno objavilo v kronike z trinásteho storočia. Nikomu sa nepodarilo dokázať, že Hamlet naozaj žil, a už vôbec nie, že žil tu, na Kronborgu. Ale každý pozná otázku, ktorú mu vložil do úst Shakespeare. Pre hĺbku ľudskej duše, ktorú Hamlet objavil, i pre neho samotného bolo treba nájsť miesto na tomto kontinente. Shakespeare to miesto našiel tu, na Kronborgu. A pretože o tom vieme, stáva sa pre nás Kronborg úplne iným zámkom.

Observatórium, ktoré v Hurbanove postavil na vlastné náklady Mikuláš Konkoly-Thege, má iba stodvadsaťjeden rokov. Jeho obnovenú podobu ešte nepatinoval čas. Napriek tomu tento astronomický zámoček na okraji pôvodného parku (v areáli hurbanovskej hvezdárne) pôsobí na pripraveného návštevníka takmer magicky. Obnova hvezdárne kultúrnu patinu pôvodných múrov síce príliš nezašanovala, v priestore stálej expozície vo vnútri tohto vedeckého kaštielika sa však môžeme dotknúť predmetov, ktoré používal človek, ktorého uznávala učená Európa i zámorie ako jedného zo zakladateľov astrofyziky. Mikuláš Konkoly-Thege, tento moderný aristokrat, polyhistor, humanista a umelec bol totiž (na rozdiel od dánskeho princa Hamleta) reálnym človekom, ktorý vo svojom observatóriu celé roky žil a pracoval. Hvezdáreň

vo voľakedajšej Ó Gyale sa stala oázou tvorivého a praktického skúmania prírody. Konkolyho výsledky oceňovali a využívali učenci najrenomovanejších astronomických pracoviskách starého kontinentu. Samotný fakt, že na území Slovenska máme vedeckú pamiatku, v gravitácii ktorej sa kontinuálne, už vyše stodvadsať rokov, prevádza vedecký výskum, je hodnotou celonárodného významu. Keď ju navštívite a zahľadíte sa na dobrácky portrét ušľachtilo výstredného šľachtica Mikuláša Konkoly-Thege a postojíte v tieni starej, naklonenej borovice, ktorá ako by na dobových fotografiách odmeriavala čas, pripomeňte si, čo povedal Niels Bohr o Hamletovi i Kronborgu. I vaša návšteva zhodnocuje kultúrny význam tohto miesta, ktoré patrí nám i celej Európe.

Eugen Gindl

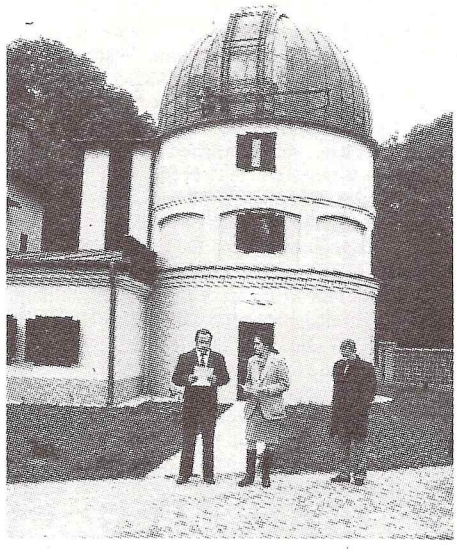


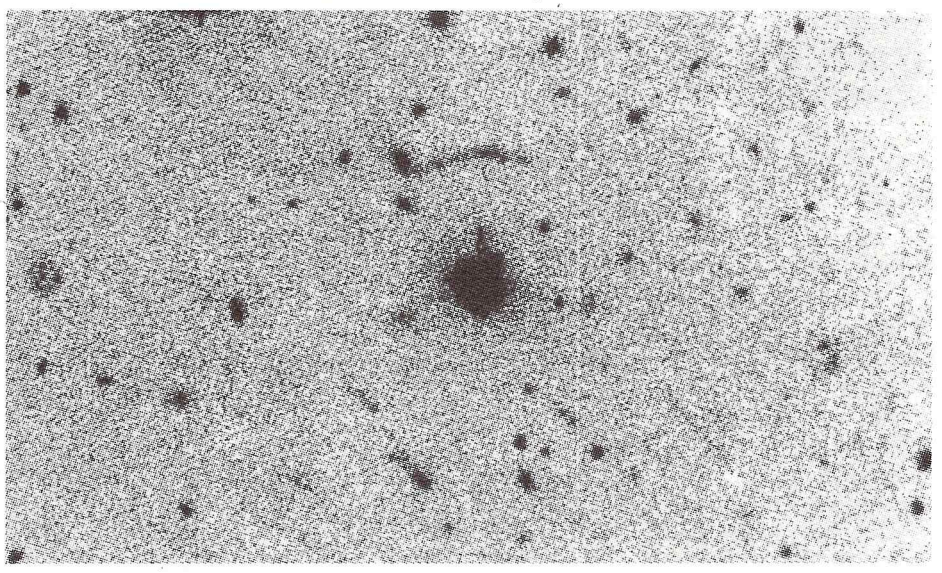
Foto zo slávnostného otvorenia: P. Kastl

Biely trpaslík RX J2117,1+3412 je pulzujúca premenná hviezda. Na 8. európskom workshope o bielych trpaslíkoch, ktorý sa konal v auguste v anglickom Leicesteri, oznámil tento fakt T. K. Watson, ktorý zároveň uviedol, že objekt je zdrojom, ktorý zaregistrovala družica ROSAT. Hviezda ale patrí aj do spektroskopickej triedy PG 1159-035, čím sa stala piatou, zďaleka najjasnejšou DOV-hviezdou, ktoré sú charakterické tým, že ich pulzácie veľkosti rádove stotín magnitúdy v perióde stoviek sekúnd vyvolávajú v spektre týchto hviezd odozvy nezvyčajného charakteru. Pôvod či príčiny pulzácií sú zatiaľ nejasné, možnosť prebiehania zložitých dejov v akejsi čudesnej dvojhviezde však nemožno vylúčiť. Pozorovatelia, ktorých by výzkum správania sa takýchto hviezd zaujímal, môžu sa obrátiť na objaviteľa na texaskú univerzitu v Austine.

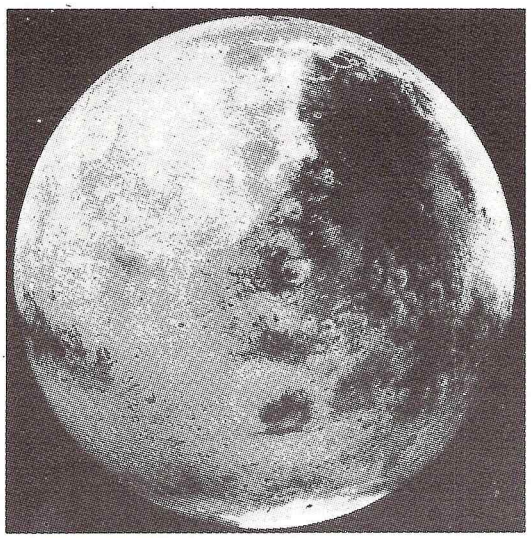
Katalóg dráh komét, o ktorom sme písali v treťom čísle tohto ročníka Kozmosu, je za 100,- USD k dispozícii na MS-DOS diskete. Disketa okrem orbitálnych elementov pre 1353 objavov komét v ekvinokciu J2000,0 obsahuje i časti na spracovanie a výpočet jednotlivých dráh a efemeridu každého z obsiahnutých telies.

Dva objekty z rodiny Apollo objavili na platniach z malej palomarskej Schmidtovej komory Eleanor Helinová a Jeff Alu. Asteroid označený **1992 QN** prešiel perihéliom svojej dráhy v apríli. Jeho krátka obežná doba 1,29 roka i ďalšie elementy dráhy (q=0,772 a. j., a=1,184 a. j., i=9,281°) ho zaraďujú medzi typické apollo-asteroidy. Podobný charakter dráhy a snáď i pôvod má aj planétka s označením **1992 SK** s obežnou dobou 1,39 roka (q=0,847 a. j., a=1,245 a. j., i=14,96°), ktorá prešla perihéliom 18. mája. Žiadnej z týchto planétok však zrážka so Zemou predbežne nehrozí.

FG Sagittae sa v posledných dvadsiatich rokoch správala pokojne a vykazovala iba relatívne malé svetelné zmeny okolo hodnoty V=9,0−9,3 mag. Dr. Papoušek z brnianskej univerzity však 2. septembra pomocou 60 cm reflektoru s fotoelektrickým fotometrom zaznamenal prudký pokles jasnosti tejto premennej hviezdy až na 10,05 mag. Následné pozorovania družicou IUE ukázali, že podobný pokles toku žiarenia badať aj v tejto oblasti spektra. V spektre hviezdy sa však výraznejšie zmenili len hrúbky čiar ultrafialového multipletu železa FeII blízko 263,0 nm. Na vysvetlenie náhleho poklesu jasnosti tejto hviezdy však tento údaj nestačil a bolo potrebné získať aj pozorovania v infračervenej oblasti spektra. Zostupnú krivku jasnosti v IR oblasti začali pozorovať pomocou ďalekohľadu Wyoming Infrared Observatory už 17.9. Medzitým výsledky monitorovania hviezdy na observatóriu Mt. Hopkins za posledný rok ukázali, že práve pozorujeme najväčší pokles jasnosti tejto hviezdy od roku 1890, keď mala fotografickú jasnosť 13,1 mag. Z týchto pozorovaní vyplynulo, že hviezda kváziperiodicky mení jasnosť každých 110−130 dní o zhruba 0,2 mag okolo strednej jasnosti 9,15 mag, pričom terajší výrazný pokles zrejme spôsobilo utvorenie prachovej obálky, aké pozorujeme napríklad u premenných hviezd typu R CrB. Tento záver je však len dohadom a potvrdiť ho pomôžu až ďalšie pozorovania.



Sústavu oblúkov a oblúčikov MS 2137-23 vo vzdialenosti zodpovedajúcej červenému posunu z=0,315 objavili astronómovia ESO v rámci kľúčového programu hľadania takýchto objektov, stvorených gravitačnými silami, pomocou ďalekohľadu NTT na La Silla. V strede obrázka vytŕča z najjasnejšej galaxie kopy, ktorá oblúk pôsobením svojej gravitácie stvorila, akýsi výčnelok — radiálny oblúk, kolmý na svojho väčšieho kolegu. Takéto zobrazenie vzdialenej hmoty mohla vytvoriť len akási čudesne usporiadaná sústava gravitačných šošoviek, pretože nič podobné sme doteraz v žiadnej kope galaxií nezaznamenali a ani predbežne nevieme zdôvodniť.



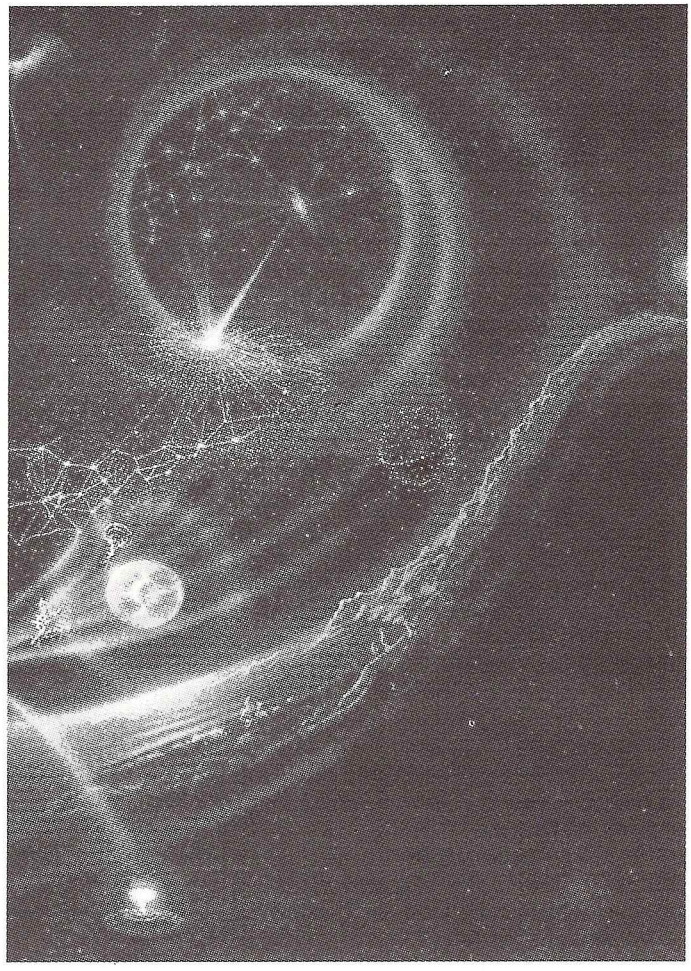
Po niekoľkých rokoch úpornej práce sa vedcom z U. S. Geological Survey podarilo v spolupráci s maliarom Andrewom Chaikinom vytvoriť reálny obraz povrchu Červenej planéty. Vďaka tomuto úsiliu môžeme dnes vidieť povrch Marsa tak, ako by sa to nepošťastilo ani kozmonautom z obežnej dráhy okolo planéty. Štyri pohľady z rôznych strán vytvárajú mozaiku, ktorá poskytuje jedinečný pohľad na susednú planétu. Na tomto obraze je zachytená oblasť najtmavšieho povrchu planéty — Syrtis Major Planitia. V strede kotúča je výrazný kráter Schröter, na spodku Hellas Planitia s časťou južnej polárnej čiapočky.

Kométa Swift-Tuttle sa vracia! Túto očakávanú správu oznámil 26 septembra H. Kosai z Národného astronomického observatória v Tokiu. Tsuruhiko Kiuchi pomocou binokuláru 25×150 našiel na miestach, kde by sa podľa predpovede mala kométa nachádzať, ak by prechádzala perihéliom v polovici decembra, difúzny objekt s jasnosťou 11,5 mag, s priemerom 4' a bez kondenzácie. Objav zakrátko potvrdili pozorovatelia z Kanady, USA i Japonska. Objav kométy v tom čase a na tom mieste sáčasne potvrdil, že kométa Swift-Tuttle je periodickou kométou, ktorú pozoroval aj Kegler roku 1737 v Číne. Potvrdila sa tým predpoveď, ktorú na základe precízneho výpočtu uverejnil už roku 1973 Brian Marsden. Napriek tomuto vydarenému objavu však kométa spôsobuje astronómom nemalé starosti, pretože žiaden variant jej dráhy celkom nevyhovuje všetkým dostupným pozorovaniam kométy. Navyše, iniciatívni hvezdári už stihli spočítať, že ak by sa kométa oproti ďalšiemu návratu do perihélia (zrejme 11. 7. 2126) oneskorila len o 15 dní, narazila by 14. augusta 2126 do Zeme. Neistotu v určení dráhy však zrejme odstráni podrobné sledovanie kométy, ktoré astronómovia naplánovali až do roku 1998, keď bude kométa vo vzdialenosti 15 astronomických jednotiek od Slnka a aktivita jej jadra poklesne z terajších 14 mag na 26 mag (absolútna hodnota). Každopádne, maximum meteorického roja tejto kométy bude na budúci rok veľmi výdatné a malo by nastať 11. augusta hodinu pred polnocou.

Podľa IAUC 5596−5537 - rp -

STEN ODENWALD /

Einsteinov OMYL



Čierne diery, kvarky, tmavá hmota... Každým rokom je kozmos záhadnejší. Ešte nedávno bol astronomický vesmír vyplnený iba planétami, hviezdami, galaxiami a oblakmi prachu a plynu. Dnes ho teoretici dopĺňajú superstrunami, axiónmi a ťažkými neutrónmi – teda objektmi, ktoré ešte len budú (otázkou je, či vôbec) objavené. Lenže fyzikov nezaujíma iba hmota vypĺňajúca nekonečný, čierny priestor. Vedia, že samotný priestor nie je iba prázdnym vrecom, naplneným hmotou a žiarením, ale dynamickou, fyzikálnou entitou, ktorá sa správa podľa vlastných pravidiel.

Ešte pred 75 rokmi sme vesmír chápali celkom inakšie. Roku 1917 použil Einstein vlastnú teóriu relativity, aby popísal podobu a evolúciu univerza. V tom čase nikto nepochyboval, že vesmír je statický a nemenný. Einstein nasadil pôsobivý arsenál všeobecnej teórie relativity, aby tento názor podporil, ale na veľké prekvapenie sa mu to nepodarilo. Neúprosná sila pôsobiaca na každú čiastočku hmoty spôsobila, že vesmír na Einsteinovom papieri skolaboval pod ťarchou vlastnej váhy (hmotnosti). Aspoň tak to vyšlo z rovníc strapatého génia.

Einstein sa túto dilemu pokúsil elegantne vyriešiť: do rovníc pridal novú silu, ktorú pomenoval "antigravitácia". Umožnila mu prezentovať jeho matematický vesmír, práve tak večný a nemenný, ako reálny. Symbol, vyjadrujúci antigravitáciu, vyjadril veľkým písmenom gréckej abecedy – lambda (Λ). Ešte on sám nazval lambdu kozmologickou konštantou. Táto zázračná matematická barlička mala podľa veľkého Einsteina pôsobiť hocikde vo vesmíre a delikátne vybalansúvať akúkoľvek tendenciu porušujúcu gravitačnú rovnováhu, kdekoľvek by sa vyskytla.

Nenáročný pokus nám pomôže vysvetliť povahu Einsteinovej lambdy. Ohraničme kubický meter priestoru a odstráňme z neho hmotu a žiarenie. Dnes už je v našich silách vyrobiť v uzavretom priestore takmer úplné vákuum. Ibaže, ako dáky duch uprostred noci, kozmologická konštanta, milá lambda, tam bude mátať naďalej. Takýto priestor nie je vlastne prázdny, pretože lambda musí generovať akúsi tajomnú, latentnú energiu. Inými slovami: aj nič s veľkým N je ešte vždy Voľačo, po anglicky Nothing is Something.

"Einsteinov omyl" sa akceptoval až do roku 1922, keď ruský matematik Alexander Friedmann začal komponovať kozmologické modely bazírujúce na Einsteinových rovniciach, ale bez činiteľa lambda. Krátko nato všeteční teoretici, skúmajúci Einsteinov rigídny model, zistili, že je nestabilný, teda náchylný kolabovať, alebo naopak, rozpínať sa. O desať rokov neskôr Edwin Hubble objavil v spektre vzdialených galaxií červený posun, neklamný dôkaz, že vesmír nie je statický.

Prevratný objav astronóma z Mount Wilsonu bol signálom, že kozmologickú konštantu treba definitívne pochovať. Roku 1932 Einstein vyškrtol lambdu zo svojich rovníc. Dnes, desaťročia po tejto "porážke" veľkého fyzika, objavuje sa lambda čoraz častejšie v diskusiách a prednáškach kozmológov: zdá sa, že pochopenie vzniku, vývoja a osudu vesmíru sa bez nej nezaobíde.

Teória plus pozorovanie... (rovná sa...)

Friedmannov štandardný model Big Bangu bez kozmologickej konštanty sugeruje, že vek vesmíru, t_0, a hodnota vyjadrujúca jeho rozpínanie (označuje ju Hubblova konštanta H_0), vyplýva z rovnice $t_0 = 2/3\ H_0 - 1$. Podaktorí astronómovia vyjadrujú hodnotu H_0 údajom 50 $km.s^{-1}$ na megaparsek, čo je vzdialenosť 3,26 miliónov svetelných rokov. Ibaže hmotnosť pozorovaného materiálu (hmoty) blíži sa skôr k dvojnásobnej hodnote. Ak túto hodnotu dosadíme do Friedmannovho modelu, výjde nám, že vesmír nemôže mať viac ako 7 miliárd rokov. Lenže dnes vieme, že niektoré guľové hviezdokopy v našej galaxii sú podľa viacerých nezávislých meracích metód oveľa staršie: ich vek sa pohybuje medzi 12 a 18 miliardami rokov!

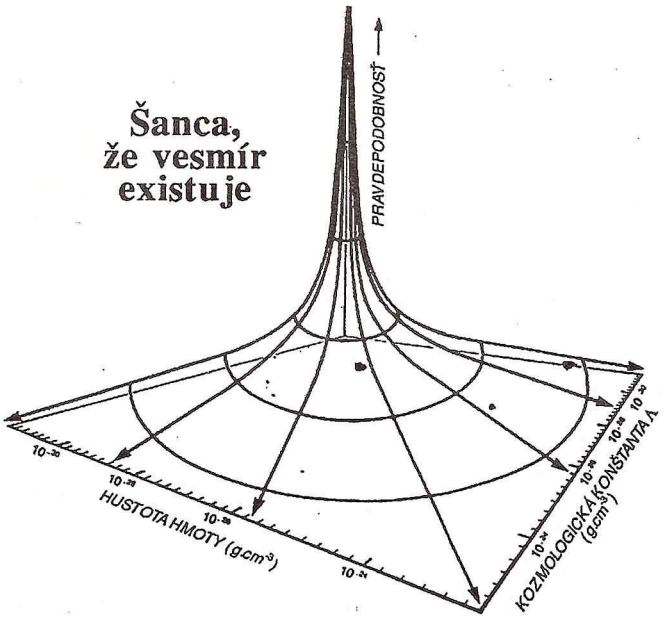
Táto diskrepancia kozmológov šokovala. Ibaže: inovovaný model – Einstein-de Sitterov – zaradil do veľkej matematickej hry opäť už dávno zabudnutú lambdu a zrazu všetko začalo do seba zapadať. Vysoká hodnota Hubblovej konštanty sa dnes pripisuje na vrub "kozmickej repulzie". Táto odpudivá sila mení potom vzťah medzi t_0 a H_0 v rovnici tak, že v danom merítku je kozmos starší, ako stanovuje Friedmannov model. V jednom riadku Einsteinových rovníc je lambda vyjadrená ako jednotka hustoty hmoty. Znamená to, že sa môžeme spýtať, do akej miery je kozmologická konštanta, ak vôbec existuje, porovnateľná s hustotou vesmíru vo forme hviezd a galaxií.

Táto starostlivá previerka dosažiteľných astronomických údajov vyrobila iba horné limity veličiny lambda. Kolíše v prijateľnom rozmedzí – od 10 % priemernej hustoty hmoty, až po niekoľkonásobok tejto hustoty.

Dve staršie štúdie ilustrujú, ako kozmologická konštanta pomáha riešiť problémy pozorovateľskej astronómie. Masataka Fukugita z Kyotskej univerzity zistil, že počet nejasných galaxií objavených prehliadkami "hlbokého vesmíru" je vyšší, ako predpovedal Friedmannov model. Pred dvoma rokmi napísal dôkladný Japonec v Astrophysical Journal Letters aj túto vetu: "Počet objavených galaxií zodpovedá iba kozmologickému modelu, ktorý je skonštruovaný pomocou primeranej kozmologickej konštanty."

Aká je hodnota primeranej konštanty? Každopádne by mala byť príliš veľká! Edwin Turner, astrofyzik z Princetonu, preveril existu-

júce, ale neúplné údaje o výskyte gravitačných šošoviek po celej oblohe. Krátko po Japoncoch publikoval v rovnakom časopise pre mnohých akomak provokatívny názor. Podľa Turnera môže byť hodnota lambdy ľubovoľne veľká, ak by napríklad zohľadňovala nadpočet gravitačnými šošovkami rozmnožených kvazarov, ktoré boli objavené a pozorované na samom okraji viditeľného vesmíru. Tak, alebo onak: ani údaje najkomplexnejšieho astronomického výskumu neposunuli hodnotu lambdy vyššie, ako je hodnota hustoty pozorovanej hmoty vo vesmíre. Ak je tomu tak, potom kozmologický model, ktorý na tejto veličine stavia, by mal byť opäť zasunutý do archívu, tým skôr, že zatiaľ nemáme presvedčivý dôkaz o tom, že lambda je rôzna od nuly. Prečo sa teda astronómovia nešťastnej lambdy nevzdávajú? Azda z piety k veľkému Einsteinovi? Kdeže: teoretickí kozmológovia ešte lambdu na čosi potrebujú, i keď už dávnejšie nie je základným stavebným kameňom ich odvážnych hypotéz.



Môže existovať bezpočet vesmírov, ale príroda podľa zákonov pravdepodobnosti zvýhodňuje len niektoré. Na obrázku je zobrazená pravdepodobnosť (existencie) rôznych typov vesmíru, definovaných hodnotou strednej hustoty hmoty a kozmologickej konštanty. Hawking a Coleman vyrátali, že najpravdepodobnejšie sú takmer prázdne vesmíry, ktoré majú i zanedbateľnú kozmologickú konštantu.

Všetko a nič

Vari pred dvoma desaťročiami začali fyzikovia pracovať na zjednotení všetkých síl a častíc vytvárajúcich náš svet. Hľadajú zázračnú formulku, matematický popis fungovania vesmírneho metabolizmu. Takáto teória všetkého by objasňovala i funkciu toho, čo ešte nepoznáme. Dokázala by vyjadriť nielen neznáme formy hmoty, ale aj základné interakcie prebiehajúce medzi nimi: gravitáciu, elektromagnetizmus, slabé a silné jadrové sily.

Navyše, zjednocujúca teória by mala zjednodušiť všetky prírodné procesy do neveľkého počtu jednoduchého stavu symetrie. Tak by sme oveľa lepšie dokázali pochopiť moc a rôznorodosť prírodných síl a rovnako i vlastností častíc, ktorými sa prejavujú.

Zmysel takejto unifikácie je dvojjediný: nestačí iba odhaliť a popísať skryté symetrie vo veľkolepej stavbe prírody, ale zároveň i nájsť fyzikálny mechanizmus ich využitia na úrovni mikrosveta. Žijeme v zložitom, komplexnom svete, plnom rôznorodých častíc a síl. Teoretici pracujúci na týchto problémoch čoraz častejšie pridávajú do svojich rovníc symboly vyjadrujúce podstatu nových (silových) polí. Vzájomné vzťahy týchto polí s kvarkami, elektrónami a ďalšími elementárnymi časticami dosiahnutie obrysov tejto symetrie znova a znova demolujú. Napríklad Higgsovo bozónové pole, ktoré roku 1970 objavili Glashow, Abdus Salam a Weinberg v ich zjednocujúcej teórii elektromagnetických a slabých jadrových síl... Toto pole malo tieto dve sily zviditeľniť na báze nízkej energie a zároveň dodať hmotu časticiam W^+, W^-, Z_0, prenášajúcim slabú silu.

Porušenie symetrie je jednoducho cena, ktorú musíme zaplatiť, keď zavádzame nové sily do matematickej mašinérie. Tie (symetriu) nielenže narušia, ale zároveň uvedú vákuum do stavu nesmierne latentnej energie, ktorá sa, napodiv, správa ako lambda v kozmologických modeloch. Rozpaky nad vzkriesením tejto nemodernej kvantity je opodstatnené, ak sa pomocou unifikovaných teórií pokúsime vyjadriť jej hodnotu. V podaktorých prípadoch je až 10^{120}-krát väčšia, ako najkrajnejšie (doteraz známe) astronomické limity.

Život fyzikov strpčuje fakt, že najlepší kandidáti Teórie všetkého sú príliš slabí na to, aby sa dokázali oslobodiť spod jej nedoziernych kozmologických dôsledkov. Tieto teórie dokážu síce celkom spoľahlivo popísať mikroskopický svet fyziky častíc, ale predpokladajú vesmír, ktorý je vo veľkých škálach naprosto iný ako ten, ktorý poznáme.

Kozmologická konštanta, či presnejšie jej nepatrnosť, ba možno i absencia v reálnom vesmíre je pre nás tak alebo onak posolstvom z hlbín času, správou, ktorá nám hovorí čosi náramne dôležité o tom, ako vytvoriť Teóriu všetkého. Pripomína nám, že prírodné symetrie na úrovni nízkych energií sa narúšajú a naviac nám nasadzuje do hlavy chrobáka, že ešte vždy nám čosi veľmi dôležité k úplnému pochopeniu fyzikálnej podstaty sveta chýba.

Wheeler, Hawking a tí ďalší...

Väčšina fyzikov očakáva, že Teória všetkého dokáže vyjadriť gravitáciu jazykom kvantovej mechaniky tak, ako sa už podarilo popísať hmotu a ostatné tri sily — silnú, slabú a elektromagnetickú. Kým sa to nepodarí, rovnice všeobecnej teórie relativity (a tým aj jej definitívna skúška správnosti) nebudú úplné. Učenci, ktorí nadviazali na Einsteina, dokázali gravitáciu (rovnako ako priestor a čas) popísať v jednoduchých geometrických symboloch, takže dnes ju vieme vyjadriť i ako zakrivenie časopriestoru.

Úplné zjednotenie, ktoré Teória všetkého predpokladá, vyžaduje previesť dialekt kvantovej hmoty a geometrického priestoru na spoločného menovateľa. Tento jazyk umožní odstrániť protirečenie (rozdiel) medzi hmotou a priestorom. Hmotu vyjadríme geometrickým symbolom a priestor dokážeme vnímať ako exotickú formu hmoty.

Problémy okolo kvantovej teórie gravitácie začali riešiť fyzici John Wheeler a Bryce DeWitt ešte roku 1960. Na ich prácu nadviazala tzv. teória superstrún, s ktorou vyrukovali John Schwartz a Michael Green o dvadsať rokov neskoršie. Podarilo sa im vyvinúť akýsi najprimitívnejší jazyk kvantovej geometrie, pričom si mnohé produktívne nápady požičali z obyčajnej kvantovej mechaniky.

Pripomeňme si, že základným princípom kvantovej mechaniky je to, že každý systém elementárnych častíc dokážeme vyjadriť matematickou kvantitou, ktorú nazývame vlnová funkcia (wave function). Túto funkciu môžeme využiť napríklad na to, aby sme predpovedali pravdepodobnosť hľadania elektrónu v obmedzenom čase a priestore okolo atómu. Vlnová funkcia je teda v istom zmysle i hodnota, vyjadrujúca neurčitý počet polôh, meranie ktorých prinesie zakaždým iný výsledok. Iba jedna z týchto polôh však môže byť pozorovaná v čase a priestore.

Podobne sa prejavuje v geometrii priestoru i kvantová gravitácia. Uvažujeme o nej iba ako o jedinej z nekonečne veľkého množstva možností. Všetky tieto možnosti však vlnová funkcia pre celý vesmír popisuje ako separátne, a teda potenciálne možné. Má teda vesmír naozaj tú podobu, v akej ho vnímame? Aký faktor podmieňuje preferenciu usporiadania univerza podľa pravidiel práve tejto, parciálnej, pre nás vnímateľnej geometrie? V kvantovej mechanike možno polohu elektrónu kdesi na obežnej dráhe okolo atómu určiť pomocou vonkajšieho elektrického poľa, ktoré naň pôsobí. To obyčajne generujú protóny v atómovom jadre. Fyzikom už dávno napadla myšlienka, či v makrosvete, "mimo vesmíru", neexistuje mysteriózne silové pole, ktoré formuje kozmos práve tak, ako ho vidíme.

Stephen Hawking, veľký mág súčasnej fyziky, pokladá túto hypotézu za nezmysel. Na-

zdáva sa, že vesmír, na rozdiel od elektrónu, ktorého pohyb riadia protóny, sa ovláda sám. Inými slovami: nepotrebuje pomoc hypotetických vonkajších silových polí na to, aby sa definoval podľa jednej z pravdepodobných možností. Silové polia, ktoré to dokážu, sú jednoducho v ňom.

Tieto silové polia sme zatiaľ neobjavili. Stane sa kozmologická konštanta otlačkom prstu, ktorý nám pomôže nájsť páchateľa — skryté silové polia? Tieto polia môžu na vesmír vplývať podobne, ako v hrnci s polievkou neznáme ingrediencie podmieňujú jej výslednú chuť. Dokážeme túto ingredienciu vesmíru odhaliť napríklad tým, že zmeriame hmotnosť hrnca? Sotva...

Po celej sérií matematických úvah dospel Hawking k názoru, že čím slabšie sú skryté polia, tým menšia bude pozorovateľná hodnota kozmologickej konštanty. Čím menšia je kozmologická konštanta, tým pravdepodobnejšia by mala byť aktuálna, viditeľná geometria vesmíru.

Toto tvrdenie možno zároveň interpretovať i takto: ak je lambda dosť veľká na to, aby ju astronómovia mohli zmerať, náš vesmír by bol nepravdepodobný. Podľa všetkého nie sme teda obyvateľmi jedného z možných vesmírov, ale plahočíme sa v stojatých vodách sveta, ktorého existencia je mizivo pravdepodobná.

Toho, kto verí, že náš vesmír je jediný, toto zistenie nijako nevzrušuje. Ak však veríme, že svet (a my v ňom) je hračkou v rukách pravdepodobnosti, potom musíme dospieť k logickému záveru: pripusťme, že existuje nekonečný počet možných vesmírov, ale rozmar prírody (či prozreteľnosti) rozhodol, že vznikol práve ten, v ktorom žijeme.

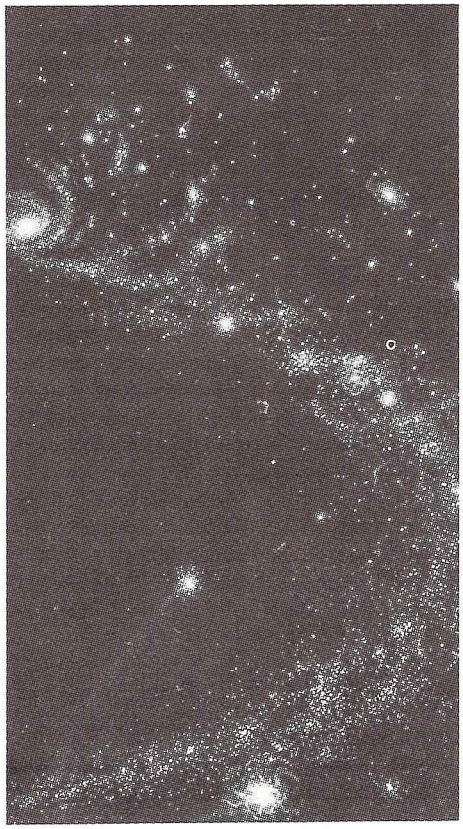
Hawkingovu logickú fantáziu však ani tento záver neuspokojil. Začal špekulovať, či si tzv. Planckov vesmír (škála 10^{-33} cm) môžeme predstaviť ako ozrutnú šumiacu vakuolu, či presnejšie spenený časopriestor, v ktorom existuje prírodný mechanizmus vrhajúci kocky pravdepodobnosti, ktorý by kozmologickú konštantu nadobro zlikvidoval.

Červie diery

Sidney Coleman, fyzik z Hardwardskej univerzity, rozvinul nedávno túto ideu do dôsledkov, ktoré prekonávajú aj najvynachádzavejšie sci-fi fantázie. Coleman pritom vyšiel z naprosto logickej úvahy: načo vymýšľať mysteriózne nové pole do arzenálu prírody? Neobjavila sa náhodou lambda v našich teóriách iba preto, lebo sme nedokázali použiť lepší model geometrie vesmíru ako nám sugeruje Planckova škála?

Pôvodné teórie o štruktúre časopriestoru vychádzali z predstavy, že sa správa ako pružné gumové vrece. Vnútorné sily hmoty a energie formovali podľa tejto predstavy časopriestor do najrozličnejších podôb. Gumový, rozpínajúci sa balón vesmíru nadobúdal všetky geometricky možné formácie, ktoré na papieri vo väčšine prípadov neprotirečili základným fyzikálnym zákonom. Do tohto pomerne primitívneho fyzikálneho substrátu sa zmestili skoro všetky konkurujúci se modely polí a symetrií, ktoré fyzici skonštruovali.

Lenže, skutošnosť je podľa všetkého oveľa komplikovanejšia. Čo ak časopriestor naozaj vypĺňa sieť tunelov spájajúcich do jedného systému viacero časopriestorov. (Pozri článok "Záhada červích dier".) Takýto vesmír by sa oveľa viac podobal na švajčiarsky syr, ako na gumový balón. Podľa Colemana práve červie diery umožňujú celý rad možných geometrických stavov vesmíru prepojených so všetkými ostatnými vesmírmi, podobne ako sa čeria vlny na hladine rybníka potom, ako doň hodíme niekoľko kameňov naraz. Zo skúsenosti vieme, že s najväčšou pravdepodobnosťou sa presadí najsilnejšia vlna, ktorú zdvihol najhmotnejší kameň. Matematici sú presvedčení, že množstvo interferujúcich čiernych dier na hladine Planckovej (dvojdimenzionálnej) škály vylučuje taký vesmír, v ktorom by kozmologická konštanta mala inú ako nulovú hodnotu.



Aké veľké musia byť červie diery, aby spôsobili takú dramatickú rázovú vlnu? Fyzici sa nazdávajú, že červie diery s rozmerom povedzme bochníka chleba, či dokonca planéty sú veľmi zriedkavé. I existencia niekoľkých je veľmi málo pravdepodobná. Ale červie diery menšie ako 10^{-33} cm môžu byť všade. A červích dier, nie väčších ako kocka cukru, môžu byť trilióny... Trilióny červích dier vznikajúcich a zanikajúcich na hladine dvojdimenzionálnej existencie. Coleman sa nazdáva, že pôsobenie týchto, pôvodne zaznávaných, červích dier na geometrickú štruktúru vesmírnych síl lambda by malo nulovú hodnotu. Inakšie by sa latentná energia časopriestoru prezradila merateľnou hodnotou kozmologickej konštanty!

Vloženie červích dier do časopriestoru vylučuje, že by náš vesmír mohol kedykoľvek existovať nezávisle. Naopak: od jeho zrodu ho ovplyvňovali iné časopriestory, prízračné matematické vesmíry, s ktorými nebudeme môcť nikdy priamo komunikovať.

Najpravdepodobnejšie z týchto vesmírov majú hodnotu lambda blízko nuly a v tomto stave sú schopné vytesniť všetky konkurujúce si vesmíry. Bizardná forma kvantovej demokracie spôsobila, že náš vesmír bol prinútený podrobiť sa väčšine a vyvinúť sa do vysokopravdepodobného stavu, ktorý pozorujeme dnes, hoci dosažiteľnými prostriedkami nie sme zatiaľ v stave kozmologickú konštantu zmerať.

Happy end

Červie diery? Vlnové funkcie? Skryté polia? Odpoveď na otázku, aká malá je kozmologická konštanta, ba či vôbec existuje, zaviedla nás na najhlbšieho labyrintu abstraktného myslenia. Nie je vylúčené, že ani väčšina fyzikov všetko, čo sme uviedli, celkom nechápe. Nezúfajte preto, zvlášť keď na základnú otázku existuje možno aj jednoduchšia odpoveď.

To, prečo náš vesmír vyzerá tak, ako vyzerá, vysvetľuje najľudskejšie prostý fakt našej tajomnej existencie. Niet pochýb, že základné konštanty, určujúce rozmery a dynamiku vesmíru, sú sila gravitácie a rýchlosť svetla. Keby tieto konštanty boli iné ako tie, ktoré sme namerali, vesmír by nebol vhodným prostredím pre život v takej forme, ako ho poznáme.

Na tomto predpoklade je postavená teória atropického princípu, ktorý tvrdí, že veci sú také aké sú preto, že sme tu, aby sme ich skúmali práve tak, ako ich skúmame. Antropický princíp nám pomôže vyriešiť aj problém lambdy. Podľa Stevena Weinberga by sme kozmologickú konštantu, rovnako ako iné parametre vesmíru, mali považovať za "danú", a nie odvodenú z teórie. Weiberg tým chce povedať, že lambda musí mať nepatrnú hodnotu v každom vesmíre, v ktorom sa môže vyvinúť život schopný diskutovať o jej hodnote. Vesmír, v ktorom by to neplatilo, by sa vyvíjal príliš rýchlo na to, aby sa hmota mohla premeniť na atómy, planéty, hviezdy, či živé bytosti.

Happy-end tejto nezvyčajnej histórie nebude možné napísať skôr, kým si nebudeme môcť overiť všetky hypotézy priamo. Hawking pripustil existenciu kozmologickej konštanty, ale musel stvoriť kvôli tomu nové silové pole. Iní fyzici sa nazdávajú, že by sme sa mali bez tohto poľa predbežne zaobísť, zvlášť ak fyzikálne dôsledky jeho stvorenia — merateľná sila — sa iba ťažko dajú odlíšiť od nuly.

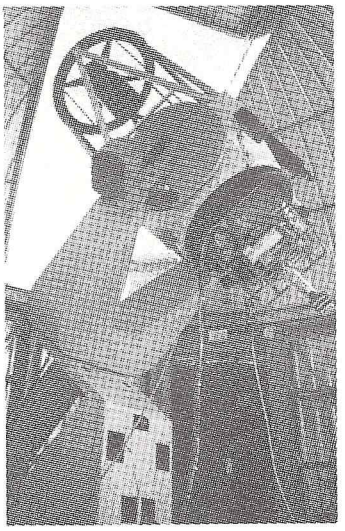
Možno je predčasné definovať lambdu ako novú konštantu v prírode. Na druhej strane, ak by jej hodnota nebola blízko nuly, podľa antropického princípu by sme tu neboli.

"Najväčší omyl" geniálneho Einsteina, spáchaný na samom začiatku storočia, morí fyzikov i astronómov aj na jeho sklone. Kto by bol povedal, že čosi, čo možno ani neexistuje, spôsobí toľko enormných problémov...

Podľa Sky and Telescope pripravil Eugen Gindl

Na La Silla i jinde

V nedávné době jsem měl příležitost navštívit několik zahraničních observatoří. Přesněji — nejen navštívit, ale i měřit tam dle svých programů. Šlo hlavně o fotometrii zákrytových hvězd raných typů a i jejich spektroskopii.

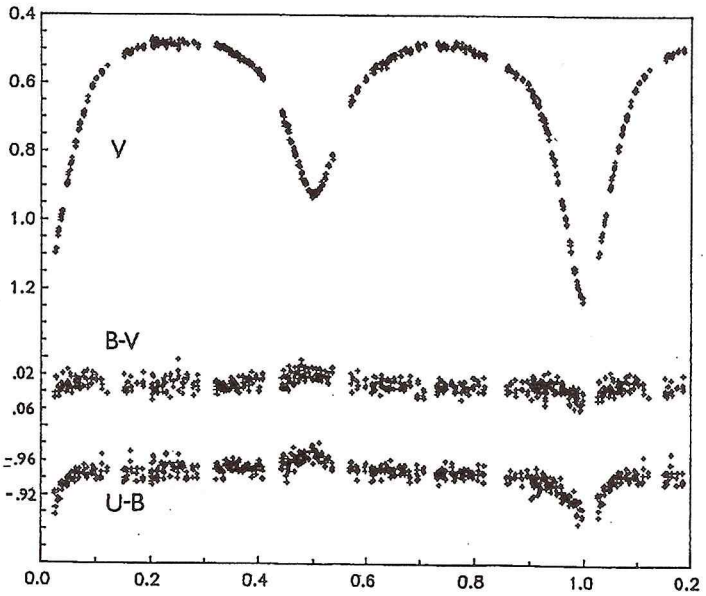


Ďalekohľad s priemerom zrkadla 80 cm s 15-kanálovým fotometrom je hlavným prístrojom univerzitného observatória na Wendelsteine.

Nejblíže byla observatoř mnichovské univerzity Wendelstein v německých Alpách. Silně připomíná observatoře v Tatrách — z lázeňského městečka Bayrischzell se sto metrů pod vrchol dostanete lanovkou, na samotný vrchol ve výšce 1838 m pak pokračujete ještě výtahem ve skále. Výtah není pro turisty — ti si mohou vybrat mezi krátkou strmou nebo pohodlnou delší stezkou.

Wendelstein byla významná koronální observatoř; sluneční výzkum se ale přestěhoval na Kanárské ostrovy, a tak stelární astronomové využili uvolněnou budovu k instalaci 80 cm teleskopu. Teleskop je vybaven fotometrem pro současné měření tří objektů v pěti oborech (UBVRI) — fotometr tedy má patnáct fotonásobičů. Oněmi třemi objekty jsou zpravidla proměnná a srovnávací hvězda a obloha. Přímo v ohnisku dalekohledu lze vyvrtat masku, do níž se zasadí konce skleněných vláken — ty odvádějí světlo ke spektrografu, v němž dochází k rozkladu do zmíněných oborů. Změna masky je obtížná a měřit více proměnných během noci prakticky nejde. Součástí fotometru je pohyblivá TV kamera, která pointuje dalekohled podle zvolené jasnější hvězdy. Teleskop i fotometr jsou značně automatizovány, přesto — nebo právě proto — práce vůbec není jednoduchá a nebýt pomoci zkušenějších, nebyl bych měření zvládl: obsluhujete tři počítače, každý pracuje pod jiným systémem, a sledujete jedenáct monitorů... Výsledky jsou ale skvělé: cirry nevadí! Na jednom z monotorů vidíte, jak při mracích dochází k poklesu jasnosti proměnné i srovnávací (svítí-li Měsíc, narůstá přitom jasnost oblohy), jejich poměr se ale nemění. V současnosti se testuje zdokonalená verse fotometru, v němž jsou celkem čtyři vlákna nastavovatelná motoricky, a jako detektor slouží zesilovač jasu s polohově citlivou anodou, takže se vlastně dělá spektrofotometrie.

Při návratu mi u auta praskla hadice chlazení přímo na břehu Isaru v Mnichově, takže jsem při doplňování vody shledal, že naši bavorští sousedé nerozlišují oblečené a nuda pláže (tj. nejen nahoře bez) ani v centru města. Řada pánů na můstku nad koupalištěm asi nepostávala náhodně; já nepostával, já doplňoval chladič.



Obr. 1: **Světelná křivka AB Cru. Vyneseny jsou rozdíly magnitud AB Cru minus HD 106308.**

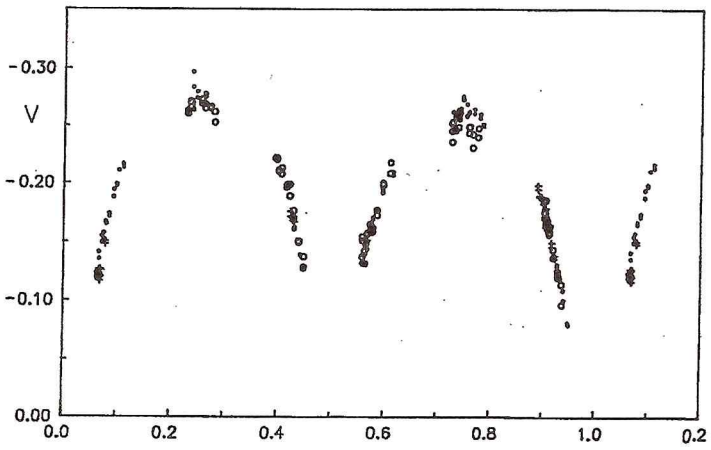
* * *

Trochu vzdálenější byla observatoř Kryonerion na Peloponésu. Navštívila ji už řada kolegů z Ondřejova, jeden mi říkal, že tamním zařízením nelze měřit, protože se dalekohled nedá spolehlivě nastavit; druhý, že citlivost fotometru se dá měnit jen změnou napětí na fotonásobiči (což je pro slušnou fotometrii nepřijatelné); další, že centrování hvězdy ve fotometru je prakticky nemožné. Já si ovšem věřil, přece při mých zkušenostech to zvládnu. Jenže — všichni měli pravdu, a byly i další problémy. Teleskop Grubb-Parson o průmětu 120 cm je poměrně moderní, z roku 1975; stejný byl předtím postaven ve Viktorii v Kanadě, a díky dr. Harvey Richardsonovi (několikrát navštívil Československo) dává vynikající výsledky ve spektroskopii. Při práci u řeckého teleskopu záhy zjistíte drobný detail — fotometr při zamíření do zenitu naráží do podlahy, a to tam ještě máte být vy. Většina měření se tedy děje vleže. Observatoř je na to vybavena, pozorovatel má k dispozici matraci. Ovládací pult teleskopu je u okraje kopule — je sice pojízdný, ale jste upozorněn, že kontakty nejsou právě dokonalé, takže raději s pultem nehýbat; no a ovládání fotometru je zase někde jinde. Tedy každou minutu, spíše ale častěji, k zemi, vztyk a pochod. Poprvé v životě jsem tak využil toho, co jsem se učil na vojně (pardon, podruhé: jednou se mi hodilo, že umím mariáš...). Podobně jako pro průjezd Mnichovem, i pro návštěvu Kryonerion jsem si vybral správný čas: v okolí dozrávalo víno a správce observatoře mi nosil spousty báječně chutných hroznů.

Podnebí Peloponésu je ovšem pro středoevropského astronoma velmi lákavé, v mém případě bylo osm nocí z devíti jasno nebo téměř jasno. Rádi bychom proto ve spolupráci s řeckými kolegy teleskop a fotometr zlepšili. Prvním krokem by mělo být odstranění vůlí v chodu dalekohledu, následovat by mělo dodání slušného fotometru a měla by se pořídit i mimoosová pointace (běžně zvaná "off-set TV guider") s malou pohyblivou CCD kamerou - pak by odpadla i ona tělesná cvičení.

* * *

Observatoř La Silla, patřící European Southern Observatory (ESO) se sídlem v Garchingu u Mnichova, je někdy nazývána největší observatoří světa. Důvodem je patnáct teleskopů, z toho tři už slušně velké (dva optické a jeden pro milimetrové vlny). Pro astronomy osmi západoevropských zemí je práce na ní rutinní, někdy snad až i obtížná záležitost. Díky tomu kolegové ze SRN, s nimiž trochu spolupracuji, doporučili, abych v přiděleném čase v únoru a březnu byl pozorovatelem já, konec konců jsem navrhl pozorovací program. ESO si vyžádala podrobné zdůvodnění, nakonec ale mou osobu akceptovala (na místě jsem viděl, že astronomů z nečlenských zemí ESO se na La Sillu dostane dost, právě díky podobné spolupráci). Astronomové z nečlenských zemí ovšem mohou žádat pozorovací čas, ale musí si platit cestu i pobyt — to by v mém případě představovalo asi 5000 DM, tedy částku pro mého zaměstnavatele vysokou.



Obr. 2: **Světelná křivka QZ Car. Vyneseny jsou rozdíly magnitud QZ Car minus HD 93131.**

Organisace dopravy a pobytu astronomů na La Silla jsou dokonalé. V Santiagu čeká na letišti taxi, ubytování v pensionu ve španělském stylu se stinným patiem, bazénem, skvělou kuchyní a chilským vínem... Druhý den odlet do La Sereny a odvoz na kopec — stopadesát km naprostou pustinou. Jede se vlastně po "Panamerican Highway", projíždějí tudy většinou kamiony s rudou. Neznám statistiky, podle dojmu je snad úroveň Chile srovnatelná s Rumunskem. Jak je zřejmé ze stanic metra v centru Santiaga, dbají tu na vzdělání: stanice jsou Universidad de Chile — Universidad Santiago — Universidad catolica. Na kopci opět výborné ubytování a dokonalá kuchyně. Jsou sice čtyři hlavní jídla — snídaně, oběd, večeře a půlnoční jídlo (to si můžete objednat a je vám doručeno k dalekohledu), ale vlastně můžete přijít kdykoli a vzít si cokoli včetně zmrzliny a ovoce. V pokoji i kopuli samozřejme plná chladnička koly. Je-li vám přidělen dalekohled vzdálenější, máte nárok na auto.

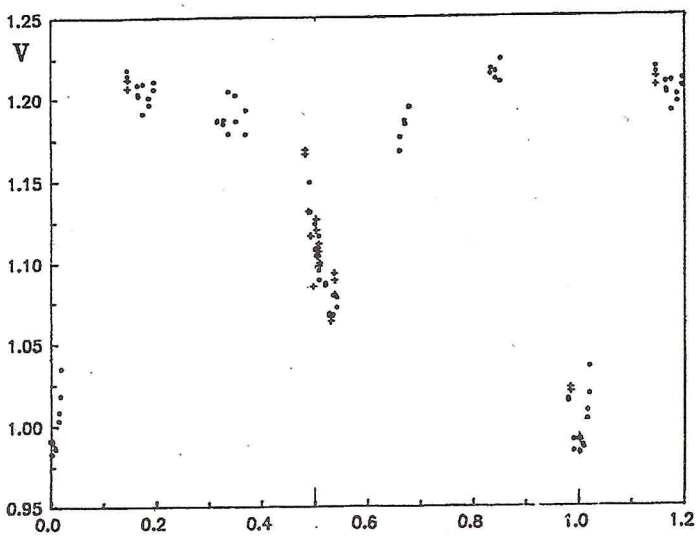
My měli přiděleno šest nocí na 152 cm teleskopu a dvanáct na 50 cm. Na větším teleskopu bylo v programu získání spekter některých raných dvojhvězd a spekter hvězd podezřelých z dvojhvězdnosti. Spektrograf Echelec zachycuje spektrum jen v délce 27 nm, lze ovšem volit střed této oblasti. Volba není snadná pro astronoma ($H\beta$ je určitá jistota, ale pro radiální rychlosti jsou vhodnější čáry He II) a viděl jsem, že není snadná ani pro technika — celé odpoledne nastavoval a zaostřoval žádanou polohu. Echelec prostě není to nejlepší v současné technice, což se ukázalo i během pozorování. To, že při rozjezdu kopule hvězda na štěrbině pěkně zakmitá, je ovšem vina toho, že pavilon teleskopu je třípatrový a spektrograf nemá samostatný základ. Vinou echelecu není ani to, že použitý čip CCD má vadný sloupec (přirozeně tam, kde byla naše nejdůležitější čára) a řadu dalších kosmetických nedostatků; jeho vinou ale určitě je, že obsahuje, včetně dalekohledu, 18 optických rozhraní, na nichž dochází ke ztrátám světla. I když zatím naše spektra nejsou zpraco- vána, zdá se, že mají asi srovnatelný šum (při podobné dispersi a jasnosti objektu) jako fotografická spektra z dvoumetru v Ondřejově — neb tam těch rozhraní je jenom 10.

Echelec je coudé spektrograf a práce tedy připomíná práci s jakýmkoli jiným coudé spektrografem — je to pohodlí. Dalekohled najede na hvězdu celkem slušně a sledujete ji na štěrbině pomocí TV kamery. Překvapuje, že pointace není automatická (dobrou automatickou pointací byl vybaven ondřejovský dvoumetr už v r. 1967). Ale na La Silla je pointace úkolem nočního asistenta, takže astronom si může během měření klidně prohlížet své minulé exposice.

Úplně jiné to je u 59 cm dalekohledu. Ten především dobře kompensuje má cvičení v Kryonerion: i když je objekt v zenitu, musíte na žebřík (takže dost těžko chápu, že u instalace obou teleskopů byl jistý významný francouzský astronom). A poklus k ovládacímu panelu, ten je tady pro jistotu nepohyblivý. Takže spousta ztrátového času. Dalekohled i fotometr už hodně pamatují, možná i řízení je původní. Počítač tedy občas vypadne, servis je ale dokonalý, po zatelefonování (page) ihned přijede několik techniků a může se poklusávat dále. Mimochodem, celé zařízení je trvale zapnuto. Na počasí jsem měl štěstí i zde. Špatná byla jediná noc — poslední —, a bylo to snad dobře, únava byla velká.

Z uvedeného je zřejmé mé doporučení kolegům, kteří uvažují o pozorování na La Silla: nežádat čas u 59 cm ani 152 cm teleskopu, ale u 350 cm NTT, eventuelně u 360 cm. Ty jsou totiž vybaveny špičkovým příslušenstvím a kvalitními CCD. Gigantický úkol, který na sebe ESO vzala rozhodnutím o stavbě VLT, asi nedovoluje udržovat vybavení i menších přístrojů na nejvyšší úrovni. Otázkou ovšem je, bude-li onen pozorovací čas přidělen...

Zpracovat fotometrii je jednodušší než zpracovat spektra, takže lze nabídnout několik výsledků

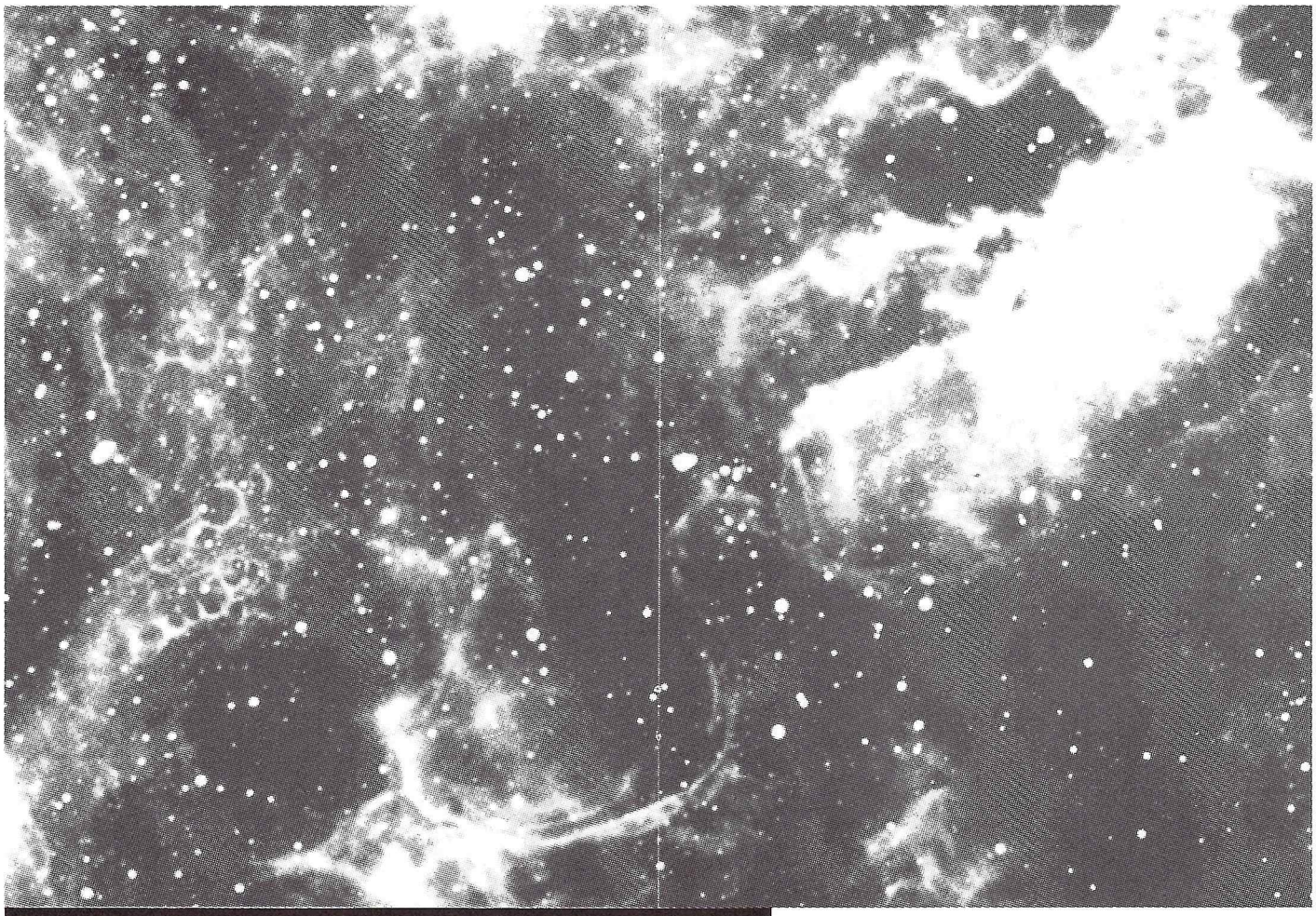


Obr. 3: **Světelná křivka HD 152248. Vyneseny jsou rozdíly magnitud HD 152248 minus HD 152147.**

New Technology Telescope, známy NTT s priemerom zrkadla 358 cm, s adaptívnou optikou a s modernými prídavnými zariadeniami postavenými výlučne na báze elektroniky je v súčasnosti najlepším pozemským optickým ďalekohľadom. Starostlivosť o takýto komplikovaný prístoj však pociťujú pozorovatelia pri menších prístrojoch ESO na La Silla.

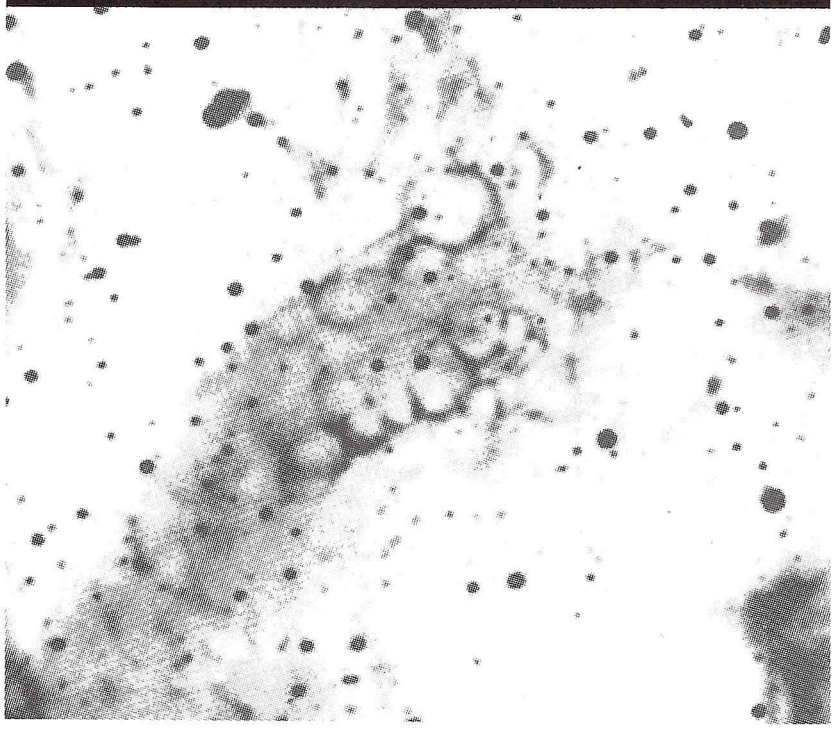
z La Silla. Na obr. 1 je světelná křivka dvojhvězdy spektrálního typu O8 — takových moc není — **AB Cru**; díky "rozumné" periodě 3,41 dne je křivka téměř úplně pokrytá. Jasnost v maximu je u této hvězdy V = 7,9; ve světelných křivkách jsou zahrnuta i měření získaná kolegou R. Lorenzem v květnu t.r. Předběžné řešení křivky ukazuje, že se jedná o polodotykovou soustavu, kdy sekundár vyplňuje Rocheovu mez; většina raných těsných dvojhvězd je podobná. Na obr. 2 je světelná kivka **QZ Car** (O9 III, v max. V = 6,2) — v tomto případě je perioda bez dvou minut šest dní, takže v pokrytí celé křivky je nutná mezinárodní spolupráce; např. minima budou dostupná v r. 1993 z Austrálie, v r. 1994 z Nového Zélandu, a pak pár let jen z Antarktidy, pokud zůstáváme na pevné zemi. A konečně na obr. 3 je světelná křivka jedné z nejjasnějších hvězd výrazné hvězdokupy NGC 6231, hvězdy **HD 152248**. Je v maximu ještě jasnější než QZ Car a technik, který mě uváděl k 50 cm teleskopu, vůbec nebyl nadšen tím, že hodlám měřit tak jasnou hvězdu, jasnost byla na hranici přípustnosti. O hvězdě je dlouho známo, že je proměnná a že je to spektroskopická dvojhvězda, dosud uváděné periody se ale ukázaly být chybné (skutečná perioda je 5,816 dne) a světelná křivka ještě publikována nebyla. Je zajímavé, že dráha je excentrická, viz posuv sekundárního minima mimo fázi 0,5. To, že jde o člena hvězdokupy, znamená, že známe vzdálenost, a proto z rozměrů bude možno určit efektivní teplotu hvězdy — u tak žhavých hvězd je v teplotách dosud velká nejistota. Členství ve hvězdokupě znamená i znalost stáří hvězdy, což pomůže při rozhodování o mechanizmech vedoucích k cirkularizaci oběžných drah raných dvojhvězd.

Pavel Mayer



Včelí plást

(vo Veľkom Magellanovom oblaku)



Prekrásny záber, ktorý vidíte na fotografii, urobil NTT približne pred rokom. Wang a Wempler dosiahli toto neslýchané rozlíšenie vo svetle $H\alpha$, pričom pozorovaný sektor exponovali rovných 10 minút. Cieľom pozorovania bolo preskúmať medzihviezdny materiál päť rokov po výbuchu supernovy SN 1987A. Čudesná, plástovitá hmlovina na prvej, negatívnej snímke, ocitla sa na obrazovke CCD (spojenej s EMMI) iba náhodou. Jasne na nej rozoznáte približne desať kruhovitých útvarov. Tieto zhrčené očká majú priemer okolo 12 oblúkových sekúnd, čo vo vzdialenosti Veľkého Magellanovho oblaku znamená rozmer okolo 3 parseky. Čo je na zoskupení týchto záhadných očiek najzaujímavejšie:

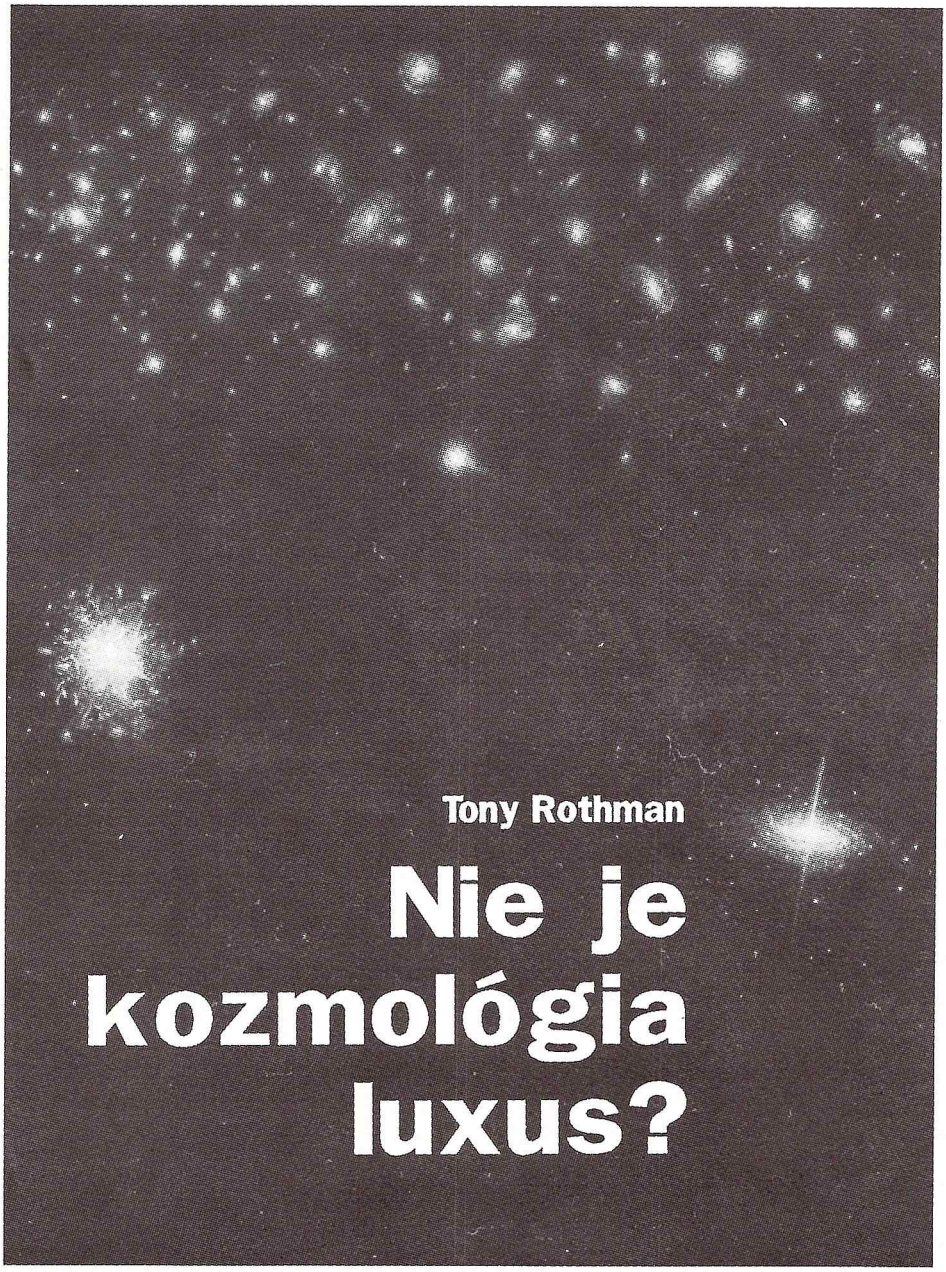
1. Bubliny sú nahustené pozdĺž vláknitej hmloviny, dlhej 1,5 oblúkovej minúty a širokej 30 oblúkových sekúnd.
2. Bubliny majú približne rovnakú veľkosť.
3. Všetky sú sformované do kruhovitých útvarov.

F. D. Kahn ich výstižne pomenoval Honeycomb, po slovensky Medový (či včelí) plást. Bubliny boli pozorované aj na iných vlnových dĺžkach (O III, 507,7 nm).

Bubliny nie sú v zoskupeniach medzihviezdnej hmoty nijakou zvláštnosťou, tobôž nie vo Veľkom Magellanovom oblaku. Pozoruhodné je práve ich nakopenie na relatívne "neveľkom" priestore 30—40 parsekov. Hvezdári sa nazdávajú, že sú buď produktom vybuchujúcich supernov, alebo ich sformovali hviezdy asociácie OB. Celý rad špeciálne filtrovaných záberov tejto oblasti odhalil v bezprostrednom susedstve plástov husté zoskupenia hviezd. Zdá sa, že "včelami", ktoré malebný honeycomb vyrobili, je roj hviezd v tejto oblasti VMO. Kruhové štruktúry formuje podľa všetkého hviezdny vietor týchto hviezd.

Ak sa dokáže, že "Včelí plást" je naozaj produktom hviezdnej aktivity, potom budú musieť stelárnici objasniť celý rad záhad. Záhadou je, prečo sú si bubliny plástu také podobné. Najjednoduchším vysvetlením by bolo, že ich "materské hviezdy" vznikli v rovnakom čase, že majú približne rovnakú hmotnosť, pričom sa vyvíjajú podľa rovnakého scenára. Hvezdári tušia, že podrobné štúdium tejto rovnorodej hviezdnej formácie môže priniesť senzačné výsledky.

ESO Mes. No. 69



Tony Rothman

Nie je kozmológia luxus?

Zapadá Big Bang, najstaršia udalosť akú poznáme, do nových súčasných predstáv o vesmíre? Kozmológovia tvrdia, že keby Big Bangu nebolo, museli by sme si ho vymyslieť.

Dobrí spisovatelia sci-fi vedia, že prostredie, do ktorého zasadia svojich hrdinov, má na samotný príbeh veľký vplyv. Ak si, napríklad, vymyslia planétu s oveľa silnejšou gravitáciou ako je pozemská, budú musieť vymýšľať tvorov s nevysokým, statným telom a silnými, svalnatými rukami a nohami. V takomto svete lietajúce stroje možno nikdy nevymyslia. Ak sa fiktívna planéta podobá napríklad Venuši, neustále zahalenej hustými oblakmi, jej obyvatelia iba málokedy pozrú na oblohu; astrológia, či astronómia by tu mohli vzniknúť až vtedy, keď by vonkajší svet za oblakmi zviditelnili povedzme rádioteleskopy. Konštruktéri iných planét či ďalekej budúcnosti musia postupovať náramne uvážlivo. Veď aj na planéte s veľmi zamračenou oblohou môžu existovať prílivy a odlivy; jej obyvatelia, možno oveľa zdĺhavejšie, ale nakoniec predsa prídu na to, že planéta má nejaké mesiace a otáča sa okolo nejakého Slnka. Nové objavy však budú asi len náhodné, pretože koho by bavilo mapovať rádio- či gamateleskopmi takú nezaujímavú oblohu. A keby aj takáto astronómia vznikla, "obalená civilizácia" by mala podľa všetkého úplne iné predstavy o okolitom vesmíre, ako máme my.

Takéto veci mi prichádzali na um, keď som uvažoval o tom, kedy a do akej miery sa môže rozvinúť veda, ktorej hovoríme kozmológia. Zdá sa, že "epocha observačnej kozmológie" nie je rovnako dlhá ako dejiny vesmíru. V minulosti bolo veľmi obtiažne a snáď aj nemožné študovať kozmologické problémy. A vo vzdialenej budúcnosti to pravdepodobne opäť nebude možné.

Na počiatku bolo...?

Predstavme si, že môžeme pozorovať vesmír už veľmi skoro po Big bangu. "Veľmi skoro" tu znamená obdobie od prvého dňa do konca prvých 100 000 rokov. Aké uzávery by sme mohli urobiť o našom okolí?

Veľa by ich asi nebolo. Ak by sme mali "kozmický teplomer", určite by sme zistili, že vesmír sa rozpína, pretože jeho teplota by veľmi rýchlo klesala. Rýchlo by sa zmenšovali i hustota a tlak v okolitom priestore. Teplota vesmíru bola vlastne teplotou žiarenia "ohnivej kozmickej gule", ktorá ostala po Big Bangu vo vesmíre. Je to teplota toho istého žiarenia, ktoré teraz (po 10 až 20 miliardách rokov) nazývame kozmickým (mikrovlnným) reliktovým žiarením. Toto žiarenie pozorujeme na vlnovej dĺžke zodpovedajúcej teplote 2,7 kelvina. (Prvý deň po Veľkom tresku bola teplota žiarenia asi 30 miliónov kelvinov, na polovicu klesla v priebehu ďalších štyroch dní.) Fakt, že teplota bola až taká vysoká znamená, že toto žiarenie by sme nemohli pozorovať ako mikrovlnné (čo sú pomerne chladné balíčky energie — tzv. fotóny), ale iba ako mäkké, röntgenové žiarenie (relatívne horúce fotóny).

Okrem tohoto žiarenia bolo jedinou látkou vo vesmíre zopár protónov, nejaké deutérium a hélium. Boli to ľahké izotopy, ktoré sa vytvorili v prvých troch minútach po Big Bangu. Tento čas bol obdobím, v ktorom bola teplota dosť vysoká na to, aby prebiehali jadrové reakcie meniace neutróny a protóny na ťažšie izotopy. Zároveň to bolo obdobie dosť chladné na to, aby sa novovytvorené prvky nemohli ihneď rozpadnúť na pôvodné protóny a neutróny. Táto primordiálna nukleosyntéza spracovala zhruba 25 % hmoty vesmíru na obvyklú formu hélia, na hélium-4. Len malý zlomok látky — asi 1/100 000 — ostal vo forme deutéria a asi by sa už našli aj malé stopy ďalších ľahkých izotopov ako je hélium-3 a líthium. Prevážna väčšina látky vesmíru — zvyšujúcich 75 % — ostala vo forme nepremenených vodíkových jadier — protónov.

Existenia kozmického reliktového žiarenia a istého prebytku primordiálnych ľahkých izotopov sú v podstate kľúčovým dôkazovým materiálom, pomocou ktorého súčasní kozmológovia najradšej dokazujú teóriu Big Bangu. Bez týchto dôkazov by Big Bang dokázať nemohli. Družica COBE (Cosmic Background Explorer) od roku 1989 niekoľkokrát potvrdila (pozri článok Vesmír po Cobe v tomto čísle), že reliktové žiarenie má energetické spektrum žiarenia čierneho telesa, presne také, aké predpovedal štandardný model Veľkého tresku. V súčasnosti je vôbec veľmi obtiažne navrhnúť iné vysvetlenie existencie reliktového žiarenia ako je práve model Big Bangu. Každopádne reliktové žiarenie i prebytok izotopov boli v začiatkoch vesmíru ešte výraznejšie, vtedajším astronómom by sa teda teória Veľkého tresku vytvárala ľahšie.

Pravdaže, možnosti astronómov v protovesmíre by boli veľmi obmedzené. Galaxie, hviezdy a planéty vtedy ešte neexistovali. Navyše v horúcom vesmíre bol priestor tak prehustený röntgenovými fotónmi, že kvôli neobyčajne častým vzájomnm zrážkam by sa ďaleko nedostali. Pri 30 miliónoch kelvinov letí fotón iba sto až tisíc kilometrov. Model vesmíru v plienkach by bol teda náramne primitívny: bola by to ohnivá guľa s polomerom zhruba 1 000 km. Za touto hranicou by už astronómovia nemohli pozorovať, ak by len medzitým nestihli vyvinúť neutrínovú astronómiu. (Neutrína sú malé, ľahké častice, ktoré sa len zriedka zrážajú medzi sebou alebo s inými časticami. V čase, keď je vesmír starý asi 1 sekundu, neutrína už v podstate neinteragujú s nijakými inými časticami.) Keby teda naši astronómovia vedeli nejako zachytávať neutrína, mohli by získať informácie z veľmi vzdialených oblastí (aj období) vesmíru. To je však dosť neľahká úloha, pretože neutrína veľmi neochotne

interagujú s inými časticami, čo konštruktérom neutrínového detektora neobyčajne sťažuje prácu. Neutrínová astronómia je zatiaľ dosť primitívna: jej najväčším úspechom bola detekcia neutrín zo supernovy 1987A.

Priestor (kelviny) a čas

Stotisíc rokov po Veľkom tresku je situácia už o niečo povzbudivejšia. V skoršom období bol vesmír ešte taký horúci, že tepelná pohybová energia elektrónov bola vyššia ako príťažlivé elektrické sily medzi elektrónmi a protónmi. V tom čase sa elektróny pohybovali príliš rýchlo na to, aby mohli interagovať s protónmi a vytvoriť atómy. Oba typy častíc sa pohybovali nezávisle a primordiálna polievka bola teda vysoko ionizovaná. Keď však teplota klesla pod 10 tisíc kelvinov, energia tepelného pohybu elektrónov sa znížila natoľko, že elektróny sa už mohli usadzovať na väzobných orbitáloch protónov. Tento proces sa zavŕšil pri teplote 4 tisíc kelvinov.

Neutrálne atómy už nerozptyľujú svetlo tak dobre ako atómy ionizované, takže chladnúci vesmír čoraz lepšie prepúšťa svetlo, je priehľadnejší, ale

astronómovia by aj tak veľa nevideli. 100 000 rokov po Big Bangu sa v primordiálnom plyne ešte len začínajú vytvárať prvé uzlíky a víry, z ktorých raz snáď budú galaxie.

Keď teplota klesne na úroveň 10 kelvinov, znudení astronómovia by ožili. Pozorovateľný vesmír má už miliardu rokov a dorástol na pätinu svojej súčasnej veľkosti. Pravdepodobnosť, že by sa stihol vyvinúť akýkoľvek druh života, je mizivá. O planétach ešte nie je ani chýru, ani slychu. Možno, že sa ešte nestihli vytvoriť ani galaxie, ba dokonca ani najranejšie hviezdy, ktorým dnes astronómovia hovoria hviezdy III populácie. Najstarší kvazar, ktorý sme zatiaľ našli, pochádza asi z tohoto obdobia a astronómovia sa domnievajú, že sotva nájdu väčšie množstvo ešte starších objektov. Ak život v tomto mladom vesmíre už existoval, pre pozorovateľa by to bola v podstate stále nuda. Najväčším handycapom vtedajších kozmológov-pozorovateľov bolo, že sa ešte nedali merať červené posuvy kvazarov a galaxií. Iba svetlo z objektov, ktoré sa pohybovali smerom k nim, bolo modrejšie, svetlo z objektov letiacich od nich zasa červenšie. Fakt, že pri väčšine galaxií môžeme dnes pozorovať červený posuv, je hlavným dôkazom, že náš vesmír expanduje. Tento dôkaz v tom čase nebol pri sebalepšej technike preukázateľný.

Vesmír starý 1 miliardu rokov by už bol pre svetlo priehľadný, ale pretože v ňom neboli ešte "normálne" galaxie a bolo tam iba zopár kvazarov — červený posuv — kľúč k rozriešeniu záhady Veľkého tresku ešte chýbal. Astronómovia by už síce mohli zmerať teplotu reliktového žiarenia, ale nemohli by priamo zmerať rýchlosť, akou klesá teplota okolitého priestoru. V tejto etape vývoja vesmíru mení sa jeho teplota badateľne až po uplynutí niekoľkých miliárd rokov. Celé generácie astronómov by merali konštantnú teplotu a len s istou dávkou šťastia by mohli uhádnuť, že žiarenie kozmického pozadia je stopou po Big Bangu. V každom prípade v tomto období existenie vesmíru prebiehajú najrôznejšie procesy súvisiace s tvorbou galaxií. Tieto procesy produkujú také množstvá energie, že žiarenie pozadia by sa v nich úplne stratilo.

Je možné, že tajomstvo Big Bangu by prezradil aj prebytok hélia, deutéria a ostatných ľahkých izotopov. Tieto izotopy, ktoré vznikli po prvých troch minútach, by ešte neboli v pôvodnej (primordiálnej) surovine prvých (najstarších) hviezd a galaxií, pretože by ostali v pôvodnom pobigbangovom prebytku. Ak by kozmológovia už vtedy mohli modelovať primordiálnu nukleosyntézu na počítači, potvrdilo by sa im, že štandardný model Big Bangu je schopný vytvoriť pozorované množstvá takýchto izotopov. Inými slovami: ľahké izotopy sú akousi skúškou správnosti tvrdenia, či sa Big Bang konal.

Pravdaže, iba z nášho pohľadu. Dokázali by sa správne zorientovať hypotetickí astronómovia? Ak sa vrátime čo len na začiatok 20. storočia, zistíme, že by to nedokázali. Už vtedy sa merali galaktické červené posuvy, ale či to naozaj znamená, že sa vesmír rozpína, nikto nevedel. V oveľa zamotanejšej situácii (vo vesmíre starom "len" 1 miliardu rokov) bolo asi veľmi nepravdepodobné, že by sa niekomu podarilo navrhnúť aspoň trochu realistický model vesmíru.

Treba však rovno povedať, že podobne ako sme si v prvom dni po Veľkom tresku predstatovali vysoko hypotetických astronómov, ani v tomto, o niečo staršom vesmíre, by ich existencia nebola veľmi pravdepodobná (presvedčivá). Jednu miliardu rokov po Big Bangu by život ešte nemohol existovať. Ale aj keby už nejak existoval, svoje pozorovateľské ambície by musel krotiť. Pozorovanie reliktového žiarenia a prebytku izotopov (čo sa dá urobiť spektroskopicky) nutne vyžaduje vhodné detektory. A detektory (ďalekohľady a spektrometre) sa tradične stavajú z ťažších prvkov, ktoré vznikajú jadrovými reakciami vo hviezdach. Pretože v mladom vesmíre existuje zatiaľ iba "málo" hviezd (ak už vôbec vzniknúť stihli), detektorov bude ako šafránu a kozmológia bude v plienkach, ak by len dáky génius nedokázal postaviť prístroje z vodíka, deutéria, hélia s nepatrnou prímesou lítia.

Čoraz menej (nových) hviezd

Dnes, miliardy rokov po Big Bangu, žijeme v období, ktoré je pre observačnú kozmológiu priaznivé. Máme dosť ťažkých prvkov, máme detektory žiarenia, máme aj údaje o vesmíre vzdialenom v čase i priestore. Dokedy ešte potrvá boom súčasnej pozorovateľskej kozmológie?

Budúcnosť kozmológie bude zrejme oveľa zaujímavejšia ako jej minulosť. Predstavme si, že život bude ďalej pokračovať až do zatiaľ neurčenej budúcnosti, že vesmír sa bude vyvíjať ešte takých 300 miliárd rokov (to je asi 20- až 30-násobok jeho terajšieho veku) a že sa rozvinie na 10-násobok svojej súčasnej veľkosti. Dnešní astronómovia vedia, že tvorba nových hviezd sa spomaľuje, pretože suroviny na ich stavbu — v podstate najmä vodíka — je vo vesmíre čoraz menej. Niektoré odhady hovoria, že polovica materiálu ostávajúceho na tvorbu nových hviezd sa vyčerpá už za 5 miliárd rokov. Takže o 300 miliárd rokov už nové hviezdy vznikať nebudú, a ak budú, vznik hviezdy bude čímsi nesmierne vzácnym. Dovtedy už všetky dnešné jasné a svietivé hviezdy vybuchnú ako supernovy, alebo pomaly doblikajú a vyhasnú. Slnko už svietiť nebude, vyhasnuté budú všetky jasné hviezdy, ktoré dnes na oblohe vidíme. Iba niektoré málo hmotné, šetrné hviezdy budú ešte žiariť ďalších (asi) 100 miliárd rokov.

V expandujúcom vesmíre sa bude zmenšovať červený posuv vzďaľujúcich sa galaxií. (Rýchlosť expanzie vesmíru sa znižuje, preto sa s plynúcim časom zmenšuje aj hodnota červeného posuvu.) O 300 miliárd rokov budú vzdialenosti medzi galaxiami desaťkrát väčšie. Dôsledkom toho bude, že zdanlivá jasnosť príslušnej galaxie sa zníži prinajlepšom na jednu stotinu dnešnej jasnosti. Môže to byť aj horšie, lebo medzitým už množstvo hviezd spotrebuje svoje jadrové palivo a dohorí. A pretože sa spomalí aj tvorba nových hviezd, svietivosť galaxie môže pohasnúť sto, ba tisícnásobne. Konečný uzáver je jednoduchý: galaxie, ktoré dnes ľahko detegujeme, sa v budúcnosti budú pozorovať a skúmať oveľa ťažšie.

Stratené galaxie, stratený vesmír

Pretože čas plynie, svetlo k nám prilieta zo stále väčších vzdialeností. V starnúcom vesmíre môžeme pozorovať čoraz viac galaxií. Lenže tieto galaxie sú stále vzdialenejšie a staršie, sú čoraz bledšie a

Proč je v noci tma?

V nekonečném či aspoň dostatečně rozlehlém vesmíru, v němž se všude nacházejí zářící hvězdy, by měla být obloha pokryta drobnými kotoučky hvězd natolik hustě, že bychom na ní neměli najít ani kousíček temný. Každý cípek oblohy by měl zářit zhruba týmž oslepujícím jasem jako sluneční kotouč. Skutečnost je však zcela opačná. Všechny hvězdy pospolu vykrývají jen tři desetibiliontiny (3.10^{-13}) celkové výměry hvězdné oblohy. A přitom podíl hvězd z naší Galaxie představuje celých 97 %! Kdybychom se přenesli do mezigalaktického prostoru, zaujímaly by kotoučky všech hvězd pouhou stobiliontinu (10^{-15}) hvězdné oblohy.

Existuje tu tedy zjevný rozpor mezi tím, co bychom vidět měli, a tím, co skutečně vidíme. Jak tento rozpor objasnit? V populárně vědeckých publikacích o astronomii najdete řadu vysvětlení tohoto paradoxu, ne všechna jsou však korektní. Dovolte mi, abych vám teď předestřel svou vlastní variantu, o níž se domnívám, že korektní je.

Představme si vesmír, který je hvězdami osídlen stobiliónkrát hustěji než vesmír, v němž žijeme. Pak by se kotoučky hvězd skutečně slily v jednolitou plochu, která by zářila jasem odpovídajícím jasu povrchu hvězdy o střední teplotě kolem 3 300 °C. Fotony vysílané povrchy všech hvězd by vyplnily celý prostor mezi hvězdami. Není nijak obtížné odhadnout, že pak by celková energie všech fotonů nacházejících se v jednom krychlovém metru měla činit asi 0,12 joulů.

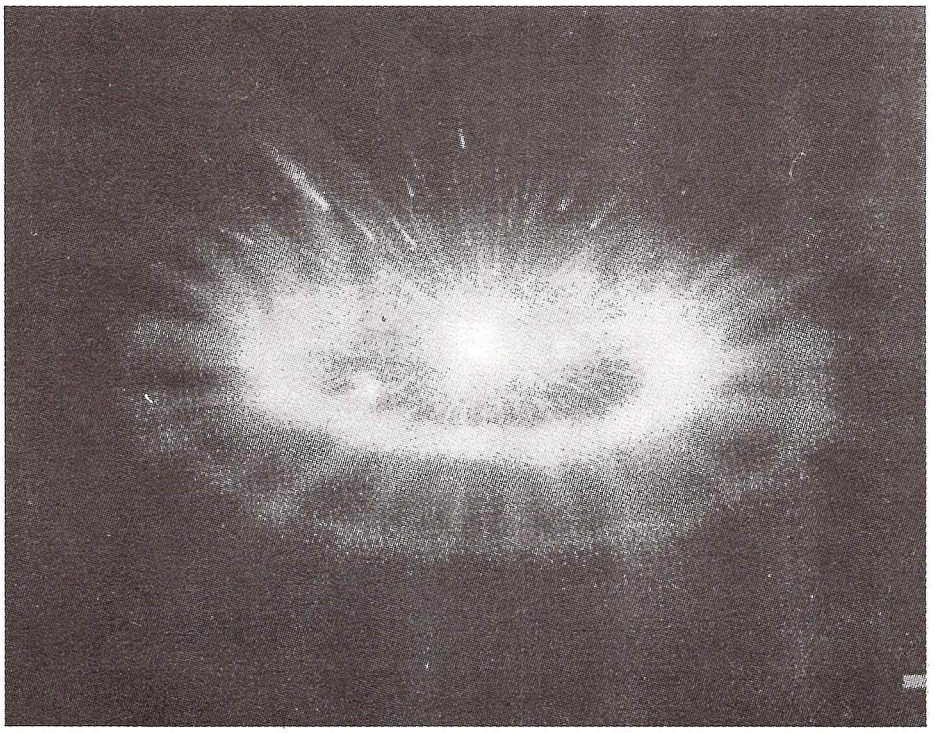
Střední hustota energie hvězdných fotonů v našem vesmíru však obnáší pouze $1,3.10^{-15}$ $J.m^{-3}$. Je tedy stobiliónkrát menší. Proč? Nepochybně proto, že těchto hvězdných fotonů je v krychlovém metru stobiliónkrát méně. Za celou dobu existence vesmíru vyslaly hvězdy do prostoru stobiliónkrát méně fotonů, než kolik by jich bylo zapotřebí k tomu, aby obloha zaplála týmž jasem jako povrch hvězd. Zdá se tedy, že vesmír je zatím příliš mlad. Pokud bychom si počkali ještě takových 2.10^{23} let (stáří vesmíru: $2 . 10^{10}$ let krát 10^{13}), pak by fotony vyrobené hvězdami mohly zaplnit vesmír právě oním kýženým způsobem.

Jenže ani tento závěr není správný. Nepočítá totiž s rozpínáním vesmíru, které energii fotonů obsažených v jednotce objemu velice silně zřeďuje. Závěr však není správný dokonce ani v tom případě, když si rozpínání vesmíru odmyslíme. Proč?

Za vysílání fotonů do prostoru platí hvězdy snižováním zásob své vnitřní energie. I když jsou hvězdné rezervoáry vnitřní energie rozsáhlé, nejsou zcela bezedné. Kdybychom připustili, že by se veškerý vodík obsažený ve hvězdách termonukleárně přeměnil až na železo, zvýšil by se počet fotonů v krychlovém metru na 150-násobek dnešní hodnoty. Stále by jich však bylo šestmiliardkrát méně než potřebujeme. I tehdy, kdyby se veškerá látka hvězd rozměnila na energii fotonů, byla by hustota energie hvězdných fotonů sedmmiliardkrát menší než hustota fotonů v dutině, jejíž stěny jsou udržovány na teplotě 3 300 °C.

Temnota nočního nebe je zkrátka dána tím, že vesmír neobsahuje dostatek energie k tomu, aby se vytvořila dostatečně zářící obloha. Světlo všech hvězd bylo, je a bude příliš slabé na to, aby osvítilo temný vesmír.

Zdeněk Mikulášek



matnejšie. Vďaka expanzii vesmíru môžeme pozorovať viac a viac objektov, zároveň ich ale čoraz ťažšie a ťažšie detegujeme. Ľahko si môžeme predstaviť obdobia v budúcnosti, keď galaxie budú už také matné, že astronómovia na našej technickej úrovni nebudú schopní rozlíšiť, či sú galaxie súčasťou našej Mliečnej cesty, alebo ležia mimo nej. Môže sa stať, že budú považovať matné fliačiky za hmloviny (podobne ako pozemskí astronómovia 19. storočia), pretože po prípadnom krachu dnešnej civilizácie budú musieť opäť začať na úrovni 16. storočia; kým prídu na to, že tieto škvrnky sú galaxie, uplynú storočia.

Vzdialené galaxie budú také nejasné, že bude veľmi obtiažne získať ich spektrá a možno sa už ani nepodarí určiť ich galaktické červené posuvy. Astronómovia tak prídu o kľúčový dôkaz, že vesmír sa rozpína. Kvazary, búrlivé aktívne galaxie v ranných štádiách evolúcie, v tom čase už pravdepodobne celkom vymiznú, čím sa stratí dôležitý dôkaz, že kedysi existoval i veľmi mladý vesmír.

V určitej časovej fáze, keď sa zdesaťnásobený vesmír ešte raz zdesaťnásobí, dostanú sa všetky galaxie, ktoré nie sú gravitačne viazané s našou Mliečnou cestou až do takých vzdialeností, že nám úplne zmiznú z dohľadu. Na dohľad budú len tie galaxie, ktoré sú s našou v gravitačnom objatí, a teda sa od nás nevzďaľujú (to znamená, že ide o galaxie v našej Miestnej skupine galaxií).

Astronómovia by vtedy mohli dôjsť k záveru, že žijú v statickom ostrovnom vesmíre, ktorý sa skladá z relatívne malého počtu galaxií. Dejiny kozmológie potvrdzujú, že prvé kozmologické modely typu statických ostrovných systémov boli veľmi sugestívnou predstavou možnej štruktúry vesmíru.

A čo sa stane s reliktovým žiarením kozmického pozadia? Bude ho môcť astronóm zmerať aj o 300 miliárd rokov? V prvom rade je zrejmé, že teplota reliktového žiarenia klesne z dnešných 2,7 kelvina na 0,27 kelvina. Takáto nízka teplota je už nižšia ako chyba merania na družiciach z roku 1989, takže náhodný objav žiarenia pomocou primitívnej antény z roku 1965 (keď sa Arno Penzias a Robert Wilson náhodne potkli o reliktové žiarenie) je veľmi nepravdepodobný. Pokles teploty žiarenia na 1 desatinu zároveň znamená, že frekvencia, na ktorej môžeme žiarenie detekovať (teraz v oblasti mikrovĺn) sa tiež desaťnásobne zníži a intenzita žiarenia poklesne 103-krát, teda tisícnásobne.

Tisícnásobný pokles intenzity však znamená, že ak chceme detekovať pozadie, musí byť prijímač tisíckrát citlivejší ako prijímače, ktoré používame dnes. To je veľká technická výzva. V každom prípade však bude maximum intenzity reliktového žiarenia na frekvencii desaťkrát nižšej, takže pozadie bude žiariť na tej istej frekvencii ako prachové mračná v Mliečnej ceste. A tak sotva niekoho napadne, že tento signál je slabučkou ozvenou Big Bangu.

Ak údaje o červenom posuve galaxií budú v najlepšom prípade len veľmi skromné (a možno nebudú žiadne) a mikrovlnné reliktové žiarenie pozadia možno nikto neobjaví, je veľmi pravdepodobné, že kozmológovia, žijúci o 300 miliárd rokov neskôr ako my, nikdy nevytvoria teóriu Veľkého tresku. Namiesto toho asi dôjdu k záveru, že žijú vo vesmíre pripomínajúcom statický ostrov.

Studený Big Bang

Čo bude s prebytkom izotopov — pretrvávajúcou fosíliou predchádzajúcich chemických ér? Ani tadeto cesta k objavu nepovedie. V týchto vzdialených časoch už budú všetky pôvodné prebytky "vygumované" — hélium, deutérium a lítium vytvorené počas Big Bangu (ktoré sa dnes ešte dajú zistiť) budú už dávno včlenené do hviezd a prepracované na ťažšie prvky. Neskôr, keď sa zo starých hviezd stanú supernovy, do priestoru sa rozprskne nový koktail prvkov. Takáto recyklácia neprebehne za 300 miliárd rokov len raz, ale niekoľkodesiatokrát. Ak budúci kozmológovia spočítajú, tak ako to robíme my, prebytky vyplývajúce zo štandardného modelu Big Bangu, malo by im vyjsť, že vo forme deutéria by mala byť asi 1/100 000 hmoty vesmíru. Pozorovania to však vyvrátia: vďaka stelárnemu recyklačnému mechanizmu nenájdu už vôbec žiadne deutérium. Recyklačný šrotovník spôsobí, že po deutériu už nebude nikde ani stopy.

Akým spôsobom by mohli kozmológovia vysvetliť prebytok izotopov, ktorý môžu namerať? Dejiny kozmológie — ešte predtým, než dnešný model "horúceho Big Bangu" nad svojimi konkurentami zvíťazil — ponúkajú nám množstvo alternatívnych vysvetlení. Pred niekoľkými rokmi boli mimoriadne obľúbené takzvané modely chladného Big Bangu: na počiatku bol vo vesmíre iba čistý vodík pri teplote absolútnej nuly. Z kondenzujúceho vodíka sa postupne utvorili hviezdy, v ktorých sa vzápätí zapálila jadrová reakcia. V týchto modeloch sú pozorované prebytky izotopov výlučne produktom hviezdnej nukleosyntézy. Tradičným problémom pri modeloch chladného Big Bangu bolo, ako z neho predpovedať správne (pozorované) množstvá prebytku izotopov bez toho, aby sa komplikovane žonglovalo so vstupnými parametrami (v modeloch horúceho Big Bangu to totiž vyjde úplne prirodzene). Vo vzdialenej budúcnosti, keď primordiálne prebytky izotopov už budú zamaskované mechanizmom hviezdnej recyklácie, ostane kozmológom len jediná možnosť: obrátiť sa na stelárnu astrofyziku a pozorované fakty vysvetliť.

V "neskoršom období" vzniknú problémy nielen s červeným posuvom galaxií, žiarením kozmického pozadia a prebytkom izotopov, ale aj s celou termodynamikou vesmíru. Teoretici napríklad tvrdia, že druhý zákon termodynamiky je dôsledkom Veľkého tresku. Stručne povedané, druhý termodynamický zákon hovorí, že entropia izolovaného systému nemôže nikdy klesať. (Entropia je mierou usporiadanosti systému — čím vyššia entropia, tým menej práce je systém schopný vykonať.) Skutočne, čím viac hviezd postupne "dohára" a materiál, z ktorého sú vytvorené sa opotrebováva a spotrebováva, tým viac bude zrejme narastať celková entropia vesmíru.

Pre existenciu druhého zákona termodynamiky nemáme zatiaľ žiadne všeobecne akceptované vysvetlenie. Mnohí kozmológovia sú však presvedčení, že ak Big Bang bola udalosť s "nulovou entropiou", potom entropii nezostalo nič iné než narastať. Samozrejme, ak vo vzdialenej budúcnosti bude prakticky nemožné vytvoriť teóriu Big Bangu, potom takéto predstavy nikdy nevzniknú. Vesmír, dnes nepretržite chladnúci, mohol by na sklonku svojej aktívnej existencie vyzerať ako nejaká sviečka, ktorú náhle zapálila ruka Stvoriteľa.

Počas úvah o neskorom vesmíre som predpokladal, že život stále pokračuje. Je tento predpoklad vôbec prijateľný? Môžeme si predstaviť, že náš druh dokáže predĺžiť svoju existenciu prostredníctvom rôznych kolonizačných stratégií, bez ohľadu na to, čo sa stane s naším Slnkom. Ak zoberieme so sebou záznamy o našich súčasných i budúcich kozmologických objavoch, naši potomkovia sa budú môcť na ne odvolávať ako na dôkazy teórie Big Bangu. Priame observačné potvrdenie bude však mimoriadne zložité a takéto teórie "archívnej kozmológie" sa nebudú dať dokázať ani vyvrátiť. V tejto situácii sa môže kozmológia dostať do pozície náboženstva — a niektorí tvrdia, že sa to už stalo. Je tu tiež možnosť, že pri mladých hviezdach vzniknú nové civilizácie a budú si konštruovať svoju vlastnú kozmológiu. Ak sú naše úvahy o obtiažnosti budúcich kozmologických pozorovaní správne, potom sa tieto nové civilizácie vo svojich kozmológiách nedostanú veľmi ďaleko.

Tony Rothman *prednáša všeobecnú relativitu na Harvard University. Tento článok je upravený podľa kapitoly z jeho novej knihy* "Physicist on Madison Avenue" *(Princeton University Press).*

Big Bang do stratena, alebo Big Crunch

Vesmír samozrejme odrazu nezanikne ani keď sa rozopne na desať alebo stonásobok svojej súčasnej veľkosti. V podstate sú možné dva prípady: ak je hustota látky vo vesmíre menšia alebo rovná istej kritickej hustote, gravitácia nedokáže zastaviť expanziu. Znamená to, že vesmír je otvorený a bude expandovať naveky. Ak je hustota vyššia ako kritická, vesmír je uzavretý a môže nakoniec kolabovať. V tomto prípade, v závislosti od presnej hodnoty hustoty, môže kolaps vesmíru, Big Crunch prebehnúť v relatívne krátkom čase — povedzme v priebehu ďalších 20 miliárd rokov. Môže však prebiehať celé stovky miliárd rokov, či dokonca 10^{100} rokov. Dnes o tom nevieme nič.

Ak vesmír skolabuje len za 20 miliárd rokov, bude epocha observačnej kozmológie trvať až dovtedy, kým sa reliktové žiarenie pozadia nezohreje tak, že usmaží všetkých existujúcich kozmológov.

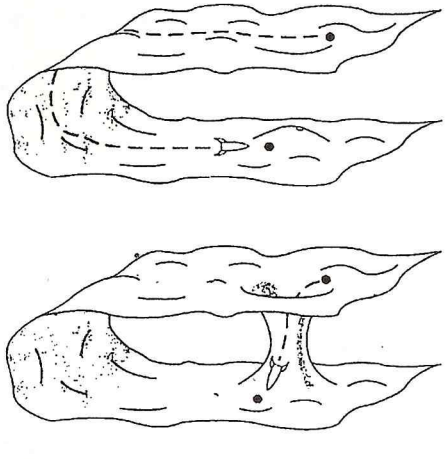
Ak Big Crunch nastane až za stovky miliárd rokov, galaxie zmiznú z dohľadu na veľmi dlhú dobu a vtedy sa kozmológia odoberie na zimný spánok. Po prvom období Veľkého kolapsu sa zvyšky galaxií znova objavia v dohľade a kozmológia zažije novú renesanciu. To však predpokladá, že kolaps nastane skôr než za sto miliárd rokov, lebo ináč už žiadne svietiace hviezdy nezostanú.

Svetlo najvzdialenejších galaxií bude mať samozrejme "modrý posuv" namiesto červeného (v dôsledku kolapsovej fázy vesmíru). Ak budú galaxie dosť jasné na to, aby sa dali pozorovať, môžu tieto modré posuvy doviesť nejakú novovzniknutú civilizáciu k vesmírnemu modelu Veľkého kolapsu. Napadne však vôbec niekoho, že predtým existovala aj fáza expandujúceho vesmíru? Blízke galaxie sa budú ešte stále vzďaľovať (budú mať červený posuv), takže vesmír bude poskytovať dôkazy aj pre Big Bang aj pre Big Crunch. Reliktové žiarenie sa však bude ohrievať a nie chladnúť (táto stopa k Veľkému tresku nepovedie) a keďže z vesmíru už dávno vymizli izotopy, nenájdu hviezdári najmenší dôkaz toho, že vôbec nejaký Big Bang bol. Civilizácia, existujúca v tomto čase, by si bez archívnych informácií mohla vytvoriť značne skreslený obraz vesmíru. Civilizácia s archívnymi informáciami by síce mohla mať správnu pred-

Červie diery

Vymyslel ich Carl Sagan. Roku 1985 uverejnil sci-fi novelu Kontakt. V tejto novele dostane ľudstvo inštrukcie, ako vytvoriť priestorový most či tunel, aby spojilo Zem s galaktickým centrom. (Nejde prirodzene o fyzikálny stred Galaxie, ale o sídlo vrchného galaktického orgánu, zdržujúceho galaktické civilizácie.) Traja americkí fyzici z Caltechu, Thorne, Morris a Yurtsever, inšpirovaní Saganovým nápadom, pokúsili sa preskúmať, či je jeho fantázia v reálnom vesmíre uskutočniteľná.

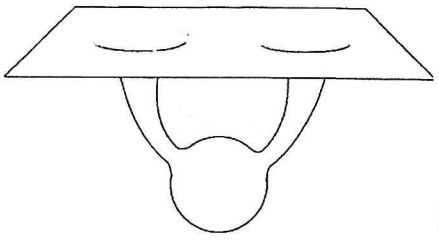
Už mnoho rokov pred týmto experimentom vyslovil John Wheeler domnienku, že niektoré subatomické častice by mohli byť vstupom do "červích dier" v priestore. Wheeler rozvinul Einsteinovu všeobecnú teóriu relativity, podľa ktorej je gravitácia iba zakrivením, či presnejšie pokrčením štvordimenziálneho priestoru. Za istých podmienok by sa zakrivený priestor mohol preliačiť tak (pozri obrázok), že by medzi dvoma vzdialenými objektami/miestami vo vesmíre vzniklo na istý čas kratšie prepo-



Prázdny štvordimenzionálny časopriestor (na obrázku redukovaný do podoby dvojdimenzionálnej roviny) môže gravitačné pôsobenie hmoty pokrčiť a zakriviť. V tom prípade musí raketa letiaca k cieľu v odľahlých končinách vesmíru prekonať vzdialenosť miliónov svetelných rokov. Gravitácia mimoriadne zhustenej hmoty, napríklad čierna diera, môže však priestor preliačiť tak, že vznikne časopriestorový tunel — červia diera. Ak by cestovatelia túto skratku vedeli využiť, dorazili by k cieľu oveľa rýchlejšie ako svetlo.

jenie, akýsi časopriestorový tunel, ktorý vokabulár modernej fyziky (čoraz viac pripomínajúci metafory modernej poézie) označuje ako "červiu dieru", anglicky wormhole.

Ak sa trochu pohráme so zákonmi gravitácie, teória relativity naozaj pripúšťa existenciu červích dier. Jeden z možných typov červej diery vymyslel už Carl Schwarzschild roku 1916, krátko potom, ako našiel riešenie Einsteinových rovníc pre gravitačné pole, ktoré (s prihliadnutím na to, čo dnes vieme o enormnej hustote a gravitácii kolabova-



Ak existujú vesmíry paralelné s naším, je možné, že sú občas prepojené červími dierami. V takomto prípade by sa cestovatelia mohli vydať do exotickej reality a vrátiť sa do nášho vesmíru bez toho, aby si po návrate na svojich súčasníkoch všimli vplyv časového paradoxu.

ných hviezd) popisuje spojenie dvoch čiernych dier prostredníctvom červej diery.

Pretože tak vchod, ako i východ červej diery boli (matematicky) situované dovnútra čiernych dier, takýto tunel by vesmírny cestovateľ ako skratku používať nemohol. Neprechodnosť hypotetickej skratky spočíva v tom, že gravitačné pole čiernej diery je také mocné, že červia diera zaniká v tom istom okamihu, ako sa vytvorí. Thorn, Morris a Yurtsever si položili otázku, či existujú podmienky, ktoré by červiu dieru otvorili na taký dlhý čas, že by cez ňu mohol prekĺznuť nejaký materiál. Traja fyzici, aspoň na papieri, tento problém vyriešili.

Na to, aby sme pochopili ich hypotézu, musíme si pripomenúť, ako sa prejavuje gravitácia hmoty podľa teórie relativity. Gravitačné pole Zeme vytvára takmer na sto percent hmota našej planéty. Túto silu nepatrne zvyšuje i tlak, ktorý je podľa teórie tiež zdrojom gravitácie. Tento zanedbateľný prínos tlaku nadobúda význam iba vtedy, keď narábame s enormne veľkými hodnotami. Napríklad: tlak 1 kg vzduchu sa na sile jeho gravitácie podieľa sotva jednou trilióntinou!

Fyzikov však viac ako nepatrnosť podielu tlaku na celkovej gravitácii zaujal fakt, že práve tento činiteľ, bez ohľadu na celkovú hmotnosť, môže pôsobiť na okolitý priestor pozitívne i negatívne. Negatívny tlak si môžeme predstaviť ako silu, ktorá ohýba priestor na všetky strany rovnako, ako kúsok gumy. Ak hmotu naozaj môže formovať negatívny tlak, musí sa to negatívne prejaviť na gravitáciu, inými slovami musí vznikať sila pôsobiaca proti nej, teda antigravitácia. Pravdaže, pozitívna gravitácia hmoty je natoľko silná, že antigravitáciu okamžite pohltí. Matematické výpočty však sugerujú, že za istých podmienok môžu existovať také formy hmoty, pri ktorých negatívny tlak premôže pozitívnu gravitáciu a pôsobí na okolie nezávisle na nej. Výsledkom by bola celá sieť gravitačných repulzií. Ak by takéto špeciálne podmienky vznikli vo vnútri červej diery, antigravitácia by mohla byť dosť silná na to, aby dočasný tunel na okamžik stabilizovala. Cestovateľ, ktorý by poznal harmonogram týchto repulzií a v stanovenom čase by do tunela vletel, mohol by prekĺznuť do odľahlých končín vesmíru, kam by po normálnom priestore letel milióny svetelných rokov.

Podľa Sky a Telescope

- ind -

stavu, ale experimentálne dôkazy by jej i tak protirečili.

Ak uvažujeme o druhom extréme, potom by vesmír mohol expandovať večne, alebo by spätný kolaps nastal po takom dlhom čase, že by sa dal rovnako dobre považovať za nekonečnú expanziu. Takýto scenár vyplýva zo známeho modelu inflačného vesmíru. Podľa inflačného modelu je hustota taká blízka kritickej hustote, že ak by vesmír predsa len zastavil svoje rozpínanie, bolo by to až za 10^n vekov vesmíru, kde n je veľmi veľké číslo. V takomto prípade budúci kozmológovia najpravdepodobnejšie vypracujú model typu ostrovného vesmíru.

Kozmológia — prechodná záležitosť?

Väčšina z toho, čo sme si doteraz povedali, je vysoko špekulatívne. Zopakujme si: v našom vesmíre mohli astronómovia robiť kozmologické pozorovania už vtedy, keď bol vesmír asi päťkrát menší než je dnes a budú kozmologizovať až kým nebude zhruba desaťkrát väčší ako dnes. V prípade uzavretého vesmíru budeme mať ešte jedno dodatočné pozorovacie obdobie v priebehu kolapsovej fázy vesmíru, ale len dovtedy, kým reliktové žiarenie nebude také horúce, že nás uvarí.

V priebehu celej tejto debaty som mlčky predpokladal, že vesmír je viac či menej presne popísaným štandardným modelom a že žijeme v epoche pozorovacej kozmológie. V štandardnom modeli vesmíru všetky časti vesmíru vyzerajú rovnako. Predpokladajme však, že v nejakých dostatočne veľkých rozmeroch (väčších ako dnes dokážeme pozorovať) už vesmír nie je taký rovnorodý, a že rozdielne oblasti majú rozdielne vlastnosti. Môže sa napríklad meniť hustota od jednej oblasti k druhej, alebo sa galaxie budú zhlukovať iným spôsobom a podobne. Postupne, ako sa vesmír rozpína, môžu prísť do nášho vhľadu aj tieto nové oblasti a bude zrejmé, že štandardný model — ktorý postuluje dokonalú rovnomernosť rozdelenia látky — bol nesprávny. V takom prípade naši potomkovia budú musieť prísť k záveru, že napriek tomu, čo si myslíme, súčasná epocha nie je obdobím, v ktorom sú poznateľné všetky dôležité kozmologické fakty.

Z toho však vyplýva zaujímavý záver — do akej miery sú otázky, ktoré si ako kozmológovia kladieme, závislé od našej historickej epochy? Dobrým príkladom tohoto problému je práve model inflačného vesmíru. Inflačný model bol navrhnutý do istej miery aj preto, aby sme vysvetlili, prečo je vesmír taký plochý — inak povedané, prečo je hustota taká blízka kritickej hustote. Tento stav vecí však môže závisieť od epochy pozorovania. Ak by sme počkali dostatočne dlho, rovnice relativity môžu ešte vždy zmeniť plochý vesmír na vesmír zakrivený, čo znamená, že hustota sa môže ešte vždy odchýliť od kritickej hodnoty. Takže otázka, na ktorú sa snaží inflačný model odpovedať — "Prečo je vesmír taký plochý?" — môže byť len dočasnou dilemou a nakoniec môže celkom stratiť zmysel.

Je dobré mať toto všetko na pamäti najmä pri najsmelších špekuláciach. Ak je náš obraz vesmíru silne ovplyvnený tým, kedy ho pozorujeme, potom si môžeme predstaviť aj to, že vesmíry, v ktorých sa vyvinul život, môžu existovať len vtedy, keď pozorovania vedú ku kozmológii, ktorá neplatí vôbec, alebo platí iba podmienečne. Potrebujeme takúto kozmológiu? (Nemáme dosť iných starostí?)

prel. - vp -

Vesmír po COBE

Keď 21. apríla 1992 uverejnil Prof. G. F. Smooth z kalifornskej univerzity v Berkeley výsledky práce skupiny 27 odborníkov pod názvom "Structure in the COBE (DMR) First Year Maps", bola to senzácia, ktorá sa dostala na prvú stranu všetkých významných denníkov sveta. Nemožno pochybovať, že záujem bol oprávnený: tento epochálny objav (podieľalo sa na ňom ďalších 27 expertov z 10 amerických vedeckých centier) významne potvrdzuje naše doterajšie predstavy o vesmíre a otvára cestu k ďalšiemu vedeckému spresňovaniu týchto predstáv.

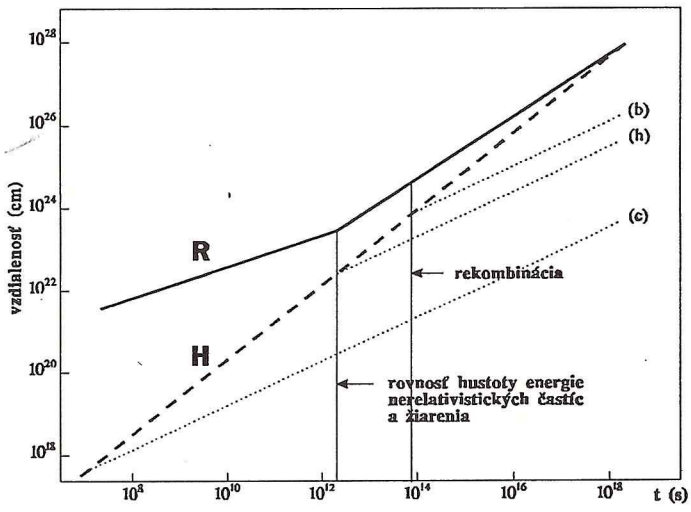
Po prvýkrát sa podarilo dômyselnými štatistickými metódami identifikovať nesmierne malé odchýlky teploty reliktného kozmického mikrovlnného pozadia, ktoré má povahu žiarenia absolútne čierneho telesa. Toto žiarenie k nám prichádza z plochy posledného rozptylu, ktorá vznikla v období rekombinácie. Vtedy po Big Bangu začínajú vznikať neutrálne atómy a látka zložená z baryónov a elektrónov už nedokáže účinne rozptylovať fotóny. To spôsobuje, že oblasť vesmíru ležiaca medzi touto plochou a nami je pre elektromagnetické žiarenie priehľadná (dá sa pozorovať), zatiaľ čo vesmír za touto plochou je nepriehľadný. Plocha posledného rozptylu vznikla na konci tej éry histórie vesmíru, keď ešte bolo elektromagnetické žiarenie pevne zviazané s hmotou. Fluktuácie teploty reliktového žiarenia teda verne zobrazujú fluktuácie hustoty hmoty v dobe rekombinácie. Zatiaľ čo z fluktuácií hmoty sa vyvinuli (vďaka gravitačnej nestabilite) v priebehu ďalšej expanzie vesmíru dnes pozorované štruktúry, fluktuácie reliktového žiarenia sa nedeformované dostávajú priezračným vesmírom až k nám. Pomocou prístrojov COBE sa podarilo toto posolstvo prečítať a dešifrovať. Ukázalo sa, že vesmír vznikol a vyvíja sa podľa predstáv, ktoré teoretici sformovali na základe napozorovaných údajov, v rámci známych fyzikálnych zákonov. Vesmír skonštruovaný na papieri je teda reálny. Údaje z COBE okrem iného plne potvrdili v poslednom čase čoraz častejšie spochybňovanú teóriu Big Bangu a ukázali vedcom i celkom reálne obrysy veľkoškálovej štruktúry vesmíru. Skôr, ako podrobne popíšeme výsledky získané v priebehu prvého roku činnosti COBE a ich dôsledky, zopakujeme si relevantné predstavy o vesmíre.

Štandardný kozmologický model a inflácia

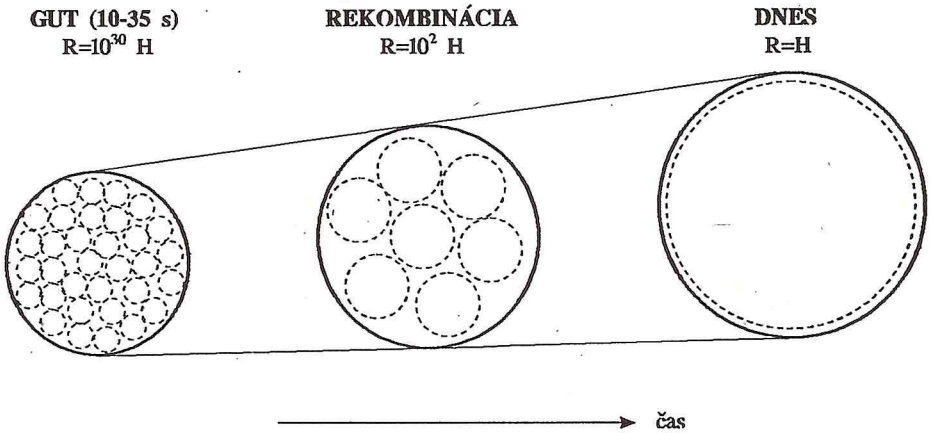
Kozmologický model horúceho Big Bangu, nazývaný aj štandardným, popisuje izotropný a homogénny vesmír, expandujúci zo singulárneho počiatočného stavu, ktorý bol zhruba pred 15 miliardami rokov. Túto expanziu charakterizuje závislosť škálovacieho faktoru R (určujúceho vzdialenosť pozorovateľov putujúcich s expandujúcim vesmírom) na kozmickom čase t.

V ranom období vypĺňala mladý vesmír horúca zmes elementárnych častíc. Hustota a teplota tejto zmesi v priebehu expanzie postupne klesala. Ak sa hustota hmoty rovná tzv. kritickej hustote ρ_a (parameter $\Omega=\rho/\rho_a=1$), je vesmír otvorený, plochý a expanduje neobmedzene, pričom hodnota Ω sa nemení. Ak $\Omega<1$, je vesmír otvorený, hyperbolický a expanduje neobmedzene, zatiaľčo pre $\Omega>1$ je vesmír uzavretý a jeho expanziu nahradí v istom okamihu kontrakcia. V prípade, že $\Omega\neq1$ sa bude hodnota Ω v priebehu expanzie meniť.

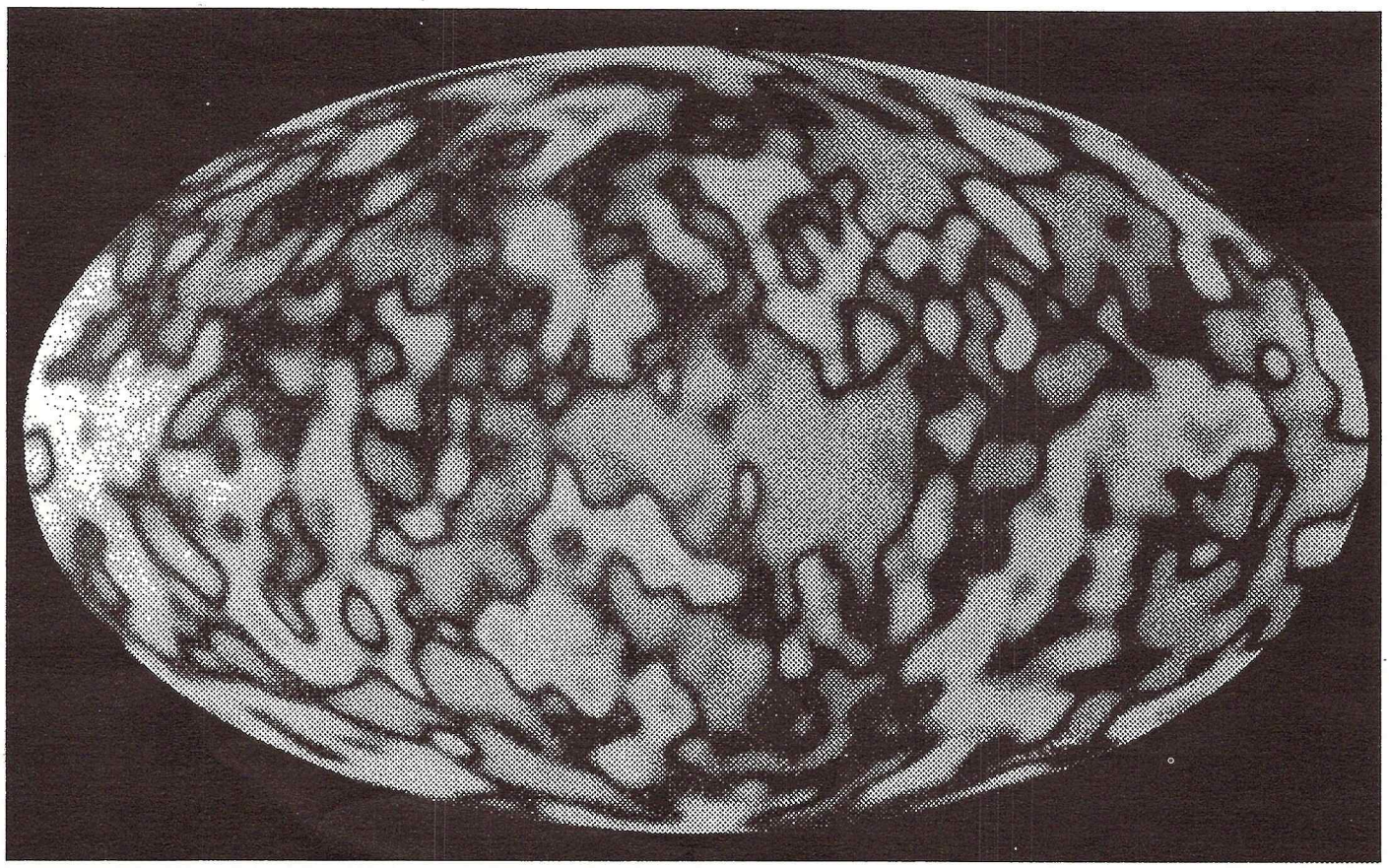
V rámci štandardného modelu môžeme vývoj vesmíru rozdeliť do troch základných etáp. Prvá etapa, veľmi raný vesmír, netrvala dlhšie ako stotinu sekundy. Predstavy o chovaní sa hmoty v tomto štádiu spočívajú na zatiaľ experimentálne neoverených unifikačných teóriách fyzikálnych interakcií, má teda značne špekulatívny charakter. Druhá etapa, raný vesmír, začína v prvej stotine sekundy, vo chvíli, keď sa voľné neutróny začínajú rozpadať účinkom slabých interakcií na protóny. *Toto štádium končí asi po 500 000 rokoch, keď teplota klesla na 3000 K* **rekombináciou,**



Prerušovaná čiara H na obrázku vyjadruje vzdialenosť, ktorú prekonalo svetlo od Big Bangu. Táto vzdialenosť vymedzuje hranice kauzálneho horizontu, teda vesmíru, ktorý je pozorovateľný. Pretože tento horizont rastie rýchlejšie ako samotný vesmír (na obrázku škálovací faktor R), oblasť nachádzajúca sa vo vnútri nášho horizontu bola kedysi oveľa menšia ako dnes.



V dobe rekombinácie obsahovala oblasť, z ktorej sa vyvinul dnešný vesmír, približne milión oblastí, ktoré neboli v kauzálnom kontakte. Ak rekonštruujeme vesmír proti smeru času, počet takýchto oblastí je čoraz väčší.



Výsledkom merania COBE je aj táto rádiová mapa, na ktorej vidíme vesmírne zárodky obrovských štruktúr, ktoré sú výrazne väčšie ako veľkosť horizontu a od Big Bangu podnes sa nezmenili. Pomocou takýchto máp sa nám podarilo zviditeľniť vesmír v stave, v akom sa nachádzal v období od 300 000 do 1 miliardy rokov, v čase, keď ešte neexistovali ani hviezdy, ani agalaxie.

čiže vytvorením atómov z jadier a elektrónov, kedy sa oddelila hmota od žiarenia. Chovanie hmoty v mladom vesmíre popisujú experimentálne overené teórie. Jedným z veľkých úspechov štandardného modelu je výpočet prvotnej jadrovej syntézy ľahkých prvkov (^{4}He, ^{3}He, D, T, ^{7}Li) v priebehu prvch štyroch minút mladého vesmíru. Vypočítané množstvo prvkov sa zhoduje s pozorovaniami. Tretiu, súčasnú etapu, charakterizuje gravitačná nestabilita hmoty, v dôsledku čoho sa vytvorili ostrovy kondenzovanej hmoty (hviezdy, galaxie) a začala sa vyvíjať veľkoškálová štruktúra vesmíru. Inými slovami: galaxie a hniezda galaxií sa začali usporadúvať do štruktúry, ktorú pozorujeme dnes a ktorá sa ešte stále vyvíja. O tom, ako tieto štruktúry vznikli, čo ich formovalo, zatiaľ veľa nevieme. Zdá sa však, že údaje z COBE jeden z najväčších problémov kozmológie pomôžu pochopiť.

Vesmír vypĺňa zmes nerelativistických častíc (tie sa pohybujú podstatne pomalšie ako svetlo) a relativistických častíc. V dnešnej dobe hustotu energie vesmíru tvoria prevažne nerelativistické častice. V minulosti to bolo naopak: vesmír sa podobal rozpínajúcej sa žeravej guli, ktorú tvorilo v prevažnej miere žiarenie, pretože v expandujúcom vesmíre hustota energie relativistických častíc klesá rýchlejšie ako hustota hmoty. (Tento úkaz je daný tým, že v expandujúcom vesmíre sa energia pripadajúca na jednu nerelativistickú časticu nemení, zatiaľ čo pri relativistických časticiach klesá, čo spôsobuje červený posun vlnovej dĺžky, zviazanej s tou-ktorou časticou (fotónom)).

V plochom vesmíre ($\Omega=1$) doba, v ktorej bola hustota energie žiarenia rovnaká ako hustota energie nerelativistických častíc, nastala približne 15-krát skôr ako doba rekombinácie. Žiarenie malo vtedy teplotu 20 000 K. V epoche žiarenia (keď dominujú relativistické častice), platí medzi škálovacím faktorom a kozmickým časom relácie $R\sim t^{1/2}$, zatiaľ čo pre epochu hmoty (keď dominujú nerelativistické častice) je $R\sim t^{2/3}$.

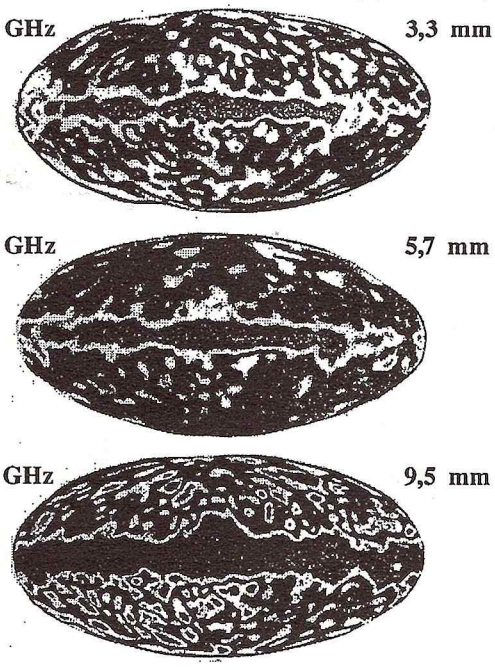
Významnú úlohu v procese štrukturalizácie vesmíru hrá tzv. **kauzálny horizont**, *čo je vlastne vzdialenosť H, ktorú prekonalo svetlo od okamihu Big Bangu.* Pretože tento horizont rastie rýchlejšie ako samotný vesmír ($H\sim t$, zatiaľ čo $R\sim t^{2/3}$, resp. $R\sim t^{1/2}$) oblasť nachádzajúca sa vo vnútri nášho horizontu bola kedysi menšia ako dnes.

V dnešnom horizonte, ktorý stotožňujeme s pozorovateľným vesmírom ($H_{dnes} = R_{dnes}$) existujú oblasti, ktoré nemohli byť voľakedy vo vzájomnom kontakte. Svetlo v čase, čo ubehol od Big Bangu, nestihlo deliace ich vzdialenosti prekonať. Počet takýchto priestorových ostrovov, ktoré sa zmestili do oblastí, z ktorých sa nakoniec vyvinie dnes pozorovaný vesmír (a neboli v príčinnom kontakte), je tým väčší, čím ďalej vesmír proti toku času rekonštruujeme. *V dobe rekombinácie obsahovala oblasť, z ktorej sa vyvinul dnes pozorovateľný vesmír, približne 1 000 000 takýchto "ostrovov" a tie, ak sa pridŕžame štandardného kozmologického modelu, nemohli byť v príčinnom kontakte. Napriek tomu je reliktové žiarenie, ktoré skúmal COBE, celkom izotrópne a má vo všetkých týchto oblastiach naprosto totožné vlastnosti.*

Paradox kauzálneho horizontu rieši inflačná kozmológia. Podľa všetkých inflačných modelov prešiel vesmír hneď po Big Bangu krátkou periódou nesmierne rýchlej, exponenciálnej expanzie, v priebehu ktorej sa jeho rozmery veľmi zväčšili (odtiaľ názov inflácia). K inflačnému rozpínaniu dochádza v dobe, keď dynamiku vesmíru rozhodujúcim spôsobom ovplyvňuje stav tzv. falošného vákua, v ktorom má gravitácia odpudivé účinky. Až keď sa falošné vákuum rozpadne a jeho energia sa premení na energiu žiarenia, prechádza vesmír na režim popisovaný štandardným modelom horúceho Big Bangu.

Niektoré varianty inflačnej kozmológie predpokladajú, že počiatočná, homogénna a izotropná (kauzálne súvislá) oblasť, veľká 10-35 cm sa inflačne zväčšila až na 10^{600} cm, podľa iných modelov až na $10^{1\,000\,000}$ cm. V každom prípade je dnes hranica tejto kauzálne viazanej oblasti nesmierne ďaleko **za hranicou** vesmíru, ktorý dnes pozorujeme. *Pozorovateľný vesmír sa však kedysi nachádzal vo vnútri jedinej kauzálne viazanej oblasti, čo zároveň vysvetľuje i jeho donedávna takú záhadnú uniformitu.*

COBE DMR - Celkové mapy oblohy



Tri z celooblohových máp, ktoré v rámci experimentu DMR získala družica COBE na rádiových vlnách 90, 53 a 31 gigaherzov. Roztodivné štruktúry na jednotlivých mapách pamätajú počiatky nášho vesmíru.

Inflačný model má pravdaže aj ďalšie významné dôsledky. Podobne ako balónik, ktorého pokrčený povrch sa počas nafukovania narovnáva, výsledkom inflačnej expanzie stáva sa vesmír (amorfný) vesmírom **plochým**. Parameter omega sa už teda veľmi dávno rovná jednej ($\Omega=1$), a to s presnosťou na 600, či 10^6 desatinných miest. Inflácia teda predpovedá, že aj dnes žijeme v podstate plochom vesmíre.

Pomocou inflačného modelu sme schopní vysvetliť i pôvod a povahu malých odchýliek od uniformity – tzv. spektrum prvotných fluktuácií, ktoré sú zárodkami štruktúry vesmíru. V priebehu inflácie sa na veľmi malých škálach tvoria nepatrné "oázy" nehomogenity, ktoré sú vlastne akýmisi odtlačkami (kvantových) fluktuácií falošného vákua. Inflácia tieto fluktuácie roztiahne na škály typické pre náš vesmír (predstavme si rastúci priemer krúžkov na nafukujúcom sa balóne), ale aj na škály ďaleko väčšie. Behom inflácie sa podmienky v takejto "oáze" nemenia, stála bude i veľkosť nových (vznikajúcich) nehomogenít. Inflácia tieto nehomogenity roztiahne tak rýchle do rozmerov väčších ako horizont, že sa ich relatívna veľkosť nestihne zmeniť. Inflácia teda vytvára fluktuácie, ktoré sú na všetkých škálach **rovnako veľké**. Pri rozpade falošného vákua sa teda jeho fluktuácie premenia na škálové rôznorodé (invariantné) fluktuácie horúcej hmoty. *A práve tieto invariantné fluktuácie (odlišujúce sa hodnotou jednej polmilióntiny stupňa termodynamickej stupnice) dokázali nesmierne citlivé "teplomery" COBE na pozadí (zdanlivo) rovnorodej teploty kozmického pozadia* (Jiří Grygar hovorí o teplote tmy medzi hviezdami) *rozlíšiť!* Ukázalo sa, že teplota tejto "kozmickej tmy" nepatrne, ale predsa len merateľne kolíše a jej rádiová mapa obsahuje rozsiahle temnejšie i svetlejšie škvrny, či chumáče s odlišnou teplotou. Tieto priestorové ostrovy majú rozmery až niekoľkých miliárd svetelných rokov.

Štruktúra vesmíru a tmavá/skrytá hmota

Pozorovanie vesmíru vo vzdialenostiach, kam dovidia súčasné prístroje ukazujú, že hmota vyvárajúca najväčšie štruktúry (väčšie ako 200 megaparsekov: 1Mpc = 3.10^{22} m) je rozložená homogénne a izotrópne. Na menších škálach však pozorujeme nerovnorodé štruktúry: hviezdy a hviezdokopy sa zdržujú do galaxií, galaxie do hniezd galaxií a dnes poznáme už aj hniezda hniezd galaxií. Galaxie sa v priestrore nezoskupujú rovnomerne, ale tvoria akúsi nepravidelnú sieť. Táto sieť má viditeľné vlákna a uzly, kde je sústredená najväčšia koncentrácia hmoty. Hmotnosť najväčších zoskupení galaxií dosahuje až 10^{16} M_O. Medzi vláknami tejto siete však existujú obrovské, až 100 Mpc veľké priestory, v ktorých nenájdeme ani jedinú galaxiu.

Ak odhadneme množstvo svietiacej, baryonickej hmoty v týchto štruktúrach, zistíme, že parameter hustoty je $\Omega_{sv}\sim0,01$. Rozbor dynamického správania sa hmoty v galaxiách a kopách galaxií však svedčí o tom, že galaxie a ich formácie musia obsahovať i značné množstvo tmavej, nesvietiacej hmoty, čo zvyšuje parameter hustoty na Ω 0,2–0,3. Pripomeňme si, že dynamika správania sa vesmíru ako celku (v rámci inflačných modelov) však požaduje $\Omega=1$. *Svietiaca baryonická hmota teda predstavuje sotva 1 % celkovej hmoty vesmíru.* (Pozri i materiály v Kozmose 1992/3). Ostatných 99 %, ktoré sa zatiaľ prezrádzajú iba gravitáciou, musí teda tvoriť tmavá, neviditeľná hmota.

Zo štandardného modelu prvotnej jadrovej syntézy, ktorá zodpovedá pozorovaniam, vyplýva, že parameter hustoty baryonickej hmoty je $\Omega_b\sim0,1$. Rozhodujúcou zložkou tmavej hmoty vo vesmíre teda nemôžu byť vyhasnuté hviezdy, čierne diery, mraky chladného plynu, či akákoľvek forma obyčajnej, baryonickej hmoty, hmoty, ktorá prešla vyhňou prvotnej jadrovej syntézy. *Rozhodujúcou zložkou neviditeľnej hmoty nielen v celom vesmíre, ale aj v kopách galaxií, musí byť teda exotická, nebaryonická forma hmoty.* Predpokladáme, že sa jedná buď o horúcu, tmavú hmotu, ktorú tvoria relativistické častice, napríklad neutrína, fotína a pod., alebo máme do činenia s chladnou, tmavou hmotou, ktorú od samého počiatku tvoria nerelativistické častice – axióny. V poslednom čase sa pri vysvetľovaní tejto záhady čoraz viac prihliada i na možnosť nenulovej energie vákua (nenulovú kozmologickú konštantu). (Pozri ďalej **Einsteinov omyl** v tomto čísle.)

Vesmír po COBE

Pred získaním údajov z COBE ani veľmi presné merania nezistili fluktuácie teploty reliktového kozmického mikrovlnného pozadia, ktoré by svedčili o existencii nehomogenít v rozložení hmoty počas rekombinácie. Vedelo sa iba to, že odchýlky, ak vôbec existujú, musia byť menšie ako stotisícina strednej hodnoty ($\Delta T/T < 10^{-5}$).

Vzhľadom na to, že fluktuácie hustoty energie boli v čase rekombinácie veľmi malé, pozorované veľkoškálové štruktúry svietiacej baryonickej hmoty možno vysvetliť iba pomocou tmavej nebaryonickej hmoty. Ešte donedávna veľmi nádejná možnosť, že táto

Proč vidíme hvězdy a nevidíme reliktní záření?

Prostorem vesmíru putuje bezpočet fotonů nejrůznějších vlnových délek. Co do původu je můžeme rozdělit do dvou skupin: na fotony reliktní, které nám tu zbyly z období horkého ranného vesmíru, a na fotony "hvězdné", vyzářené hvězdami. Početnější jsou fotony reliktní. V jednom litru mezihvězdného prostoru napočítáme 400 000 reliktních fotonů, zatímco hvězdných tam najdeme jen 300. Na sítnici našeho oka tedy v každém okamžiku dopadá skoro 1 500krát více reliktních fotonů než fotonů hvězdných. Jak je potom možné, že hvězdy vidíme a reliktní záření nevidíme?

Můžete právem namítnout, že zde srovnáváme počty velryb a počty sardinek. Hvězdné fotony jsou ve srovnání s reliktními fotony oněmi velrybami. Jeden středně vypasený hvězdný foton energeticky vydá za 1500 reliktních fotonů. Teď už to začíná vypadat lépe: tok energie záření přicházejícího z hvězd se vyrovná toku energie reliktního záření. Je to tedy 1 : 1. Nicméně se musím znovu zeptat: Proč vidíme hvězdy a reliktní záření nikoli?

Příčiny jsou dvě. Světlo hvězdy k nám přichází z jediného směru. Hvězda je takřka bodovým zdrojem, který na temném pozadí zřetelně vyniká. Reliktní záření se však k pozorovateli dostává rovnoměrně ze všech směrů. Zdrojem reliktního záření je celá rozlehlá obloha, reliktní záření je zářením pozadí. A pak, značná část hvězdných fotonů spadá svou vlnovou délkou do oboru viditelného záření, což však rozhodně nelze říci o fotonech reliktních. Ty lze klasifikovat jako částice mikrovlnného záření. Na detekci mikrovln lidské oči ale nejsou zařízeny.

Zdeněk Mikulášek

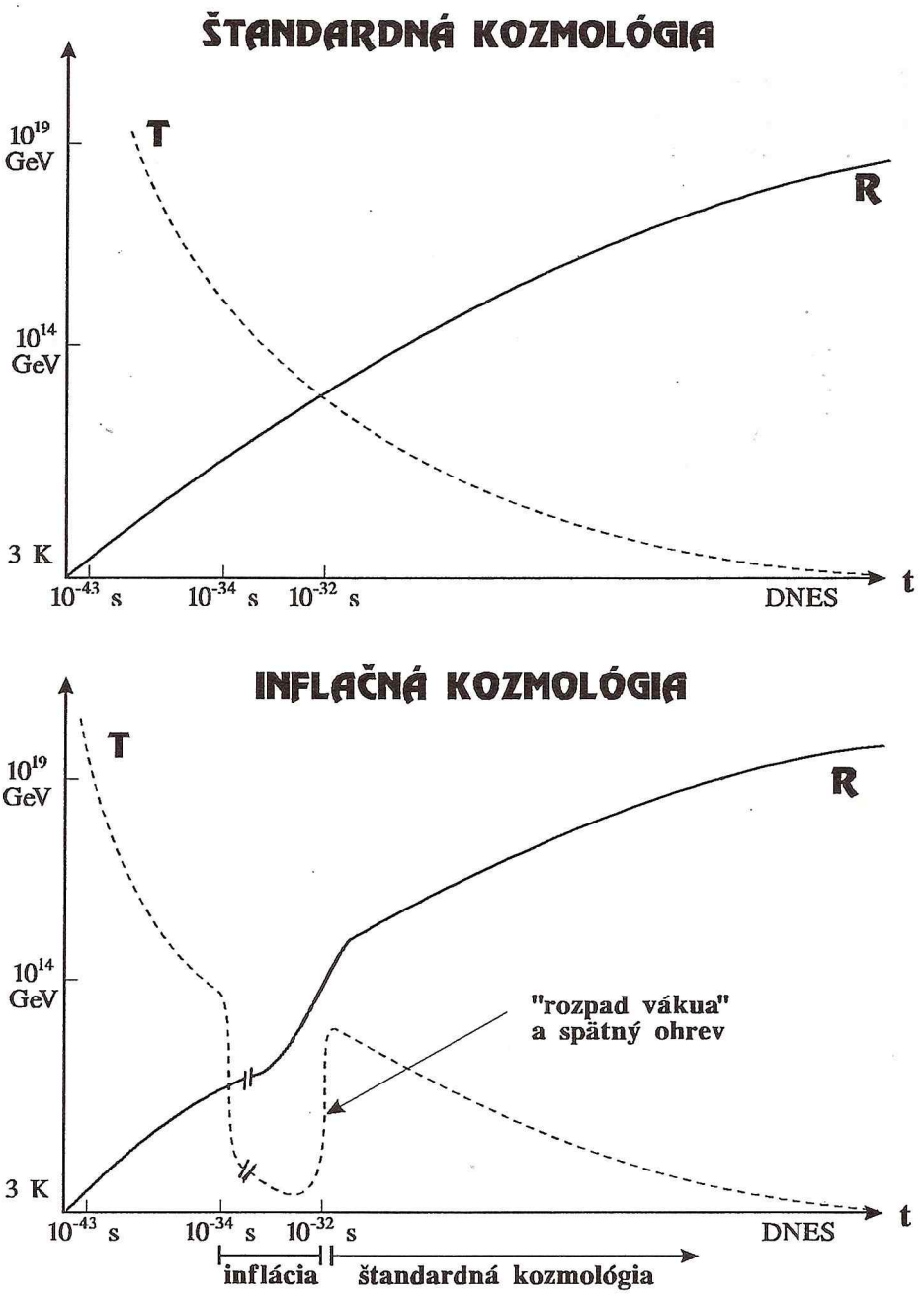
(Z rukopisu knihy Záludné otázky z astronomie)

štrukturalizácia prebieha na pozadí horúcich neutrínových "zhlukov" o hmotnosti 10^{15} Mo (čo je hmotnosť najväčších hniezd galaxií) padla po porovnaní skutočnosti s počítačovým modelom. Ukázalo sa, že treba vychádzať z modelov, v ktorých dominuje chladná, tmavá hmota. V takýchto prípadoch boli počítačom simulované modely, v ktorých sa galaxie (výnimočne) tvoria tam, kde je hustota dominujúceho pozadia tmavej hmoty výrazne nadpriemerná, v očividnej zhode so skutočnosťou.

Vráťme sa však ku COBE (Cosmic Background Explorer). Vypustenie tohto Výzkumníka kozmického pozadia a spracovanie vyše 450 milióna nameraných údajov stálo daňových poplatníkov 160 miliónov dolárov. Za tieto peniaze sme sa spolu s Američanmi dozvedeli, ako vyzeral svet pred vznikom prvých galaxií a súčasne sme sa zbavili aj poslednej vážnej námietky proti teórii Big Bangu, ktorá sa týkala práve tohto obdobia. COBE potvrdil, že Big Bang znamenal zrod vesmíru i všetkých jeho vlastností, ku ktorým patria i priestor a čas.

COBE krúži okolo Zeme vo výške 900 km. Citlivé prehľadávanie izotropného kozmického pozadia zabezpečoval DIRBE (Diffuse InfraRed Background Experiment), ktorý zaznamenával zložené žiarenie pregalaktických, zárodočných a vyvíjajúcich sa galaktických systémov. FIRAS (Far InfraRed Absolute Spectrometer) porovnáva spektrá reliktného kozmického mikrovlnného žiarenia s presným spektrom absolútne čierneho telesa. FIRAS zistil, že teplota reliktového žiarenia zodpovedá žiareniu absolútne čierneho telesa s teplotou (T = 2,735±0,006 K). Presné mapy teploty mikrovlnného pozadia pripravuje DMR (Differential Microwave Radiometer). Výsledkom merania sú mapy, na ktorých vidíme vo vesmíre zárodky veľkých štruktúr (100 Mpc), ktoré sa nachádzajú v "panenskom" stave. Tieto štruktúry sú výrazne väčšie ako veľkosť horizontu a od okamihu vzniku, na konci inflačnej fázi vesmíru, sa v podstate nezmenili. Tieto štruktúry "kozmickej tmy" sú časťou fluktuácie gravitačného poľa, ktoré má malú amplitúdu. *Lenže práve časť tohto spektra s malými dĺžkami vytvorila veľkoškálové štruktúry, ktoré v dnešnom vesmíre pozorujeme. Objavili sme tak vôbec najstaršie a najrozsiahlejšie doteraz objavené štruktúry vesmíru. Fakt, že ich môžeme zásluhou COBE pozorovať, znamená, že sme dostali do vôbec najvzdialenejšej minulosti vesmíru. COBE zaznamenalo informácie, ktoré k nám, prostredníctvom reliktového žiarenia putujú miliardy svetelných rokov. Získali sme tak akýsi stroj času, ktorý nám umožňuje pozorovať vývoj vesmíru v období od 300 000 do 1 miliardy rokov po Big Bangu, keď neexistovali nielen galaxie, ale ani hviezdy a planéty.*

Údaje COBE aplikovali viaceré vedecké tímy na rôzne kozmologické modely vzniku veľkoškálovej štruktúry vesmíru. Výsledky týchto experimentov pripúšťajú niekoľko modelov: štandardný model chladnej, tmavej hmoty a kombinované modely chladnej tmavej hmoty a horúcej tmavej hmoty, či chladnej tmavej hmoty a nenulovej kozmologickej konštanty (vákuovej energie).



Paradox kauzálneho horizontu rieši inflačná kozmológia. Podľa nej k inflačnému rozpínaniu dochádza potom, čo sa energia rozpadu falošného vákua premení na energiu žiarenia. Pri porovnaní oboch obrázkov vidíme, že až po tejto "udalosti" prešiel vesmír na režim štandardného modelu horúceho Big Bangu.

Nanesením fluktuácií pozorovaných COBE na štruktúru rozloženia galaxií, zmapovanú meraním červených posunov galaxií, určí sa spektrum fluktuácií hustoty hmoty na všetkých škálach od 10 do 1000 Mpc. V tomto prípade Taylor a Rowan-Robinson z londýnskej Queen Mary and Westfield College ukázali, že **jediný** *model, vyhovujúci všetkým observačným obmedzeniam je* **hybridný model,** *v ktorom 69% hmoty vesmíru tvorí chladná tmavá hmota, 30% sa nachádza vo forme stabilných neutrín a iba 1% je vo forme baryónov.* Je zaujímavé, že práve neutrína, tvoriace iba 30% vesmírnej hmoty, garantujú fakt, že tento model zodpovedá pozorovaniam na škálach väčších ako 30 Mpc. Aj ďalší autori, interpretujúci údaje COBE, zistili, že pomer chladnej a horúcej hmoty vo vesmíre vyjadruje "magický pomer" — 7:3. Ďalší rok pozorovania COBE prinesie bezpochyby ešte presnejšie údaje. Uvidíme, či hybridný model, v ktorom 7:3 vyjadruje pomer chladnej a horúcej tmavej hmoty vydrží aj túto náročnejšiu konfrontáciu. John A. Wheeler kedysi vyhlásil: "Nikdy sa neponáhľaj za električkou, krásnou ženou a novou kozmologickou teóriou. O päť minút sa objaví ďalšia."

Prof. Zdeněk Stuchlík *vedie Ústav fyziky FPF SU v Opave. Texty písané kurzívou sme prevzali z pôvodného článku Jiřího Grygara.*

FOTOGRAFICKÁ FOTOMETRIA premenných hviezd (záver)

Po predchádzajúcich viac-menej astrotechnických častiach nášho seriálu prichádza na rad "skutočná" astronómia. Všetky pozorovania uvedené v tomto článku boli uskutočnené v rámci medzinárodnej kampane pozorovania symbiotických hviezd. Organizujú ju pracovníci AsÚ SAV v Starej Lesnej, dr. Ladislav Hric a dr. Augustín Skopal. Cieľom akcie je získať čo najviac poznatkov o tejto veľmi zaujímavej skupine premenných hviezd, ktorá je dodnes zahalená závojom nepoznaného.

Väčšina popísaných pozorovaní bola uskutočnená fotograficky Ing. Komačkom na hvezdárni v Žiline (objektív Telikon 6,5/750, platne Orwo NP-27 9×13, spektrálny rozsah asi 400—650 nm), dr. Komárkom na hvezdárni v Michalovciach (objektív 4,5/270, platne Orwo NP-27 6,5×9, spektrálny rozsah 400—650 nm) a autorom na súkromnej pozorovateľni v Beluši a na pozorovatelni p. Michálka vo Vrtižeri pri Považskej Bystrici (objektív Sonnar 4/300, kinofilm + filter Panchromar G3). Použité materiály a spektrálne rozsahy sú uvedené v tabuľke. Okrem fotografických pozorovaní uvádzame fotoelektrické pozorovania z HaP MK v Brne, observatória Univerzity Krakow a observatória AsÚ SAV na Skalnatom Plese, a vizuálne odhady p. Krtičku z Police nad Metují a p. Šimona z Hraníc. Pozorovania sú spracované pomocou databázového programu SYMBIO, ktorý automaticky pripravuje výstupy pre grafický procesor GRAPHER.

Materiál	Spektrálny rozsah (nm)	
	bez filtra	Filter Panchromar G3
Orwo NP-27	400—650	570—650
Orwopan 400	400—650	570—650
Agfapan 400	400—620	570—620
Foma Speciál 800	400—680	570—680

UV Aur

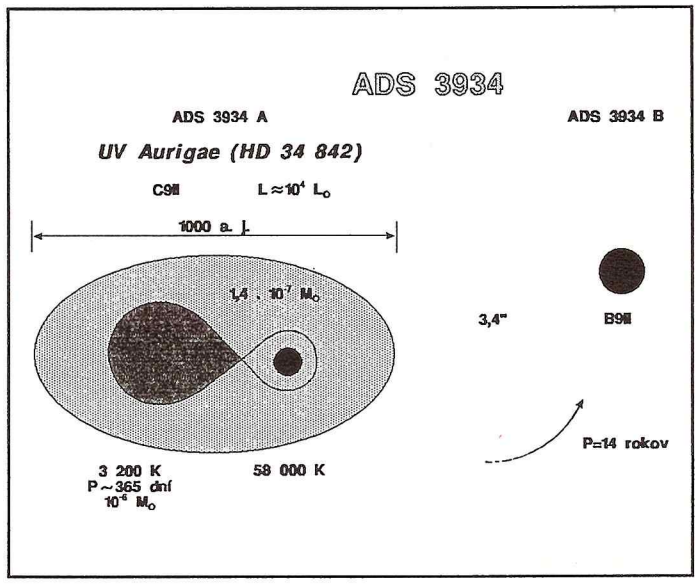
Veľmi zaujímavá symbiotická hviezda s označením UV Aur (HD 34842) sa nachádza v strede spodnej časti súhvezdia Povozník ($\alpha_{1950,0} = 5^h18^m33{,}3^s$, $\delta_{1950,0} = +32°27'51''$). Je pozorovateľná od polovice augusta, keď dosiahne výšku 30° nad východným obzorom tesne pred svitaním, až do konca apríla, keď sa už večer začína strácať v opare nad západným obzorom.

UV Aur je jasnejšia komponenta vizuálnej dvojhviezdy ADS 3934, ktorej zložky sú od seba vzdialené 3,4". Pôvodne bola klasifikovaná ako uhlíková hviezda (neskorý typ, podobný M-hviezdam, v spektre však namiesto molekulových pásov TiO objavujú sa pásy C_2, CN a CH). Podľa súčasných znalostí sa svojím spektrálnym typom C9II radí do malej skupinky uhlíkových symbiotických hviezd, ktoré v našej Galaxii zatiaľ poznáme len tri. ADS 3934B je hviezda spektrálneho typu B9II. Keďže zložka A najpravdepodobnejšie pozostáva z tesného páru horúcej a chladnej hviezdy, jedná sa vlastne o trojhviezdny systém.

Ako prvá pozorovala UV Aur vizuálne Cannonová roku 1918. Zistila, že hviezda mení svoju jasnosť v rozsahu 7,9 až 10,1 magnitúdy. Periodicitu zmien sa po prvýkrát pokúsil určiť Zacharov (1951), ktorý získal periódu 395,2 dňa. Nevedel však rozhodnúť, či zmeny jasnosti spôsobujú pulzácie, alebo orbitálny pohyb zložiek sústavy.

Horúcu zložku v systéme UV Aur predstavuje zrejme biely trpaslík s povrchovou teplotou okolo 58 000 K. Chladná zložka je asi hviezda typu M s teplotou 3 200 K, ktorá podľa všetkého vypĺňa svoj Rocheov lalok. V dôsledku toho dochádza podľa pozorovaní družice IRAS k úniku hmoty z červeného obra, a to rýchlosťou 10^{-6} $M_\odot$ za rok. Celá sústava je obklopená prachovou obálkou o polomere asi 1000 a. j. Hmotnosť tejto obálky sa odhaduje na $1{,}4.10^{-7}$ $M_\odot$. Celková svietivosť UV Aur dosahuje rádu $\sim 10^4$ $L_\odot$.

Roku 1988 Garcia a Kenyon pozorovali spektrum obrej zložky. Na základe posunu absorpčných čiar zostrojili krivku radiálnych rýchlostí a odvodili z nej orbitálny pohyb zložky s periódou 388±5 dní. V rozpore s ich prácou sú však pozorovania Chudjakovovej, ktorá v rokoch 1985 a 1988 pozorovala polarizáciu svetla prichádzajúceho z UV Aur a zistila, že v zmene polarizácie sa vyskytujú dve periódy. Jedna, v trvaní 14 rokov, asi súvisí s orbitálnym pohybom dvojhviezdy, druhá, v trvaní 393,4 dňa, je pravdepodobne zviazaná s chladnou zložkou sústavy. Veľmi zjednodušený model UV Aur je na obrázku.



Schematický model kataklizmickej trojhviezdy UV Aur.

Uvedené znalosti a predovšetkým rozpory medzi nimi priam provokujú pozorovania tejto hviezdy. Na podnet dr. Hrica sa prvé fotografické pozorovanie u nás uskutočnilo vo februári 1989. Postupne sme v priebehu necelých štyroch rokov získali 89 snímok (Komačka 5, Komárek 1, Velič 83), ktoré sú zachytené v grafe.

Už prvý rok priniesol nečakané prekvapenie. Z našich pozorovaní sme odvodili periódu zmien jasnosti UV Aur zhruba 365 dní, čo je asi o 30 dní menej, ako sa uvádza v literatúre. Túto spresnenú perióda potvrdili aj všetky neskoršie pozorovania. Rozlúštenie ďalšej záhady umožnili fotoelektrické merania, na základe ktorých sa potvrdilo, že zmeny jasnosti sú s vysokou pravdepodobnosťou spôsobované pulzáciami červeného obra. Zmena v modrej B oblasti bola totiž podstatne menšia než vo vizuálnej V oblasti, čo potvrdzujú aj výsledky fotografického sledovania hviezdy. Zmeny jasnosti pri pozorovaní v červenej oblasti spektra sú väčšie ako pri pozorovaní v integrovanej modrej a červenej oblasti, pričom rozdiel jasností v týchto dvoch spektrálnych pásmach sa smerom k minimu zmenšuje.

V druhom roku nášho sledovania UV Aur sme začali pri expozíciách používať filter Panchromar G3 a posunuli sme sa tým do červenej oblasti spektra. Spravili sme vždy dve expozície, prvú cez filter, druhú bez neho. Takto sme zistili, že svetelná krivka pri pozorovaní v červenej oblasti (570—650 nm) nie je symetrická. Pokles jasnosti z maxima je najskôr pomalší, ako by sme očakávali, a až po určitom čase nastane rýchla zmena a jasnosť rapídne klesá. Podobný priebeh má aj svetelná krivka zahŕňajúca modrú i červenú oblasť spektra (400—680 nm), asymetria je tu však oveľa menej výrazná.

Vďaka nášmu "bohato" zásobenému trhu sme roku 1991 boli nútení zmeniť fotografický materiál a vrátiť sa od Fomy k Orwu. Po roku pozorovania sa ukázalo, že všetko zlé je na niečo dobré. Asymetrickosť svetelnej krivky sa potvrdila, navyše sa podarilo ukázať, že je naozaj zapríčinená červenou zložkou žiarenia. Pri pozorovaniach bez filtra (400—650 nm) sa veľkosť asymetrie nezmenila, pri filtrovaných snímkach sa však zmenšila, pretože Orwopan 400 (570—650 nm) zachytí asi o 30 nm menej z červenej oblasti ako Foma Special 800 (570—680 nm), ktorý sme používali rok predtým.

Aj toto obdobie prinieslo jedno nečakané zistenie. Jasnosť sústavy sa po poklese do minima na nejaký čas zvýšila, aby sa potom opäť vrátila na pôvodnú úroveň. Takto sa v minime vytvoril svetelný hrb. Pri pozornom prezeraní pozorovaní z predchádzajúcich miním sme aj tu našli podobné príznaky, ktoré sa objavujú aj pri fotoelektrických meraniach. Otázkou zostáva, čo ich spôsobuje.

Pozorovania z posledných dvoch nocí (29.8. a 26.9.1992) naznačujú veľmi rýchly nárast jasnosti, ktorý je viditeľne strmší ako jej pokles. Svetelná krivka získala ďalšiu asymetriu, naviac hviezda v minime jasnosti zotrváva akosi dlho. Podľa všetkého svetelnú krivku okrem pulzácií červeného obra a orbitálneho pohybu zložiek sústavy formujú ešte ďalšie faktory, možno dokonca zákryt "čohosi". Zdá sa teda, že UV Aur bude veľmi vďačným objektom pre pozorovanie aj naďalej, pretože jeho atraktívnosť sa ešte zvýšila.

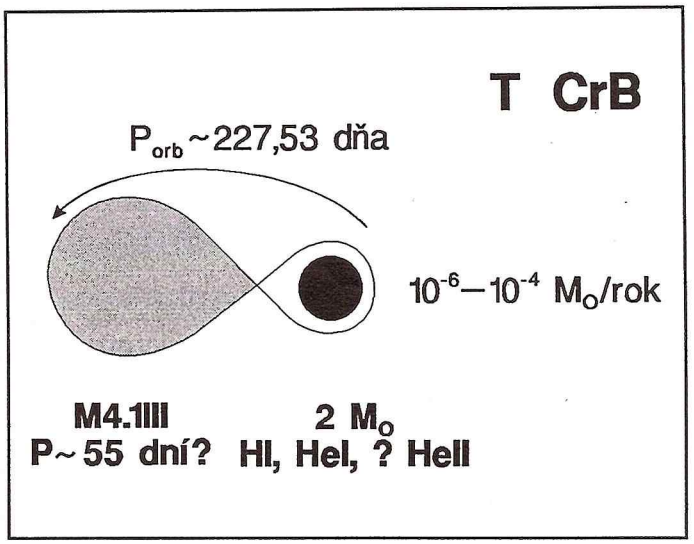
T CrB

je veľmi známa rekurentná nova. Leží asi 1° južne od α CrB v polohe $\alpha_{1950,0}=15^h57^m24{,}5^s$, $\delta_{1950,0}=+26°\,03'39''$. Pozorovať ju možno od januára do polovice októbra.

Z historických pozorovaní je známe jej prvé vzplanutie roku 1866 (JD =2 402 734). V ultrafialovom žiarení boli pozorované neveľké zjasnenia aj v rokoch 1963 (JD=2 438 030) a 1975 (JD=2 442 543). V apríli 1949 bolo pozorované rýchle kolísanie vizuálnej jasnosti hviezdy s amplitúdou od 0,30 do 0,50 magnitúdy.

Sústavu tvorí červený obor spektrálneho typu M4III, ktorý vypĺňa alebo takmer vypĺňa svoj Rocheov lalok, vplyvom čoho z neho uniká hmota rýchlosťou 10^{-6} až 10^{-4} Mo za rok. Okolo druhej zložky, pravdepodobne hviezdy hlavnej postupnosti s hmotnosťou 2 Mo, sa z tejto hmoty formuje akréčny disk. Orbitálnu periódu podľa spektroskopických pozorovaní z roku 1986 upravili Kenyon a Garcia na 277,53 dňa.

V spektre hviezdy sa vyskytujú emisné čiary HI, HeI a podľa niekoľkých pozorovaní aj HeII. V týchto čiarach pozoroval Iijima variácie s periódou asi 55 dní. Obdobné zmeny v spektre pozoroval aj Lines a kol. Na druhej strane Peel, ktorý sa pokúsil o periódovú analýzu fotometrických dát, získal pre túto periódu negatívny



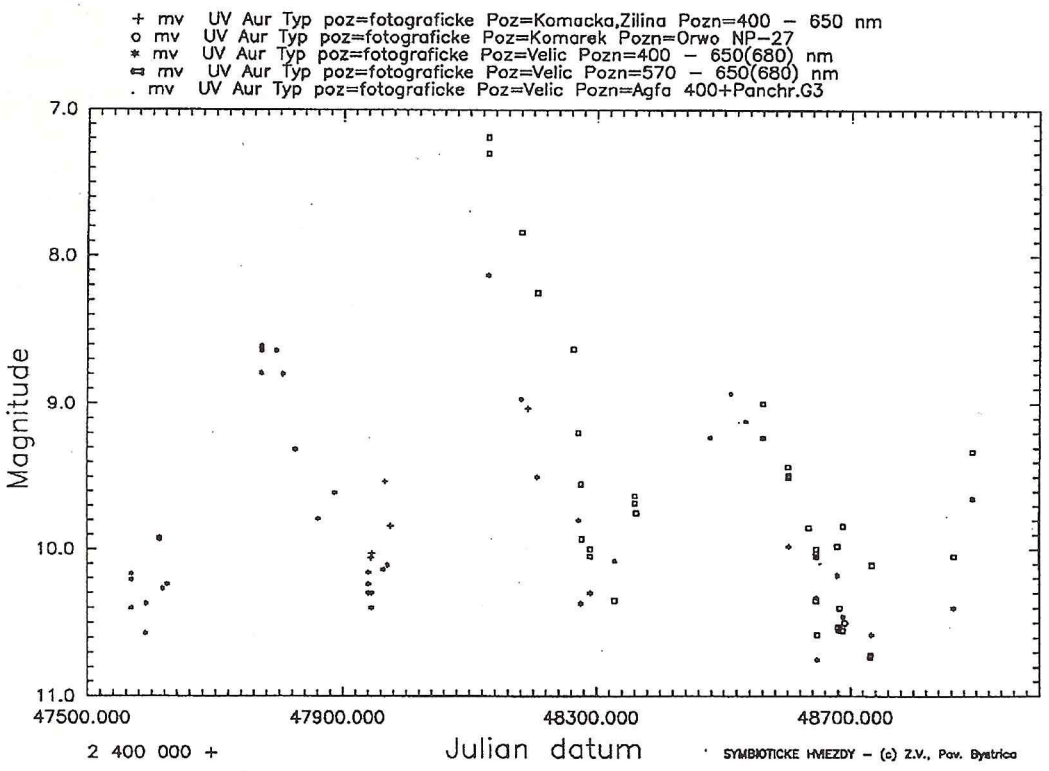
Schematický model kataklizmickej hviezdy T CrB.

výsledok. V každom prípade, ak sú tieto zmeny reálne, musia byť zviazané so zmenami teploty a svietivosti horúcej zložky, nakoľko sú najvýraznejšie v B filtri UBV systému. Perióda 55 dní je príliš dlhá pre hviezdu hlavnej postupnosti, skôr by mohla byť spôsobená pulzáciami červeného obra. Situáciu ešte viac komplikuje to, že emisné čiary občas zoslabnú, alebo sa úplne stratia, ako to pozoroval v júni 1982 Oskanian. Pritom rozhodne nemohlo ísť o zákryt horúcej zložky, pretože táto sa vtedy nachádzala pred M obrom. Druhé vymiznutie emisných čiar pozoroval Iijima v období máj—jún 1988, pričom ich postupné obnovovanie trvalo až do marca 1990. Je to príliš dlhé obdobie, aby zmeny mohli byť spôsobené orbitálnym pohybom zložiek.

Všetky tieto javy sa roku 1990 pokúsil vysvetliť Iijima. Podľa neho pulzácie červeného obra modulujú rýchlosť prenosu hmoty do akréčneho disku, čo spôsobuje kolísanie množstva hmoty dopadajúcej na horúcu zložku a vyvoláva pozorované zmeny emisných čiar. Ich zoslabenie či vymiznutie podľa tohto scenára spôsobuje zmrštenie červeného obra pod hranicu Rocheovho laloka a zastavenie prenosu hmoty v sústave. Zatiaľ však nie je známy mechanizmus, ktorý by mohol takéto zmrštenie vyvolať.

Naše fotografické pozorovania T CrB sa datujú od júna 1990. Do konca septembra 1992 sme urobili a vyhodnotili 39 expozícií (Komačka 9, Komárek 1, Velič 29). Podľa nich sa jasnosť sústavy mení s amplitúdou 0,3 až 0,6 magnitúdy (9,5—10,6 mag). V červenej farbe je amplitúda zmien o niečo väčšia ako vo farbe modrej. To súhlasí s domnienkou o pulzácii chladnej zložky. V súlade s predchádzajúcimi pozorovaniami však nie je perióda zmien jasnosti, ktorá je podľa našich pozorovaní okolo 110 dní! Máme ju pritom dobre podloženú pozorovaniami minimálne pre tri periódy. Obdobnú periódu navyše naznačujú aj fotoelektrické merania a vizuálne odhady.

Na svetelnej krivke z našich pozorovaní sú dva body, ktoré výrazne "odskakujú" od svetelnej krivky (JD=2 448 101 a JD=2 448 681). Na prvý pohľad by sme ich označili za chybné pozorovania. Pri pozornejšom skúmaní ale zistíme, že oba sa vyskytujú zhruba v rovnakej fáze, t.j. na začiatku vzostupu jasnosti. Určite by stálo sa námahu pozornejšie preskúmať tento úsek svetelnej krivky. Z fotografických pozorovaní T CrB vyplýva ešte jeden zaujímavý fakt. V odbornej literatúre sa uvádza stredná chyba fotografickej fotometrie asi ±0,1—0,15 magnitúdy. Napriek tomuto tvrdeniu vidíme, že je možné spoľahlivo pozorovať aj zmeny jasnosti s amplitúdou 0,3 mag.



Svetelná krivka zostrojená z 89 fotografických pozorovaní symbiotickej hviezdy UV Aurigae, uskutočnených v rámci medzinárodnej kampane pozorovania symbiotických hviezd, ktoré organizujú pracovníci AsÚ SAV v Tatranskej Lomnici (Starej Lesnej). Pozorovania v červenej i modrej oblasti spektra ukázali, že perióda zmien jasnosti tejto hviezdy je zrejme až o tridsať dní kratšia, než uvádza odborná literatúra. Navyše, z tvaru svetelnej krivky sa podarilo vďaka zreteľnej asymetrii v červenej oblasti ukázať, že zmeny sú najpravdepodobnejšie spôsobované pulzáciami červeného obra. Ďalšie pozorovania však ukázali v minime svetelný hrb, ktorý bude mať ešte nejakú ďalšiu príčinu.

* * *

Na záver by som chcel poďakovať dr. Hricovi a dr. Skopalovi za odbornú pomoc a cenné rady a pripomienky, všetkým amatérskym pozorovateľom, ktorí sa zapojili do sledovania symbiotických hviezd, za ich pozorovania, a predovšetkým svojej manželke Helene za pochopenie pre môjho dosť náročného koníčka.

Ing. Zdeno Velič

Literatúra:

L. Hric, A. Skopal a kol.: Fotometria symbiotických hviezd – kampaňové práce (Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso – Vol. 19, 1990, Vol. 21, 1991, 1992)

T. Iijima: High and low stages of T CrB (The Journal of the AAVSO, Vol. 19, No. 1, 1990)

S. J. Kenyon, R. F. Webbink: The nature of symbiotic stars (1983)

Atlas astronoma ljubitela I (Odesa, 1991)

Obloha v kalendári

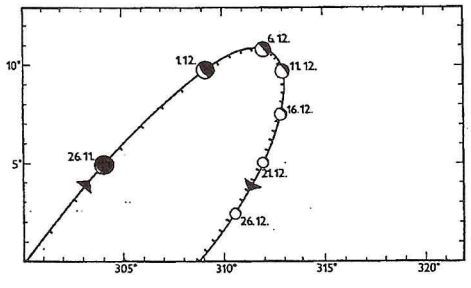
december
január

Všetky časové údaje sú v SEČ

Najdlhšie, no súčasne najstudenšie noci, množstvo ostrých hviezd, ktoré priam pichajú sietnicu, to je obloha decembrových a januárových večerov a nocí. Päť jasných planét na decembrovej oblohe, zopár jasných planétok, jedna jasná kométa, na ktorú astronómovia čakajú už 130 rokov, no i jasné meteory, premenné hviezdy, či nepreberné množstvo rôznych hviezdokôp — a to všetko možno v nasledujúcich dvoch mesiacoch uvidieť na vlastné oči. No najzaujímavejšie zrejme bude zatmenie Mesiaca a veľmi výhodná opozícia Marsa.

Planéty

Merkúr sa práve nachádza v najväčšej západnej elongácii, ktorá dosiahne maximum 9.12., keď bude planéta celých 21° od Slnka. Na rannej oblohe nájdeme Merkúr viac ako 5° nad obzorom po siedmej ráno až do 21.12. V januári však planéta opäť absolvuje hornú konjunkciu so Slnkom, takže ju znova uvidíme až vo februári na večernej oblohe.



Merkúr nad juhovýchodným obzorom o 7^{10} SEČ v posledné jesenné dni tohto roka.

Venuša bude na Vianoce Večernicou ako sa patrí, koncom januára dosiahne jej jasnosť dokonca -4,5 mag, pretože 19.1. bude planéta v najväčšej východnej elongácii od Slnka. Ešte predtým by však mohlo byť dobrým námetom pre fotografiu stretnutie Venuše so Saturnom, ktoré vyvrcholí 21.12. o 17^h. Tešíme sa na Vaše fotografie.

Mars sa do opozície, ktorá je tentoraz pre pozorovateľov na severnej pologuli veľmi výhodná, dostane 7. januára. Vysoká deklinácia (30.1. rekorných +27°01') čiastočne vyváži o niečo menší priemer kotúčika planéty, ako bol pri minulej opozícii pred dvoma rokmi. I tak by 15 oblúkových sekúnd pri jasnosti -1,4 mag malo stačiť na podrobnejšie sledovanie zmien vzhľadu povrchu planéty počas jari a leta na jeho južnej hemisfére. Púť planéty súhvezdím Blížencov zasa pripraví niekoľko pekných stretnutí Marsa s objektami tohto súhvezdia. Kresby planéty i vydarené fotografie radi uverejníme v Albume pozorovateľa.

Jupiter v súhvezdí Panny pomaly zjasnieva, stále však vychádza až po polnoci, takže ešte niekoľko mesiacov bude výrazným objektom najmä na rannej oblohe. Zaujímavým by však mohlo byť zachytenie sľučky planéty, ktorá bude tentoraz pomerne otvorená. Názorný bude i prechod planéty 1,7° južne od hviezdy γ Vir (+2,75 mag) v noci 7./8.12., keď bude veľmi zaujímavé sledovať pohyb hviezdy a Jupiterových mesiačikov.

Saturn sa na večernej oblohe nachádza ešte v blízkosti Venuše, blíži sa však do februárovej konjunkcie so Slnkom, takže v súhvezdí Kozorožca ho budeme môcť ako-tak sledovať iba do konca roka — posledným zaujímavým úkazom, ktorý planéta pred konjunkciou absolvuje, bude stretnutie s Mesiacom 27.12.

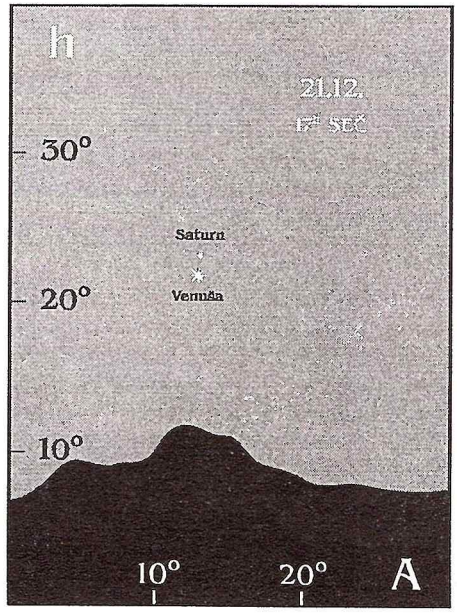
Urán ani **Neptún** neuvidíme, pretože v januári absolvujú konjunkciu so Slnkom (8.1.). Neuvidíme (či presnejšie nebudeme môcť fotografovať) ani **Pluto**, ktorý bol v konjunkcii so Slnkom v novembri a dostatočne sa vzdiali od Slnka až tak o dva mesiace.

Zem dosiahne 21.12. o trištvrte na štyri po obede bod zimného slnovratu. V tomto okamihu vstúpi Slnko do súhvezdia Kozorožca a na severnej pologuli sa začne astronomická zima. Najbližšie k Slnku, teda v perihéliu svojej dráhy, bude Zem 4. januára o štvrtej ráno.

Planétky

Tri asteroidy v opozícii, dva nad hranicou +10 mag a jeden v rekordne malej vzdialenosti od Zeme — to nám pripravili menšie telesá slnečnej sústavy.

Najjasnejším objektom bude planétka **(3) Juno**, ktorá dosiahne opozíciu 28.12. V súhvezdí Kozorožca by pre skúsených pozorovateľov mala byť zreteľným objektom. Už 2.12. však dosiahla opozíciu planétka **(349) Dembowska**, ktorá sa pohybuje na rozhraní súhvezdí Povozníka a Býka blízo hranice s Perzeom. Jej jasnosť však prekročí hranicu +10 mag len o málo. Temer o magnitúdu silnejšia by v opozícii (9.1.) mala byť **(18) Melpomene**, ktorá sa nachádza v Malom psovi, kde by mala prejsť iba 0,5° od γ CMi (+4,6 mag).



Ešte jasnejšie však budú planétky, ktoré sa do opozície len blížia — **(6) Hebe** v súhvezdí Leva a **(7) Iris** v Panne. Jasnosť týchto telies by mala dosiahnuť zhruba +8,5 mag. Efemeridu všetkých jasnejších planétok pre nasledujúce mesiace nájdete v pripojenej tabuľke.

Pozornosť si ale zaslúži aj planétka, ktorá nebude v dosahu amatérskych prístrojov — **(4179) Toutatis**. Podľa niekoľkých zaručených správ, pochádzajúcich z rovnakého prameňa, mala sa táto 5-kilometrová planétka roku 2000 zraziť so Zemou. Čo by to pre našu civilizáciu znamenalo, to tu hádam domýšľať nebudeme. Ak ste pozorne čítali číslo 3 tohto

dátum	$\alpha_{2000,0}$ h m	$\delta_{2000,0}$ ° '
(3) Juno		
4.12.	6 43,3	-0 02
9.12.	6 40,3	-0 17
14.12.	6 36,6	-0 24
19.12.	6 32,5	-0 22
24.12.	6 28,1	-0 13
29.12.	6 23,7	0 05
(349) Dembowska		
4.12.	4 34,0	30 08
9.12.	4 28,9	30 07
14.12.	4 24,0	30 04
19.12.	4 19,4	30 00
24.12.	4 15,4	29 53
(18) Melpomene		
4.12.	7 51,8	7 45
9.12.	7 49,8	7 47
14.12.	7 46,9	7 54
19.12.	7 43,2	8 07
24.12.	7 38,8	8 25
29.12.	7 33,9	8 49
(6) Hebe (1950,0)		
1.1.	10 30,1	9 07
6.1.	10 29,7	9 34
11.1.	10 28,5	10 07
16.1.	10 26,7	10 45
21.1.	10 24,3	11 27
26.1.	10 21,2	12 13
31.1.	10 17,7	13 03
(7) Iris (1950,0)		
11.1.	12 03,0	-7 37
16.1.	12 04,2	-7 59
21.1.	12 04,8	-8 18
26.1.	12 04,7	-8 32
31.1.	12 04,0	-8 42

ročníka Kozmosu, istotne ste si všimli tabuľku na strane 18, v ktorej sú uvedené najtesnejšie priblíženia známych planétok k Zemi do konca tohto tisícročia. Naša Toutatis je tu uvedená hneď trikrát, no najbližšie pri Zemi má preletieť (nie zraziť sa) už tento rok — 8. decembra vo vzdialenosti 9,4 polomerov dráhy Mesiaca, takže môžeme pokojne spávať.

Kométy

Temer dvadsať rokov čakali astronómovia na potvrdenie predpovede, ktorú roku 1973 publikoval Brian Marsden — že materská kométa meteorického roja Perzeíd, periodická **Swift-Tuttle** objavená roku 1862 a zrejme pozorovaná i roku 1737 Keglerom v Číne, sa do perihélia vráti práve koncom roku 1992. Dočkali sa. Tsuruhiko Kiuchi objavil 26. septembra binokulárom 25×150 difúzny objekt, ktorý sa nachádzal práve tam, kde by bola kométa, ak by prechádzala perihéliom v polovici decembra tohto roku. Vizuálny objav ta-

P/Swift-Tuttle 1992t

dátum	$\alpha_{2000,0}$ h m	$\delta_{2000,0}$ ° ′
2.12.	19 04,00	+ 2 56,5
4.12.	19 09,68	+ 0 50,9
6.12.	19 15,10	- 1 09,0
8.12.	19 20,27	- 3 03,6
10.12.	19 25,22	- 4 53,0
12.12.	19 29,96	- 6 37,6
14.12.	19 34,53	- 8 17,5
16.12.	19 38,93	- 9 53,1
18.12.	19 43,18	-11 24,5

kejto kométy naozaj nik nečakal, kométa sa však nezadržateľne blíži a perihéliom prejde naozaj 12. decembra. Podľa predbežných odhadov by mala byť kométa začiatkom decembra na hranici viditeľnosti voľným okom, rýchlo sa však znižuje pre pozorovateľov v našich zemepisných šírkach jej výška nad obzorom. Efemeridu pre obdobie viditeľnosti nájdete v tabuľke.

Najjasnejšou kométou na prelome rokov mala byť pôvodne periodická kométa **P/Schaumasse**, ktorú poznáme už od roku 1911. Tento návrat kométy je z hladiska pozemského pozorovateľa veľmi výhodný, pretože počas prechodu perihéliom bude kométa blízko pri Zemi, ale uhlovo vzdialená od Slnka

P/Schaumasse 1992x

dátum	$\alpha_{1950,0}$ h m	$\delta_{1950,0}$ ° ′	mag
1.1.	3 40,6	+21 40	+9,0
6.1.	3 36,8	+23 18	+8,9
11.1.	3 34,6	+25 02	+8,7
16.1.	3 34,0	+26 52	+8,6
21.1.	3 35,3	+28 48	+8,5
26.1.	3 38,6	+30 48	+8,4
31.1.	3 44,1	+32 53	+8,3

až 100°, neďaleko Capelly (α Aur). V januári bude P/Schaumasse prechádzať popri Plejádach, čo je istotne zaujímavý námet na fotografické pozorovanie. Efemeridu kométy spolu s predpokladanou jasnosťou nájdete v tabuľke.

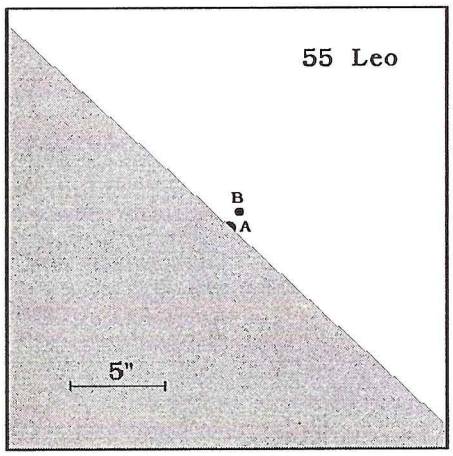
Meteory

Zimné meteorické roje bývajú výdatné. **Geminidy** budú mať maximum tentoraz 13.12. napoludnie, a hoci je Mesiac štyri dni po nove a bude teda rušiť večerné pozorovanie, dajaké geminidy by sme predsa len mali uvidieť. **Ursaminoridy** majú maximum dva dni pred Štedrým večerom o piatej popoludní a Mesiac je práve v nove, takže ak bude zvýšená aktivita a jasné počasie, nemalo by nám ujsť. To isté platí o **Kvadrantidách**, ktoré sú v maxime 3. januára o piatej večer. Hoci je vtedy Mesiac už 10 dní po nove, Perzeidy '92 ukázali, že pri ozajstnej aktivite to vôbec nevadí.

Úkazy

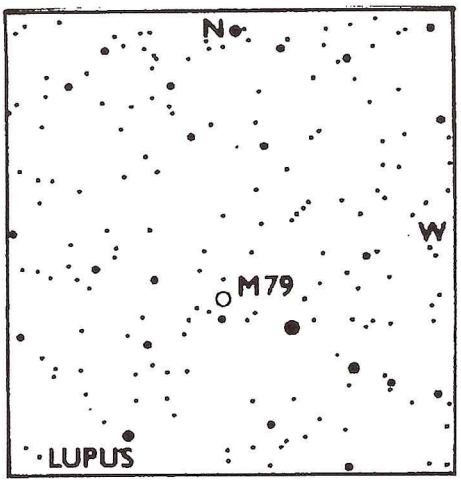
Medzi zaujímavé úkazy môžeme okrem konjunkcií planét, planétok a komét s inými objektami zaradiť aj zákryty všetkého druhu a zmeny jasnosti premenných hviezd, najmä tých nezákrytových. Planétky budú však v nasledujúcom období zakrývať iba slabé hviezdy, takže nám na sledovanie zostáva zaujímavý výstup dvojhviezdy **55 Leo** spoza Mesiaca, ktorý sa udeje 16.12. o $2^h02{,}1^m$.

Tento úkaz je zaujímavý najmä z pohľadu dvojhviezdy, ktorá patrí medzi tie s krátkou periódou obehu zložiek a so známou dráhou obehu. Obežná doba hviezd 6,1 a 8,0 mag je 128,3 roka, periastrum nastalo roku 1917, ešte roku 1933 však bola pozorovaná ako jediná hviezda. Dnes sú zložky tejto dvojhviezdy od seba vzdialené 1,1" v pozičnom uhle 58°, takže ich väčším ďalekohľadom možno rozlíšiť. Oddeliť ich svetlo od seba však dokáže len Mesiac práve pri takýchto úkazoch — presvedčte sa sami.



Veľmi zaujímavý bude výstup dvojhviezdy 55 Leo spoza Mesiaca, ktorý budeme môcť pozorovať 16. decembra po polnoci. Tesná dvojhviezda má zložky s jasnosťami 6,1 a 8,0 magnitúdy vzdialené iba 1,1", okraj Mesiaca ich však spoľahlivo rozštiepi.

Najzaujímavejší úkaz, najmä pre menej zainteresovaných, začne sa 9. decembra. O tomto zatmení si však všetko potrebné môžete prečítať v samostatnom článku. Rovnako údaje o minimách a maximách premenných hviezd nájdete v Kalendári úkazov.



S odchádzajúcou jesennou oblohou klesá aj počet viditeľných guľových hviezdokop. Jednou z tých málo, čo zostali, je M 79 (na čistom obzore viditeľná Sometom 25×100) v súhvezdí Zajaca. Nájdeme ju asi 5 stupňov južne od β Lup, severovýchodne od hviezdy asi 6. veľkosti. V katalógu Ch. Messiera o nej nájdeme nasledovné: "Hmlovina bez hviezd, umiestená pod Zajacom, na rovnobežke hviezdy 6. veľkosti, odhalená p. Méchainom 26. októbra 1780. Potom ju 17. decembra vyhľadal p. Messier — táto hmlovina je pekná, stred má jasný, trochu difúzny". Mapka tesného okolia tejto kopy (hviezdy do 9,5 mag) má na výšku rozmer 4 stupne.

Nočná obloha

Vo večerných hodinách môžeme nad južným obzorom zbadať veľký päťuholník hviezd v tvare pavézy, tvorený Capellou, betou, thetou, a iotou Aurigae a betou Tauri, ktorý je charakteristický pre súhvezdie Povozníka. Ak temná obloha dovolí, môžeme si všimnúť aj slabnúcu Mliečnu cestu, ktorá ním prechádza a pokračuje ďalej cez Orión, Jednorožca a Lodnú záď na južnú oblohu.

Priamo v strede Povozníka uvidíte podlhovastú svetlú škvrnku s niekoľkými hviezdami, z ktorých najjasnejšie sa dostali aj do Flamsteedovho katalógu — 16, 17 (AR), 18 a 19 Aurigae. Podľa vzhľadu v triedroch dostalo toto zoskupenie názov **Rebríček**. Pokúste sa ale kresbou zachytiť, ako vyzerá bez ďalekohľadu.

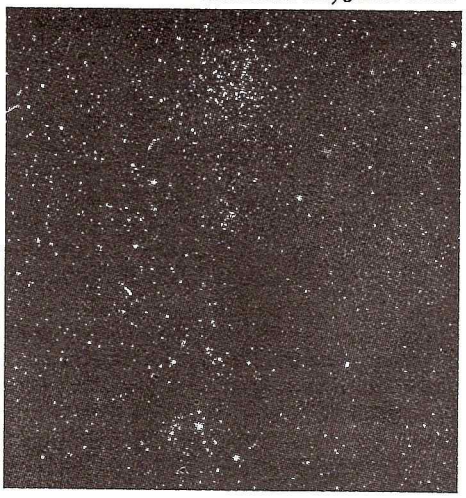
Asi 2,5 stupňa na severovýchod si všimnite nápadnú bohatú otvorenú hviezdokopu nepravidelného tvaru, ktorej najjasnejšie hviezdy sú sformované do tvaru kostrbatého písmena π. Za objaviteľa tejto kopy považujeme francúzskeho pozorovateľa Le Gentila (1749). Dostala sa aj do Messierovho katalógu, kde ju nájdete pod číslom 38, a Dreyerovho NGC, kde má č. 1912. Le Gentil,

ktorému okrem iného pripisujeme aj prvenstvo v prípade M 32, však neďaleko zaznamenal ešte jednu hviezdokopu, kopu M 36 (NGC 1960), ktorá síce je uhlovo menšia než predchádzajúca kopa, obsahuje však jasnejšie hviezdy a dokonca ľahkú dvojhviezdu Σ 737, ktorej zložky sú od seba vzdialené 10,7". Nachádza sa 2 stupne východne od j Aur.

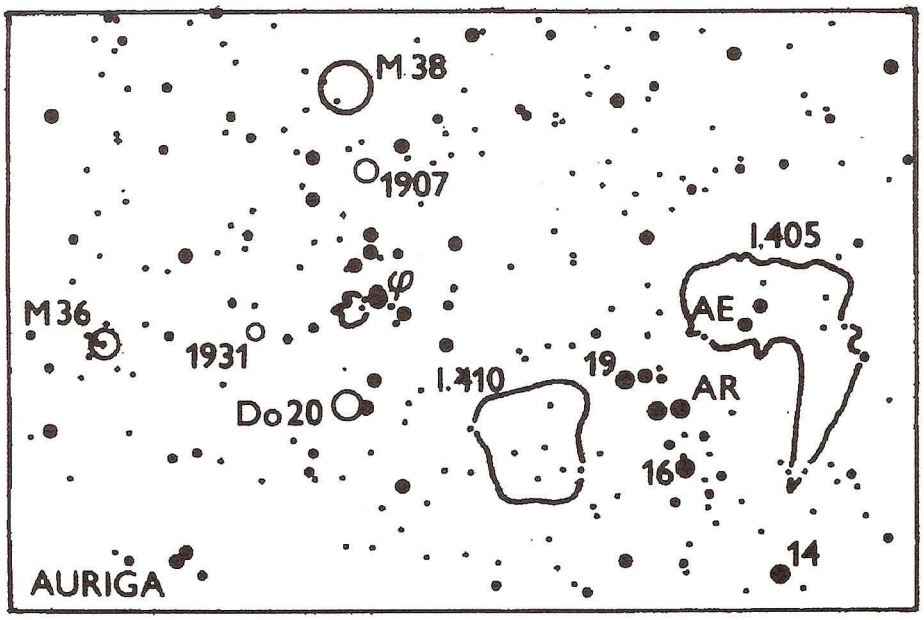
"Nádherná, jedna z najkrajších svojho druhu" (T. W. Webb), "jagajúce sa diamanty" (C. E. Barns), "hviezdny prach" – tak charakterizovali rôzni pozorovatelia vzhľad posledného messierovského objektu súhvezdia Povozník, M 37, ktorú pre zmenu objavil Charles Messier roku 1764. Somet binar 25×100 naozaj ukáže veľké množstvo približne rovnako jasných hviezd na ploche o priemere 20 uhlových minút. V okolí M 36, M 38 a Rebríčka nájdeme však aj ďalšie zaujímavé objekty. Z otvorených hviezdokop sú nápadné predovšetkým **NGC 1907** (malá kruhová škvrnka, na ktorej okraji je nápadná dvojhviezda) a **Do 20** (nápadný okrúhly obláčik východne od hviezdy asi 7. veľkosti). Stupeň západne od M 36 sa nachádza emisná hmlovina **NGC 1931**, ktorá je na tmavej oblohe viditeľná aj Sometom ako malá škvrnka v tesnom susedstve troch slabých hviezd. Väčší prístroj vraj dokonca ukáže jej zelenkavú farbu. Neďaleko sú potom ďalšie tri svetlé hmloviny. **IC 417**, na mapke tesne východne pri φ Aur (najmenšia a najnápadnejšia), **IC 410** medzi Do 20 a 19 Aur a napokon **IC 405** v okolí AE Aur. Všetky tri sú však určené skôr fotografom, než vizuálnym pozorovateľom.

Veľmi zaujímavá je ale sama **AE Aur**. Táto hviezda asi 6. veľkosti s malými svetelnými zmenami totiž patrí medzi hviezdy, zrodené v okolí **M 42**, hmloviny z Oriónovho meča, viditeľnej na zimnej oblohe aj bez ďalekohladu. V priebehu posledných troch miliónov rokov tento hviezdny "pútnik" (podobne ako 53 Ari a μ Col) doputoval až do týchto miest oblohy. V súčasnosti prechádza oblakom plynu a prachu, ktoré osvetľuje – IC 405. AE Aur časom ale túto zaprášenú oblasť opustí a potom pohasne aj svetlá hmlovina, z ktorej sa stane jej pravý opak – hmlovina tmavá.

Roman Piffl, Jiří Dušek



Hviezdokopy M 38 (hore) a NGC 1907 (malá v strede) nad hviezdou φ Aur. Snímka J. Drbohlava má na výšku 2°.



Na zimnej oblohe nájdete okrem NGC 1931 aj ďalšie emisné hmloviny, napr. NGC 1333, 1579 a 1624 v Perzeovi a M 78 v Orióne. Všetky vyzerajú približne rovnako, teda ako rozostrené hviezdy či malé okrúhle škvrnky.

Kalendár úkazov

dátum	čas	úkaz
2. 12.		planétka **(349) Dembowska** v opozícii so Slnkom (maximálna jasnosť +9,7 mag)
6. 12.	1^h57^m	minimum **ξ Gem** (A=3,62–4,18 mag, P=10,15073^d)
6. 12.		maximum **RT Cyg** (A=6,0–13,1 mag, P=190^d)
7. 12.	19^h	**Jupiter** v konjunkcii s γ Vir, Jupiter 1,7° južne
8. 12.		planétka **(4179) Toutatis** 9,4 polomerov mesačnej dráhy od Zeme
8. 12.	23^h30^m	minimum **δ Cep** (A=3,48–4,37 mag, P=5,366341^d)
9. 12.	15^h	**Merkúr** v najväčšej západnej elongácii od Slnka (21°)
10. 12.	0^h44^m	**stred úplného zatmenia Mesiaca !!!**
12. 12.	19^h30^m	**Mars** v konjunkcii s Mesiacom, Mars 6° severne
12. 12.		kométa **P/Swift-Tuttle 1992t** v perihéliu (najväčšia jasnosť +5,0 mag)
13. 12.	12^h	maximum aktivity meteorického roja **Geminidy**
14. 12.	1^h47^m	minimum **β Per** (A=2,13–3,40 mag, P=2,86732442^d)
16. 12.	2^h02^m	výstup dvojhviezdy **55 Leo** (A=6,1, B=,0 mag, AB 58° 1,1") spoza Mesiaca
16. 12.	5^h34^m	minimum **ξ Gem**
16. 12.	22^h36^m	minimum **β Per**
18. 12.	5^h42^m	**Jupiter** v konjunkcii s Mesiacom, Jupiter 7° severne
19. 12.	19^h25^m	minimum **β Per**
19. 12.		**Merkúr** v konjunkcii s Antaresom, α Sco 5,8° južne
19. 12.		maximum **R Sgr** (A=6,7–12,8 mag, P=269^d)
21. 12.	15^h42^m	**zimný slnovrat**, začiatok astronomickej zimy
21. 12.	17^h	**Venuša** 1° južne od Saturna !!!
22. 12.	15^h	**Merkúr** v konjunkcii s Mesiacom, Merkúr 1,5° severne
22. 12.	17^h	maximum aktitivy meteorického roja **Ursaminoridy**
26. 12.		maximum **T Cet** (A=5,0–6,9 mag, P=159^d)
27. 12.	17^h36^m	**Saturn** v konjunkcii s Mesiacom, Saturn 6° južne
28. 12.		planétka **(3) Juno** v opozícii so Slnkom (maximálna jasnosť +7,4 mag)
3. 1.	17^h	maximum aktivity meteorického roja **Kvadrantidy**
4. 1.	4^h06^m	**Zem** v perihéliu
4. 1.	19^h28^m	minimum **δ Cep**
7. 1.	23^h43^m	**Mars** v opozícii so Slnkom
8. 1.	10^h12^m	**Urán** v konjunkcii so Slnkom
8. 1.	23^h07^m	**Neptún** v konjunkcii so Slnkom
9. 1.		planétka **(18) Melpomene** v opozícii so Slnkom (maximálna jasnosť +9,0 mag)
10. 1.		maximum **R Aqr** (A=5,8–12,4 mag, P=390^d)
16. 1.		maximum **X Oph** (A=5,9–9,2 mag, P=329^d)
19. 1.	16^h48^m	**Venuša** v najväčšej východnej elongácii od Slnka (45°)
20. 1.	21^h51^m	minimum **δ Cep**
23. 1.		**Merkúr** v hornej konjunckii so Slnkom
25. 1.	20^h02^m	minimum **ξ Gem**
26. 1.		maximum **R Vir** (A=6,2–12,1 mag, P=146^d)
28. 1.		**Mars** má najvyššiu severnú deklináciu +27°01'
29. 1.	14^h	**Jupiter** v zastávke, začína sa pohybovať spätne
31. 1.		maximum **T Aqr** (A=7,2–14,2 mag, P=202^d)

Zatmění Měsíce (po 34 měsících)

V přírodě se vyskytuje mnoho nejrůznejších periodických jevů, ke kterým jsme již od dětství přivykli tak, že jim téměř nevěnujeme pozornost. Čas od času však nastane poměrně neobvyklý a zajímavý úkaz — zatmění Slunce nebo Měsíce — který lidské pozornosti neuniká. Podstatu těchto úkazů známe, proto nezpůsobují paniku jako v minulosti, spíše naopak — mnoha lidem pozorování těchto jevů přináší neopakovatelné okamžiky dobrodružství a romantiky.

Měsíční zatmění

Kdyby měsíční dráha ležela přesně v rovině ekliptiky, docházelo by během každého synodického měsíce (doba, která uplyne mezi dvěma stejnými fázemi Měsíce, $29^d12^h44^m2{,}8^s$) k jednomu úplnému zatmění Slunce (počas novu) a k jednomu úplnému zatmění Měsíce (počas úplňku). Ve skutečnosti je ale dráha Měsíce k ekliptice skloněná o 5°8'40", proto Měsíc prochází během úplňku zpravidla mimo kužel zemského stínu.

Vznik měsíčního zatmění je tedy podmíněn seskupením Slunce, Země a Měsíce přibližně na přímce. K zatmění Měsíce dochází pouze tehdy, je-li při této konfiguraci těles Měsíc poblíž některého z uzlů své dráhy (průsečíku ekliptiky a měsíční dráhy), tedy nastává-li úplněk blízko ekliptiky (zatmění — latinsky eclipsis, ekliptika — čára, kde nastávají zatmění). Hloubka zatmění je tudíž závislá na vzdálenosti Měsíce od některého z uzlů. Úplné zatmění Měsíce nastane vždy, když během úplňku vzdálenost středu jeho kotouče od jednoho z uzlů je menší než 4°5', může však ve zvláštních případech nastat i při vzdálenosti do 5°29'. Jestliže je vzdálenost menší než 9°10', nastává vždy částečné zatmění Měsíce (do vzdálenosti 12°15').

Průběh měsíčního zatmění je následující: okamžik vstupu Měsíce do polostínu je prakticky nepozorovatelný. Až teprve když se skoro celý měsíční kotouč nachází uvnitř polostínového kužele, lze zpozorovat zřetelné ztmavnutí části Měsíce, která se přibližuje ke kuželu stínu. V okamžiku, kdy se Měsíc dotkne stínového kužele Země zevně, začíná částečné zatmění. Na východním okraji Měsíce se tehdy objevuje tmavý lem, který se zvětšuje a obepíná čím dál větší část povrchu Měsíce.

Okamžik, ve kterém se Měsíc dotkne vnitřně se stínovým kuželem, t.j. když se celý Měsíc nachází uvnitř kužele stínu vrhaného Zemí, je začátkem úplného zatmění, které může trvat až sto minut, jestliže je centrální — t.j. když osa stínu projde středem Měsíce. Úplné zatmění končí v okamžiku druhého vnitřního

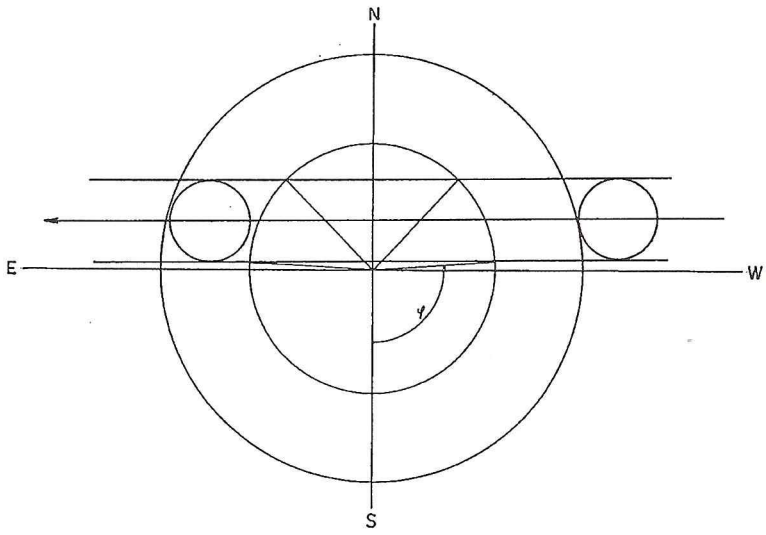
Vstupy vybraných bodů do stínu Země

(Řecká písmena označují osamělé vyvýšeniny, ostatní body představují většinou krátery. Skoro ve všech případech se jedná o malé světlé útvary. V protokolu neuvádějte název, ale pouze číslo bodu a čas kontaktu — minuty a sekundy.)

čas	číslo	název bodu
23^h01^m	4	Byrgius A
05^m	3	Damoisseau E
	2	Grimaldi C
	6	Billy
	5	Hansteen α
	1	Lohrmann A
06^m	9	Mersenius C
	10	Gassendi α
07^m	16	Vitello ξ
09^m	24	Dunthorne
11^m	26	Agatharchides A
13^m	32	Kies A
14^m	27	Darney C
	21	Euclides
	12	Encke B
	31	Bullialdus β
	29	Darney
	18	Lansberg D
15^m	7	Marius A
	17	Lansberg A
	22	Lansberg B
16^m	11	Kepler
	41	Tycho
17^m	46	Maginus H
18^m	38	Guericke B
	15	Milichius A
19^m	13	Bessarion
	37	Parry A
	20	Milichius
20^m	42	Birt
	8	Aristarc
	40	Lassel D
	39	Guericke C
	34	Gambart A
21^m	57	Zach δ
22^m	14	Brayley
	45	Alpetragius B
	25	Tobias Mayer A
24^m	56	Werner D
26^m	48	Mösting A
28^m	33	Pytheas
	62	Airy A
29^m	72	Nicolai A
	67	Abulfeda E
30^m	49	Bode
31^m	52	Chladni
	68	Abulfeda F
	65	Hipparchus C
	63	Hipparchus G
	50	Bode A
32^m	61	Pickering E.
	53	Ukert
	60	Rhaeticus B
34^m	79	Janssen K
35^m	19	Sharp B
36^m	78	Polybius A
	23	Sharp A
	77	Beaumont D
37^m	47	Archimedes A
38^m	71	Dionysius
	66	Manilius ε
	28	Foucault
40^m	83	Rosse
	64	Sulpic. Gallus M
	30	Bouguer
41^m	90	Stevinus A
42^m	70	Menelaus
	36	Maupertuis A
43^m	92	Furnerius A
	35	Condamine A
	44	Pico β
	84	Isidorus D
44^m	82	Censorinus
	43	Pico
	93	Biot
	88	Gutenberg A
45^m	73	Plinius β
46^m	55	Cassini A
	94	Bellot
	75	Dawes
47^m	58	Cassini C
49^m	95	Pickering W.H.
	87	Cauchy
	96	Messier
52^m	59	Egede A
	74	Posidonius A
53^m	100	Langrenus M
	86	Macrobius A
	69	Eudoxus A
	85	Macrobius B
54^m	91	Proclus
	51	Epigenes A
55^m	54	Bond W.C.
	98	Apollonius
56^m	97	Picard
57^m	99	Firmicus
	80	Maury
	89	Tralles A
58^m	76	Hercules G
23^h59^m	81	Cepheus A

Výstupy vybraných bodů ze stínu Země

čas	číslo	název bodu
1^h27^m	19	Sharp B
	23	Sharp A
28^m	1	Lohrmann A
	8	Aristarchus
	2	Grimaldi C
	28	Foucault
29^m	30	Bouguer
30^m	3	Damoiseau
	7	Marius A
31^m	35	Concamine A
32^m	14	Brayley
33^m	13	Bessarion
	36	Maupertuis A
	5	Hansteen α
34^m	4	Byrgius A
	11	Kepler
	6	Billy
35^m	12	Encke B
36^m	15	Milichius A
	25	Tobias Mayer A
	20	Milichius
37^m	9	Mersenius C
	10	Gassendi α
38^m	51	Epigenes A
	17	Lansberg A
39^m	18	Lansberg D
	33	Pytheas
	43	Pico β
40^m	22	Lansberg B
	44	Pico
	54	Bond W.C.
	21	Euclides
42^m	16	Vitello ξ
43^m	27	Darney C
44^m	34	Gambart A
	26	Agatharchides A
	47	Archimedes A
	24	Dunthorne
	29	Darney
45^m	59	Egede A
46^m	55	Cassini A
	31	Bullialdus β
47^m	58	Cassini C
	37	Parry A
	32	Kies A
48^m	38	Guericke B
49^m	39	Guericke C
50^m	69	Eudoxus A
51^m	40	Lassel D
	49	Bode
	50	Bode A
	48	Mösting A
53^m	45	Alpetragius B
	42	Birt
	53	Ukert
	52	Chladni
54^m	64	Sulpic. Gallus M
	41	Tycho (c.p.)
55^m	66	Manilius ε
56^m	46	Maginus H
57^m	60	Rhaeticus B
	76	Hercules G
58^m	61	Pickering E.
	63	Hipparchus G
	70	Menelaus
59^m	56	Werner D
	65	Hipparchus C
2^h00^m	62	Airy A
	74	Posidonius A
01^m	57	Zach δ
	67	Abulfeda E
02^m	80	Maury
	81	Cepheus A
	71	Dionysius
03^m	73	Plinius β
	68	Abulfeda F
	75	Dawes
07^m	72	Nicolai A
09^m	89	Tralles A
	85	Macrobius B
	77	Beaumont D
	86	Macrobius A
10^m	78	Polybius A
11^m	82	Censorinus
	87	Cauchy
12^m	84	Isidorus D
13^m	79	Janssen K
	91	Proclus
	83	Rosse
15^m	88	Gutenberg A
16^m	97	Picard
17^m	95	Pickering W.H.
	96	Messier
19^m	90	Stevinus A
	94	Bellot
	93	Biot
20^m	92	Furnerius A
21^m	98	Apollonius
	99	Firmicus
2^h24^m	100	Langrenus M



Průchod Měsíce geometrickým polostínem a stínem Země během zatmění 9./10. 12. 1992. Měsíc protne oblouk stínu o šířce přibližně 48° s pozičními úhly $\varphi_1=(95,143)^\circ$ při vstupu a $\varphi_2=(218, 266)^\circ$ při výstupu.

doteku se stínovým kuželem. Měsíc tehdy vychází ze stínu a postupně větší a větší jeho část se nachází v polostínovém kuželu. V okamžiku druhého vnějšího doteku s kuželem zemského stínu končí částečné zatmění a následuje pak ještě zatmění polostínové, které končí úplným výstupem Měsíce z polostínu.

Při průběhu zatmění se uplatňuje vliv zemské atmosféry, a to jednak na dobu trvání úkazu, jednak na povahu stínu vrhaného Zemí. Refrakcí v atmosféře se totiž sluneční světlo dvakrát odchyluje — při vstupu a výstupu z atmosféry — a vniká do stínového prostoru. Proto není stín ostře ohraničený a zastínění měsíčního kotouče není úplné — střed stínu se jeví hnědočervený, okraj bývá šedivý. Poněvadž průběh hustoty vysoké atmosféry a zaprášení nižších vrstev ovzduší jsou velmi proměnné, je jas nebo barva Měsíce při každém zatmění trochu jiné; jsou známé jen vzácné případy, že měsíční kotouč během maximální fáze nebyl vůbec vidět.

Hloubka ponoření Měsíce do zemského stínu se udává pomocí veličiny z, zvané velikost či fáze zatmění. Pro okamžik úplného ponoření bereme tuto hodnotu rovnou 12. Když stínový kužel obepíná polovinu průměru měsíčního disku, je z = 6. Hodnoty větší než 12 označují, že Měsíc vchází hluboko do nitra zemského stínu. V okamžiku, kdy se střed Měsíce nachází na ose zemského stínu, je hodnota fáze zatmění maximální. Poněvadž vzdálenost okraje kotouče Měsíce od hranice stínového kužele je tehdy přibližně rovna zdánlivému průměru Měsíce, je $z_{max} = 24$.

Pozorování měsíčních zatmění

Dnes nemá pozorování zatmění Měsíce již takový význam jako v minulosti, kdy obojí zatmění (sluneční i měsíční) měla význam pro vzájemné srovnávání poloh Slunce a Měsíce, a tím pro zkoumání měsíčního pohybu. Sloužila také pro určování přesného data některých historických událostí, o nichž se vědělo, že byly provázeny zatměním.

Měsíční zatmění vytvářejí vhodné podmínky pro studium rozdílů v kompaktnosti povrchového materiálu na různých místech Měsíce. Během zatmění podléhají části měsíčního povrchu, na nichž probíhá, podobným tepelným výkyvům, jako je tomu mezi dnem a nocí. Vstup Měsíce do stínu Země způsobuje, že povrchová teplota Měsíce klesá, a když Měsíc vystupuje z kužele stínu, opět stoupá velmi prudkým tempem. Teplota nejvýše položených povrchových vrstev se sníží o 200 nebo i více stupňů Celsia během několika hodin, protože tepelná kapacita jemné půdy na povrchu je velmi malá. Naproti tomu velké kameny nebo balvany mají daleko větší schopnost pohlcovat teplo během dne a pomaleji je vydávat v noci. Během zatmění tyto balvany stěží vychladnou a nadále vyzařují teplo, které zahřívá jejich okolí. Porovnání pozorování v infračerveném oboru a družicových fotografií skutečně potvrdilo, že všude tam, kde v měsíční krajině jsou během zatmění "horká místa", nachází se mnoho velkých balvanů.

U nás se zatmění Měsíce pozoruje především metodou určování kontaktů (výstupů a vstupů) vybraných měsíčních útvarů se stínem pro zjišťování tvaru a velikosti stínu Země, a to zásluhou J. Mánka, J. Hollana (viz. Kozmos 1986/5, s. 168) a hlavně M. Vorla, který zpracoval pozorování zatmění z roku 1986 (viz. Kozmos 1989/5, s. 176). M. Vorel se stal pak organizátorem pozorování dalších zatmění, jejichž výsledky také zpracovával (viz. Kozmos 1990/1, s. 24, Kozmos 1990/4, s. 141).

Metoda určování kontaktů spočívá v určení okamžiků vstupu vybraných útvarů měsíčního povrchu do stínu a po skončení zatmění naopak jejich výstupu ze stínu. Důležitý je proto výběr malých objektů, výrazných a nápadných právě v úplňku. V minulých letech na základě Kozikova katalogu a mapy vznikla pomůcka, kterou vidíme na obrázku (vytvořeném J. Šafářem). Je to fotografie úplňku, na které je vyznačeno 100 vhodných objektů pro určování kontaktů. V připojených tabulkách je rovněž uvedena efemerida kontaktů těchto útvarů se stínem. Nastává-li během jedné minuty více vstupů nebo výstupů, jsou hvězdičkou označeny ty objekty, jejichž pozorování je výhodnější. Jsou-li označeny dva úkazy v jedné minutě, pak jde o blízké objekty a jejich současné sledování by nemělo činit problémy. (Tabulky jsem převzal z Hvězdářské ročenky 1992). Poněvadž tato efemerida je spočítána za předpokladu 2% zvětšení stínu a neuvažuje jeho zploštění, lze očekávat, že absolutní chyba efemeridy není větší než 1 minuta v rovníkových oblastech stínu, ale že v polárních oblastech větší být může.

Výsledky z minulých pozorování

Stín, který během zatmění Měsíce dopadá na jeho povrch, není stín zemského povrchu, ale stín značně ovlivněný zemskou atmosférou. Její tloušťka činí asi 2 % zemského poloměru — o tolik též bývá stín větší. Na velikost a jas skutečného stínu má vliv refrakce slunečních paprsků a prach ve vysoké atmosféře ve výšce okolo 100 km. Pozorováním stínu se tedy dá usuzovat na vlastnosti atmosféry, zejména na její celkové znečištění.

Hlavním výsledkem zpracování pozorování kontaktů je určení zvětšení skutečného stínu oproti stínu geometrickému. Princip výpočtu spočívá v určení úhlové vzdálenosti měsíčního objektu od středu zemského stínu. Takto je možné stanovit velikost stínu v místech, jimiž Měsíc prošel. Výsledky pozorování zatmění Měsíce z roku 1986, 1989 a 1990 shrnuje tabulka.

Výsledky pozorování zatmění Měsíce

Datum zatmění	Počet pozorovatelů	Počet kontaktů vstupy/výstupy	Poloměr zemského stínu R_z (poloměr Země)	Zvětšení %
17.10.1986	12	318/252	0,7358±0,0009	3,1±0,1
17. 8.1989	23	599/-----	0,7040±0,0010	2,9±0,2
9. 2.1990	30	476/298	0,7326±0,0015	2,1±0,2

Letošní zatmění

V noci z 9. na 10. prosince 1992 nás čeká pozorování úplného zatmění Měsíce. Po dvou letech (poslední bylo 9. 2. 1990) jsme se dočkali dalšího úplného zatmění, které si jistě nenechá ujít žádný milovník astronomie. Za

Průběh zatmění

Měsíc vychází 9.12. (SEČ)	15^h30^m
Vstup do polostínu	21^h57^m
Začátek částečného zatmění	23^h00^m
Začátek úplného zatmění 10.12.	0^h07^m
Střed zatmění	0^h44^m
Konec úplného zatmění	1^h21^m
Konec částečného zatmění	2^h29^m
Výstup z polostínu	3^h31^m

Fotografiu Mesiaca (skoro) v splne, na ktorej sú vyznačené jasné body na povrchu našej obežnice, slúžiace k určovaniu kontaktov s tieňom Zeme, urobil Ing. Jan Šafář z Brna v ohnisku Coudé refraktora 150/2250 expozíciou 1/60 s na Fomapan F100.

příznivého počásí můžeme pozorovat všechny fáze zatmění, od vstupu Měsíce do stínu Země až po jeho výstup. Velikost zatmění v jednotkách měsíčního průměru je 1,271. Časové údaje o jeho průběhu jsou uvedeny v tabulce.

Rady pro pozorovatele

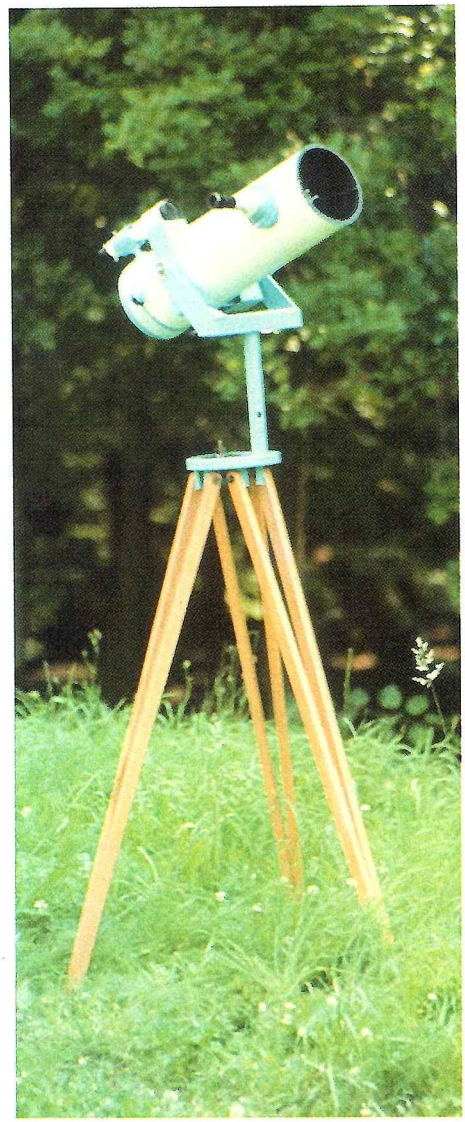
Pro nové zájemce o pozorování výstupů a vstupů měsíčních útvarů do zemského stínu uvádím několik základních rad.

K pozorování se nejlépe hodí binar nebo triedr, u kterých se celý měsíční disk vejde do zorného pole. U všech ostatních dalekohledů je nutno použít takové zvětšení, aby se celý měsíční disk vešel do zorného pole. Jako mapku použijte otištěnou fotografii, v níž jsou vyznačena čísla bodů vhodných pro pozorování kontaktů. Podle ní se předem (nečekejte ani na poslední noc před zatměním) dokonale seznamte s místopisem Měsíce a některé body se pak naučte spolehlivě a rychle identifikovat. V žádném případě není vhodné určit kontakty celé stovky označených bodů. Optimálním počtem je asi 30 kontaktů při vstupu a stejné množství při výstupu. Do protokolu o pozorování zapisujte čísla bodů (ne názvy!) a časy kontaktů v minutách a sekundách (s přesností několika sekund, přesněji stejně tyto okamžiky není možné stanovit). Při pozorování ve skupině nesmí dojít k vzájemnému ovlivnění, proto se vyvarujte kontaktu s ostatními pozorovateli. Nakonec do protokolu připište obvyklé údaje o použitém dalekohledu, zvětšení, stanovišti, příp. i stav počasí a nápadné jevy. Všimněte si také viditelnosti a barvy Měsíce ve stínu.

Výsledky svých pozorování zašlete prosím ke zpracování na adresu: RNDr. Roman Strzondala, Ústav fyziky, Slezská univerzita, Bezručovo nám. 13, 746 01 Opava. Přeji Vám vynikající pozorovací podmínky a těším se na další spolupráci.

Po úvahách o typu a velikosti budoucího dalekohledu jsem se nakonec rozhodl postavit zrcadlový dalekohled typu Newton o průměru hlavního zrcadla 150 mm, který je už dostatečně velký na to, aby bylo možné objevovat na obloze stále něco nového. Navíc je možné ho použít i k vážné pozorovatelské práci. Jak se však po více než ročním používaní ukázalo, mojí nejčastěji používanou "observatoří" je stále balkón. Jedním z důvodů je to, že pozoruji zákryty hvězd Měsícem a z principiálních důvodů není možné neustále měnit pozorovací stanoviště. Navíc přenášení dalekohledu za město nesvědčí optice a hodně času je pak třeba věnovat jejímu centrování. Dalekohled i s podstavcem tedy skladuji na skříni v obývacím pokoji.

NEWTON na rameno



Optiku dalekohledu tvoří parabolické zrcadlo o průměru 150 mm a ohniskové délce 600 mm. Původně bylo zrcadlo, s ohledem na svoji vysokou světelnost (f/4), určeno pro fotografii. Já jsem se však rozhodl používat ho výhradně k vizuálnímu pozorování. Zrcadlo vybrousil pán Jiří Drbohlav ze Rtyně v Podkrkonoší, který má velké zkušenosti s výrobou kvalitní astronomické optiky.

Dalekohled jsem stavěl opravdu "na koleně", bez podrobných výkresů, pouze některé soustružené díly jsem si nechal vyrobit. Soustředím se zde pouze na popis dalekohledu, na moje řešení některých funkčních celků a na problémy, které se při stavbě vyskytly. Snad to pomůže některým dalším amatérům při stavbě jejich vlastního dalekohledu.

Dalekohled

Tubus dalekohledu tvoří duralová svařovaná trubka průměru 160 mm a délky 500 mm. Oba konce trubky jsou vyztuženy duralovými přírubami. K zadní přírubě je pomocí systému tří tažných a tlačných šroubů přichycena duralová mísa se zrcadlem. Na přední přírubě je pomocí čtyř nosníků, vyříznutých z nerezového plechu, upevněn nosič rovinného zrcátka.

Zrcadlo je uloženo v duralové míse na devíti bodech, které jsou realizovány kotoučky vyseknutými z pryže tloušťky 2 mm. Proti vypadnutí je zrcadlo v míse přidržováno třemi příchytkami, opět s pryžovými dosedacími ploškami. Systémem tažných a tlačných šroubů (3×120^0) je možné celou mísu s hlavním zrcadlem snadno naklánět různými směry, a tak zrcadlo přesně vycentrovat.

Rovinné zrcátko je obdélníkové o rozměrech 45×65 mm a je uloženo na největší straně trojbokého pravoúhlého hranolu, který je jako celek připevněn opět systémem tří tažných a tlačných šroubů k už zmíněnému nosiči rovinného zrcátka. Trojboký hranol je dutý a je vyroben z dílců vystříhaných z třímilimetrového duralového plechu, navzájem spojených šrouby M2.

Okulárový výtah je složen z duralové trubky opatřené standartním závitem M44×1 pro uchycení okuláru, která je lehce posuvná v pouzdru, v němž je proti nežádoucímu posunutí zajištěna šroubem M3. Pouzdro je opět pomocí tří tažných a tlačných šroubů připevněno k základně, která je vyrobena z hliníkového hrníčku. Hrníček jsem podstatně zkrátil a zbylou stěnu jsem opiloval tak, aby přesně dosedala na bok tubusu.

Montáž

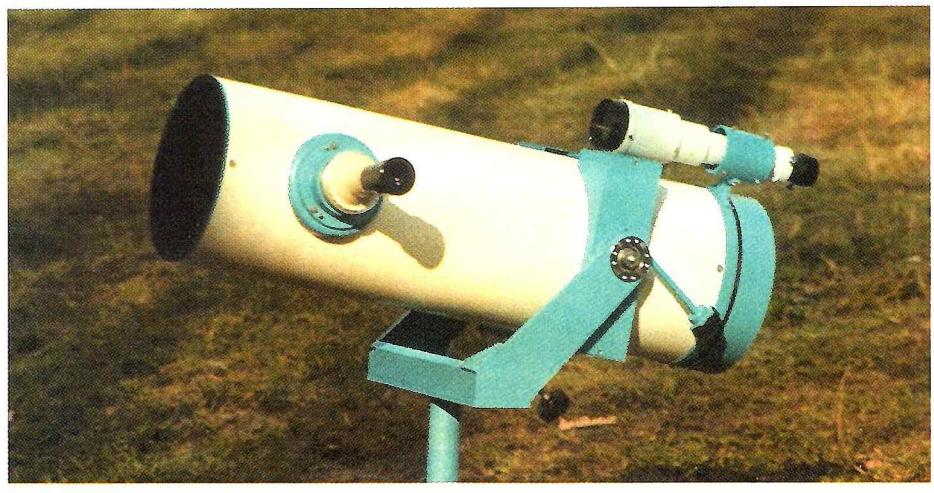
S ohledem na určení dalekohledu a s důrazem na jeho přenosnost jsem se rozhodl pro jednoduchou azimutální vidlicovou montáž, kterou budu moci snadno upevnit na přenosný stativ.

Jako základnu montáže jsem použil stojan z vyřazené lupy, který měl tu výhodu, že jeho součástí bylo i lehce chodící ložisko bez vůle s aretací. To jsem využil jako ložisko v azimutu. Na hřídel ložiska o průměru 15 mm jsem upevnil vidlici, vyrobenou z dílů vypilovaných z pětimilimetrového duralového plechu a spojených šrouby M3. Jako ložiska ve výšce jsem použil rozříznutý přední náboj do jízdního kola. Ten totiž obsahuje kosoúhlá kuličková ložiska, u kterých lze vhodným dotažením docílit lehkého chodu bez vůle. Pro aretaci a jemný pohyb ve výšce jsem použil osvedčené klasické řešení s rozříznutým pouzdrem, které je stahováno šroubem, a páku, na jejíž volný konec je vyvozován tlačnou pružinou tlak proti šroubu jemného pohybu.

Celá montáž s dalekohledem se před pozorováním upevní pomocí šroubu M6 na stativ, který se skládá s hlavice a tří noh z bukových lišt o průřezu 3×2 cm. Hlavice je svařena z třímilimetrového ocelového plechu a šesti držáků noh z ocelového úhelníku. Nohy jsou k držákům připevněny šrouby M6 s křídlovými maticemi.

Soustružené části

Podle mých zkušeností je největším problémem, se kterým se amatér při stavbě dalekohledu setkává, výroba soustružených nebo frézovaných částí, tedy mísy pro uložení hlavního zrcadla, nosiče sekundárního zrcátka a hlavně součástí okulárového výtahu. Výrobu těchto částí jsem se snažil co nejvíce zjednodušit a udělat je (kromě nezbytného sou-



stružení) pokud možno doma, nejjednodušími postředky. Jak jsem se však nakonec poučil, každé zjednodušení konstrukce určitého celku se projeví zkomplikováním jeho funkce.

Nosič sekundárního zrcátka jsem si zjednodušil tím, že jsem volil zrcátko obdélníkového tvaru, takže jsem si prakticky všechny potřebné díly mohl udělat sám pomocí pilníku. Avšak tato "jednoduchost" obdélníkového sekundárního zrcátka a jeho nosiče je pouze zdánlivá. Hlavní potíže nastávají při centrování optiky. Je totiž velmi obtížné centrovat vůči sobě kruhové a čtvercové obrazy a obrysy optických ploch.

Výroba okulárového výtahu, např. dvojitého se zaostřováním pomocí ozubeného kolečka a hřebínku, je pro toho, kdo nemá přístup na soustruh a frézku, pouze nedostižným snem. Nechal jsem si tedy vyrobit pouze několik nezbytných soustružených dílů tak, aby okulárový výtah byl co nejjednodušší. Proto má můj okulárový výtah pouze suvné uložení pohyblivých částí s aretací pomocí šroubu. Pro vizuální pozorování bez časté výměny okuláru tento jednoduchý okulárový výtah vyhovuje. Jeho nevýhody, plynoucí z konstrukce, zvláště "neplynulost" chodu a nutnost neustálé aretace, se projeví v případě výměny okulárů (parfokalizace u okulárů i tak renomované firmy, jakou je Carl Zeiss Jena, není dokonalá), přeostření pro jiného pozorovatele nebo při zaostování obrazu na matnici fotografického přístroje.

Kovové části kromě tubusu jsou natřeny světle modrou emailovou barvou, ovládací prvky (hlavy šroubů, křídlové matice) jsou černé. Tubus je zvnějšku natřen bílým emailem a zevnitř černou latexovou barvou. Dřevěné části jsou proti působení vlhkosti napuštěny fermeží a natřeny lodním lakem.

Úprava dalekohledu

Povrchová úprava tubusu je další obtížný problém. Kromě černého latexu jsem vyzkoušel černý email na školní tabule. A musím říci, že nejsem spokojen ani s latexovou, ani s emailovou barvou. Email na školní tabule je dostatečně černý, ale v případě nanášení štětcem není dostatečně matný. Latex je k dostání pouze bílý a musí se na požadovaný barevný tón obarvit latexovou tónovací barvou. Smícháním bílého latexu s černým tónovacím barvivem dostaneme více-méně různé odstíny šedé, což je však nedostatečné. Poslední nátěr jsem tedy provedl jenom černou tónovací barvou. S výsledným povrchem však přesto nejsem úplně spokojen, protože stále není dosti černý a ani "matovost" není úplně dostatečná. Povrchu lepších vlastností jsem však nebyl schopen dosáhnout. Navíc, kvalita povrchu se s časem mění, a to nežádoucím způsobem (dochází k zesvětlání a k vyloučení jakéhosi bílého prášku na povrchu), takže je nutné po určitém čase nátěr tónovací barvou opakovat.

Rovněž bílý povrch tubusu, který je klasickým řešením, má kromě svých předností, jakou je například to, že je v noci vidět, i zásadní nevýhodu — právě to, že je v noci vidět. Při pozorování jedním okem je totiž vhodné druhé oko nezavírat. Nedochází pak, zvláště při delším sledování objektu, k velké únavě právě pozorujícího oka. "Nevyužité" oko se však dívá přímo na nejsvětlejší plochu, která se v okolí nachází, a to z bezprostřední blízkosti. Složením jednotlivých signálů z obou očí dojde v mozku k nárůstu jasnosti pozadí pozorovaného pole na obloze, což vede k výraznému snížení mezní hvězdné velikosti a ztrátě kontrastu pozorovaného objektu. Tomu je možné částečně předejít, buď přelakováním tubusu nebo jeho části černou matovou barvou, nebo, což je lepší, při pozorování používat kus černé látky s otvorem pro provlečení okuláru a při pozorování přehozeným přes hlavu. Je to známá "jeptiška", kterou snad každý zná z dějin fotografie. Navzdory tomu, že vypadá staromódně, je to velmi užitečná pomůcka i v dnešní "moderní" době.

Pro pozorování používám ortoskopické okuláry firmy Carl Zeiss Jena o ohniskových vzdálenostech 25 a 12,5 mm, která dávají zvětšení 24× a 48×. Samozřejmě bych rád používal i větší zvětšení, ale nemám k dispozici okuláry s kratšími ohnisky. Okuláry Carl Zeiss Jena jsou pro normálního amatéra v současné době cenově nedostupné. Mám však už ideu, jak využít běžně dostupného telekonvertoru, který je konstruován pro použití u fotografických objektivů, jako Barlowovu čočku s proměnnou optickou mohutností.

Popsaný dalekohled využívám k prohlídce nebe, zvláště galaxií, mlhovin a hvězdokup. S úspěchem ho však používám i pro pozorování zákrytů hvězd Měsícem a planetkami a při pozorování proměnných hvězd.

RNDr. Miroslav Janata
Valašská 1658
756 61 Rožnov pod Radhoštěm

PRAKTIKUM
jako signál nové doby

V týdnu od 17. do 22. srpna 1992 uspořádalo Hvězdárna a planetárium Báňské měcké základny Vysoké školy báňské v Ostravě praktikum pro členy svého astronomického kroužku. Bylo to "jen" jedno z řady praktik, které čs. hvězdárny pro své mladé žáky pořádají. Od jiných se však poněkud lišilo, mimo jiné i tím, že jsem se na něm podílel a mohu o něm podat následující svědectví.

První odlišnost napadne aktivní pozorovatele nočního nebe hned — praktikum se konalo "při měsíčku". Nu, jinak to zejmě nešlo, a na okraji velké městské aglomerace je i bezměsíčné nebe beztak většinou dost světlé. Koneckonců má přítomnost Měsíce i svá pozitiva — pozorovatelé úspěšně číhali na zákryty hvězd Měsícem a začali se i kochat měsíční krajinou. Doufám, že zejména ta druhá činnost přeroste v systematické poznávání měsíčního místopisu a pak i vývoje — znalců Měsíce je u nás zatím poskrovnu a do Amatérské prohlídky Měsíce započaté Pavlem Gabzdylem z Havířova mohou účinně přispívat i "městští" pozorovatelé.

Druhá odlišnost byla ale již nesporno přednostní. Pořadatelé věnovali více než jednu hodinu denně promítání výtečných videosnímků zabývajících se environmentálními problémy a diskusím na jejich témata. To bylo v souladu se zaměřením činnosti ostravského planetária, které plní významné poslání i v ohledu "ekologické osvěty". Vy, kdo vedete činnost na hvězdárnách, kontaktujte ostravské kolegy (především Jirku Holušu), máte-li pocit, že byste mohli rozšíit svůj záběr tímto směrem. Vždyť hvězdárna může plnit své poslání naplno jen tehdy, když je do vesmíru vidět — a proč naplňovat ostatní čas jen náhražkovými programy astronomickými? Tím spíše, že dobré náhražkové programy asi žádné nejsou, zato úchvatných a dokonalých snímků "ekologických" je mnoho.

Další dimenzí programu byly chvíle s jógou. Ač zájem o východní kulturu může jistě přispět k nutné změně životního stylu (a zvláště též stravovacích zvyklostí) u nás, přiznám se, že jako člověku tkvícímu v evropské kulturní oblasti je mi to dost cizí a připadá mi to nadbytečné — i samotná naše kultura má potenciál tohoto druhu. Na zajímavosti to ale praktiku jistě přidalo — a naplnit program hodnotně jinak, aby to bylo přitažlivé a účinné, by nemuselo být snadné.

Hlavním objevem a radostí pro mne ale byla skutečnost, že alespoň tři účastníci praktika byli již dobrými a zkušenými pozorovateli. Jak je to možné? Vždyť ještě v druhé polovině osmdesátých let na hvězdárnách, které jsem tehdy s Ebicyklem navštívil, žádní skuteční hvězdáři — až na několik vyjímek — nebyli. A naši spolupracovníci, kteří se zapojili do různých pozorovacích programů a které dnes znáte z astronomických časopisů, s hvězdárnami měli jen málo společného. Hvězdárny buď sloužily svým zaměstnancům, nebo při nich působily milé kluby, které své členy plně uspokojovaly, jakkoliv se vůbec nezabývaly opravdovou astronomickou činností (výjimkami byly snad jen Vlašim, Veselí na Moravou, Prostějov a zčástí i Praha). Skuteční aktivní mladí astronomové "vznikali" mimo okruh jejich působnosti, a většinou díky kontaktu s brněnskou hvězdárnou. Co se tedy změnilo, že na ostravské hvězdárně dnes skutečné (ač dosud "tajné") hvězdáře má?

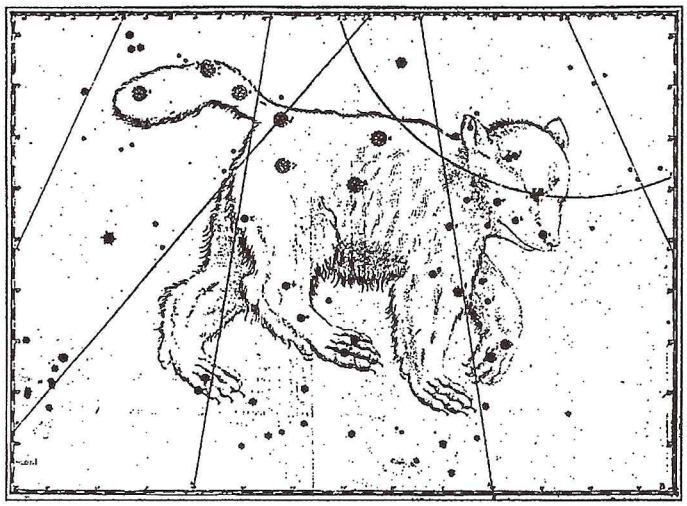
Již pozorovací deníky, které jsem viděl, prozradily odpověď. Oni nezávislí znalci hvězdného nebe jsou ve skutečnosti "žáky" Leoše Ondry, Jiřího Duška a dalších čelných pozorovatelů a badatelů, kteří přispívají do časopisu Kozmos. Díky šťastné spolupráci redakce se dvěma výše jmenovanými mají dnes tisíce zájemců o astronomii dostatek podnětů i nějaké pomůcky, aby se při dostatku píle stali sami dobrými znalci hvězdného nebe. Těm, co s tím začnou, pomáhá pak úpické Spekrum (či dříve Astro).

Poměry se zkrátka mění — a je vidět, že k lepšímu. Snažme se na tom podílet i my sami. A poděkujme těm, kteří se o to zasloužili.

Jan Hollan

PS.: Ostravskou hvězdárnu a planetárium najdete na kraji lesa kousek za Porubou. Vlevo od silnice na Krásné pole je velké parkoviště, a z něho je to pěšky jen pár minut. Od porubského nádraží (či ze Svinova) tam jede autobus č. 46.

Legenda o Bayerovi



Velká medvědice z atlasu Uranometria (1603), v němž Johann Bayer z Augsburgu zavedl řecké písmena pro označení hvězd. Autorem kreseb souhvězdí byl Alexandr Mair.

VRSA MAIOR.

Cynoſuris, Plauſtriluca, Licaonia, Parrhaſis, Mænalis, Erymanthis, Nonacrina, Septentrio, Arctos maior, Maxima Hyginio, Magna Ouidio, Αμαξα μεγα, Plauſtrum ſeu Ploſtrum maius, Germanis Hönwagen/Ελικης Homero, Helice, Calliſto, Megiſto, Elix, Arcturus, Dubhelacbar, in tabulis Elkeid.

DIARTHROSIS.

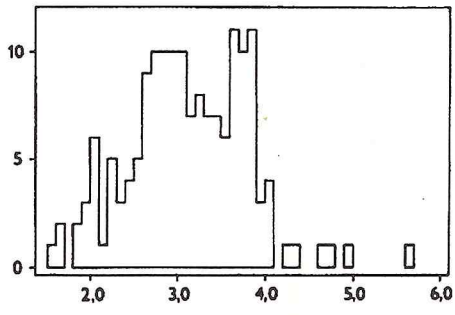
16	α	QVæ in Humero, Dubhe, πρωτη τῆ πλινθίω.	Septem Triones.	Secundæ.
17	β	Quę in Ilibus, δευτέρα τῆ πλινθίω.		
19	γ	In Siniſtro crure poſteriore. τρίτη τῆ πλινθίω.		
18	δ	In eductione caudæ. τεταρτη τῆ πλινθίω.		
25	ε	Prima poſt eductionem, Λαγών, Υπόζωμα, Risalioth, Mirach, rectiùs Aliath, Micar, vel Mizar.		
26	ζ	Media earum.		
27	η	Extrema cauda, Benenaim, Benenatz, correctiùs Benetnaſch, Elkeid.		
11	θ	In genu ſiniſtro anteriore.	3 Tertiæ.	differentiæ.
12	ι	Duarum in extremo pedis dextri, borealis.		
13	κ	Altera auſtralis.		
20	λ	Duarum præcedens in pede ſiniſtro poſteriore.	14 Quartæ.	
21	μ	Sequens.		
23	ν	Duarũ quę in pede dextro poſteriore, borealis.		
24	ξ	Quæ magis ad auſtrum.		
1	ο	In naſo, barbaris muſcidâ.		
3	π	In oculo auſtralior.		
4	ρ	In fronte præcedens.		
5	σ	Sequens.		
8	τ	Infima & ſequens in paruo colli triangulo.		
9	υ	In pectore borealior.		
10	φ	Auſtralior.		
22	χ	In ſiniſtrâ cauitate pedis ſiniſtri poſterioris.		
28	ψ	In eiusdem genu ſequens.		
29	ω	Antecedens.		

Kromě hvězdných map Uranometrie obsahovala také tabule se soupisy stálic. Ty byly v daném souhvězdí přirozeně uspořádány podle řecké abecedy, počínaje alfou a konče omegou, a to podle hvězdných velikostí v tehdejším slova smyslu. Z toho ovšem nijak nevyplývá, že alfa byla nejjasnější hvězdou souhvězdí, jak se často tvrdí.

Mohlo by se zdát, že o Mizaru s Alcorem, dvojici, kterou asi není třeba zvlášť představovat, bylo už všechno napsáno. Přesto jsem se rozhodl nanosit něco dříví do lesa, sov do Atén a uhlí do Newcastlu. Věřím, že se pak na tento okoukaný kousek nebe budete dívat docela jinak.

Sluší se začít Velkým vozem. Ne snad Velkou medvědicí, Ursa maior, klasickým souhvězdím oficiální astronomie, ale onou skupinou sedmi hvězd, která nahlíží do oken obyčejných lidí. Velký vůz patří k tomu přívětivému a laskavému obrazu vesmíru, v němž Měsíc vychází za hruškou v zahradě a hvězdy, padající do trávy, plní skrytá přání. Snad už v době kamenné se kdosi pokusil zachytit jeho podobu, i když je samozřejmě těžké prokázat, že pár zářezů na nějakém amuletu představuje skutečně Velký vůz. Vždyť ani slova nejsou zdaleka jednoznačná. Anglický autor konce 19. století, Richard H. Allen, píše ve své knize Star-Names and Their Meanings o tom, že jisté slovo v hebrejském originále Knihy Jobovy označuje čtyřúhelník hvězd z Velkého vozu. Ekumenický překlad Biblie z roku 1979 však stejné místo (Jb 9,9) interpretuje jako souhvězdí Lva.

S Velkým vozem se setkáváme například ve druhém dějství Shakespearovy hry Král Jindřich IV., kde je jakožto Charles' Wain ukazatelem nočního času. Nejslavnější portrét sedmihvězdí, obraz Hvězdná noc na Rhôně, namaloval roku 1888 Vincent van Gogh, ještě později se Velký vůz objevuje třeba na grafikách Escherových.



Pojem hvězdy dané velikosti byl v minulosti značně široký. Názorně to ukazuje tento diagram, shrnující fotometrická data pro stálice, jimž byla v Almagestu připsána třetí velikost. Na vodorovné ose je vizuální hvězdná velikost v dnešním pojetí, dělená po desetině magnitudy, na ose svislé počet stálic s hvězdnou velikostí v daném intervalu. Pozoruhodná je šíře záběru od hvězdy ε CMa (1,50 mag) po Q Cen (5,65 mag).

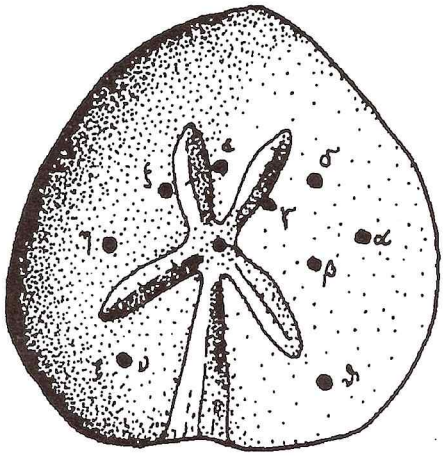
Magie řeckých písmen

Zvláštní postavení měly hvězdy Velkého vozu také v atlase Uranometria, který vytvořil barovský právník a milovník astronomie Johann Bayer (1572–1625). Toto dílo, jak píše George Lovi, bylo pro mapování hvězdného nebe tím, čím Gutenbergova Bible pro knihtisk. Na svou dobu vynikalo jak přesností podkladů (polohy a jasnosti hvězd byly vzaty z vynikajícího katalogu Tychona Brahe), tak uměleckým a řemeslným zpracováním. Uranometria na jedenapadesáti mědirytinách zachycovala nejen stará souhvězdí Ptolemaiova, ale i dvanáct nových v okolí jižního pólu, která krátce předtím zavedli dva navigátoři holandských lodí: Pieter Dirkszoon Keyser a Frederick de Houtman.

Bayerův atlas z roku 1603 je ovšem známý především tím, že se v něm poprvé objevila řecká písmena jako označení jasnějších hvězd, používaná většinou dodnes. Rozšířená legenda praví, že písmenem alfa byla vždy obdařena hvězda v daném souhvězdí nejnápadnější a dál Bayer pokračoval podle klesající jasnosti – Mizar, ζ UMa, by podle toho měl být šestou nejjasnější hvězdou Velké medvědice. Ve skutečnosti je to, jako s každou legendou, trochu jinak.

Krásně je to vidět právě u Velké medvědice. Písmena alfa až éta v seznamu připadla hvězdám Velkého vozu, které u Bayera mají všechny druhou velikost a jsou tak v souhvězdí nejjasnější. Nesmíme ale zapomínat, že dnešní měření jasnosti hvězd je mnohem jemnější, a proto může být například δ UMa (3,31 mag) podstatně slabší než hvězda následující, ε UMa (1,77 mag). Seznam dále pokračuje třemi hvězdami třetí velikosti a konec abecedy až po omegu patří těm, které mají čtvrtou velikost. Příklad Velké medvědice navíc ukazuje, že při řazení hvězd podle abecedy bral Johann Bayer v úvahu také jejich polohu v obrazci souhvězdí – konkrétně v tomto případě postupoval od hlavy k ohonu.

Podrobnější studium Bayerova soupisu hvězd ve Velké medvědici také odhalí, že u některých stálic uvádí i jejich obvyklá jména. To, které nás teď zajímá nejvíc, tedy Mizar, je však připsáno u hvězdy zéta UMa! Chyba ale není ve staré Uranometrii. Nesprávné jméno zéta UMa, hvězdy ležící v místech, kde se láme oj Velkého vozu, používáme spíš my. Vinu za to pravděpdobně nese francouzský učenec Joseph Scaliger (1540–1609). Tradice je ovšem tradice, a tak už to Mizarovi asi zůstane.



Nejstarší vyobrazení Velké medvědice? Někteří autoři se domnívají, že jakýsi náš předchůdce z doby kamenné zachytil na této fosílii ježovky (pohled zespoda) Velký vůz a několik dalších hvězd v jeho okolí. Nevím, ale vždycky, když narazím na podobné hypotézy, obdivuji na jedné straně fantazii autorů, současně však mám nepříjemný pocit, že něco takového se dá jen těžko potvrdit či vyvrátit. Podle Baudouina, upraveno z Handbuch der Astrophysik (Berlin, 1933).

Dvojhvězda několikrát jinak

Podvojnou podobu hvězd lze odhalit celou řadou způsobů, záleží jen na tom, jaký přístroj si zvolíme k výslechu jejich světla. U Mizara došlo postupně snad na všechny známé metody, i když některá pozorování skončila jen jako exponáty v muzeu astronomických kuriozit.

Především je tu nejznámější pár hvězd rozlišitelný i bez dalekohledu, Mizar provázený v uctivé vzdálenosti Alcorem (80 UMa). Perský astronom Al Kazwíní se už ve třináctém století zmínil o tom, že lidé si na Alcoru zkoušeli ostrost svého zraku. Pro dobré oči, jejichž rozlišovací schopnost může být až 1 oblouková minuta, je tato dvojice hvězd 2,2 a 4,0 mag celých 11,8', od sebe na čisté obloze snadnou záležitostí. Stačí ale krátkozrakost pouhé 0,5 dioptrie a rozmazané kotoučky hvězd začínají splývat.

Nevelké zvětšení sebemenšího dalekohledu rozštípne na dvě složky také samotného Mizara. Poprvé se to podařilo Giovannimu Baptistovi Ricciolimu, a to roku 1650 v italské Bologni. Původní práci jsem však zatím nevypátral, takže vám k tomuto objevu nic bližšího neřeknu. Vzájemná poloha čistě bílých složek se od poloviny 17. století zřejmě příliš nezměnila – úhlová vzdálenost se pohybuje kolem 14,5" a poziční úhel mohl vzrůst jen asi o deset stupňů. Na důkaz oběžného pohybu je to zoufale málo, Mizar je nicméně považován za fyzickou dvojhvězdu. Jeho složky totiž mají, pokud to lze vzhledem k chybám měření tvrdit s jistotou, stejnou paralaxu (odpovídající vzdálenosti od Slunce asi 78 světelných let) a stejnou rychlost v prostoru.

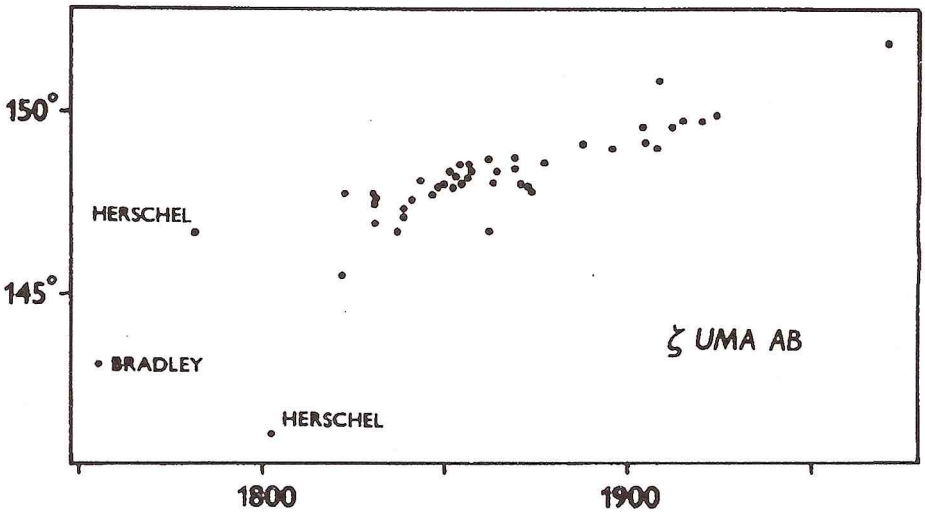
Stejné argumenty svědčí o fyzické spřízněnosti Mizara s Alcorem. Máme zde tedy tři hvězdy, které společně putují prostorem a které bychom s trochou dobré vůle mohli považovat za velmi širokou trojhvězdu. Minimální vzdálenost Alcora od Mizara je asi 15000 astronomických jednotek, a pokud kolem sebe skutečně obíhají, pak je perioda nejméně několik tisíc let. Někteří autoři proto dávají přednost představě, že Mizar s Alcorem jsou jen neobyčejně blízkými sousedy v řídké a chudé pohybové hvězdokupě s poněkud matoucím názvem Ursa Maior. Na své pouti vesmírem jsou totiž provázeni, jak ukázal už roku 1870 R. A. Proctor, většinou zbývajících hvězd Velkého vozu, s výjimkou alfa a éta UMa.

Chvála fialové barvy

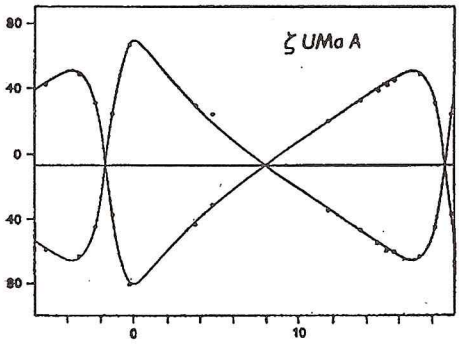
Mám na mysli jeden zcela určitý odstín na pokraji viditelného spektra, který, odebírán ze světla hvězd ionty vápníku, sehrál důležitou roli v poznávání vesmíru. Měření přesné polohy spektrální čáry K (393,4 nm) vedlo mimo jiné k odhalení existence mezihvězdné látky a objevu rozpínání vesmíru. Studium jejího profilu je dnes užitečné při měření magnetické aktivity hvězd slunečního typu. Kromě toho se čára K zasloužila o objev první spektroskopické dvojhvězdy, kterou byla jasnější složka zéta UMa, Mizar A.

Koncem minulého století probíhala na Harvardské hvězdárně rozsáhlá spektroskopická přehlídka oblohy, Henry Draper Memorial, pojmenovaná na počest průkopníka tohoto odvětví astrofyziky. Noční obloha se fotografovala přes objektivový hranol, takže na jediné desce se zachytila spektra celé řady hvězd najednou. Spektrum zéta UMa bylo takto fotografováno v sedmdesáti nocích, nebylo však vždy stejné. Slečna A. C. Mauryová, mimochodom neteř Henryho Drapera, si všimla, že na deskách exponovaných 29. března 1887, 17. května 1889 a 27. a 28. srpna 1889 je čára K dvojitá. Na mnoha dalších snímcích byla rozmazaná, zatímco ve zbývajících spektrech se objevovala ostrá a jednoduchá. Prohlídka veškerého materiálu naznačila, že rozdvojení čar nastává pravidelně, jednou za 52 dní, přičemž rozdíl vlnových délek dosahoval asi 0,2 nanometru. Když se čára K poslušně rozštěpila i v předpovězeném termínu, 8. prosince 1889, byla příčina jasná.

Mizar A je fyzickou dvojhvězdou, takže na deskách se vlastně překrývají spektra dvě, pocházející od dvou velmi podobných složek. Poloha čar přitom záleží na rychlosti, s jakou se hvězdy pohybují vůči nám. Když se hvězda přibližuje, vlnová délka čáry K se zmenšuje a



Pokud je známo, provedl první měření pozičního úhlu u dvojhvězdy Mizar (Σ 1744, ADS 8891) James Bradley v roce 1755, a to s výsledkem 143,1°. William Herschel jej určoval jen dvakrát, s odstupem dvaceti let, ze svých měření nicméně vyvodil, že Mizar je fyzickou dvojhvězdou s poměrně krátkou dobou oběhu. Množství mikrometrických měření nashromážděných od té doby do dneška však ukázalo, že změny pozičního úhlu probíhají v opačném smyslu, a především mnohem pomaleji, takže samy o sobě oběžný pohyb nedokazují.



Co se dá v případě vizuálního páru prokázat jen nepřímo, je u jasnější složky, Mizara A, zjevné — místo mikrometru ovšem musíme použít spektrograf. Obrázek zachycuje změny vlnových délek pro čáry ve spektrech obou hvězd, které Mizara A tvoří, a to podle starších měření C. U. Cesca. Na vodorovné ose je čas ve dnech, na ose svislé radiální rychlosti v kilometrech za sekundu. Nejpřirozenějším vysvětlením posuvu spektrálních čar v případě Mizara je totiž Dopplerův jev. Všimněte si, že jedna křivka je téměř přesným zrcadlovým obrazem druhé, což svědčí o prakticky stejné hmotnosti složek této spektroskopické dvojhvězdy.

naopak, během vzdalování je čára posunutá k červenému konci spektra. K největšímu rozevření čar dochází dvakrát za oběh, podle původních harvardských dat by tedy Mizar A měl mít oběžnou dobu 104 dní. Pozdější, zevrubnější zkoumání spekter však periodu podstatně zkrátilo, na pouhých 20,5 dne.

Aby to druhé složce zéta UMa nebylo líto, byla později také ona odhalena E. B. Frostem (1908) jakožto spektroskopická dvojice s periodou asi 182 dní. V tomto případě jsou ve spektru vidět jen čáry jedné ze složek, takže oběžný pohyb neprozradí už pouhý vzhled čar, ale je nutné pečlivě měřit jejich vlnovou délku. Konečně i zbývající hvězda soustavy, Alcor, byla později spektroskopicky usvědčena z podvojnosti, i když přesná hodnota periody zůstala nejistá.

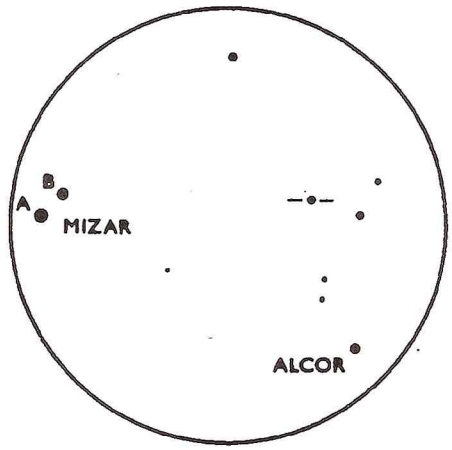
Sedmá hvězda

Historie však pokračovala ještě dál. Francouzský astronom G. Oriono zpracoval v roce 1939 četná mikrometrická měření vizuálního páru Mizar A versus Mizar B a z odchylek od průměrných poloh vyvodil, že druhá ze zmíněných složek má neviditelného průvodce, který svůj oběh uzavírá vždy po 57 letech. Navíc se zdálo, že sklon oběžné roviny je natolik blízký 90°, že bychom mohli pozorovat i zákrytová minima jasnosti, podobně jako třeba u Algola. Další astronom, A. V. Nielsen z Dánska, dokonce našel i zapomenuté pozorování Mädlerovo, který 18. dubra 1841 krátce před (!) západem Slunce namířil na zéta UMa svůj 24 cm refraktor, po Mizaru B však nebylo ani stopy. (U jiných dvojhvězd byly přitom snadno vidět dokonce ještě slabší průvodci.) Později, v noci, už byl opět na místě a ve své obvyklé jasnosti. Mädlerovo pozorování odpovídá období, kdy mělo k zákrytu hlavní složky Mizaru B podle Orianových elementů opravdu dojít.

Znamená to, že v soustavě Mizar—Alcor je ještě další, sedmá hvězda? Skoro by se zdálo, že ano, jenže novější a hlavně přesnější fotografická měření neukazují ani náznak nějaké 57-leté periodicity. Neviditelný průvodce se však jako přízrak vynořil znovu. Jinak poměrně spolehlivý Sky Catalogue 2000.0 uvádí v poznámkách k seznamu vizuálních dvojhvězd, že astrometrická měření poloh Mizara B odhalila oscilace s periodou 3,7 roku. Takže, existuje temná hvězda nebo ne?

Epilog

V nouzi nejvyšší jsem se s prosbou o pomoc obrátil na Alana H. Battena z kanadské Dominion Astrophysical Observatory, uznávaného experta na dvojhvězdy všeho druhu a autora řady monografií a katalogů. Odpověď



Vůbec první část Zaujímavostí nočnej oblohy (Kozmos č. 3/88) se kromě jiného týkala i hvězdy Sidus Ludovicianum (Hvězda Ludvíkova). V prosinci roku 1722 ji proslavil J. G. Liebknecht, profesor teologie a matematiky v německém Giessenu, který ji považoval za novou — tehdy teprve sedmou — planetu, a neprozřetelně ji pojmenoval po svém panovníkovi. Musím však přiznat, že tehdejší hledací mapka byla úplně špatná. Skutečnou Sidus Ludovicianum najdete mezi Alcorem a Mizarem, v tomto poli označenou úsečkami (průměr pole 15', sever dole).

na otázku "šest nebo sedm?" byla zcela nečekaná: pět. Samotný Mizar je čtyřnásobný systém dvou spektroskopických párů. Žádná neviditelná složka nebyla nikdy přesvědčivě dokázána. To nejzajímavější si však Alan Batten nechal až na konec dopisu: "Ačkoli Bright Star Catalogue uvádí Alcora jako spektroskopickou dvojhvězdu", píše, "nevím o žádné její dráze a pochybuji vůbec o tom, že je dvojhvězdou".

A potom věřte astronomické literatuře.

Leoš Ondra

Tanaka-Machholz 1992d

První zprávy o nové kometě se k nám na hvězdárnu do Hradce Králové dostaly v polovině dubna 1992 prostřednictvím cirkuláře Anglické společnosti, The Astronomer. V následujících několika dnech však bylo nepříznivé počasí, a tak jsme museli čekat až do 20. dubna 1992, kdy jsme kometu ráno těsně před svítáním poprvé spatřili. Měla vzhled difúzního obláčku s centrální kondenzací (DC 3), jehož jasnost jsme odhadli na $+8{,}2^{m}$. Byla tedy asi o 0,5 magnitudy jasnější, než udávala efemerida uveřejněná v EWC No. 127.

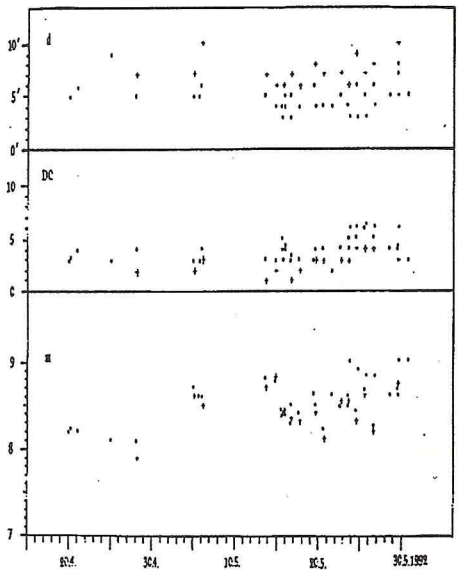
Do konce dubna jsme kometu pozorovali celkem ještě čtyřikrát, a jelikož perihelem prošla dle výpočtu 22. dubna 1992, byl závěr měsíce obdobím její největší jasnosti. Dokonce rámo 28. dubna jsme odhadli jasnost komy dělostřeleckým binarem 10×80 na $+7{,}9^{m}$.

Během května se pak naskytlo díky neobvyklé přízni počasí mnoho příležitostí ke spatření komety. Za jediný měsíc jsme získali čtyřicetšest pozorování. Kometa v tomto období pozvolna slábla a její jasnost poklesla přibližně o 1 magnitudu.

Poslední pozorování je z 30. května 1992 večer, kdy se kometa v binaru jevila jako dosti difúzní mlhovinka se slabší centrální kondenzací a s jasností okolo $9{,}0^{m}$.

Kometa Tanaka-Machholz 1992d se tedy stala nejpozorovanější kometou posledních let na hvězdárně v Hradci Králové. Doufáme, že ne nadlouho — na hvězdné obloze se přeci může každou chvilkou objevit nová jasná kometa.

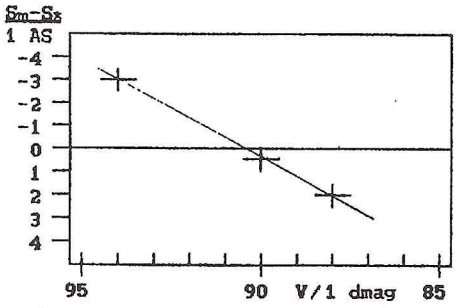
Martin Lehký



Trojice grafů zachycuje časový průběh vizuální jasnosti, průměru centrální kondenzace a zdánlivého průměru komy. Pozorování provedli na hvězdárně v Hradci Králové Martin Lehký a Josef Kujal pomocí binaru 10×80 (+), 25×100 (•) a refraktoru 200/3500 při zvětšení 87× (o).

Mlhovina v Herkulu

(aneb NGC 6210) není nijak mlhavá. Je to malinká planetární mlhovina, jejíž hvězdnou velikost lze zjistit stejně, jako kdyby šlo o hvězdu. S využitím mapky a údajů v Kozmosu 3/92 (s. 41) jsem během krátké chvíle dostal v noci 24./25. 7. 1992 grafickým vyhodnocením argelanderovského pozorování tento výsledek (na svislé ose je odhadnutý rozdíl slabostí "mlhoviny" a hvězdy):



"Má" hvězdná velikost této stelární mlhoviny je tedy V = (9,05±0,1) mag. Přesnějšího výsledku by bylo možné dosáhnout užitím dalších srovnávacích hvězd (já jsem použil jen ty tři, které byly uvedeny v Kozmosu — které, to snadno poznáte).

Tomáš Hynek

Hĺbka noci

Keď sa povie DEEP SKY, mnohí si zrejme predstavia krásnu tmavú oblohu, dobrý ďalekohľad a Uranometriu. Nádherné zážitky ale môže priniesť aj pozorovanie s vybavením oveľa skromnejším. Ak vlastníte obyčajný triedr, Atlas coeli a máte chuť pozorovať, tak ste vyhrali. Stačí nasadnúť na bicykel a ísť dostatočne ďaleko za mesto.

Mne sa takto jednej septembrovej noci podarilo nájsť objekty, o ktorých existencii som mal dovtedy len zahmlené predstavy — temné hmloviny. Ich viditeľnosť závisí od toho, na aké pozadie sa premietajú. Čím je pozadie, obvykle hviezdne oblaky Mliečnej cesty, výraznejšie, tým viac vyniknú. Spomínanej noci som videl v zenite hviezdy 5,9 mag. To už stačilo na to, aby som triedrom 10×50 videl množstvo tmavších miest, oddeľujúcich hviezdne oblaky a skutočne tmavé hmloviny, ktoré ma upútali svojou černotou.

Nádhernou ukážkou je tmavá hmlovina ležiaca pri emisnej hmlovine Konón (tú vidno údajne už 8 cm ďalekohľadom). Keď som sa na dané miesto správne zadíval, uvidel som udivujúco čierny tenký pás a po chvíli jeho pokračovanie na juhozápade v podobe 2 hrubších výbežkov. Tmavosť hmloviny je impozantná! Začal som pátrať po ďalších v jej blízkosti: Hmlovinu západne od ρ Cyg som videl ako úzky pás, menší než v AC; našiel som aj hmlovinu, ktorá obsahuje 75 Cyg — hneď som zbadal východný a západný okraj, po konfrontácii s AC čiastočne aj severnú časť. Veľmi nápadná bola hmlovina obsahujúca 62 Cyg, Konónu sa však nevyrovnala. Čierne miesta sa objavovali aj západne od nej. Výrazná a veľká je tmavá hmlovina v okolí η Cyg, ktorá mi svojimi výbežkami pripomínala meňavku. Niektoré hmloviny sa mi nepodarilo nájsť, tu treba tmavšiu oblohu.

Triedrom som však v severnej Labuti videl aj iné objekty. Popri známej trojuholníkovej M 39 som videl aj hviezdokopy NGC 7082, 7062, 7086, 7039, v susednej Líštičke 7243, 7209 a, samozrejme, hmloviny Severná Amerika a Pelikán. To všetko na malej časti oblohy s rozmermi asi 10×20 stupňov.

Takže čo na záver? Aj keď máte len triedr a bývate v meste — pozorujte! Stojí to za to!

Peter Fabián

Hon na Venušu

Rád by som opísal tohtoročný hon na Venušu po hornej konjunkcii so Slnkom. Aj keď ste v Kozmose 3/92 písali, že Venušu by sa mohlo podariť nájsť voľným okom až koncom septembra, najneskôr začiatkom októbra, pokúšal som sa o to oveľa skôr. Keďže som mal vypožičaný ďalekohľad TELEMATOR 63/ /840 na paralaktickej montáži, vyhľadať Venušu začiatkom augusta ešte pred západom Slnka nebol problém.

To mi však nestačilo. Ďalším krokom bolo divadelné kukátko (zv. 2×). V ňom som zbadal Venušu už 17. augusta (!) o 20,00 SELČ, ale asi len na 5 minút - potom sadla do hustejších vrstiev atmosféry. Po tomto dátume som sa ju snažil nájsť aj voľným okom, ale bezúspešne. Hneď nato som cestoval na týždeň do Poľska a myslel som si, že ju premeškám. V Poľsku bolo totiž celý týždeň úplne zamračené.

Po návrate 28. augusta som sa opäť pustil do hľadania — v kukátku bola zreteľná, ale okom nič. Hľadanie pokračovalo vždy, keď to bolo možné, ale stále nič. Až prišiel ten deň D (štvrtok 3. septembra 1992) a hodina H (19,50 SELČ) a ja som zbadal, teraz už voľným okom, slabú hviezdičku — Venušu. Bola nízko nad západným obzorom, tesne nad nízkou vrstvou mrakov v širšej medzere medzi mrakmi a stále klesala. Asi za 10 minút sa do nich ponorila načisto.

Peter Kušnirák

Slunce a skvrny

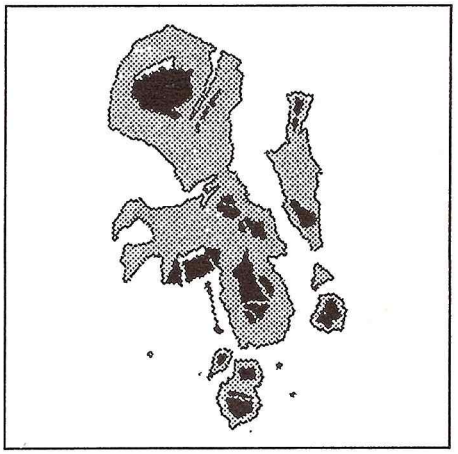
Poslouchám "Who is it" Michaela Jacksona a hrozně se nudím. Je 12. VII. 1992, venku je zataženo a prší. Snad už týden nebyly dobré pozorovací podmínky a dnes to nevypadá nijak lépe.

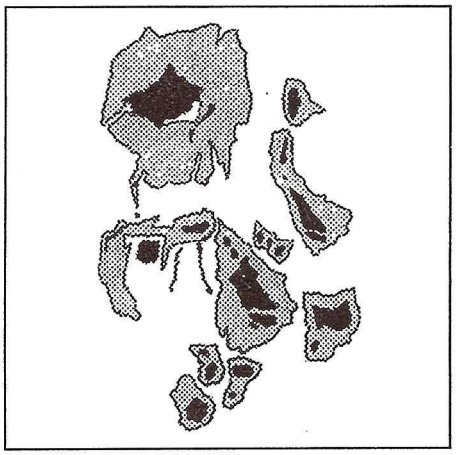
Až večer — mračna se začly strácet a objevilo se teplé letní Slunce, zalilo celou krajinu jasnou září, takovou, jaká je jen po dešti.

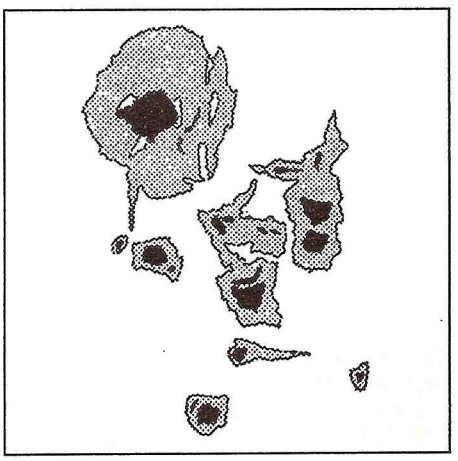
Byl jsem unuděn celodenním nicněděláním, a tak jsem zamířil na Slunce svůj dalekohled. Až jsem vyskočil, co jsem spatřil. Obrovská skupina skvrn, která se táhla přes 2/3 slunečního disku, mne ohromila natolik, že jsem musel začít kreslit — i přes obrovské chvění, způsobené nejen vlhkostí vzduchu, ale i malou výškou Slunce nad obzorem. Bohužel, po čtvrthodině se opět zatáhlo a já stačil nakreslit jen jednu část obrovské skupiny — nicméně pěknou. Na ten zbytek bych si stejně pro jeho složitost asi netroufal.

Druhý den se situace prakticky opakovala, jen s tím rozdílem, že se nezatáhlo a já mohl přes noc pozorovat — i tak jsem si nakreslil jen tu část skupiny, co včera. Čtrnáctého ráno jsem myslel, že mně někdo praštil mezi oči — skupina se za jednu noc změnila k nepoznání!!! Ostatně, posuďte sami. Všechny kresby jsem dělal při zvětšení 96× 11 cm reflektorem.

Pavel Šťastný







HVIEZDY na prázninách

Leto s astronómiou si už pravidelne pripomíname v poslednom čísle jednotlivých ročníkov nášho časopisu. Pred pol rokom sme vám priniesli niekoľko tipov na akcie, ktoré poriadajú hvezdárne z celého Česko-Slovenska počas dvoch letných mesiacov pre svojich krúžkarov, astronómov-amatérov, i pre ostatných záujemcov o astronómiu. V tomto čísle prinášame ohlasy i spomienky na to, ako ste strávili astronomické leto. Veríme však, že nabudúce bude pomer tipov k ohlasom oveľa priaznivejší ako tento rok.

Praktikum v Partizánskom

Štvorročná činnosť hvezdárne v Partizánskom na poli popularizácie astronómie zaznamenala v lete svoj prvý malý vrchol, keď sa brány hvezdárne otvorili na týždeň desiatke mladých astronónov, aby tu vychutnali pocity, ktoré sa môžu obyčajného smrteľníka žijúceho na Zemi zmocniť naozaj len vo chvíľach, keď svoj pohľad zdvihne nad hlavy ostatných a zahľadí sa tam hore, medzi hviezdy...

V dňoch 20. až 25. júla sa na hvezdárni v Partizánskom konalo prvé Letné astronomické praktikum, ktorého sa zúčastnili prevažne študenti stredných škôl od Senice cez Piešťany až po Prievidzu.

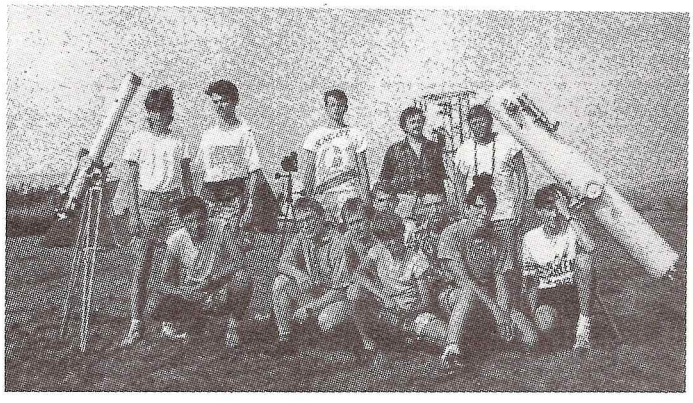
Pracovníci hvezdárne dali každému účastníkovi praktika možnosť vybrať si z astronomického "menu" to, čo ho najviac zaujíma. Popri základnom oboznamovaní sa s hviezdnou oblohou pre začínajúcich, nechýbala ani ponuka fotografovania oblohy cez Orestegor 4/300 či cez Coude-refraktor 150/2250, spracovanie snímok vo fotokomore, možnosť pozorovania a fotografovania slnečných erupcií pomocou protuberančného ďalekohľadu, pozorovanie premenných hviezd a meteorov atď. Vzhľadom na veľkú možnosť výberu vlastnej činnosti si do značnej miery utvárali program praktika jeho účastníci sami. To, že takýto prístup nie je na škodu, ukázal samotný priebeh praktika.

Okrem Merkúra, Venuše a Pluta sme videli všetky planéty slnečnej sústavy, videli sme i tohtoročnú cirkumpolárnu kométu Shomaker-Levy a počas jednej noci sme stihli cez 50 objektov Messierovho katalógu. Dlho nezabudneme na bolid -5. magnitúdy s ocenením nula.

Program bieleho dňa nám vyplnili prednášky Mgr. Vlada Karlovského z hvezdárne v Hlohovci, ktorý rozprával o premenných hviezdach, veľmi názornú prednášku mal o zákrytoch nebeských telies Mesiacom a o systéme Jupitera RNDr. Svetko Štefeček z pozorovateľne v Sobotišti, no a skutočným teoretickým vyvrcholením boli prednášky RNDr. Ladislava Kulčára, CSc., z Univerzity Mateja Bella v Banskej Bystrici, ktorý nám dokázal naozaj zrozumiteľne vysvetliť tajomstvá vzniku slnečných škvŕn a vplyvu elektromagnetického poľa Slnka na medziplanetárny priestor. Cyklus prednášok uzatvoril Karol Petrík, študent MFF UK v Bratislave, témou medziplanetárnej hmoty.

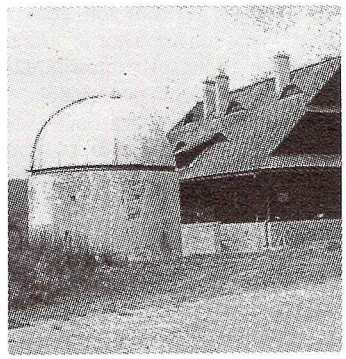
Tento ročník nebol prvým len pre účastníkov podujatia, lež i pre samotných jeho organizátorov. Získané skúsenosti by sme radi využili pri príprave 2. ročníka, s väčším počtom účastníkov, odbornejším pozorovacím programom a prípadnou prezentáciou výsledkov. Priestorové, kapacitné i prístrojové možnosti hvezdárne sú k tomu priam predurčujúce.

K. Petrík



LAT '92 - Roztoky

Hvezdárne Michalovce, Roztoky a Trebišov usporiadali v júli, v krásnom prostredí lesov v bezprostrednej blízkosti poľskej hranice, v netradičnej budove hvezdárne v Roztokoch Letný astronomický tábor pre 15 detí vo veku 12 rokov.



Počas 6-tich dní mali deti pripravený bohatý program. V dopoludňajších hodinách pracovali v jednej z troch sekcií (Slnko a astronomické modely, Astronomické prístroje, Modely rakiet), popoludňajší program vypĺňovali vychádzky do prírody, kvíz o vecné ceny, športové súťaže, orientačný beh.

Večer deti pozorovali oblohu voľným okom a ďalekohľadmi a zabávali sa spoločenskými hrami a súťažami. K nevšedným zážitkom patrilo vypúšťanie vlastnoručne vyrobených rakiet, ktoré lietali do výšky niekoľko sto metrov, a obhliadka 40 cm zrkadlového ďalekohľadu v amatérsky vyrobenej kupole hneď vedľa hvezdárne. Deťom sa tento Letný astronomický tábor veľmi páčil a radi by prišli na takéto podujatie aj na budúci rok. Vďaka za to patrí osadenstvu Hvezdárne Roztoky.

Gabriela Kramáreková

LAP '92 - Kolonica

Hvezdárne Humenné, Michalovce a Trebišov usporiadali v dňoch 17.—22. augusta 1992 pre žiakov stredných škôl na pozorovateľni na Kolonickom sedle astronomické praktikum. Bolo zamerané na praktické pozorovanie v amatérskych podmienkach: kresby slnečnej fotosféry, pozorovanie meteorov, premenných hviezd, zákrytov hviezd Mesiacom a na astronomickú fotografiu. Zúčastnilo sa ho do 20 účastníkov. Cez deň sa žiaci dozvedeli o metodike a význame určitého druhu pozorovaní a večer mali k dispozícii niekoľko ďalekohľadov pre praktické pozorovania: binary 10×80 a 25×100, refraktor 100/1000 mm a reflektor 250/3500 mm. Voľný čas využili účastníci LAP-u na športové hry — súťaže medzi družstvami, volejbal a vychádzku do blízkej dediny Kolonica. Súčasťou praktika bola aj krásna a pútavá prednáška o ochrane životného prostredia v CHKO Východné Karpaty v podaní pracovníka CHKO v Humennom. LAP '92 sa vydaril a už dnes sa tešíme na podobné podujatie o rok.

RNDr. Z. Komárek

Expedice Úpice 1992

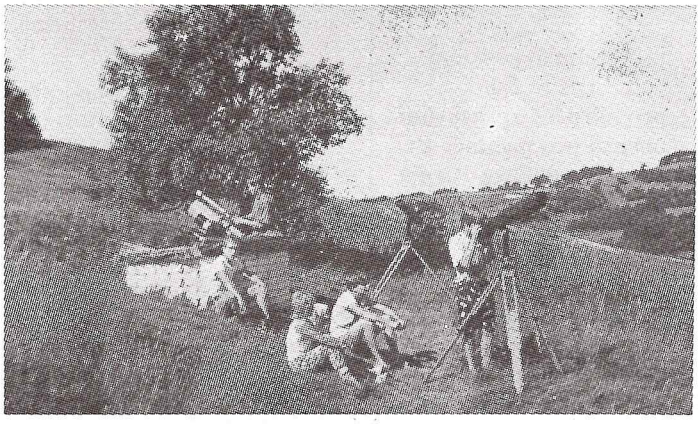
Pomalu se stává zvykem, i když tomu v minulých letech bylo spíše naopak, že během čtrnácti prázdninových dnů, kdy se koná Expedice na hvězdárně v Úpici, bývá jasno.

Počasí nám přálo i letos, a tak více jak třicet pozorovatelů od Karlových Varů po Prešov pozorovalo denní i noční oblohu téměř každý den. Oproti minulým Expedicím se jí ovšem letos zúčastnilo jen několik málo začátečníků a i ti se rychle učili, takže se spíše jednalo o soustředění zkušených pozorovatelů, pro které byla vyvrcholením jejich celoroční práce. Tím byla určena i její skladba — z velké části pozorování deep-sky objektů, dále pak proměnných hvězd všech typů, meteorů bez dalekohledu, fotografování hvězdné oblohy a zakreslování sluneční fotosféry. Vynikající bylo, že na jednoho účastníka připadal opět přibližně jeden dalekohled (binar 25×100 nebo 12×60), což na ostatních akcích podobného druhu nebývá zvykem. Ovšem i tak probíhal "boj" o větší přístroje (dalekohled s fotokomorami, na kterých dělal Antonín Bečvář podklady pro Atlas Coeli a velkou Maksutovu komoru), kde se musel po vzoru velkých observatoří přidělovat přístrojový čas.

Velkým kladem bylo i množství odborných přednášek, které sprostředkovali pracovníci hvězdárny (a nejen za to jim patří velký dík). Nezanedbatelná však byla i společenská stránka akce. Výsledky získané během pozorovacích dní a nocí i povídání o každodenním dění se objeví (mimo jiné) ve Sborníku, který vyšel jako příloha zářijového čísla zpravodaje Spektrum.

A to je vše. Nezbývá než prozradit, že příští (pětatřicátá) Expedice se bude pravděpodobně konat koncem srpna. Přihlásit se však můžete už teď.

Jiří Dušek



Účastníci expedice v Liberci na nové pozorovatelně.

Nová expedice v Liberci

Astronomický klub Liberec uspořádal od 1. do 7. srpna 1992 expedici pro mladé začínající astronomy amatéry. Expedice proběhla pod vedením dvou členů libereckého klubu, Jiřího Kaprase a Ladislava Šmelcera, na pozorovatelně v Javorníku u Liberce.

Pozorovatelna je dílem výše jmenovaných amatérů. Při konstrukci jsme šli podobnou cestou jako kolega Fico z Nitry. Hvězdárnička byla původně přístřeškem pro velkou montáž, kterou jsme však letos vyměnili za menší — převoznou. Tato montáž je německého typu a pochází z dílny pana Malijovského. Získali jsme ji jako nedokončenou a poslední ozubené kolečko jsme vsadili do převodného soukolí čtyři dny před začátkem expedice.

Ve vybavení pozorovatelny máme Newton 200/800, refraktor 50/600, kterým pozorujeme sluneční skvrny, na druhé straně deklinační osy je fotografická část, kterou tvoří MTO 500, MTO 1000 a astrokomora s objektivem Tessar 3,5/210. Na přehlídky oblohy používáme Somet Binar 25×100. Při expedici jsme používali ještě klubový monar 25×100, dělostřelecký binar 12×60 a další přístroje a pomůcky.

Počasí bylo velice vydařené, pouze jednu noc jsme nemohli pozorovat. V noci jsme pozorovali i fotografovali, kreslili, odhadovali jasnosti, a občas to někdo nevydržel a odešel spinkat. Ale to až hodně dlouho po půlnoci. Přes den se promítaly videofilmy a diapozitivy. Mezi filmy s odbornou tématikou se objevily i oddechové sci-fi. Doufáme, že získané zkušenosti uplatníme při Expedici '93, při které snad přivítáme více zájemců.

Jiří Kapras

EBI 1992

Ebicykel. Letné stretnutie astronómov profesionálov a amatérov na bicykloch. Tento roku už deviate v poradí, pod názvom "Dolnomoravský úval". Prebehlo v dňoch 11. až 18. 7. 1992 po trase Č. Budějovice-Kunžak-Telč-Znojmo-Ždánice-Uherský Brod-Přerov pod vedením "hejtmana" tejto spanilej jazdy, RNDr. Jiřího Grygara, CSc.

Čo v krátkosti o tejto krásnej akcii povedať? Že naberá na publicite a obľúbenosti, je viac než jasné. Počet účastníkov stúpa a každý rok pribúdajú ďalší. Až do tej miery, že nás menšie astronomické zariadenia do svojich priestorov na noc nepojmú. A tak návšteva takýchto zariadení prebieha cez deň "per partes", nocľah pod širákom nikomu nevadí. Nocovania v telocvičniach na mäkkučkých žinenkách sú úplným luxusom.

I keď tohoročný EBI niesol hrdý názov "Dolnomoravský úval", začal sa v juhočeskom kraji — v Českých Budějoviciach. V priemere sa na cestách pohybovalo 60 cyklistov vo veku od 10 do 56 rokov zo všetkých krajov republiky, plus tri osobné autá a jeden závesný vozík. Úlohou týchto vozidiel bolo v duchu husitských tradícií zaujať večer "kruhovú obranu okolo tábora". O humor a dobrú náladu sa postarali všetci účastníci hnutia, najmä renomovaní "funkcionári", ako členovia TRIKOMITÉT-u. Títo udeľovali večer "za zásluhy" emblémy: SMOLIAR, LEŇOCHOD, DEŠTRUKTOR a TACHYÓN. Nechýbal ani STRÁŽCA MEŠCA (ktorý z predplateného "vložného" platil hromadné vstupné pri prehliadkach kultúrnych a historických pamiatok, úhradu benzínu, atď.). PODKÚZELNÍK PODŽITO, KRONIKÁR KOSMAS, ŠTATISTIK SIR a ďalší. Významnú úlohu zohrala i novozriadená ETK (t.j. Ebicyklová tlačová kancelária), ktorá o pohybe účastníkov Ebicyklu každodenne dodávala čerstvé správy do televízneho teletextu. Keďže v radoch "ebiľudí" je i profesionálny žurnalista pod krycím menom POLDABL (vlastným menom Vašek Vašků), o našej dovolenke boli informované i ďalšie periodiká.

Poďakovanie účastníkov Ebicyklu patrí všetkým hostiteľom, ktorí pod svoju strechu prijali astronomických nadšencov a majú svoj podiel na tom, že každé jedno stretnutie bolo niečím osobité a zapisuje sa do povedomia všetkých, ktorí sa tejto milej akcie zúčastňujú.

Eva Krchová

Premenári opäť cvičili...

Hurbanovské astronomické leto ukončila od pondelka 24. augusta do piatku 28. augusta II. Celoslovenská expedícia pozorovateľov premenných hviezd. Na záver prázdnin sa na hvezdárni v Hurbanove zišlo 15 mladých astronómov, ktorí majú blízky vzťah k týmto pozorovaniam. Po predbežnej odbornej príprave sa účastníci zamerali na pozorovanie vybraných zákrytových premenných hviezd. Náročnosť pozorovacieho programu zodpovedala odbornej úrovni začínajúcich premenárov a dĺžke podujatia. Vzhľadom na priaznivé počasie (iba jednu noc bolo zamračené) sa podarilo odpozorovať 7 zákrytových dvojhviezd: V 469 Cyg, OO Aql, PV Cas, SW Lac, TX Her, FZ Del, EX And. Bolo milým prekvapením, že len dvaja pozorovatelia sa s pozorovaniami tohto druhu ešte nikdy nestretli, takže väčšina spracovaných pozorovaní spĺňa náročné požiadavky pre zaradenie do databázy pozorovaní týchto hviezd.

Počet vyhodnotených protokolov (19) za tri pozorovacie noci by iste zodpovedal i akcii pokročilejších premenárov. S potešením môžeme teda konštatovať, že na pozorovanie premenných hviezd sa na Slovensku orientuje stále viac a viac nových nadšencov. Ostáva len dúfať, že na podobné expedície budú prostriedky aj v budúcnosti.

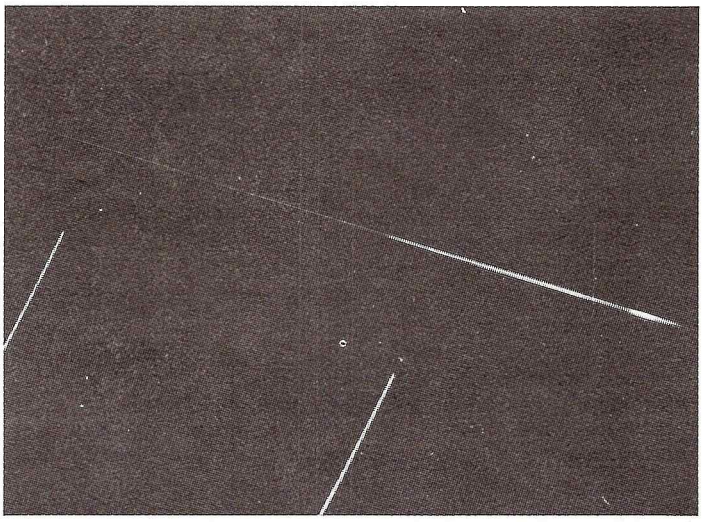
I. Dorotovič, J. Csipes

Perseidy na Lednických Rovniach

Ve dnech 6. až 20. 8. zorganizoval Astronomický klub Lednické Rovne za vydatné podpory Regionálního osvetového strediska v Považskej Bystrici expedici Perseidy '92. Na základě našich zkušeností jsme místo pro pozorování vybrali na velmi příjemném místě nedaleko Lednických Rovní, v blízkosti Ostré hory. Na expedici se zúčastnili zástupci astronomických kroužků z celého okresu a jako vítaní hosté a posila přijeli dva naši kolegové z hvězdárny ve Valašském Meziříčí, M. Hromadová a M. Poláček.

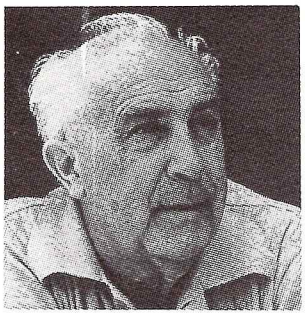
Počasí, ostatně jako všude, bylo pro táboření příznivé až moc. Pochopitelně vadil Měsíc jdoucí do úplňku a značný opar, který se díky letošním vedrům tvořil. Přes všechny problémy jsme ale pravidelně pozorovali. Počty meteorů odpovídali našim předpokladům a svědčí o tom, že se blíží mateřská kometa. Zajímavé bylo, že ve dnech před maximem Perseid se nezvykle výrazně projevovali pěknými výraznými meteory i Aquaridy. Noc před maximem jsme celkem zaznamenali 435 Perseid, 56 Aquarid, 36 Cygnid a 37 sporadických meteorů. Noc po maximu jsme se dostali ke 13 meteorům, potom se nám obloha "zadeklovala" silným oparem, co spolu s Měsícem dokonale znemožnilo pozorování. Podmínky pro pozorování se obnovily až 15. 8. Celkem jsme zaznamenali 1127 různých meteorů. Vcelku můžu hodnotit naši expedici jako úspěšnou. Za rok se zde opět sejdeme.

Boris Jurčík



Jediný letos zachycený meteor, ale je zachycen jeho výbuch a následný rozpad na dvě části. Fotografováno Pentagonem Six 2,8/80 na film FOMA 30 8. 8. 1992. Průlet meteoru ve 22^{17} SEČ. Foto: autor.

Zosnul Dr. Elemér Csere



Koncom októbra skonal v Sobranciach dr. Elemér Csere, jeden z najvýznamnejších organizátorov slovenského amatérskeho hvezdárstva, zakladateľ a dlhoročný riaditeľ tretej slovenskej hvezdárne v Hlohovci, člen SAS, SZAA a talentovaný popularizátor astronómie. Dr. Elemér Csere bol dlhoročným členom redakčnej rady Kozmosu a jedným z najusilovnejších a najerudovanejších prispievateľov nášho časopisu. Ako sám vravieval, polovicu svojho činorodého života venoval astronómii. Profil tohto vzácneho človeka prinesieme v budúcom čísle.

Z myšlienok Dr. Csereho

• *Každý pohľad na oblohu nekonečnosť vesmíru poľudšťuje. Vďaka astronómii žijeme vo vesmíre, obalenom nielen číslami, ale aj človečinou. Nie je náhoda, že ani moderná astronómia sa nevzdáva mytologických názvov. Taká Andromeda je predsa nielen nádhernou, vzdialenou galaxiou, ale i nešťastnou dcérou dávneho etiópskeho kráľa, ktorú bohovia premenili na hviezdu. Keď vidím, ako sa astronómia redukuje iba na anatómiu vesmíru, na čísla, som trochu smutný...*

• *Podliehame povrchnému záujmu verejnosti o efektné, módne a neraz i neveľmi trváce teórie, kĺžeme po povrchu abstraktných hypotéz a zanedbávame pritom najzákladnejšie princípy... Mám dojem, že i posádky našich ľudových hvezdární akoby už ani nepotrebovali tmu a nočnú oblohu. Ale iba pozorovaním sa získava to naozajstné, ušľachtilé puto k astronómii. Lenže je čoraz menej ľudí, ktorí dokážu dať pozorovateľskej práci zmysel...*

• *Nemám rád sci-fi, nečítam tento literárny žáner. Ako môže človek dvadsiateho storočia vysloviť čo len zrnko pravdy o storočí tridsiatom? Mohli si nešťastníci, čo pred tisíc rokmi očakávali koniec sveta, predstaviť náš dnešný svet...? Verím v budúcnosť ľudstva, ale nepotrebujem si ju vymýšľať. Chcem pre ňu pracovať, byť činný, kým to, čo viem, bude niekto potrebovať.*

Mladý šesťdesiatnik

Toto leto sa dožil 60 rokov Ján Štohl, RNDr., DrSc., vedúci vedecký pracovník a do 30. septembra 1992 riaditeľ Astronomického ústavu SAV v Tatranskej Lomnici. Tým, čo majú k astronómii blízko, určite netreba jubilanta predstavovať. Napriek tomu pripomeniem aspoň méty, ktoré sa nepodarí dosiahnuť každému. Dlhé roky bol tajomníkom vedeckého kolégia SAV pre vedy o Zemi a vesmíre, tajomníkom Slovenskej komisie pre program Interkozmos, po dve funkčné obdobia predsedom Slovenskej astronomickej spoločnosti, riaditeľom AsÚ SAV v Tatranskej Lomnici v rokoch 1989-1992. Je predsedom Slovenskej komisie pre udeľovanie vedeckých hodností, od júna 1992 prvým podpredsedom Slovenskej akadémie vied. Na 21. Valnom zhromaždení Medzinárodnej astronomickej únie v Buenos Aires bol zvolený za prezidenta 22. komisie "Meteory a medziplanetárny prach", keď tri roky predtým bol jej viceprezidentom. Všetky tieto funkcie získal ako uznanie svojej vedeckej a organizátorskej práce na domácom i medzinárodnom poli.

Jeho obdivuhodný životný elán mu možno len závidieť. Za všetko stačí uviesť jeho výrok: "... je strašné, keď sa človek taký mladý musí dožiť šesťdesiatky!" Želáme teda dlhoročnému spolupracovníkovi a predsedovi redakčného kruhu nášho časopisu ešte veľa takých strašných jubileí!

J. Zverko

INZERUJTE V KOZMOSE!

Drobná inzercia zadarmo!

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

Softwarový systém DIPS 2.0 pro náročné zpracování obrazů pro počítače PC 286/486 dodáva firma *SOFO*, Ulrychova 85, 635 00 Brno, tel. (05) 763 969.

Systém umožňuje přesné analýzy a zpracování obrazů z CCD kamery, scanneru, digitálního fotometru, stejně jako snímků z družic a kosmických sond.

Astronomický ples sa uskutoční 19. 2. 1993 v Domove vedeckých pracovníkov v Starej Lesnej. Všetci sú vítaní. Prihlášky adresujte na dr. Vojtecha Rušina, AsÚ SAV, Tatranská Lomnica, 059 60.

PREDÁM všetky ročníky časopisu KOZMOS. Marta Pramulová, Vyhne č. 75, 966 02 .

SHÁNÍM čočkový objektiv ∅ 100—200 mm popř. s tubusem, střední montáž s el. pohonem, okuláry 4—40 mm, Somet Binar, Atlas Borealis, H 1920-1933 a Kozmos 1970. Platím hotově i v DM. Adresa: V. Dědek, Box 1, 468 33 Jenišovice.

PREDÁM kvalitné parabolické zrkadlá s pomocnými zrkadlami (pokovené): ∅ 150/600 (1300,- Kčs), ∅ 200/1500 (2100,- Kčs), ∅ 200/1200 (2250,- Kčs), ∅ 200/1000 (2400,- Kčs), ∅ 250/1500 (3500,- Kčs), ∅ 300/1500 (5100,- Kčs). Predám ďalekohľady typu Dobson ∅ 250/1500 (6500,- Kčs), ∅ 300/1500 (9500,- Kčs). Kúpim optiku pre Binar 10×80 alebo 25×100. Jávorka Augustín, Žabia 18, 930 05 Gabčíkovo.

Zašlu každému zájemci 3 detailní čb. fotografie mimozemšťana ze vzdálenosti 1,5 metrů — obličej, tělo, vyproštěného ze ztroskotaného létajícího talíře v roce 1947 v ROSWELL / NEW MEXICO, U. S. A. a u LAREDO / TEXAS, U. S. A. v roce 1950 za 50,- Kčs předem. Dále ofocení důkazové publikace o 5 ztroskotáních, včetně tzv. "Kalaharské události" z r. 1989 — originál + přehled od SOUTH AFRICAN AIR FORCE — biologický popis, náčrt vzhledu bytostí a jejich písmo "OCHROES". Cena dohodou. Prosím o stručnou korespondenci. Ing. Benda Ivo, Jesenická 55, 787 01 Šumperk.

Predám okuláre H-35 mm (od firmy Carl Zeiss Jena), 35 mm (čs. výroby) a nejaké objektívy do mikroskopu (od firmy Carl Zeiss Jena). Sobrotka Andrej, Beethovenova 17, 917 08 Trnava.

Prodám dalekohled AD-800 s trojnohým stativem (nohy jsou vysouvatelné) a okulárový hranol pro projekci. Jen komplet. Cena cca 3000,- Kčs. Dále prodám knížky: J. Grygar / V. Železný - Okna vesmíru dokořán; Z. Kopal - Vesmírní sousedé naší planety; J. Kleczek - Naše souhvězdí. David Koval, Dlouhá t. 87/c, 736 01 Havířov - Bludovice.

Predám kompletné ročníky Kozmosu - 74, 76, 77, 79 až 91. U ročníkov 75 chýba číslo 3 a 78 chýbajú čísla 1, 2, 3. Samostatné čísla: 5, 6/74, 2/79, 1/82, 5/86, 2, 5/87, 3, 4, 5, 6/88, 3, 4/89. Weiss Eduard, Waršavská 20, 040 13 Košice, Tel.: 095/857 306

Predám nepoužitý objektív TESSAR 4,5/180. Č. telefónu: 087/414-223.

Koupím skleněný kotouč bez vnitřního pnutí o průměru 200—250 mm a síle 3—4 cm. Jiří Krtička, Ke strážnici 207, 549 54 Police nad Metují.

Prodám dalekohled Newton 110/805 mm, zv. 32—169×, paralaktická montáž, stojan (4500,- Kčs), kopii Atlasu Uranometria 2000.0 I. díl (500,- Kčs), listy spojeny do 2. karisbloků a časopisy ASTRONOMY srpen 1991—říjen 1992 (á 90,- Kčs), KOZMOS 83-92 (celek 350,- Kčs), Říše hvězd 83, 84 (roč. 30,- Kčs) některé čísla 89—90 (á 1,- Kčs) a roč. 91 (35,- Kčs). Dále prodám knihu "Atlas Měsíce" - Rükl (130,- Kčs) a jinou astr. literaturu (seznam zašlu na požádání). Pavel Šťastný, Dlouhá třída 85a, 736 01 Havířov-Bludovice.

Koupím 1 objektiv k dalekohledu Somet Binar 25×100. Vladimír Popelka, sídl. U vodojemu 1259, 697 01 Kyjov.

Prodám Bečvářův Atlas Coeli Skalnaté Pleso s katalogem — cena celku 850,- Kčs (Originál z roků 1948 a 1951). Pavel Šťastný, Dlouhá t. 85a, 736 01 Havířov - Bludovice.

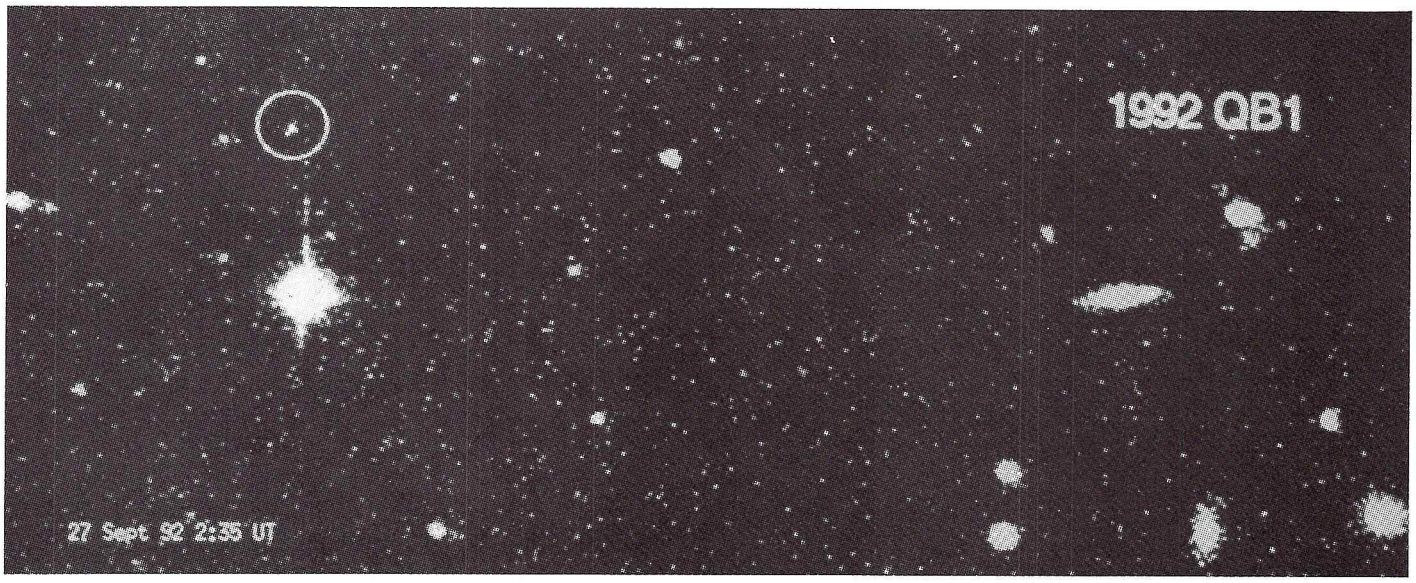
Predám ďalekohľad - NEWTON ∅ 120/1000 s paralaktickou montážou bez okulárov. Cena 1500,- Kčs, malý stolový sústruh — točný priemer ∅ 80/160, točná dĺžka 230 mm, s možnosťou rezania závitov. Cena dohodou. Bruncko Ondrej, Veterná 35, 034 01 Ružomberok. Tel.: 0848/23 667 večer.

Prodám atlas Uranometria 2000.0 volume 1, v pevných deskách. Cena 420,- Kčs. Dále prodám časopisy Kozmos a to: ročník XX. čísla 1, 2, 4, 5, 6; ročník XIX. čísla 1, 2, 4, 5, 6; ročník XXI. čísla 1, 2, 5, 6; a celý XXII. ročník. Cena 123,- Kčs. Dále prodám knihu "Přehled astronomie" O. Hlad - J. Pavlousek. Cena 35,- Kčs. (Vydání z roku 1984.) David Koval, Dlouhá t. 87c, 736 01 Havířov - Bludovice.

Zadná strana obálky

Mars bude v opozícii, pre pozorovateľov na severnej pologuli najvýhodnejšej za posledných 31 rokov, už čo nevidieť — 9. januára 1993.

K Červenej planéte sa však aj 26. septembra vydala ďalšia americká sonda — Mars Orbiter. O tom všetkom ale budeme písať až nabudúce.



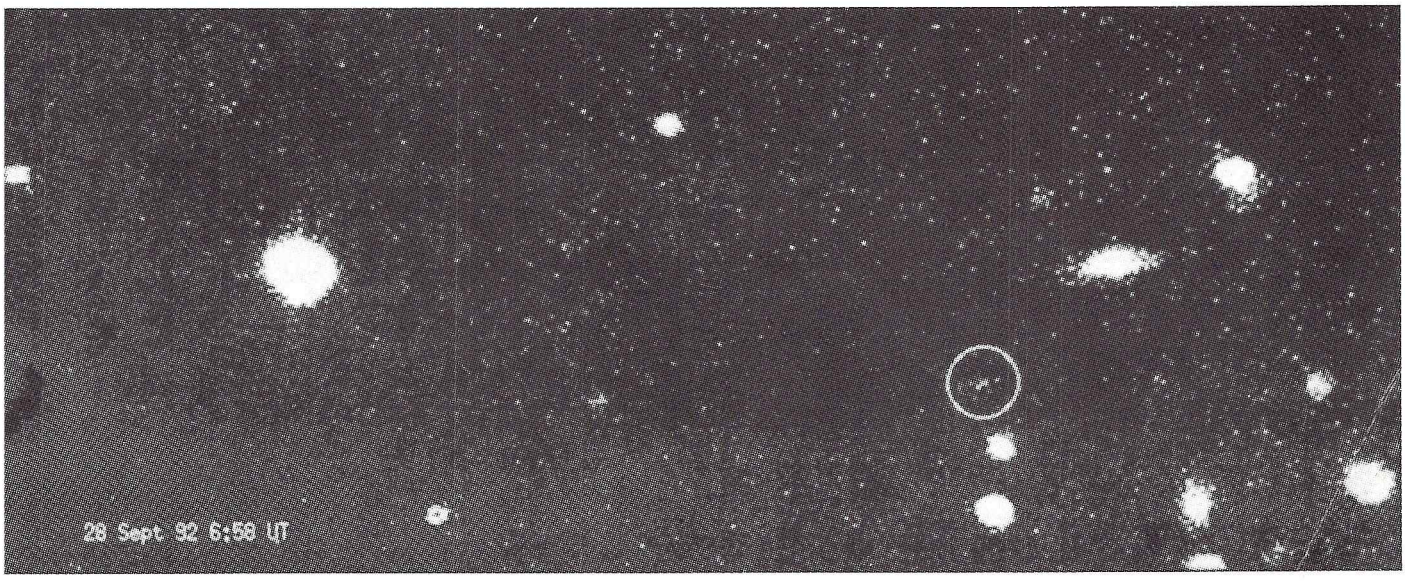
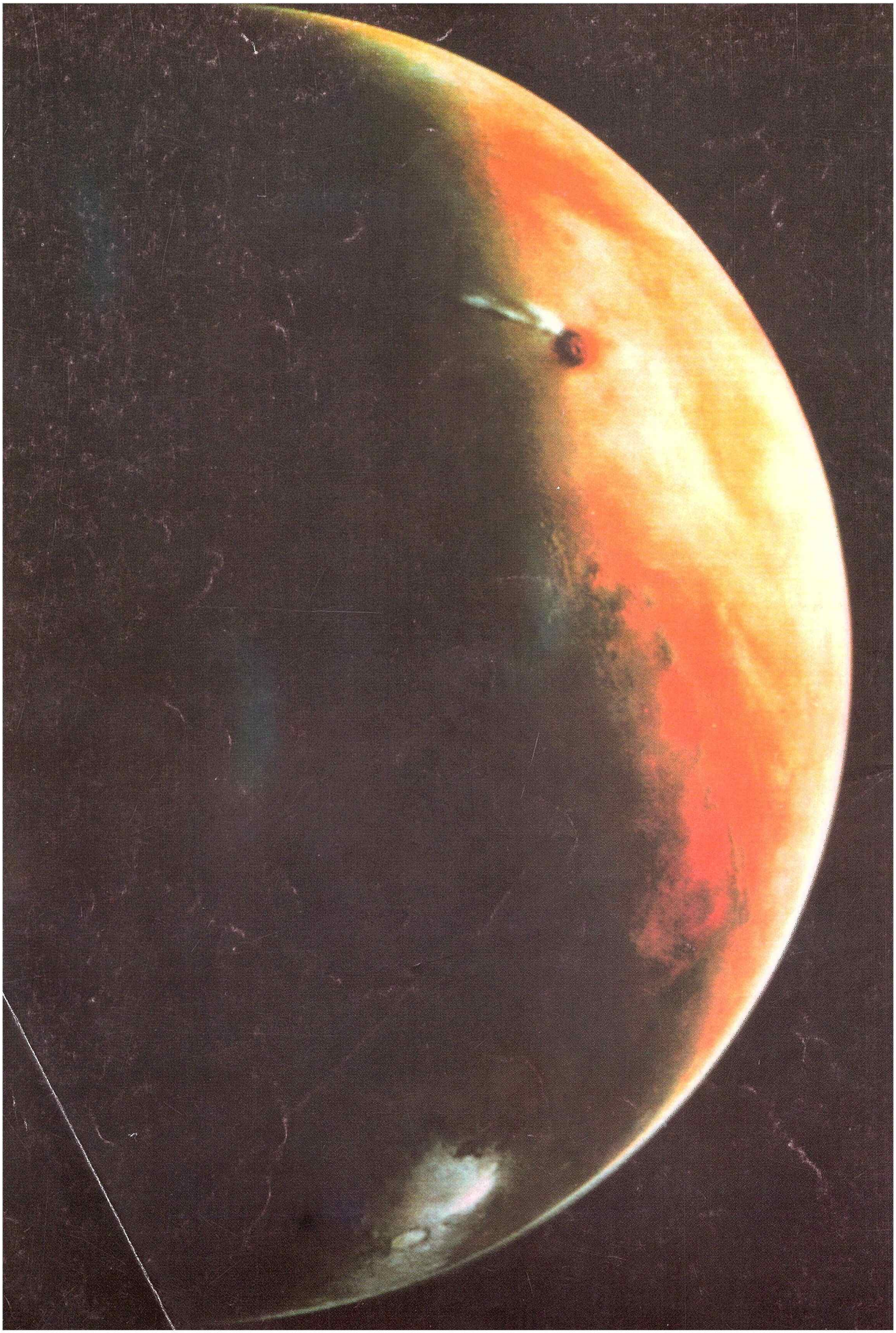
1992 QB_1: nová planéta slnečnej sústavy

Roku 1930 objavil Clyde Tombaugh na Lowelovom observatóriu v USA deviatu planétu slnečnej sústavy — Pluto. Od tých čias sa za obežnou dráhou "poslednej planéty" iný objekt patriaci do rodiny nášho Slnka objaviť nikomu nepodarilo. Aj preto sa 30. augusta tohto roku pilo na Observatóriu Havajskej univerzity šampanské: americkí astronómovia David Jewitt a Janet Luu objavili totiž na sklonku leta planétu, ktorá obieha Slnko vo vzdialenosti 41 a. j. (6 000 miliónov kilometrov) — teda jednoznačne za obežnou dráhou Pluta.

1992 QB_1 je iba provizórnym označením tohto zaujímavého objektu, ktorý zanedlho so všetkou slávou pokrstia. Planét(k)a má v priemere 200 km a jej jasnosť určili hodnotou 23, čo znamená, že ide o objekt šesťmiliónkrát slabší ako svetelné zdroje, ktoré ešte dokáže ľudské oko rozlíšiť. V správe o objave sa uvádza, že 1992 QB_1 má červenkavé sfarbenie.

Nová planéta sa objavila v zornom poli 2,2 m teleskopu, ktorý patrí k najvyužívanejším prístrojom observatória na Mauna Kea. Objavitelia tri noci po sebe pozorovali neznámy nejasný objekt, ako veľmi pomaly križuje súhvezdie Ryby. Pomalý pohyb objektu ich sprvoti pomýlil: po analýze prvej snímky ho pokladali za hviezdu. Keď sa zistilo, že ide o planétu, Brian Marsden z Centra pre malé planéty pri Medzinárodnej astronomickej únii skvelým spôsobom vypočítal jej ďalší pohyb, a tak sa po mesačnom splne ešte v septembri podarilo planétu opäť pozorovať. Snímky, ktoré sa podarilo urobiť pomocu 3,5 m NTT teleskopu na La Silla (ESO), prezradili, že jasnosť objektu sa v priebehu mesiaca nezmenila. Tieto fotografie (urobili ich Alain Smette z ESO a Christian Vanderriest z parížskej hvezdárne Meudon) dnes uverejňujeme. V zornom poli (3,3 oblúkovej minúty) nájdete 1992 QB_1 v krúžku.

Tieto ďalšie fotografie preniesli pomocou satelitu do hlavného sídla ESO v Garchingu, kde Olivier Hainaut spresnil údaje o polohe telesa. Až pomocou nich sa Marsdenovi podarilo odhadnúť vzdialenosť obežnej dráhy, ale jej presné parametre sa dozvieme až po analýze ďalších pozorovaní. Už dnes sa však dá povedať, že nová planéta obehne Slnko raz za 262 rokov.

Objav 1992 QB_1 vzrušil najmä planetológov. Tento najvzdialenejší objekt našej slnečnej sústavy patrí totiž svojimi rozmermi do triedy planétok. Väčšina objektov tejto rodiny však krúži vo vnútri obežnej dráhy Jupitera, približne 800 miliónov kilometrov od Slnka. Zatiaľ poznáme len dve planétky, ktoré sa pohybujú vo vzdialenosti Saturna — Chiron a Pholus. Po objave 1992 QB_1 sa preto vyskytli dohady, či záhadný objekt nie je náhodou obrovská kométa, ktorá vyhasla po podobnom výbuchu, aký sme pozorovali na vzďaľujúcej sa Halleyovej kométe. Stabilná jasnosť v priebehu celého mesiaca však toto podozrenie nepotvrdila. Planetológovia sa nazdávajú, že ide o planétku s pevným povrchom, ktorý sfarbujú dočervena pozostatky materiálu, bohatého na organické zlúčeniny.

Podľa ESO Press Release 08/92
- ind -