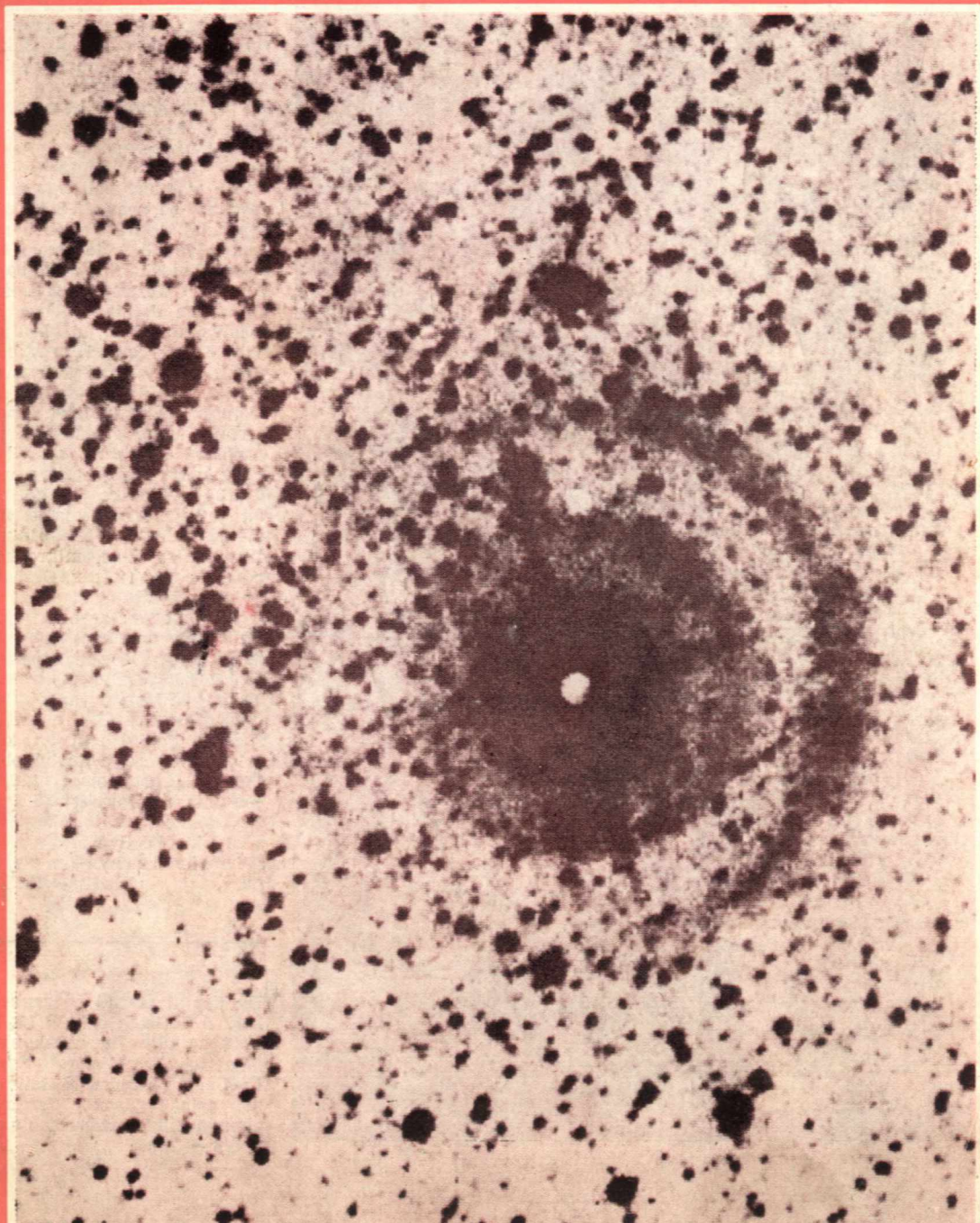
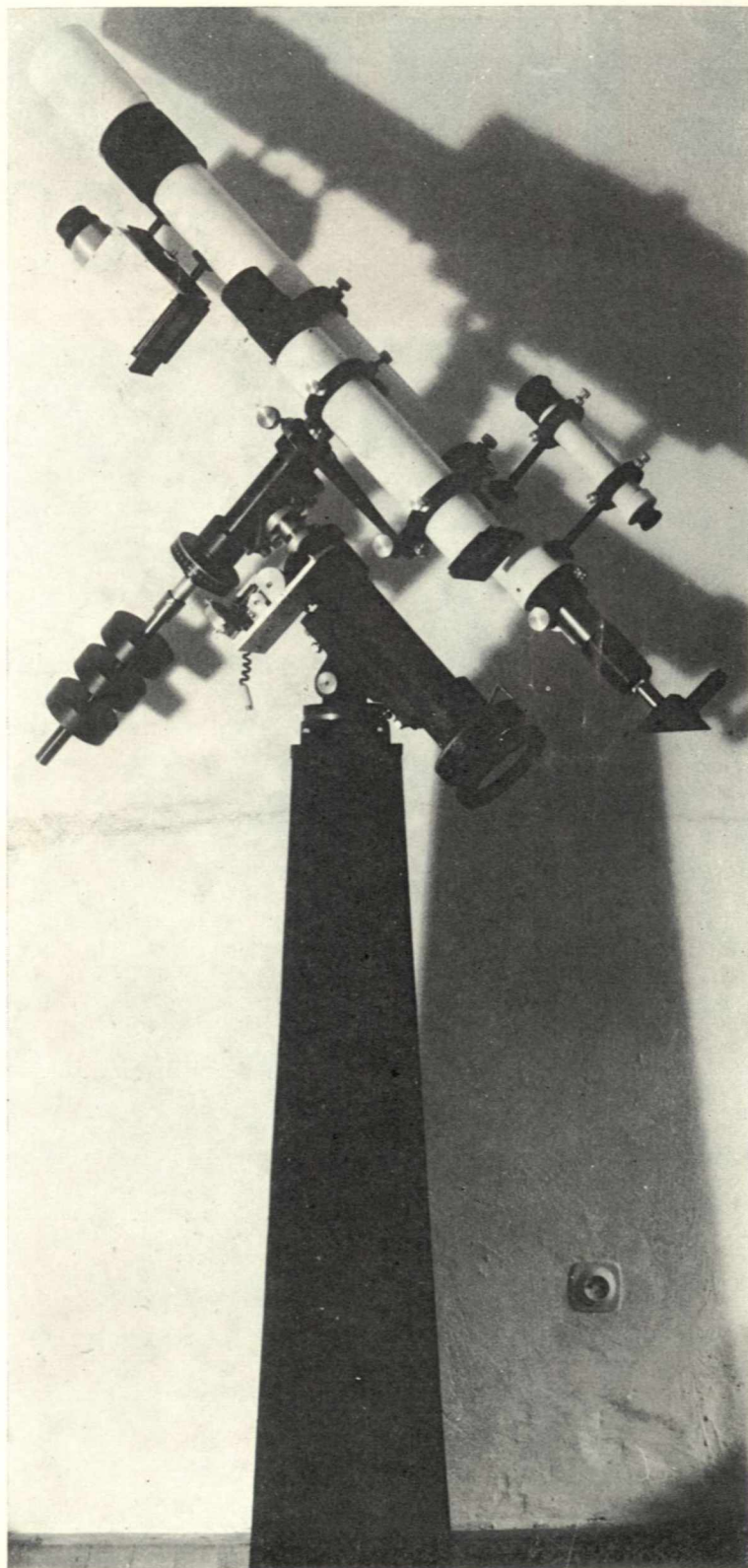


ŘÍŠE HVĚZD

ROČNÍK 69
CENA 2,50 Kčs

7 | 88





POZOROVATELNA V TURNOVĚ

Základem montáže je část otočného naklápěcího svěráku upevněná na železném sloupu. Pouzdro polární osy je přišroubováno k naklápěcí části svěráku. Deklinační osa o \varnothing 30 mm je uložena v kuličkových ložiscích a je spojena s polární osou prostřednictvím dvou desek se 4 tlačnými a 4 tažnými šrouby, které umožňují seřídít kolmost os. Bronzové šnekové kolo se 180 zuby prochází polární osou. Pohon je realizován elektr. motorkem na 24 V, napájeným generátorem s krystalem. Možnost volby tří frekvencí pro pohyb hvězd, Měsíce a Slunce. Korekce a jemný pohyb v rektascenzi se provádí přes diferenciál druhým motorkem. Jemný pohyb v deklinaci se provádí mechanicky šroubem s jemně řezaným závitem. Polární a deklináční osa je vybavena dělenými kruhy. Hlavní dalekohled je vybaven objektivem \varnothing 102 mm, ohnisko 1250 mm. Jedná se o dublet se vzduchovou mezerou. Tubus refraktoru je duralový s přesně vypočtenými soustruženými clonami. Okulárový konec dalekohledu je opatřen hřebenovým výtahem. Používám tyto okuláry: Zeiss H-40, mikroskopová Meopta O 10 x, O 15 x, O 20 x W 25x. S fotografickým telekonvertorem, užitým jako Barlowova čočka, je ještě zvětšení 2x vyšší. Hledáček je 60/300 mm se širokoúhlým pětičočkovým okulárem. Astrokomory: objektiv Heliar 4,5/240 mm na kazety 6,5x9 cm a druhá obj. Tessar (apochromat) 10,0/460 mm na formát 6,6 cm. Ve stavbě mám komoru s objekt. Belar 4,5/300 mm. Stavbu hvězdárny mám v plánu.

Vladimír Kafka

Na titulní straně supernova 1987 A. Snímek pořídil 13. 2. 1988 zrcadlovým dalekohledem 3,6 m Michael Rosa (ESO). Z časopisu *Mitteilungen astronomischer vereinigen Südwestdeutschland* č. 5/6 — 1988.

Žeň objevů

1987

K prvnímu průlomu došlo roku 1964, kdy v Puščinu a Pulkově radioastronomové objevili čáry příslušející přeskokům kolem 105. až 90. hladiny v pásmu centimetrových vln. V roce 1979 A. A. Konovalenko a L. D. Sedín našli čáru o vlnové délce 11,5 m (26 MHz) ve směru ke zdroji Cas A, odpovídající přeskoku mezi 632. a 631. hladinou uhlíkového atomu. Konečně charkovským dekametrovým radioteleskopem se podařilo nalézt čáru uhlíku o vlnové délce 18 m (16,7 MHz), odpovídající přeskoku mezi 733. a 732. hladinou. Uhlíku je v mezihvězdném prostoru sice asi o 4 řády méně než vodíku, ale jeho ionizační potenciál 11,2 eV je nižší než u vodíku (13,6 eV), takže uhlík v mezihvězdném prostoru snáze přichází k elektronům a při následné rekombinaci snáze vyzařuje příslušné spektrální čáry. Dekametrová spektroskopie naznačila, že v mezihvězdném prostoru mohou existovat vzbuzené atomy s elektrony až na 1000. energetické hladině. Rozměry těchto atomů jsou milionkrát větší než v běžných laboratorních podmínkách — dosahují totiž viditelných rozměrů kolem 0,1 mm!

Rádiová měření vlastních pohybů molekulových mračen, vykonaná M. Reidem aj., vedla k podstatně revizi rozměrů Galaxie, pro níž nyní vychází vzdálenost Slunce od jádra Galaxie pouze 23 000 světelných let. K podobné hodnotě 25 000 světelných let nyní dospěli J. A. Caldwell a I. M. Coulson na základě určování vzdáleností a radiálních rychlostí cefeid. Podle této revize obíhá Slunce kolem centra Galaxie rychlostí 230 kilometrů za sekundu.

Rádiový zdroj Sgr A* nevykázal za 5 let radiointerferometrických měření žádný vlastní pohyb, takže jde s jistotou o fyzikální i geometrický střed Galaxie, a nejspíš o supermasivní černou díru s hmotností $4.10^6 M_{\odot}$. Ještě masivnější černou díru $1.10^7 M_{\odot}$ obsahuje podle J. Kormendyho jádro galaxie M 31 v Andromedě. Tato galaxie je od nás vzdálena 2,3 miliónu světelných let a představuje nejsvětivější galaxii v místní soustavě s absolutní hv. velikostí — $21,6^M$. Naše Mléčná dráha je o 1^m slabší a na třetím místě je galaxie M 33 s — $19,1^M$. Vynikající snímky detailů v galaxii M33 pořídili v průběhu

posledních 8 let astronomové marseillské observatoře pomocí sovětského 6m reflektoru. Umožnilo jim to podrobně zkoumat bubliny, smyčky a filamenty mezihvězdného prostředí, v němž probíhají mocné energetické změny.

Počítačové simulace prokázaly, že během nejbližších 3 miliard let se naše Galaxie přiblíží k obří galaxii M 31. Podobné simulace dokazují, že před 200 milióny let se srazily Velké a Malé Magellanovo mračno; což se projevilo deformacemi tvaru méně hmotného Malého mračna, které slapové síly naší Galaxie v astronomicky blízké budoucnosti zcela roztrhají. Slapový ohřev naší Galaxie působí v současné době překotnou tvorbu hvězd v obou mračnech, jak prokázala infračervená měření z družice IRAS. Naopak zase slapové působení Velkého Magellanova mračna ovlivňuje vzhled spirální struktury naší Galaxie. Ke všem těmto počítačovým simulacím potřebujeme současné nejvýkonnější superpočítače 4. generace, neboť realistický výpočet průběhu interakce dvou galaxií vyžaduje počítat vzájemné působení nejméně 10^6 hmotných bodů [každý z nich reprezentuje 10^5 hvězd, takže stále jde o silné zjednodušení skutečného problému].

Rozvoj pozorovací techniky umožnil dosáhnout vpravdě fantastických výkonů při studiu vzdálených galaxií. R. A. Windhorst aj. hledali optické protějšky slabých rádiových zdrojů na dlouze exponovaných snímcích 4m teleskopem CTIO. Podařilo se jim identifikovat 50 % zdrojů s optickými protějšky do 23^m (v oboru V), 85 % do $24,5^m$ (v oboru R) a 97 % zdrojů do $28,5^m$ (rovněž v oboru R). Odtud usuzují, že zmíněné rádiové zdroje představují extrémně vzdálené galaxie se silnou tvorbou hvězd, která — jak ukazuje zkušenost s družicí IRAS — se vždy projeví přebytkem v červené a infračervené oblasti spektra.

V kupě galaxií v souhvězdí Vlasů Bereniky, vzdálené od nás 330.10^6 světelných let, se nyní podařilo snímkovat kulové hvězdkupy do limitní hvězdné velikosti $25,7^m$ a konečně J. A. Tyson a P. Seitzer pořídili 4m teleskopem CTIO 12 šestihodinových snímků oblasti jižního galaktického pólu ve třech filtrech s meznou hvězdnou velikostí 27^m ! Většina objektů na těchto vynikajících snímcích jsou vzdálené galaxie, patrně s červenými posuvy z v intervalu 6 až 10. Jsou vesměs nápadně modré, což znamená, že je v nich mnoho mladých masivních hvězd, v souladu s představou, že tyto galaxie pozorujeme ve stáří 1—2 miliardy let po velkém třesku. E. Baron a S. D. White soudí, že radiogalaxie 3C 326.1 s červeným posuvem $z = 1,8$ je případem protogalaxie, kde teprve 60 % mezihvězdné látky zkonduzovalo na hvězdy. Tvorba hvězd tam dosud probíhá překotně, tempem $300 M_{\odot}$ za rok (v naší Galaxii stěží $1 M_{\odot}$ za rok).

Ještě zřetelnější protogalaxii v naší bezprostřední blízkosti ($z = 0,08$, $r = 7 \cdot 10^8$ světelných let) objevili G. D. Bothun aj. Jde o galaxii Malin 1 (1234+146) s průměrem plných 750 000 světelných let a s ohromujícím množstvím mezihvězdného neutrálního vodíku o hmotnosti $1.10^{11} M_{\odot}$ (naše Galaxie ho má 30krát méně). Tím více je udivující, že tato protogalaxie se nachází v kosmologické kaverně v souhvězdí Panny. S. M. Simkinová objevila pomocí antény VLA obří rádiové halo galaxie NGC 262 o průměru 1,3 miliónu světelných let. Vůbec největší rádiový chvost vykazuje podle J. P. Vellého a R. S. Rogera galaxie IC 711 — jeho hlavní osa měří plně 3 milióny světelných let.

Velkým překvapením při hluboce exponovaných snímcích galaxií je však objev **obřích svítících oblouků** G. Soucalem aj. a R. Lyndsem a V. Petrosianem. Tyto oblouky o úhlové délce až 110° se pozorují v jádrech tří Abelových kup A 370, A 2218 a A 2242-02. Jsou poměrně úzké a vynikají stejnorodostí a nápadně modrou barvou. Po jistém váhání nad jejich podstatou nyní získal na vážnosti zprvu bizarní nápad B. Paczyňského, že jde o projevy gravitačních čoček, přičemž zobrazována je buď galaxie, nebo kvasar a zobrazující čočka (gravitátor) je masivní eliptická galaxie nebo dokonce celá kupa galaxií. Statistické odhady praví, že při počtu známých kup kolem 2000 v intervalu červených posuvů 0,25 až 1 bychom měli pozorovat asi 20 oblouků. Jelikož zatím bylo prohlédnuto asi 400 kup, statistika nadějně souhlasí a navíc G. Soucalem aj. změřili červený posuv modrého oblouku v kupě A 2244-02 $z = 0,724$ pomocí emisních čar O II a Mg II. Jelikož kupa sama má $z = 0,33$, nelze vlastně úkaz jinak než efektem gravitační čočky kloudně vysvětlit. V tomto případě by byl zobrazovaným objektem kvasar, jehož světlo by bylo gravitační čočkou současně zesíleno. Obdobné gravitační zesílení světla může podle O. Le Fèvre aj. vysvětlit mimořádnou svítivost obří radiogalaxie 3C-324 s červeným posuvem $z = 1,21$. Spektra 3,6m reflektorem CFHT totiž prokázala přítomnost mezilehlé galaxie se $z = 0,84$, která je odpovědná za tuto gravitační fatu morgánu.

Když před půl stoletím F. Zwicky počítal pravděpodobnost gravitačního zobrazení vzdálených zdrojů galaxiemi, sotva mohl tušit, že dnes budeme znát již 7 dobře ověřených případů **gravitační čočky**, při níž vzdáleným zdrojem je více méně bodový kvasar. Loni však S. Djorgovski aj. získali důkazy, že dvojitý kvasar poblíž rádiového zdroje PKS 1145-071 není rozdvojen gravitační čočkou, ač úhlová vzdálenost obou obrazů činí jen $4,2''$ a jejich červený posuv je shodný ($z = 1,345$). Ukázali totiž, že jen jedna složka je zdrojem rádiového záření, kdežto druhá je rádiově tichá (efekt gravitační čočky nezávisí na vlnové délce záření). Odtud vychází, že jde o reálný (fy-

zický) pár zhroucených supermasivních objektů s úhrnnou hmotností $10^{11} M_{\odot}$ — nejméně o řád vyšší, než se dosud pro kvasary uvažovalo.

Téměř na pokraji sci-fi se zdá být nejnovější úvaha B. Paczyňského o **gravitačních mikročočkách** v halu naší Galaxie. Jsou-li tam objekty hmotnější než $10^{-6} M_{\odot}$ (planety o hmotnosti Marsu či větší), bude docházet vlivem vlastních pohybů k zákrytům hvězd v okolních galaxiích, a tím k dočasnému růstu jejich jasnosti efektem gravitační čočky. Pro uvedené hmotnosti čoček vychází minimální trvání zákrytu na 2 hodiny, takže podle návrhu autora bychom měli po dobu několika let nepřetržitě monitorovat jasnosti 10^6 nejjasnějších hvězd ve Velkém Magellanově mračnu a z krátkých zvýšení jasnosti odhalit nepřímo četnost masivních objektů v halu Galaxie.

Velký pokrok při studiu kvasarů se odráží v údajích z nejnovějšího **katalogu kvazistelárních objektů**, uveřejněného A. Hewittovou a G. Burbidgeem. Katalog měl uzávěrku v září 1986 a obsahuje údaje o 3681 objektech, z nichž je 87 blazarů. Pro porovnání v I. katalogu z r. 1977 se nacházelo 637 kvasarů, v r. 1980 jich bylo známo 1550 a v r. 1985 2900. Podle D. Cramptona pozorujeme maximum četnosti kvasarů pro červený posuv $z = 1,7$. Autor dále soudí, že pro větší počet kvasarů reálně klesá zvláště pro červené posuvy větší než 3,3. To však může být z větší části způsobeno výběrovými efekty při hledání kvasarů. Většina kvasarů totiž rádiově nezáří a opticky se hledají těžko, neboť při velkých červených posuvech nejsou nápadné přebytkem ultrafialového záření (tento přebytek se sám přesune do červené oblasti spektra). V uplynulém roce se totiž podařilo kombinací přímých filtrových fotografií a nízkodisperzních přehlídkových snímků objevit celkem 6 kvasarů s červenými posuvy většími než 4. Současný rekord drží kvasar 0051-279 (20^m) v souhvězdí Sochaře, objevený S. J. Warrenem aj. s červeným posuvem $z = 4,43$.

Mnoho nových poznatků o kvasarech vyplývá z infračervené přehlídky družic IRAS, při níž bylo zaznamenáno 74 kvasarů v pásmu 60 a 100 μm a dokonce plných 162 blazarů. Tyto infračervené „hlučné“ objekty představují jednak spojovací článek mezi extrémně zářivými Seyfertovými galaxiemi a galaxiemi s aktivními jádry a jednak spojku mezi rádiově hlučnými a rádiově tichými kvasary. Podle všeho se zdá, že **infračervené blazary** s fantastickou svítivostí až $10^{15} L_{\odot}$ představují srážky galaxií, které způsobí vymetení mezihvězdného prachu a plynu a rovněž jeho akreci na centrální supermasivní černou díru.

Tato černá díra rotuje a rotační osa její precesi s periodou stovek roků, což se zajímavým způsobem odráží na výtryscích částic i záření, usměrněných do úzkých ku-

želů, obdobně jako je tomu v miniaturním provedení u kompaktní složky podvuhodné dvojhvězdy SS 433 v naší Galaxii. Podle B. V. Komberga tak lze přirozeně vysvětlit i známé **nadsvětelné rychlosti výtrysků** (uzlíků) v řadě kvasarů. Tryskající relativistické částice či záření prostě ozařuje již existující vnější mračna prachu a plynu, což se nám zdálky jeví jako nadsvětelný pohyb. (Kdybychom světlo metem otáčejícím se kolem dokola 10^4 krát za sekundu osvětlovali mraky ve výšce 5 km nad Zemí, bude po nich světelná skvrna klouzat nadsvětelně.)

Zcela kuriózní vysvětlení mocné zářivosti kvasarů nabídl Z. J. Courvoisier a D. Kunth. Jde vlastně o intelektuální taškařici, založenou však kupodivu na docela standardní fyzice bez černých děr nebo supravodivých kosmologických strun. Předpokládejme, že existuje pokročilá civilizace, která míní potrápit pozemské astronomy něčím neobvyklým. Posbírá tedy v přílehlém kosmickém okolí $10^5 M_{\odot}$ vodíku pro soustavu termonukleárních elektráren. Posbírá dále $5.10^5 M_{\odot}$ křemíku, sodíku, mědi, wolframu atd. na výrobu 10^{36} kusů 100W žárovek. Do rychle o hraně 1 AU lze všechny žárovky srovnat se vzájemným odstupem 15 cm. Montéři (nebo roboty?) oné civilizace posléze žárovky připojí na termonukleární elektrárnu, a dostanou tak zářivý výkon 10^{38} W, což postačí na simulaci standardního kvasaru (žárovky lze pro zvýšení realistického dojmu čas od času hromadně zapínat a vypínat, abychom napodobili rychlou proměnnost kvasarů). Ona cizí civilizace musí být ovšem svému záměru vsutku oddána, aby totiž včas stihla usadit všechny žárovky a propojit je s elektrárnou. Každou sekundu je třeba zapojit 10^{19} žárovek, aby se to od velkého třesku do dneška vůbec stihlo.

6. KOSMOLOGIE

Především bychom konečně rádi věděli, kdy vlastně k velkému třesku došlo. Loni publikované hodnoty Hubblovy konstanty H_0 se stále navzájem silně liší v intervalu $40 \pm 102 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$, čemuž odpovídá Hubblovo stáří od 9,6 do 24,4 miliardy let a skutečné stáří rovné jen 2/3 zmíněných hodnot. Zevrubnou analýzu nezávislých určení **stáří vesmíru** publikoval W. A. Fowler, jemuž porovnáním různých nezávislých metod nakonec vychází skutečné stáří vesmíru kolem 11 miliard let ($H_0 = 57$).

Pro blízké galaxie pozorujeme odchylky od ideálního Hubblova vztahu, které svědčí o systematických pekuliárních pohybech místní soustavy a i místní nadkupy galaxií ve směru k souhvězdí Jižního kříže, kde se ve vzdálenosti přes 300 miliónů světelných let zřejmě nalézá mimořádně masivní soustava galaxií s hmotností nejméně $10^{16} M_{\odot}$. Nakupení nelze pozorovat přímo, neboť se nalézá v opomíjeném pásmu galaxií. Tento

závěr vyplývá z pětiletého studia pohybů nejméně 400 galaxií a je nezávisle podpořen měřením dipólové anizotropie reliktního záření, vůči němuž se místní soustava galaxií pohybuje rychlostí 600 km/s a vzdálená nadkupa Hydra-Centaurus dokonce rychlostí 1000 km/s.

Odtud nepřímou vyplývá, že vesmír je nehomogenní na daleko větší prostorové stupnici, než se dosud soudilo. To je na pováženou s ohledem na vynikající homogenitu pole reliktního záření (po odečtení dipólové anizotropie) v relativním měřítku nejméně 2.10^{-5} . **Velkorozměrová struktura vesmíru** se donedávna přirovnávala k mýdlové pěně, kde se galaxie nacházejí na stěnách bublin a uvnitř jsou prázdné kaverny bez galaxií. Nyní se zdá, že pěna je pouhým detailem v pravém velkorozměrovém rozložení, v němž jsou kaverny navzájem propojeny, a rovněž nadkupy galaxií vytvářejí struktury větších rozměrů, pospojované navzájem svítícími filamenti a mosty (o délce přes 1,3 miliardy světelných let). Musíme si totiž uvědomit, že až dosud jsme byli schopni zjišťovat trojrozměrnou strukturu galaxií pouze v přílehlém 1 % objemu vesmíru (červené posuvy $z \leq 0,05$), takže její extrapolace byla zkrátka příliš nejistá.

Vývoj v tomto oboru kosmologie je díky pokroku pozorovací techniky opravdu rychlý: vždyť první nadkupy galaxií byly rozpoznány teprve r. 1978 (dnes jich známe nejméně 12 a některé obsahují až 40 kup; místní nadkupa má jádro tvořené 11 kupami a halo složené z 50 kup galaxií) a první kaverny až r. 1981 (dnes jich známe 30 a největší z nich mají průměr 250 miliónů světelných let).

Složitost velkorozměrové struktury vesmíru dále komplikuje skutečnost, že nejméně 90 % hmoty vesmíru vůbec nepozorujeme — projevuje se pouze nepřímou svou gravitací. Podle J. Silka to zčásti souvisí se samotným procesem vzniku galaxií v raném vesmíru. Ty se totiž vytvářejí jen z největších hustotních fluktuací, kdežto menší fluktuace k tvorbě galaxií nevedou — a takových nedostatečných fluktuací je převážná většina. Tím lze vysvětlit výskyt prázdnot (kavern). Pouze menší část **skryté hmoty vesmíru** mohou představovat baryony v podobě menších málo masivních objektů o hmotnosti $10^{18} \pm 10^{27} \text{ kg}$ (planetky až Jupitery). Ty se nejspíš koncentrují v galaxiích a v principu mohou vysvětlit, proč dynamická hmotnost galaxií je o řád větší než hmotnost odvozená z výskytu svítivých objektů (hvězd a mezihvězdných mračen).

Větší část skryté hmoty vesmíru však nepodléhá fluktuacím pro slabost interakce s běžnou látkou. Jsou to chladné nebaryonní částice, jejichž existence vyplývá buď z požadavků symetrie v teoriích velkého sjednocení (axiony), anebo přímo ze supersymetrických teorií (fotina, gravitina apod.). Ne-

utrina se jako kandidáti na skrytou hmotu nehodí nejméně ze dvou důvodů: neumožňují výčasný zdroj galaxií a nemají dostatečnou klidovou hmotnost.

Spekulace o povaze skryté hmoty nejsou ovšem nijak u konce, jak o tom svědčí výsledek kuriózního hlasování na 117. sympoziu IAU, jež bylo celé věnováno tomuto problému. Skrytou hmotu kosmologové potřebují především proto, aby se dostali do blízkosti kritické hustoty vesmíru, na rozhraní mezi uzavřenými a otevřenými modely. Obvykle to vyjadřujeme bezrozměrným faktorem Ω , jehož hodnota pro kritickou hustotu je přesně 1 a pro podkritickou hustotu je menší než 1. Při hodnotě $\Omega > 1$ by byl vesmír uzavřený. Hlasování dopadlo takto:

interval Ω	počet hlasů
$> 1,001$	2
$0,999 - 1,001$	28
$0,05 - 0,999$	29
$< 0,05$	2
nevíme	71

A tak i nadále platí výrok I. D. Novikova, že otázka, zda je vesmír otevřený, zůstává otevřenou.

I. D. Novikov byl nesporně hvězdou loňského X. evropského regionálního zasedání IAU v Praze, na němž hovořil o nejnovějším vývoji v kosmologii. Ten je spjat s pojmem **kosmické inflace**, kterou v noci 6. 12. 1979 vymyslel A. Guth jako odpověď na otázku, proč je raný vesmír nutně tak plochý (tj. tak blízko hodnoty $\Omega = 1$). Guth tehdy pracoval na katedře teoretické fyziky Stanfordské univerzity v Kalifornii a po celonočním odvozování rovnic pro překotné rozfouknutí vesmíru stačil ráno zajet na cestě do práce rekordní čas na svém bicyklu. Guth při svých úvahách využil skutečnosti, že raný vesmír je velmi stejnorodý (jak o tom svědčí homogenita reliktního záření) a horký, takže fyzika raného vesmíru je podstatně jednodušší než třeba fyzika zemské atmosféry. Proto se dají osudy raného vesmíru spočítat snáze než třeba předpovídat počasí na den dopředu.

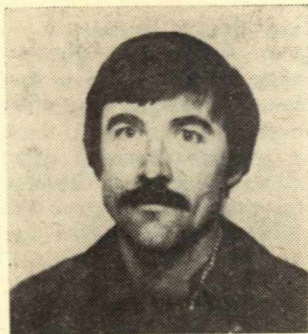
Původní Guthova domněnka byla postupně řadou autorů zdokonalena. V nejnovějším provedení inflace představuje podle A. D. Lindeho velmi univerzální proces, který nejenže vysvětluje speciální vlastnosti našeho vesmíru (plochost, homogenitu, nepřítomnost topologických defektů), ale dává smysl i kontroverznímu antropickému principu. Inflace totiž probíhá zákonitě i ve většině ostatních zárodečných fluktuací — minibublinách cizích vesmírů, které neustále vznikají z prostoročasové pěny kvantovými fluktuacemi vakua. Speciální vyladění na-

šeho vesmíru, na které poukázal antropický princip, pak není nijak překvapující: v různých minibublinách budou mít soubory fyzikálních konstant všechny možné kombinace hodnot a v mnoha z nich nastane inflace, která bude probíhat odlišným tempem v různých počtech geometrických rozměrů. Naš vesmír je takový, jaký je, prostě proto, že souběžně s ním existuje nekonečné množství **paralelních vesmírů**, které se od toho našeho více či méně liší. Za svou odlišnost však platí faktem, že v nich většinou nemohou existovat inteligentní pozorovatelé. Všechny tyto vesmíry jsou kauzálně propojeny v jediném časoprostorovém bodě — v počáteční singularitě. Podle Lindeho z velkolepého divadla světa vidíme jen nepatrný výsek jedné scény, ale i to je ohromující podívaná.

Podle G. F. R. Ellise máme ostatně i v rámci naší vesmírné bubliny nesmírné štěstí, že můžeme pěstovat kosmologii. V raném vesmíru to totiž zajisté nešlo, neboť reliktní záření bylo tak horké, že vesmír byl díky volným elektronům neprůhledný pro elektromagnetické záření. Kromě toho z vodíku a hélia nelze postavit žádný měřicí přístroj. Toto omezení se týká celé první miliardy let po velkém třesku, kdy ještě nebyly k dispozici těžší prvky pro sestavení měřicích nástrojů ani pro inteligentní mozky. Pokud se vesmír rozpíná trvale, skončí **epocha kosmologických pozorování** nejpozději za 100 miliard let, kdy následkem expanze budeme s to sledovat jen místní soustavu galaxií, takže už nebudeme moci experimentálně ověřovat platnost Hubbleova zákona. Pokud se expanze vesmíru změní v kontrakci ($\Omega > 1$), potrvá epocha observační kosmologie jen do chvíle, kdy život ve vesmíru bude definitivně zničen stále teplejším reliktním zářením. Ellis odtud usuzuje, že naše kosmologické domněnky odrážejí spíše podmínky epochy, v níž vznikly, než pravé vlastnosti vesmírů. Vždyť i samotná formulace kosmologických otázek je zajisté ovlivněna dobou, v níž byly otázky položeny. Ellis považuje za pozoruhodný fakt, že epocha observační kosmologie se patrně kryje s epochou přípustné existence života ve vesmíru. Nicméně v některých obdobích epochy života není ani principiálně možné získat správnou představu o vesmíru, protože pozorování dávají příliš nedostatečné a dokonce zkreslené podklady pro kosmologické domněnky.

(pokračování)





Známý britský fyzik a kosmolog Paul C. W. Davies je profesorem teoretické fyziky na univerzitě v Newcastle-upon-Tyne v severovýchodní Anglii. Při své vědecké činnosti se zabývá různými astrofyzikálními a hlavně kosmologickými otázkami na pomezí kvantové fyziky, termodynamiky, teorie pole všeobecně a teorie gravitace zvláště. Kromě několika desítek vědeckých prací doposud uveřejnil dvě monografie: *The Physics of Time Asymmetry* (Fyzika asymetrie času) a *Quantum Fields in Curved Space* (Kvantová pole v zakřiveném prostoru, společně s N. D. Birrellem). Mimořádně rozsáhlá je jeho publikační činnost v oblasti popularizace fundamentální fyziky a kosmologie. Vedle mnoha populárních článků resp. komentářů v renomovaných časopisech (*Nature*, *New Scientist*, *The Sciences*, *The Economist*, *Sky and Telescope*, *Mercury* aj.) prof. Davies napsal celou řadu populárních monografií. K nejzdařilejším patří *Space and Time in the Modern Universe* (Prostor a čas v moderním vesmíru), *The Runaway Universe* (Bouřlivý vesmír), *The Forces of Nature* (Síly v přírodě) a hlavně dvě skutečně vynikající knížky: *Other Worlds* (Jiné světy) pojednávající o významném tématu mnohosti vesmírů a *The Edge of Infinity* (Okraj nekonečna) věnovaná všeobecné problematice kosmických singularit. V zcela nedávné době vzbudila pozornost knížka *Superforce* (Supersíla) o sjednocování teorií částic a sil v přírodě

a začátkem roku 1988 se objevila knížka *The Cosmic Blueprint* (Kosmická matrice) o vývoji vesmíru. Tím seznam nekončí, za zmínku snad stojí ještě kniha *God and the New Physics* (Bůh a nová fyzika) představující zajímavou konfrontaci teologie a moderní fundamentální fyziky. Popularizační styl prof. Daviese vyniká hlubokou fundovaností prezentace, ale přitom zachováním jasnosti, přehlednosti a přístupnosti výkladu. Davies je mistrem příkladů a přirovnání. Patří k těm vzácným autorům, kteří odvážně narušují tradiční předpoklad o nemožnosti populárního výkladu nehlubších fyzikálních koncepcí. Jeho populární knížky byly poctěny slovy uznání takových významných představitelů moderní teoretické fyziky a kosmologie, jakými jsou John Archibald Wheeler, Steven Weinberg, Stephen W. Hawking i nedávno zesnulý Jakov Borisovič Zeldovič. K nim se, byť s jistými výhradami, připojil i, rovněž již zesnulý, Richard P. Feynman, známý i u nás svými Feynmanovými přednáškami z fyziky (v slovenštině vyšly již tři svazky). Žel, československý čtenář doposud nemá možnost ocenit přednosti Daviesových knížek prostřednictvím překladu. Dvě nebo tři byly přeloženy do ruštiny, což poskytuje určitou příležitost, jinak jsou však od nás Daviesovy knížky odděleny devizovou bariérou (kromě znalosti příslušného jazyka). To samozřejmě mimořádně ztěžuje, i když neznemožňuje, jejich získání. Co se týče populárních a přehledových článků prof. Daviese, doposud byly do češtiny resp. slovenštiny přeloženy tři — viz *Kosmické rozhledy* č. 3/1977, *PMFA* č. 3/1986 a *Kozmos* č. 2/1988. Náš článek je čtvrtý. Nakolik se mi jako překladateli podařilo zachovat osobitý styl Daviesova výkladu — to nechť posoudí laskavý čtenář. Pokud však čtenář prostřednictvím tohoto překladu získá jakýsi radostný pocit alespoň hrubé orientace v zdánlivě mimořádně zatemnělé a obtížné problematice, tak jak jsem jej kdysi prožíval a doposud v značné míře při čtení Daviesových knížek a článků prožívám já, překlad splnil svůj účel.

ZDENĚK URBAN

Paul Davies Fyzika částic pro každého (1.)

Neutrina vyzářená supernovou 1987A, pozitrony ze středu Galaxie, magnetické monopóly jako možné pozůstatky z velkého třesku — seznam pokračuje a pokračuje. Fyzika částic pronikla astronomii natolik, že pro-

fesionální astronomové si již nemohou dovolit ignorovat být zdánlivě nejexotičtější poznatky o nitru hmoty. Navzdory tomu je však svět velmi malého pro mnohé zahalen závojem zmatku, nepořádku a nejasností.

Tak by tomu nemělo být. Elementární částice projevují uspořádanost nepřekonanou ničím ve vesmíru velkých měřítek.

Když řečtí filozofové Leukippos a Démokritos vyslovili předpoklad, že vše se skládá z nepatrných nezničitelných částic — „atomů“, těžko mohli předvidat, že hledání základních stavebních prvků hmoty bude po dvou a půl tisíci letech tvořit jeden z velkých cílů lidského snažení. Fyzika částic dnes přitahuje nejlepší světové mozky a pohlcuje významné části jednotlivých národních rozpočtů na vědu. Prostřednictvím obřích urychlovačů, které umožňují rozbít atomy a jejich složky při vysokoenergetických srážkách, částicoví fyzikové odhalili skutečný mikrokosmos někdy jen prchavý okamžik existujících subatomárních objektů.

Dnes lze jen stěží uvěřit, že před pouhými sto lety byla atomová teorie hmoty podle názoru většiny pouhou spekulací. Ke změně názoru, a to i renomovaných fyziků, docházelo pomalu. Když však na přelomu století experimenty s radioaktivitou a tzv. katodovými paprsky svými důsledky vedly ke známému planetárnímu modelu atomu — kompaktnímu jádru obklopenému rojem obíhajícími elektrony, bylo zjevné, že to, co nazýváme atomy, nejsou Leukippovy a Démokritovy fundamentální částice. Atomy jsou složená tělesa a fyzikové brzy přišli na způsob, jak rozbít i jejich jádra. Začátkem třicátých let se po krátkou dobu zdálo, že protony a neutrony tvoří atomové jádro spolu s elektrony vyčerpávají zásobu základních stavebních jednotek přírody. Naneštěstí pro jednoduchost byly brzy objeveny nové částice. Jak fyzikové při svých experimentech používali stále vyšších a vyšších energií, tak přibývalo objevů nových částic. V padesátých letech již fyzikům pro nové částice docházela jména. Brzy byla vyčerpána dokonce celá řecká abeceda. Kontrolní souhrn typů částic dnes jde do stovek položek a seznam jejich jmen a identifikujících vlastností připomíná katalog zoologické zahrady. Navzdory tomuto „přemnožení“ však nedávno teoretikové v zdánlivé složitosti odhalili elegantní jednoduchost. Mezi fyziky narůstá přesvědčení, že fundamentální „atomy“ starých Řeků jsou po 24 stoletích konečně v dohledu.

ČTYŘI SÍLY

Vliv fyziky částic na astronomii a kosmologii se projevil již koncem 30. let. Vznik zářivé energie Slunce byl tehdy vysvětlen jadernými reakcemi probíhajícími ve středu

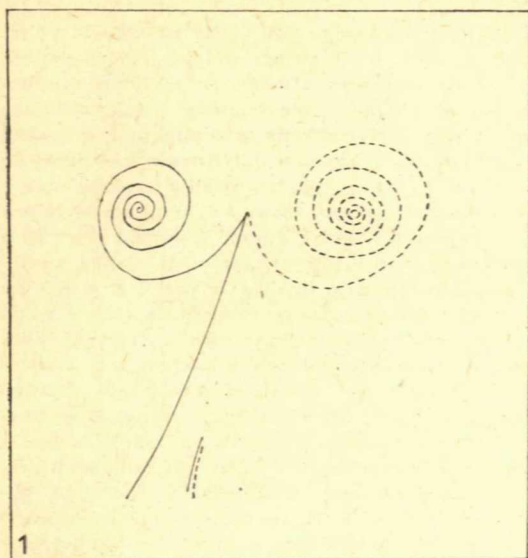
naší hvězdy. Navíc již v průběhu první poloviny 30. let bylo zjištěno, že kosmické paprsky jsou přirozeným zdrojem vysokoenergetických částic. V poválečných letech z rozvoje teorie velkého třesku vyplynulo, že v prvotním vesmíru převládaly neobvyklé částicové procesy. Kosmologové dnes věří, že současná struktura vesmíru je přímým důsledkem částicových procesů, které z větší části proběhly již před uplynutím první sekundy rozpínání vesmíru. Došlo tak k potěšujícímu prolínání nejmenších a největších úrovní vědeckého poznání. Naše moderní urychlovače částic mohou být do jisté míry považovány za simulátory, které, na krátký okamžik, reprodukují podmínky převládající v době velkého třesku.

Vlastnosti subatomárních částic nemohou být oddělovány od sil, které mezi nimi působí. Fyzikové dnes v přírodě rozeznávají čtyři fundamentální síly: gravitaci a elektromagnetismus, které jsou dobře známy v každodenním životě, a dvě méně známé jaderné síly označované jako „slabá“ a „silná“. Silná síla, která v atomových jádrech váže dohromady protony a neutrony, působí v měřítku přibližně 10^{-15} m (průměr atomu vodíku je zhruba 100 000krát větší). Slabá síla je skutečně slabá a její účinek je omezen na dosah přibližně 10^{-17} m. Projevuje se hlavně při radioaktivním rozpadu různých nestabilních částic.

Nedávno se objevilo mnoho spekulací kolem předpokladů, že v některých laboratorních experimentech a geofyzikálních gravitačních měřeních se projevuje pátá fundamentální síla. Jak se zdá, tato síla má odpudivý charakter a závisí na chemickém složení objektu, přičemž působí pouze na vzdálenostech desítek až stovek metrů. Důkazy uváděné v prospěch existence páté síly jsou však doposud rozporné. Většina fyziků v této otázce zaujímá skeptický postoj.

ANTIHMOTA

Chování subatomárních částic je určováno zákony jak kvantové mechaniky, tak i relativity. Fyzika vysokých energií je velkou testovací arénou těchto dvou pilířů vědy 20. století. Slavný Einsteinův vztah $E = mc^2$ říká, že hmota je v jistém smyslu „zabalenou“ energií. Částice je možné vytvořit, když soustředíme energii v množství postačujícím k „zaplacení“ jejich hmotnosti. Právě k takovým jevům dochází ve vysokoenergetických urychlovačích částic, jaké se nacházejí např. ve Fermilabu nedaleko Chicaga. Nově vytvářené částice jsou prováděny svý-

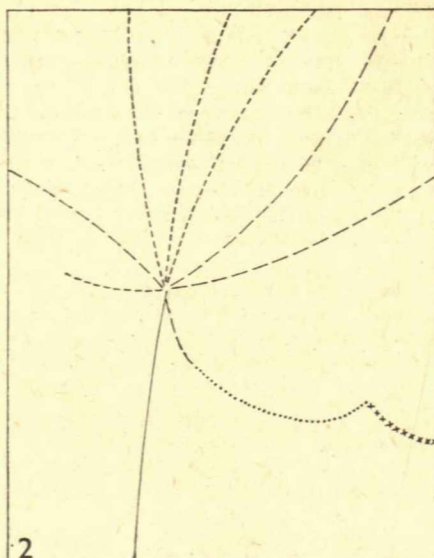


Obr. 1.

Při vysokoenergetických interakcích vznikají relativně lehce páry elektron-positron. V zřetelném případě shora přichází paprsek záření gama (v bublinové komoře neviditelný) a vytváří elektron (plná čára) a pozitron (přerušovaná čára). Přebytková energie gama paprsku z blízkého atomu vyraží další elektron, který odlétá směrem doleva dolů (plná čára). V dolní části obrázku napravo od stopy tohoto elektronu je rozeznatelný další pár elektron-positron vytvořený jiným gama paprskem. Nově vzniklé nabitě částice získávají v důsledku působení magnetického pole spirálovitý tvar dráhy, přičemž zakřivení dráhy roste s postupnou ztrátou energie částic. Obrázek podle počítačem zpracovaného snímku z bublinové komory v Lawrence Berkeley Laboratory.

Obr. 2.

V rámci experimentů v oblasti fyziky vysokých energií lze často pozorovat anihilační hmoty a antihmoty.



V tomto případě antiproton (plná čára) zdola vstupuje do komory naplněné kapalným vodíkem, přičemž zanechává charakteristickou stopu tvořenou mikroskopickými bublinami. Ve středu obrázku dochází k jeho srážce s protonem a následné vzájemné anihilaci obou částic. Uvolněná energie vede k produkci čtyř záporně nabitých pionů (v krátkém intervalu přerušované čáry) a čtyř kladně nabitých pionů (v delším intervalu přerušované čáry). Magnetické pole zakřivuje stopy záporně nabitých pionů ve směru hodinových ručiček, zatímco stopy kladně nabitých pionů ve směru opačném. Čím přímější je bublinová stopa, tím energetičtější je příslušná částice. Pion pohybující se směrem doprava dolů podléhá rozpadu nejprve na antinion (tečkovaná čára) a poté na pozitron (křížky) a dvě neutrína (v bublinové komoře nepozorovatelná). Obrázek podle počítačem zpracovaného snímku z bublinové komory v Lawrence Berkeley Laboratory.

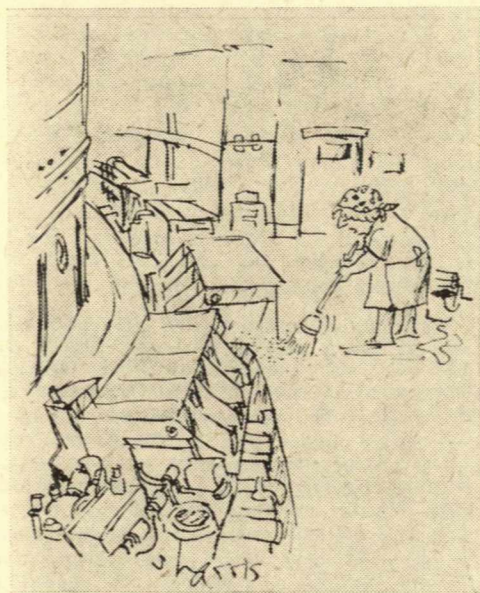
mi zrcadlovými obrazy — představiteli anti-hmoty (obrázek 1). Každá známá částice má odpovídající antičástici o stejné klidové hmotnosti, avšak s opačnými hodnotami elektrického náboje a dalších základních charakteristik. Takto existují antielektrony (pozitrony), antiprotony a antineutrony. Když se však hmota a antihmota setkají, dojde k jejich anihilaci (obr. 2). Uvolněná energie se často projevuje ve formě záření gama. Antihmotu je dnes možné v nepatrných množstvích vytvářet a po krátkou dobu dokonce uchovávat. První antičástici — pozitron — však v roce 1932 objevil Carl Anderson v kosmických paprscích. Kosmické paprsky jsou rovněž zdrojem antiprotonů,

jejichž původ je doposud záhadou. Zdá se, že vznikají hluboko v Galaxii, některé jako druhotné produkty vysokoenergetických srážek částic v kosmickém prostoru, jiné se snad rodí za exotičtějších okolností, například při explozích černých děr. Další důkazy v prospěch existence antihmoty ve vesmíru pochází z pozorování záření gama středů Galaxie. Toto záření má právě takovou hodnotu energie, jaká odpovídá vzájemné anihilaci elektronů a pozitronů.

FERMIONY A BOSONY

Jiným výsledkem kombinace kvantové fyziky s teorií relativity je odvození vlastnosti

částic známé jako spin. Spin částice se v určitých ohledech podobá spinu planety, tj. rotaci planety kolem její osy. Nicméně na rozdíl od situace pozorované u běžných těles spin subatomární částice je „kvantován“. To znamená, že nabývá pouze určitých definitivně stanovených hodnot, které jsou z historických důvodů označovány jako 0 (žádný spin), $1/2$, 1, $3/2$ a 2.



Kreslený vtip S. Harrise – uklízečka v urychlovačové laboratoři: „Částice, částice, samé částice...“

Elektrony, protony a neutrony mají všechny spin $1/2$. Tyto částice jsou spolu s částicemi, které mají spin $3/2$, společně označovány jako fermiony, na počest italského fyzika Enrica Fermiho. Částice s celočíselným spinem (0, 1 nebo 2) jsou známé jako bosony, na počest indického fyzika Š. Boseho. Rozdíl mezi bosony a fermiony je zdánlivě malý, má však fundamentální význam. Obě skupiny mají podstatně odlišné vlastnosti. Fermiony například podléhají slavnému Pauliho vylučovacímu principu, který nedovoluje přílišné vzájemné přiblížení analogických částic. Bosony žádné takové omezení neznají. Vylučovací princip působí například v atomech, kde obíhající elektrony vytvářejí kolem jádra spíše jakési rozvrstvené obálky, než aby se seskupily v nejnižším energetickém stavu. Princip však působí i v mnohem větším měřítku. Když hvězda vyčerpá své zásoby nukleárního paliva, počne se vlivem své vlastní tíže smrš-

tovat. Elektrony její látky se natlačí velmi blízko k sobě, vylučovací princip však poté brání dalšímu stlačování. U hvězd podobných Slunci „elektronový“ tlak nakonec vítězí a výsledkem je kompaktní, nicméně stabilní hvězda — bílý trpaslík. Podstatně okázalejší je katastrofický kolaps jádra hmotné hvězdy, jakou byl např. předchůdce supernovy 1987A. Pokud hmotnost jádra přesahuje přibližně tři hmotnosti Slunce, vznikne černá díra. Jinak se v průběhu prudkého smršťování hvězdy protony obsažené v jejích atomech mění na neutrony a hvězdné jádro se posléze stabilizuje v podobě tzv. neutronové hvězdy. V takové hvězdě již Pauliho princip „pracuje“ ne s elektrony, ale s neutrony. Neutrony jsou však mnohem hmotnější než elektrony, takže jev se u nich projevuje při podstatně vyšších hustotách. Navzdory své vyšší hmotnosti jsou neutronové hvězdy daleko kompaktnější než bílí trpaslíci, jejich průměry se pohybují maximálně kolem 20 km.

V kontrastu s „odměřeností“ fermionů se bosony seskupují rády. Za určitých okolností mohou dokonce splynout do substrátu označovaného jako Boseův kondenzát, ve kterém, jak se zdá, částice vzájemně kooperují. Supravodiče jsou například důsledkem Boseovy kondenzace párů elektronů (dva elektrony mají dohromady spin rovný 1 nebo 0, a společně tak působí jako boson). Tajuplné chování supratekutého kapalného hélia, jako je např. jeho schopnost proudit beze tření úzkými kapilárami, je názornou ukázkou úniku zpod striktního diktátu vylučovacího principu.

(Pokračování)

Z anglického originálu Particle Physics for Everybody, uveřejněného v Sky and Telescope, sv. 68, č. 12, str. 582–589, prosinec 1987, se svolením autora i vydavatele přeložil Zdeněk Urban.

Odchyšky časových signálů v dubnu 1988

Den	UT1-signal	UT2-signal
3. IV.	+0,2131s	+0,2287s
8. IV.	+0,2033	+0,2210
13. IV.	+0,1943	+0,2141
18. IV.	+0,1816	+0,2034
23. IV.	+0,1751	+0,1988
28. IV.	+0,1676	+0,1931

V. P.

Šedesátiny člena korespondenta ČSAV MILOSLAVA KOPECKÉHO

Dne 4. května 1988 oslavil šedesátku RNDr. Miloslav Kopecký, DrSc., člen korespondent ČSAV, zástupce ředitele Astronomického ústavu ČSAV.

Miloslav Kopecký vystudoval matematiku, fyziku a astronomii na přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy v Praze. Od dob studií však působí na observatoři Astronomického ústavu ČSAV v Ondřejově, od poloviny 70. let jako zástupce ředitele pro vědeckou práci. Ve své vlastní odborné práci se zaměřil především na studium periodicity sluneční činnosti, kde získal velký mezinárodní ohlas. Dále se soustředil na některé otázky astrofyziky, jako je rozbor spekter chromosférických erupcí, disipace magnetických polí a magnetohydrodynamická teorie sluneční činnosti. Jeho práce o stanovení elek-

trické vodivosti slunečního plazmatu patří dnes ke klasickým dílům. Aktivně se podílí na práci Stálého semináře ČSAV pro filozofické a metodologické otázky přírodních věd a je rovněž vedoucím projektu KAPG a předsedou národního komitétu SCOSTEP.

Je autorem řady odborných i populárně vědných statí a publikací. K nim patří mj. vědecká monografie Statistika skvrnotvorné činnosti Slunce vydaná nakladatelstvím Nauka v Moskvě, jejímž je spoluautorem. Jeho dosavadní činnost byla oceněna řadou významných ocenění, mj. státní cenou Klementa Gottwalda, stříbrnou čestnou plakétou ČSAV Za zásluhy ve fyzikálních vědách a vyznamenáním Za zásluhy o výstavbu.

-r-

PAVEL MAYER

Optické systémy zrcadlových dalekohledů

1.1. Úvod

Až do začátku našeho století znala astronomická optika jen klasická uspořádání zrcadlových dalekohledů — Newtonovo, Cassegrainovo a Gregoryho, případně uspořádání mající o nějaké to rovinné zrcátko méně či více (neuvažujeme zde uspořádání afokální a asymetrická). Jak známo, jde v uvedených případech buď o samostatný paraboloid, nebo o jeho kombinaci s vypuklým hyperboloidem (Cassegrain) či dutým elipsoidem (Gregory). Z hlediska geometrické optiky poskytují tato uspořádání bodové zobrazení na optické ose, tj. mají nulovou sférickou aberaci. Mají však značné mimoosové aberace: u větších světelností vadí koma, u velkých polí i astigmatismus.

Začátkem století upozornil K. Schwarzschild, že je možný dvouzrcadlový systém aplanatický (tj. bez komy) a dokonce i anastigmatický. Schwarzschildův systém je ale

pro astronomickou praxi nevýhodný, neboť vzdálenost zrcadel je u něho až dvojnásobkem ohniskové vzdálenosti, a zejména primární zrcadlo je velmi asférické. V astronomii se více uplatnil — a dosud uplatňuje — až systém Ritchey-Chrétien, který je obdobou Cassegrainova systému, má ale tak asférická zrcadla, aby byl aplanatický. Je nazván podle francouzského optika H. Chrétiena, který jej v roce 1922 navrhl, a Američana G. W. Ritcheye, který tento systém poprvé realizoval v teleskopu o průměru 102 cm s ohniskem 688 cm pro Námořní observatoř ve Washingtonu (teleskop je dosud v používání na stanici u Flagstaffu v Arizoně). Plocha primárního zrcadla má zde tvar hyperboloidu, jen mírně se odlišujícího od paraboloidu; sekundární zrcadlo pak je silněji hyperbolické než v systému Cassegrainově. Odlišnost primáru od paraboloidu ovšem znamená, že teleskop nevytváří v primárním ohnisku bodové obrazy.

Typ systému	b1	b2	A	B	C	D
klasický Cassegrain	-1.000	-2.98	0	-0.50	3.20	-5.06
Dall-Kirkham	-0.706	0.00	0	-3.60	0.72	-7.05
sférický primár	0.000	7.16	0	-11.05	-5.24	-11.81
Ritchey-Chrétien	-1.047	-3.46	0	0	3.60	-4.74

To je v některých případech na závadu. Často se však žádá, aby teleskop poskytoval v primárním ohnisku nejen bodové obrazy na ose, ale i ve velkém poli, takže musí být vybaven nějakým korekčním členem před tímto ohniskem. Pak není podstatné, koriguje-li tento člen vady paraboloidu nebo jiné plochy — dokonce je hyperbolický primár výhodnější. Hlavně v posledním čtvrtstoletí se proto většina větších teleskopů stavěla jako systém Ritchey-Chrétien. Je-li však světelnost v sekundárním ohnisku menší než asi 1 : 12, nemá už tento systém výhody před systémem Cassegrainovým, neboť koma při takové světelnosti je malá.

Volbou dvou parametrů — asféricitnosti primáru a sekundáru — je tedy možno odstranit dvě vady. Zavedením dalšího optic-

kladatelství ČSAV, Praha 1955). Zde podáme jen výsledky.

Nejprve uveďme některé vztahy z Gaussovy optiky potřebné pro návrh systémů s více (j) plochami či prvky:

$$\varphi = \frac{h_j}{h_1 x_j'} = \frac{1}{x_1} + \frac{1}{h_1} \sum_1^j h_i \varphi_i, \quad (1)$$

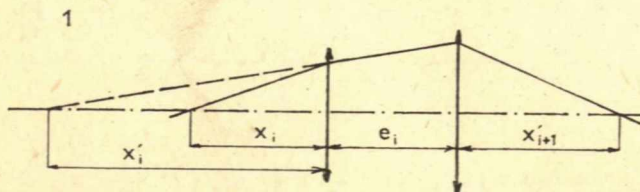
$$\varphi_i = 1/x_i' - 1/x_i, \quad (2)$$

$$h_j/h_1 = x_2 x_3 \dots x_j / x_1' x_2' \dots x_{j-1}' \quad (3)$$

$$h_{i+1}/h_i = x_{i+1}/x_i', \quad (4)$$

$$e_i = \frac{h_i - h_{i+1}}{h_i/x_i'} \quad (5)$$

Zde znamenají x_i , x_i' sečně vzdálenosti paprsku před a za plochou (jsou kladné, leží-li za plochou ve směru cesty světla; viz obr. 1).



Obr. 1 — Chod paprsku v optické soustavě (kreslena je i-tá a i+1 plocha).

kého členu je možné odstranit i třetí z hlavních aberací, astigmatismus, a tím získat ještě větší obrazové pole. Korekčním členem může být čočkový dublet, asférická deska či meniskus. A jak již uvedeno, aberace lze odstranit i v primárním ohnisku; žádá-li se zde odstranění astigmatismu, je korekční člen složitější, buď vícečočkový, nebo je kombinací uvedených prvků. Zvolíme-li za korekční člen v sekundárním ohnisku další zrcadlo, dostaneme třízrcadlový systém. Pokud se u něho žádá velké pole, dochází i k velkému centrálnímu zastínění a třízrcadlové systémy mají proto význam až u velmi velkých teleskopů, případně v infračerveném oboru (až budou existovat velkoplošné infračervené detektory), kde dioptrické prvky nelze použít.

1.2. Teorie aberací

Vztahy mezi parametry optických systémů a výslednými aberacemi lze zachytit poměrně prostými matematickými výrazy. Odvozují se v tzv. optice třetího řádu (Seidelově); optikou prvního řádu (Gaussovou) rozumíme běžnou školskou optiku, platnou pouze pro úzké světelné svazky v blízkosti optické osy. Odvození vzorců je poměrně zdlouhavé a lze je v české literatuře nalézt v knize prof. B. Havelky, Geometrická optika, I. díl (Na-

$$\text{Platí} \quad x_{i+1} = x_i' - e_i. \quad (6)$$

Dále je e_i vzdálenost plochy $i+1$ od plochy i , h_i dopadová výška paprsku na i -tou plochu, φ_i optická mohutnost i -té plochy, φ výsledná optická mohutnost. U astronomických objektivů pokládáme $1/x_1 = 0$ (předmět leží v nekonečnu) a pro jednoduchost vyjadřujeme všechny výšky v jednotkách výšky na prvé ploše, tj. $h_1 = 1$. Ve většině vztahů pak za délkovou jednotku, v níž jsou uváděny poloměry křivosti ploch a další rozměry měřené na optické ose, bereme výslednou ohniskovou vzdálenost, tj. $1/\varphi = f = 1$.

Označme dále

$$Q_i = n_i \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{x_i} \right) = n_i' \left(\frac{1}{r_i} - \frac{1}{x_i'} \right), \quad (7)$$

to je tzv. Abbeův invariant, z něhož při známém $1/x_i$ počítáme $1/x_i'$; r_i je poloměr křivosti i -té plochy, n_i index lomu prostředí před plochou, n_i' za plochou; platí $n_{i+1} = n_i'$. U zrcadel je $n_i' = -n_i$. Definujme

$$a_i = 1/x_i' n_i' - 1/x_i n_i, \quad (8)$$

$$t_i = \sum_{m=2}^i e_{m-1} / n_m h_{m-1} - i h_m, \quad t_i' = 0; \quad (9)$$

$$p_i = 1/h_i^2 Q_i + t_i. \quad (10)$$

Vzorce Seidelovy teorie vyjadřují velikosti jednotlivých aberací jako součet příspěvků jednotlivých optických ploch. Tyto příspěvky jsou

$$A_i = h^4 Q_i^2 a_i \quad \text{(sférická aberace)}, \quad (11)$$

$$B_i = p_i A_i \quad \text{(koma)}, \quad (12)$$

$$C_i = p_i^2 A_i \quad \text{(astigmatismus)}, \quad (13)$$

$$D_i = p_i (C_i + P_i) \quad \text{(distorse)}, \quad (14)$$

a příspěvek ke křivosti pole (k Petzvalovu součtu)

$$P_i = \frac{1}{r_i} \left(\frac{1}{n_i} - \frac{1}{n'_i} \right). \quad (15)$$

Pokud by bylo $Q_i = 0$, pak

$$A_i = B_i = 0, C_i = -P_i, D_i = \frac{1}{h^2_i} \left(\frac{1}{n^2_i} - \frac{1}{n'^2_i} \right) - 2 t_i P_i. \quad (16)$$

Je-li některá plocha asférická, přispívá k součtům dalšími členy:

$$A^{+i} = h^4_i \frac{b_i}{r_i^3} (n'_i - n_i), B^{+i} = t_i A^{+i},$$

$$C^{+i} = t_i^2 A^{+i}, D^{+i} = t_i^3 A^{+i}. \quad (17)$$

Asféricnost nemá vliv na křivost pole. Z posledních vztahů je dále zřejmé, že asféricnost plochy prvé přispívá jen ke sférické aberaci, ale mimoosové aberace neovlivňuje, neboť $t_i = 0$. Pokud vstupní pupila nekoinciduje s první skutečnou plochou, pokládáme ji za první plochu se všemi příspěvky nulovými, ovšem $e_i \neq 0$. Veličiny b_i v prvním ze vzorců (17) charakterizují asféricnost plochy. Profil plochy lze vyjádřit jako

$$x = y^2/2r + (1+b) y^4/8r^3 + \dots \quad (18)$$

Pokud je $b=0$, jde o rozvoj kružnice v jejím vrcholu. Zanedbáváme tu členy s r vyššího řádu než třetího, což souvisí s názvem teorie. Při $b=-1$ jde o parabolu, při b menším než

-1 o hyperbolu, při $0 > b > -1$ o elipsu s velkou osou v ose x , a konečně při $b > 0$ o elipsu s malou osou v ose x . Lze též psát $b = -\varepsilon^2$, kde ε je numerická excentricita kuželosečky.

Celkové aberace systému jsou dány Seidelovými součty $A = \sum_i (A_i + A^{+i})$ atd.,

křivost pole je $P = \sum_i \frac{1}{1} P_i$. Představu o velikosti jednotlivých aberací poskytují vztahy:

$$\text{sférická aberace} = -\frac{1}{16} \frac{f}{N^3} A, \quad (19)$$

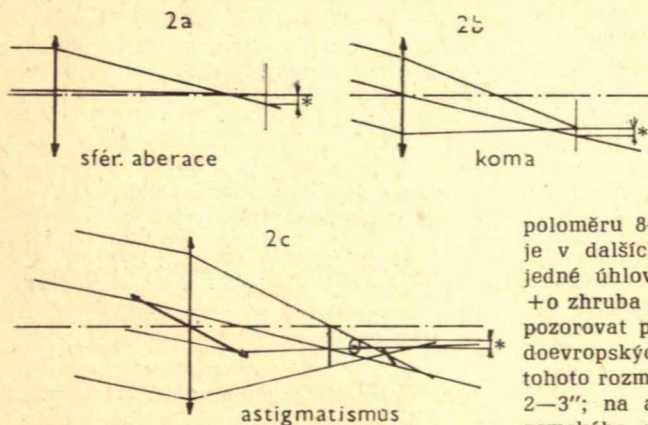
$$\text{koma} = +\frac{3}{8} \frac{f}{N^2} \text{tg } w. B, \quad (20)$$

$$\text{astigmatismus} = -\frac{1}{4} \frac{f}{N} \text{tg}^2 w. C, \quad (21)$$

$$\text{distorse} = +\frac{1}{2} f \text{tg}^3 w. D. \quad (22)$$

V těchto vzorcích se předpokládá, že hodnoty veličin A až D byly vypočteny pro $f = 1$. Je označeno $N = f/d$, kde d je průměr vstupní pupily — tj. světelnost je $1:N$; w je úhel paprsků s optickou osou. Lineární vzdálenost obrazu v ohnisku od optické osy je $f \cdot \text{tg } w$.

Význam hodnot podle vztahů 19 až 22 je uveden na obr. 2. U sférické aberace a astigmatismu (ten je udáván na zakřivené ohniskové ploše) tedy jde o **poloměry** rozptylových kotoučků, u komy o **celkový** posuv. Pro porovnání je dobré uvést i rozměr difrakčního kotoučku: poloměr prvního minima Airyho funkce je $1,22 \lambda f/d$, což při $\lambda = 550 \text{ nm}$ je $0,67 f/d$ (v mikrometrech) či ve vteřinách $138/d$, kde d je v mm. V případě nezacloněného středu světelného svazku teleskopu obsahuje kroužek uvedeného



Obr. 2 - Velikost aberací podle vzorců (19) až (21); je označena hvězdičkami.

poloměru 84 % dopadajícího světla, zbytek je v dalších mezikružích. Lineární rozměr jedné úhlové vteřiny je $4,85 \times 10^{-6} f$ — je +o zhruba nejmenší rozměr obrazu, jaký lze pozorovat při ovlivnění atmosférou ve střeoevropských podmínkách. Běžnější hodnota tohoto rozměru — seeingu — u nás je ovšem 2–3"; na astronomicky nejlepších místech zemského povrchu, může být seeing pod-

statně lepší, pouze 0,5" nebo i 0,3". Aberace by měly být znatelně menší než seeing, v případě krátkofokálních přístrojů pak menší než rozlišení emulze (to je zpravidla kolem 20 μm) či jiného detektoru světla.

2. VLASTNOSTI KONKRÉTNÍCH SYSTÉMŮ

2.1. Jedno zrcadlo

Z dosud uvedených vzorců lze odvodit, že v „systému“ tvořeném jediným zrcadlem je

$$A = (1+b)/4, B = -1/2, C = 1, D = 0, \\ P = -1. \quad (23)$$

Jak je dobře známo, volbou $b = -1$ (parabolické zrcadlo) se odstraní sférická aberace; koma a astigmatismus jsou ale přítomny při jakémkoli tvaru plochy. Totéž platí i o křivosti pole.

2.2. Jedno zrcadlo a asférická deska

Asférická deska může být před zrcadlem, v rovnoběžném svazku paprsků. Seidelovy součty pak jsou

$$A = T + (1+b)/4, \quad (24)$$

$$B = (1+b)e/4 - 1/2, \quad (25)$$

$$C = (1+b)e^2/4 + 1 - e, \quad (26)$$

$$D = (1+b)e^3/4 + (4-3e)e/2. \quad (27)$$

U dvoučlenných systémů budou veličiny, u nichž nemůže dojít k záměně, psány bez indexu. Zde zavedená veličina $T = -b_A \cdot (n-1)/r_A^3$ závisí na sférickosti desky; volbou $T = -(1+b)/4$ lze odstranit sférickou aberaci při jakémkoli asférickosti zrcadla. Chceme-li odstranit i komu, můžeme např. volit vzdálenost zrcadla od desky $e = 1$, z (25) pak dostaneme $b = +1$. To je systém Väisälä, jeho astigmatismus $C = 1/2$. Lze odstranit i astigmatismus — pak musí být $e = 2$, $b = 0$, což ovšem nepředstavuje nic jiného než Schmidtovu komoru. Snadno se lze přesvědčit, že u ní je i $D = 0$. Potom $T = -1/4$ a podle (18) je koeficient u y^4 $(1+b_A)/8r_A^3 = -T/8(n-1) = 1/32(n-1)$. (28)

Zde je zanedbána jednička proti b_A — to je možné, protože b_A je řádu 10^5 nebo větší. Má-li být tvar desky vyjádřen v běžných délkových jednotkách [zatím je jednotkou výsledná ohnisková vzdálenost], píšeme

$$X = g_2 Y^2 + g_4 Y^4 + \dots, \quad (29)$$

a potom

$$g_2 = -\frac{3}{8}d^2g_4, \quad g_4 = 1/32(n-1)f^5, \\ 1/r_A = 3d^2g_4/16.$$

Veličina g_2 , souvisící s poloměrem křivosti r_A v centru asférické desky, tu byla zvolena tak, aby chromatická vada desky byla minimální. To nastává tehdy, když tloušťka desky má minimum [případně maximum] v poloměru $y = \sqrt{3}/4$.

Známostou nevýhodou Schmidtovy komory je velká stavební délka, rovná dvojnásobku ohniskové vzdálenosti ($e=2$). Väisälův systém má poloviční délku, a přes dvojnásobnou asférickost své desky ($T = -1/2$) a značnou asférickost primáru je užitečný při světelnostech kolem 1:4.

Asférická deska může být umístěna také před ohniskem zrcadla. Příslušné Seidelovy součty jsou

$$A = (1+b)/4 + T, \quad (30)$$

$$B = -1/2 + e T/h, \quad (31)$$

$$C = 1 + e^2 T/h^2, \quad (32)$$

$$D = e^3 T/h^3 \quad (33)$$

a platí $e = 1-h$. Při odstranění sférické aberace i komy bude $T = h/2(1-h)$, $b = -1 - 2h/(1-h)$, a astigmatismus i distorse proti samotnému zrcadlu vzrostou. Kdybychom například volili $h = 0,2$, bude $b = -1,5$, $C = 3$, $D = 8$. Astigmatismus v systému se zrcadlem o průměru 400 mm a ohniskové vzdálenosti 1600 mm dosáhne 20 μm ve vzdálenosti 0,33° (tj. 9,2 mm) od optické osy. Bez asférické desky by koma v této vzdálenosti činila již 100 μm . Koeficienty profilu desky (29) jsou $g_2 = -3d^2g_4/8$ a $g_4 = T/8h^2(n-1)f^5$ (kde za d dosazujeme skutečný použitý průměr desky).

Asférická deska před ohniskem tedy představuje nejjednodušší korekční člen. Jako korekční člen může být použit i meniskus, případně meniskus s jednou plochou asférickou. Vzhledem k nepřehlednosti algebraických výrazů pro Seidelovy příspěvky menisku budou všechna použití menisku uvedena v podobě numerických příkladů v pokračování tohoto článku.

2.3. Dvě zrcadla

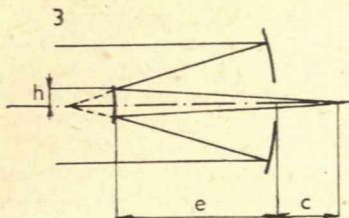
Geometrická konfigurace dvouzrcadlového systému (viz obr. 3) je popsána vztahy, které lze odvodit z výrazů (2), (4) a (7):

$$h = 1 - Ge = \pm (c + e), \quad (34)$$

kde kladné znaménko platí pro systém typu Cassegrain, záporné pro typ Gregory (kdy $h < 0$). Pro poloměr sekundáru platí

$$r_2 = 2h/(G-1). \quad (35)$$

Je zde zavedena veličina $G = -2/r_1$. Výsledná ohnisková vzdálenost je Gkrati delší než ohnisková vzdálenost primárního zra-



Obr. 3 – Dvouzrcadlový systém.

dla, tj. G je prodlužovací (zvětšovací) faktor. Místo $e_1 < 0$ je psáno $e = -e_1$; veličina c znamená vzdálenost ohniska za plochou primáru. Seidelovy součty jsou

$$A = G^3(1+b_1)/4 + hS, \quad (36)$$

$$B = -1/2 + eS, \quad (37)$$

$$C = (1-e)/h + e^2S/h, \quad (38)$$

$$D = (G-1) [3(G+1)e - 4] e/2h^2 + e^3S/h^2, \quad (39)$$

a křivost pole je

$$P = -G + (G-1)/h. \quad (40)$$

Zde je pro zkrácení výrazů psáno

$$S = - \frac{(G-1)}{4} [(G+1)^2 + b_2(G-1)^2]. \quad (41)$$

Výraz pro distorsi není tak prostý jako u prvních tří aberací, a protože tato vada neovlivňuje bodovost obrazu a má ostatně význam až u polí větších, než jaká jsou běžná u zrcadlových systémů, nebudeme ji nadále uvažovat. Křivost pole je vždy nenulová u jednoho zrcadla, jak je dobře známo ze Schmidových a Maksutovových komor (asférická deska či menisek mají na křivost pole jen malý vliv). U dvouzrcadlových systémů může být nulová, liší-li se poloměr křivosti obou zrcadel jen znaménkem — je tomu tak zejména u systému Baker-Schmidt. Tento požadavek ale obvykle vede k velkému centrálnímu zaclonění, a tak je zpravidla křivost pole u dvouzrcadlových systémů nenulová a opačná než u jednoho zrcadla, tj. při větším poli je nutno fotografickou desku učinit vydutou, např. v kazetě s odčerpávacím vzduchu, nebo se musí použít vyrovnávací čočka (rozptylka) těsně před ohniskem. Takto umístěná čočka neovlivňuje jiné aberace (při přesných výpočtech se ovšem její vliv uvažuje), ovlivnění křivosti pole ale na umístění čočky nezávisí.

U klasického Cassegrainova systému ($b_1 = -1$) je podle (36) nutně $S = 0$, neboť se žádá odstranění sférické aberace; pak

$$b_2 = - \left(\frac{G+1}{G-1} \right)^2,$$

a protože $G > 1$, je $b_2 < -1$ a profil sekundárního zrcadla je hyperbola. Koeficient komy $B = -1/2$ je stejný jako u jednoho zrcadla, a $C = (1-e)/h$, tj. astigmatismus je zpravidla několikrát horší.

Lze snadno spočítat asféricnost jednoho zrcadla, je-li asféricnost druhého dána. Např. se někdy z důvodů menší technologické náročnosti zhotovuje sekundární zrcadlo sférické, $b_2 = 0$ (systém Dall-Kirkham). Pak je

$$b_1 = -1 + h(G-1)(G+1)^2/G^3.$$

Nebo je možno žádat $A = B = 0$, potom

$$b_1 = -1 - \frac{2h}{G^2(1-h)}$$

$$b_2 = - \left(\frac{G+1}{G-1} \right)^2 - \frac{2G}{(1-h)(G-1)^3}$$

To je systém Ritchey-Chrétien. Dvouzrcadlový systém lze realizovat i se sférickým primárem, tak se někdy upravují Schmidovy komory, aby byly využitelné i bez korekční desky pro fotometrii či spektroskopii; koma je ale velká. Lze žádat i anulování astigmatismu, pak ale vyjde $e = 2$, tj. systém je značně nevýhodný.

Parametry typického dvouzrcadlového systému mohou být třeba tyto: světelnost primáru 1:4, výsledná světelnost 1:15, tedy $G = 3,75$. Ze tří zbývajících veličin ve vztazích (34) lze ještě jednu volit, zpravidla c . Budiž např. $c = 0,05$, pak $e = 0,20$ a $h = 0,25$. Při průměru primáru 400 mm je primární ohnisková vzdálenost 1600, sekundární 6000, poloha ohniska za plochou primáru 300, vzdálenost zrcadel 1200, průměr sekundárního zrcadla 100 (skutečný průměr sekundárního zrcadla se volí větší, aby byly zachyceny i mimoosové paprsky a nesnižovalo se osvětlení v poli) a poloměr křivosti sekundáru 1818 mm. Petzvalův součet je $P = 7,25$, tj. poloměr křivosti ohniskové plochy je 828 mm. Pro zmíněné kombinace asféricností obou zrcadel jsou hodnoty Seidelových součtů uvedeny v tabulce.

2.4. Korekční členy v sekundárním ohnisku

Příspěvky korekčního členu v sekundárním ohnisku k Seidelovým součtům dvouzrcadlového systému (36—38) lze psát v podobě

$$A_K = M, B_K = tM + N, C_K = t^2M + 2tN + \varphi_K. \quad (42)$$

V případě asférické desky $M = T, N = 0$, optická mohutnost členu $\varphi_K = 0$, $t = (e_1 + e_2 h_2 / h_1)$. Je možno požadovat, aby

$A=B=C=0$, a vypočítat asféricnosti všech tří prvků systému při libovolné geometrické konfiguraci. Zde se h_1 týká sekundárního zrcadla, h_2 korekčního členu.

Asférická deska před sekundárním ohniskem může vylepšit korekci systému se sférickým primárním zrcadlem. Po vynulování sférické aberace a komy rozhoduje o velikosti pole astigmatismus:

$$C = \frac{1}{h_2^2} \left[h_1 + \frac{1}{4} e_2^2 G^5 + \frac{1}{4} \frac{e_2}{h_2} (2h_1 + e_1 G^5) \right]$$

což při $e_2 = h_1 - h_2$ po dosazení hodnot z námi uváděného numerického příkladu dává $C = 11.05/h_2 - 31.8$. Výšky h_2 i h_1 by měly být co největší. Z geometrických důvodů může být nejvýše $h_2 \sim 0.13$, potom $C \approx 50$. Astigmatismus tak dosahuje 5' od optické osy velikosti asi $20 \mu\text{m}$ (průměr rozptylového kotoučku), pole tedy má průměr 19 mm — což plně postačuje pro vizuální pozorování. Trigonometrický výpočet pro podobný systém bude uveden v pokračování článku.

Jiným typem korekčního členu je člen čočkový. Jediná čočka by měla chromatickou vadu, je tedy nutný dublet. Pokud je afokální nebo téměř afokální, tj. optická mohutnost obou čoček se liší jen znaménkem, mohou být čočky z jediného typu skla nebo např. z taveného křemene. Neafokální dublet může být využit pro odstranění nebo zmírnění křivosti pole. Je zřejmé, že dublet dovoluje odstranit všechny tři uvažované aberace i v systému, kde jedna asféricnost není volitelná — např. u teleskopu s parabolickým primárem. Vzorce pro M a N jsou uvedeny ve zmíněné Havelkově knize.

2.5. Systémy Baker-Schmidt a Schmidt-Cassegrain

Vzhledem k zanedbatelné optické mohutnosti korekční desky jsou systémy s korekční deskou v rovnoběžném svazku paprsků před dvěma zrcadly popsány podobnými vztahy jako (34):

$$h = 1 - Ge_2 = c + e_2, \quad (43)$$

kde e_2 je vzdálenost obou zrcadel; vzdálenost prvního zrcadla od korekční desky je e_1 , pro poloměr sekundáru platí vztah (35). Seidelovy součty jsou

$$A = U + hS + T, \quad (44)$$

$$B = Ue_1 - 1/2 + vS, \quad (45)$$

$$C = Ue_2 + (1-v)/h + v^2S/h. \quad (46)$$

Pro krátkost zápisu tu je zavedeno $U = G^3(1+b_1)/4$, $v = he_1 + e_2$ (zachováváme indexy 1 a 2 u asféricností prvního a druhého zrcadla).

U systému Baker-Schmidt se požaduje $P=0$. Při dané geometrické konfiguraci lze žádat $A=B=C=0$ a počítat asféricnosti všech tří prvků. Nebo může být jedno ze zrcadel např. sférické, pak lze všechny tři aberace odstranit při vhodném e_1 . Protože při $P=0$ je

$$h = \frac{3 - \sqrt{5-4c}}{2},$$

dosáhne se přijatelné h spíše při $c < 0$, tj. když ohnisková rovina leží mezi oběma zrcadly. Systém Baker-Schmidt je výborný pro fotografii, musí však být vyroben mechanicky dokonale, neboť seřízení je u něho velmi náročné.

Systémy využívající výhodu Cassegrainova systému — krátkou stavební délku — se staly populární pro zavedení jejich hromadné výroby v západních státech. Dokonale nahrazují refraktory pro vizuální pozorování i dlouhofokální fotografii. Při světlostech kolem 1:10 nemusí být odstraněn astigmatismus, neboť průměr pole z geometrických důvodů sotva může přesáhnout 1°. Potom může být primár sférický, i když poloha korekční desky je dána — volí se tak, aby k ní mohlo být sekundární zrcátko připevněno: $e_1 = e_2 + \Delta$, kde $\Delta \sim 0.005$. Příklad takového systému je uveden v tabulce.

Systém Schmidt-Cassegrain se sférickým primárním zrcadlem ($b_1 = 0$):

Průměr korekční desky	200 mm
Výsledná ohnisková vzdálenost	2000 mm
Ohnisková vzdálenost primáru	500 mm
Faktor zvětšení	$G = 4$
Vzdálenost zrcadel $e_2 = 0.188$, tj.	376 mm
Vzdálenost sekundáru od asférické plochy desky $\Delta = 0.006$, tj.	12 mm
Poloměr křivosti sekundáru $r_2 = 0.165$, tj.	331 mm
Vzdálenost ohniska za primárním zrcadlem $c = 0.06$, tj.	120 mm
Dopadová výška na sekundáru $h = 0.248$, tj. minimální průměr sekundáru	49.6 mm
Asféricnost sekundáru $b_2 = -1.144$	
Profil korekční desky ($n=1.517$):	
$X = 6.22 \times 10^{-6} Y^2 - 4.15 \times 10^{-10} Y^4$	
Tloušťka korekční desky libovolná, obvykle v mezích 7 až 15 mm	
Astigmatismus $C = +1.20$, tj. průměr rozptylového kroužku na kraji pole o průměru 52 mm (1.5°) je $20 \mu\text{m}$	
Doporučený skutečný průměr sekundáru a otvoru v primáru	60 mm

ZEMŘEL ZDENĚK HORSKÝ

Devátého května večer nás překvapila neuvěřitelná zpráva: doktor Horský 8. května nečekaně zemřel. Bylo mu 59 let a odešel uprostřed neobyčejně různorodé a neobyčejně plodné práce. Zdeněk Horský měl pracovnu na stejné chodbě jako já, a když jsem někdy odcházel pozdě z práce, mohl jsem si být téměř jistý, že nebudu poslední. Není se čemu divit. Zájmy a pracovní náplň zesnulého byly podivuhodně rozsáhlé a patřilo k jeho povaze, že nikdy nezůstával na povrchu problémů. Není účelem této krátké vzpomínky zhodnotit rozmanitou vědeckou, organizační a popularizační činnost dr. Horského. Na to bude čas a příležitost jiný. Zmíním se jenom o několika detailech, které jsem zažil a které mně utkvěly v paměti. Hledal a nalezal astronomickou symboliku v některých historických památkách (mostecká věž na staroměstské straně Karlova mostu, chrám sv. Víta apod.). Byl spoluauto-

rem encyklopedické knihy *Poznávání vesmíru o které se i po čtvrtstoletí mluví s uznáním a mnozí se k ní vrací*. Počátkem sedmdesátých let byl vůdčí osobností Koperníkových oslav v ČSSR. Napsal pozoruhodnou knihu *Kepler v Praze*. Vybral a uspořádal historické texty do knihy *Vesmír*.

Ve vzpomínkách však člověk nemá jen takovéto viditelné výsledky práce. Jsou tu i menší akce jako každoroční semináře historické sekce Československé astronomické společnosti, pomoc sovětské historiice se starými texty, jež nebyly v SSSR k dispozici, řada vysoce odborných seminářů (od Tadeáše Hájka z Hájku přes Keplera a Karla IV. k loňskému newtonovskému výročí). To všechno ale je jen několik subjektivně zabarvených detailů, které snad alespoň poněkud připomínají osobnost v oblasti historie astronomie, jakou zesnulý bezesporu byl. Nejsou to ale jen vědecké zásluhy, jsou to i přátelské chování a další lidské vlastnosti, pro které na Zdeňka Horského nezapomeneme.

P. Andrie

JAROSLAV KLOKOČNÍK

WEGENER/MEDLAS kumulace dat

Mezinárodní aktivita WEGENER (Working Group of European Geoscientists for the Establishment of Networks for Earthquakes Research) a její projekt MEDLAS (Mediterranean Laser Project) mají za cíl studium dynamiky zemské litosféry (nepřesně „kůry“) a výzkum zemětřesení kosmickými metodami v oblasti (východního) Středomoří. O cíli a metodách jsme již v tomto časopise informovali (ŘH č. 12/1985), takže nyní se zaměříme na data, která jsou sbírána z různých stanic. O určení změn délek spojnic mezi laserovými dálkoměry z těchto měření, které by prozrazovaly složité pohyby na styku euroasijské, africké a arabské litosférické desky, je zatím předčasně mluvit, protože se měří od r. 1986 (a ne na všech stanicích). Přesnost laserových měření je 2–5 cm (vesměs k družici LAGEOS s koutovými odražeči, ve výšce 6000 km nad zemským povrchem) a rychlost litosférických pohybů je obecně 1–15 cm/rok a v dané oblasti 1–4 cm/rok.

Takže jediné dekáda nejpřesnějších měření může něco jednoznačně detekovat a teprve poté bude možné mluvit o monitorování (průběžném sledování). Výsledky jsou známy pro jiné oblasti světa, převážně z měření na LAGEOS z let 1976–1986. Lze proto odhadnout, že z akce MEDLAS, nyní ve stavu kumulace dat, budou výsledky kolem r. 1995.

V roce 1986 bylo zapojeno 29 stanic s laserovými dálkoměry alespoň druhé generace, z toho jedna ze socialistických států (Postupim, NDR). V roce 1987 34 stanic (ze socialistických zemí opět jen Postupim) a také Helwan (v Egyptě) s účastí FJFI ČVUT Praha. Za rok 1986 bylo získáno (do finálního souboru dat) 3160 přeletů družic s celkem 46 000 měřeními a za rok 1987 (zatím jen do setu předběžně zpracovaných dat) přes 3000 přeletů se 141 000 měření. Řada stanic je přímo ve Středomoří (Řecko, Itálie, Turecko, Izrael, Egypt), ostatní na celém světě. MEDLAS se účastní 3 laserové dálkoměry převozná na nákladních automobilech (konstrukce USA a západní Evropa), které podle předem dohodnutého harmonogramu observují opakovaně z více bodů (Řecko, Itálie, Turecko). Evropské stanice jako Postupim (NDR), Wettzell (NSR), Grasse (Francie), Herstmonceux (Velká Británie) lze považovat za „referenční“, vztažné body, vůči nimž by se pohyb středomořských míst měřil.

Vnitřní přesnost laserových dálkoměrů 3. generace je ± 2 cm, vnější se odhaduje na ± 5 cm. Quick-look data se každý týden zpracovávají v Holandském vysokém učení technickém v Delftu; odtud jednou týdně odesílají vážným zájemcům cirkulář s přehledy měření. Full-rate data se shrnují jednou měsíčně a ročně v Německém výzkumném ústavu geodetickém v Mnichově.

Mezi předběžné výsledky patří zeměpisná šířka, délka a výška vztažené k vybranému referenčnímu elipsoidu. Geodynamické aplikace se zákonitě dostaví později. Budeme o nich referovat. WEGENER/MEDLAS zatím probíhá jako vzorná ukázka mezinárodní vědecké spolupráce, další v pořadí po akcích ISAGEX a MERIT.

Mars, vlhká planeta

Od té doby, co byly na snímcích povrchu Marsu nalezeny útvary, které silně připomínají pozemská říční údolí, pokoušejí se vědci zjistit, jakou roli ve vývoji této planety měla voda.

Srovnáním povrchu Marsu a Měsíce shledal M. Carr, že velké části sousední planety pokrývá porézní hornina, která dosahuje tloušťky dva až tři kilometry a její póry by mohly být dobrým zásobníkem vody, případně ledu. Carr zkoumal také kaňony na Marsu. Hornina padající z jejich stěn se může na dně údolí dát do pohybu v případě, že obsahovala led, podobně jako ledovec na Zemi. Kaňony zde mohou být hluboké více než jeden kilometr a vrstva uzavřeného ledu v hornině také.

Jinou možností odhadnout množství vody v minulosti planety skýtají marsovské kanály. Vznikly zřejmě vlivem tekoucí vody v raných dobách oběžnice nebo dopadem velkých meteoritů, kdy se mohl led rozpustit. Odpovídá-li objem vody nejméně objemu shrnuté horniny, potom by tu bylo dost vody, aby kolem celého povrchu vytvořila celkovou 400 m tlustou vrstvu.

Dalším výsledkem výzkumu je objev starého moře či oceánu na Marsu. Vědci z Jet Propulsion Laboratory zkoumali místa, kam sesuv nabromadil horninu, a našli přítom struktury známé také z pozemských vod. Toto moře či malý oceán mohl pokrývat před dvěma či třemi miliardami let až 15 % povrchu Marsu při hloubce 100 m.

Množství vody na této sousední oběžnici sice nemůže konkurovat 3 km tlusté vrstvě vody na Zemi, ale skýtá vědcům možnost dalších zajímavých výzkumů.

SuW — 26, 315, 6/87, H. N.

★ ASTROVÝROČÍ ★ V ZÁŘÍ 1988

11. před 220 lety zemřel francouzský astronom a kartograf J. N. Delisle (* 4. 4. 1688). Nejprve pracoval jako Cassiniho pomocník, pak si zbudoval vlastní nevelkou observatoř a v roce 1726 byl pozván do Ruska jako první akademik v oboru astronomie na Petěrburské AV. Strávil v Rusku více než dvacet let a má velké zásluhy o prvotní rozvoj astronomie a kartografie v této zemi. Zabýval se pozorováními, astrometrií, nebeskou mechanikou, slunečními a měsíčními zatměními, pozoroval komety a vytvořil teorii jejich pohybu, věnoval se i optice.

12. před 150 lety se narodil A. J. G. F. Auwers (+ 24. 1. 1915), německý astronom, autor fundamentálních katalogů FK (1879) a NFK (1907), z nichž pak vyšly katalogy FK3 (1937) a FK4 (1963), které se z rozhodnutí MAU staly mezinárodními. Auwers byl v letech 1881—1889 prezidentem Německé astronomické společnosti.

24. uplyne 80 let smrti ruského geodeta a astroнома D. D. Gedeonova (* 19. 11. 1854). V letech 1890—1900 byl ředitelem Taškentské observatoře. Pozoroval zákryty hvězd Měsícem, přechod Merkuru přes sluneční disk, provedl přesná pozorování změn geodetické šířky Taškentu.

25. je 140. výročí narození sovětského astroнома S. P. Glaznapa (+ 12. 4. 1937), který se zabýval dvojhvězdami, proměnnými hvězdami, pohybem měsíců Jupiteru, refrakcí světla v zemské atmosféře... Jako první začal organizovat pozorování v příznivých astroklimatických podmínkách Krymu a Kavkazu, v Abastumanu založil první provizorní observatoř. Byl i autorem učebnic a populárně vědeckých knih.

26. před 110 lety se narodil sovětský astronom a geodet F. N. Krasovskij (+ 1. 10. 1948). Z jeho iniciativy byl založen (1928) Ústřední vědeckovýzkumný ústav geodézie a kartografie (dnes nese Krasovského jméno). Úspěšně zkoumal tvar Země a její rozměry; tzv. Krasovského elipsoid se stal standardem pro geodetické a kartografické práce v SSSR i v jiných zemích.

27. by se dožil 70 let první nositel Nobelovy ceny za fyziku z řad astronomů (1974 spolu s A. Hewishem), anglický radioastronom M. Ryle (+ 14. 10. 1984). Byl průkopníkem rádiové interferometrie a aperturové syntézy, které umožnily zkoumat rádiové zdroje s mimořádně velkou citlivostí. min

O STELĀRNĚ ASTRONOMIĚ

Březen 1988 patřil ve Valašském Meziříčí semináři o stelární astronomii. Zúčastnilo se ho celkem 64 zájemců o astronomii. V pátek dne 11. března se prostřednictvím přednášky RNDr. Miroslava Vetešnicka, DrSc., seznámili se stelární astronomií na jižní polokouli, v sobotu nahlédli společně s doc. RNDr. Jiřím Langrem, CSc., do tajemného světa raného vesmíru. V neděli seminář zakončila přednáška RNDr. Jana Palouše, CSc., o vzniku hvězd a galaxií. -r-

ASTRONOMICKĚ PRAKTIKUM

pro žáky vyšších tříd základních škol, studenty a učně pořádá hvězdárna ve Valašském Meziříčí ve dnech 15.—21. srpna 1988. Do programu praktika budou zahrnuty především přednášky, praktická cvičení a pozorování. Jízdné a ubytování hradí vybraným účastníkům kraje valašskomeziříčská hvězdárna. -r-

METEORICKĀ EXPEDICE

Ve dnech 6.—20. srpna 1988 se uskuteční ve Skalitěm v okrese Čadca meteorická expedice Severočeského kraje PERSEIDY 88. Jak název napovídá, bude zaměřena na pozorování meteorů, především meteorického roje Perseid. Zúčastní se jí i mládež ve věku od 11 let. -r-

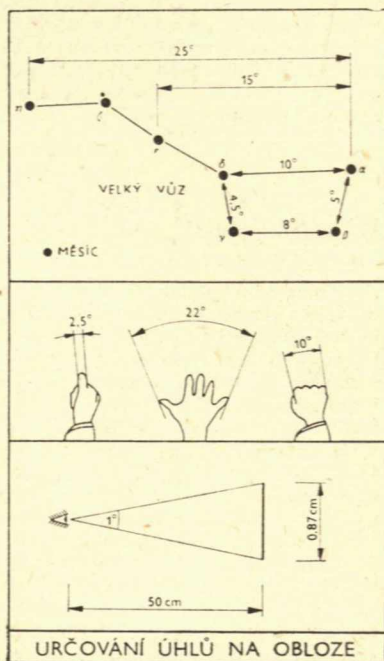
DIGITĀLNĚ ZPRACOVÁNĚ ASTRONOMICKÝCH SNĪMKŮ

V profesionální astronomii je dnes už běžné číslicové zpracování obrazu. Kamera může být přímo v ohnisku dalekohledu a pak přenášet získaný obraz do počítače nebo se snímají dříve pořízené fotografické snímky.

Nedávno jsme se poprvé pokusili o digitální zpracování snímků pořízených na naší hvězdárně. Šlo o to vyzkoušet celý postup v praxi. Snímky se pozorují mikroskopem s různým zvětšením. Obraz v mikroskopu snímá televizní kamera, její obraz se převádí na matici 512 × 512 obrazových elementů (pixelů). Tyto údaje pak zpracovává výkonný počítač. Zpracovaná data je možné uložit na disketu nebo na pevný disk typu Winchester. Prvními digitalizovanými snímky byly kulová hvězdokupa M13 v souhvězdí Herkula a souhvězdí Lry pořízené dr. Coufa-

KOSMICKĀ BIOLOGIE

Ve dnech 6.—10. června 1988 uspořádala Československá biologická společnost při ČSAV za účasti pětácti našich a patnácti zahraničních odborníků sympozium k 10. výročí letu československého kosmonauta. Sympozium se konalo v Brně a jeho tématem byly aktuální otázky kosmické biologie a lékařství. -r-



MĚRENĚ VZDĀLENOSTĚ NA OBLOZE

Každý, kdo pozoruje objekty nebo úkazy na obloze, se občas dostane do situace, kdy potřebuje určit například vzdálenost dvou pozorovaných těles, délku stopy meteoru nebo bolidu, vzdálenost pohyblivého se objektu od jasně hvězdy nebo Měsíce, výšku objektu nad obzorem apod. Tyto vzdálenosti musíme měřit v úhlech, v obloukových stupních; jen tak se vyhneme zkreslení. Příkladně-li ve vzdálenosti 50 cm od oka (průměrná vzdálenost natažené paže) proti obloze předmět o délce 0,87 cm, budou krajní body tohoto předmětu představovat na obloze vzdálenost jednoho obloukového stupně (1°). To vyplývá ze spodního ob-

rázku na titulní straně tohoto letáčku. Jednoduchým výpočtem se o tom může každý snadno přesvědčit.

Pro určování úhlů na obloze si tedy můžeme zhotovit jednoduché měřítko, jehož dílky budou od sebe vzdáleny 0,87 cm a každý takový dílek při pohledu ze vzdálenosti 50 cm bude představovat na obloze jeden obloukový stupeň.

Nemáme-li k dispozici takové měřítko, můžeme využít vlastní ruce. Palec naší ruky při pozorování ze vzdálenosti 50 cm vytyčuje na obloze úhlovou vzdálenost asi 2,5°. Obdobně sevřená pěst úhel asi 10° a roztažené prsty na ruce úhel asi 22° (viz prostřední obrázek).

Jako další pomůcka pro odhadování vzdáleností na obloze může posloužit nejznámější souhvězdí severní oblohy — Velký vůz. Na horním obrázku jsou úhlové vzdálenosti mezi jednotlivými hvězdami tohoto souhvězdí. Například vzdálenost zadních kol Velkého vozu je 5°. Ve stejném měřítku jako vzdálenosti mezi hvězdami je uveden i průměr Měsíce. Průměry hvězd nejsou v měřítku.

Z letáčku hvězdárny
ve Valašském Meziříčí

DRTIČE A METEORITY

Při úpravě šterkopísku se v jednotlivých výrobních používají kuželové, čelistové a jiné drtiče. Jakmile se do kuželového drtiče dostane kus železa, drtič se zasekne. U čelistového drtiče zlomí železo vzpěrnou desku. Jsou to nepříjemné provozní nehody. V praxi se před nimi chráníme elektromagnety, které jsou v technologické lince zařazené před drtiče. Elektromagnety jsou zavěšené nad transportními pásy a vytahují ze šterkopísku veškerý materiál, který se v daném okamžiku zmagnetizuje. Tak se na magnetech hromadí různé plechovky, součástky těžebních strojů, podkovy, hřebíky, střepy munice, železné rudy apod. Je možné, že by se tu mohl zachytit i železný meteorit, který by nezbudil pozornost pracovníka obsluhujícího magnet, a tak by se mohl dostat na skládku. Skládky jsou zpravidla v blízkosti elektromagnetů a nikdo o ně nemá valný zájem pro velké množství kamene (až 80 %). Tímto způsobem se v některých výrobních nahromadily skládky o objemu více než 30 m³. Když si představíme, že v některých lomech vytěží až 1 milion kubických metrů šterkopísku za rok, je nález železného meteoritu dost reálný. Podezřelé kameny by se pomocí permanentního magnetu zběžně přezkoumaly, a ty pravděpodobně soustředily v astronomických ústavech ČSAV nebo SAV. Každý nalezený meteorit má pro astronomii velký význam a skládkám tohoto materiálu by měla být věnována pozornost jak z hlediska astronomického, tak i z hlediska archeologického, protože i archeolog může tímto způsobem učinit zajímavý objev. Částečný průzkum se už na některých skládkách začal, ale nalezený

materiál zatím nebyl odborně prozkoumán. Výroben šterkopísku je u nás veliké množství, jistě by se našli ochotní amatéři, kteří mají zájem o seriózní spolupráci, a časopisy, které by o jejich činnosti a úspěších napsaly.

Michal Ormandy, Bratislava

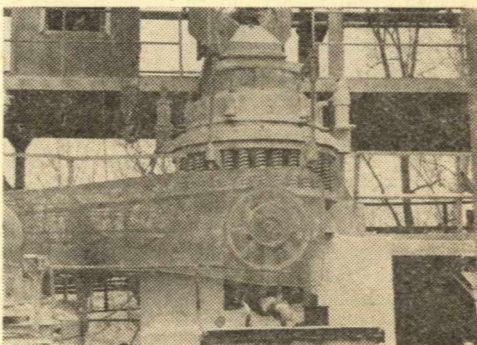
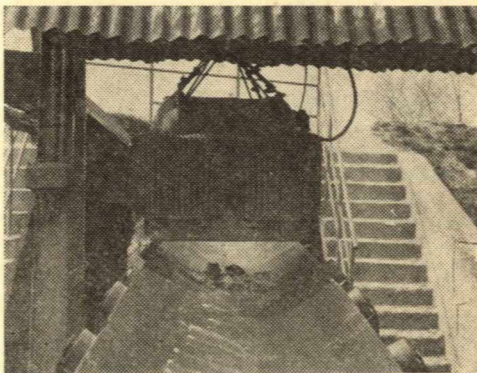
Poznámka odborníka:

Vážený pane Ormandy, Váš nápad jak nalézat železné meteority při úpravě šterkopísku je vynikající. Já jsem se zatím s použitím elektromagnetů nesetkala. Bude mě velmi zajímat jakákoliv informace o takových skládkách magnetického materiálu. Můžete-li pro nás občas prohlédnout skládku v lomu ZKŠ Bratislava-Petržalka, bude to mít velký význam. Máte-li trochu přehled o dalších velkošterkovnách na Slovensku, budeme Vám vděční za každou informaci. Sama se pokusím o zjištění takových šterkoven v Čechách a na Moravě.

Marcela Bukovanská,
Národní muzeum Praha

Poznámka redakce:

I redakce Říše hvězd uvítá informace o tom, kde by byly podmínky pro amatérskou činnost tohoto typu. Rádi zprostředkujeme metodickou pomoc ze strany astronomů, geologů, popřípadě archeologů.



Skončily signály MSF

Ve výroční zprávě Mezinárodního časového ústředí v Paříži a Sèvres (BIH Annual Report) za rok 1986 je zpráva, že dnem 29. 2. 1988 má skončit vysílání nepřetržitých časových signálů stanic MSF Rugby, Vel. Británie, na etalonových kmitočtech 2,5, 5 a 10 MHz. To se stalo.

Tak se uzavřelo období šestatřicetileté existence prvního evropského vysílání časových signálů zcela nového formátu, zavedeného podle vzoru americké stanice WWV pracující od poloviny 40. let. Národní fyzikální laboratoř NPL v Teddingtonu ve spolupráci s britskou Poštovní správou (Post Office) začala s krátkými pokusnými relacemi jen v ranních hodinách na 5 a 10 MHz v květnu 1951 a k pravidelnému vysílání se přešlo v květnu 1953; o kmitočty 2,5 MHz pak bylo rozšířeno v listopadu téhož roku.

Svým formátem a parametry (uvádí je každá Hvězdářská ročenka počínaje rokem 1955) znamenaly signály MSF výrazný pokrok ve srovnání s tradičním sdělováním přesného času signály vysílány v krátkých relacích trvajících 5 až 10 minut jen několikrát denně. Dovolovaly totiž časové i kmitočtové kalibrace na svou dobu nezvykle přesné a navíc, díky vysílání po celých 24 hodin, byl přesný čas a etalonový kmitočty přístupny zájemcům prakticky kdykoli v oblasti dosahu vysílače pokrývajících spolehlivě celou Evropu.

Přednosti vysílání MSF oceňovala mnohá chrometrická pracoviště. U nás to byla časová laboratoř někdejšího Výzkumného ústavu pro elektrotechnickou fyziku v Praze, kde se jich hned v r. 1953 pravidelně využívalo při sledování pokusných křemenných hodin vlastní konstrukce. Také tehdejší oddělení pro měření času Astronomického ústavu ČSAV v Budečské ulici v Praze se od roku 1954 opíralo o signály MSF při práci s improvizovanými křemennými hodinami. Ty byly podle nich pravidelně kontrolovány pětkrát denně mezi sedmou a čtyřicetou hodinou a při zastavení seřizeny s přesností 0,001 s. V počátečním období byly signály MSF pro toto pracoviště nenahraditelné a i později patřily k základním signálům sloužícím při kalibraci udržovaného i vysílaného času.

Ještě jeden významný úkol však tato vysílání splnila: Podnítila Mezinárodní poradní sbor radiokomunikací CCIR v Ženevě k formulaci obecných technických podmínek vysílání tohoto druhu a k vydání dokumentů doporučujících zřizovat obdobná vysílání i v dalších členských zemích Mezinárodní telekomunikační unie UIT. Pak bylo možné 3. 12. 1956 zahájit i československé vysílání OMA na etalonovém kmitočtu 2,5 MHz, jež vyhovovalo požadavkům CCIR a se-

hrálo významnou roli v Mezinárodním geofyzikálním roce 1957–1958.

Rozloučili jsme se tedy s dalšími časovými signály, tentokrát již nikoli klasickými, jak tomu bylo v RH 12/85 na str. 242, ale vlastně vcelku moderními. Přece však musely ustoupit méně nákladným a mnohem efektivnějším družicovým metodám sdělování přesného času, jež se v posledních letech prosazují. Vladimír Ptáček

První čínský teleskop

ovládaný počítačem a určený pro radioastronomické účely, byl postaven v provincii Šen-si. Byl kompletován ve Výzkumném ústavu elektronických a elektrooptických zařízení Severovýchodní Číny (NWIEE), který dnes disponuje osmi pracovišti. Průměr teleskopu je 25 m (Cassegrainův reflektor), rozsah pohybu čílní azimut + 270°, elevace 0 až 90°. Pohonný systém zajišťují čtyři tyristorově řízené třífázové motory.

Jemná mechanika a optika 3/1988

Kapalné krystaly a optika

Vědeckým pracovníkům Ústavu vysokomolekulárních sloučenin AV SSSR a Státního optického institutu se podařil objev, který patrně umožní odhalování defektů optického materiálu na zcela nových základech. Vady čoček, objektivů apod. někdy nejsou mikroskopem viditelné ani při nejsilnějším zvětšení. Nová sovětská metoda proto hodlá využít vlastností kapalných krystalů; po nanesení jejich tenké vrstvičky na zkoumaný povrch se obraz v okuláru mikroskopu kvalitativně změní. Místo průzračných skvrn a světelných reflexů se objeví jasnými barvami vybarvené trhlínky a kráterky. Je to důsledek toho, že molekuly tekutých krystalů se mění působením slabých elektrických polí a malých změn teplot, čímž dochází ke změnám v lomu paprsků, k polarizaci a vyvolání barevných efektů. Objev, opírající se o teorii E. Aera a M. Tomilina, má perspektivu na praktické využití v průmyslu optiky a optoelektroniky.

Jemná mechanika a optika 3/1988

Zaprášené kulové hvězdokupy

Nejasnějšími hvězdami v kulových hvězdokupách (to jsou ty, které jednotlivě můžeme větším dalekohledem rozlišit na okrajích) jsou obří. Hvězdokupy tohoto druhu v naší Galaxii jsou velmi staré, a tak i hvězdy o hmotnosti Slunce stačily dospět do tohoto stadia.

Jenže několik stovek obrů, které typická kulová kupa kromě dalších desítek tisíc hvězd obsahuje, by mělo svým hvězdným větrem do mezihvězdného prostředí kupy dodat takových 30 slunečních hmotností plynu a prachu. Optická a rádiová pozorování však ukázala, že plyn se v těchto hvězdokupách vůbec nevyskytuje. V souvislosti s tímto rozporům byly na-

vrženy různé mechanismy čištění kulových hvězdokup. Kromě jiných například vymetání mezihvězdné látky při průchodech kupy rovinou Galaxie. Zdá se však, že to, co kulové hvězdokupy uklízí, si všimá jen plynu a nechává je pořádně zaprášené.

O tmavých mračnách prachu v kulových kupách se uvažovalo už od doby, kdy William Parsons (Lord Rosse) v polovině minulého století vizuálně objevil tmavé pruhy v M 13. V lednovém čísle časopisu *Astrophysical Journal* však J. C. Forte a M. Mendez publikovali práci, která dokazuje přítomnost oblaků prachu v kulových hvězdokupách přece jen přesvědčivěji. Z obrazů kulových hvězdokup získaných CCD prvky odstranili příspěvek jasných obřů a na spojitém pozadí slabších hvězd se jim podařilo nalézt jednotlivé malé tmavé skvrny. Příslušnost těchto mračen ke kupám potvrzuje v některých případech i to, že rozptylují světlo okolních hvězd kupy. Podle autorů mají jednotlivá oblaka hmotnosti 0,05 až 1,5 hmotnosti sluneční. (Podle *Sky and Telescope*)

Galileo, Gaspra a Ida

Americká meziplanetární sonda Galileo by se v říjnu příštího roku měla už konečně vydat na dlouhou cestu k Jupiteru. Nezůstane však možná jen u výzkumu největší planety a jejích průvodců. Odborníci NASA totiž našli dvě planety, s nimiž se Galileo může setkat, z důvěrné blízkosti asi 1000 km se o nich něco dozvědět, a zvětšit tak užitečnost své pouti meziplanetárním prostorem. Jako první by měla sonda potkat planetku (951) Gaspra (průlet 29. října 1991), o dva roky později, 28. srpna 1993, se pak přiblíží k planetce (243) Ida. Obě dvě jsou jen nevelkými tělesy o průměrech 15 a 30 km a patří mezi planety typu S, které se navenek vyznačují poměrně velkým albedem a načervenalým odstínem. Předpokládá se, že planety tohoto druhu jsou tvořeny stejným materiálem jako obyčejné chondrity, nejběžnější druh pozemských meteoritů. Z těles známějších patří k tomuto typu například planety (3) Juno nebo (29) Amphitrite, kterou měl Galileo navštívit podle původního letového plánu (viz *Kozmos*, 1985/4, str. 115).

(Podle *Sky and Telescope*)

Eta Akvarid 1981—1986 v Dušanbe a Ondřejově — V. Bumba a L. Gesztelyi: Vznik oblasti s bílou erupcí z dubna 1984 v rámci 21. cyklu sluneční aktivity — G. V. Kuklin a M. Kopecký: Změny indexů důležitosti skupin slunečních skvrn během jedenáctiletého cyklu — A. Antalová a M. B. Ogir: Erupce s pomalým poklesem měkkého rentgenového záření. 3. H alfa aktivita v mezipásovém prostoru LDE erupcí — M. Rybanský, V. Rušin a E. Dzifčáková: Koronální index sluneční aktivity. V. Období 1977—1986 — L. Sehnal: Termosférický model celkové hustoty TD — Na konci čísla jsou recenze knih: *The Symbiotic Stars* [S. J. Kenyon]; *Interstellar Magnetic Fields Observation and Theory* — Všechny práce jsou psány anglicky s ruskými výtahy. -pan-

Bisnovatyj-Kogan G.: Fizičeskije voprosy teorij zvezdnoj evolucij (Fyzikální otázky teorie hvězdného vývoje). Vyd. Nauka. Vyjde ve II. čtvrtletí 1989.

Kniha podává logický výklad fyzikálních procesů probíhajících ve hvězdách, jejich vývoje od vzniku do posledních stadií jako bílých trpaslíků, neutronových hvězd a černých děr, osvětluje i různé typy nestabilit, které vznikají ve hvězdách v procesu evoluce. V práci je množství vzorců, tabulek a nákresů. Určeno fyzikům a astronomům. -n-

Bronštěn V.: Kak dvizetsja Luna? (Jak se pohybuje Měsíc?). Vyd. Nauka. Vyjde ve IV. čtvrtletí 1989.

Populární formou se v knize vypráví o historii vzniku teorie pohybu Měsíce od starého Řeka do současnosti. Určeno čtenářům zájmagícím se o dějiny astronomie. -n-

Bjalko A.: Naša planeta — Zemlja (Naše planeta Země). Vyd. Nauka. Vyjde ve IV. čtvrtletí 1989.

Ústředním tématem knížky je otázka, proč je naše planeta přes očividnou souvislost s celou sluneční soustavou natolik unikátní, že se stala jediným známým pramenem života. Určeno učitelům, studentům a žákům vyšších tříd. -n-

Getman V.: Vnuky Solnca (Vnuci Slunce). Vyd. Nauka. Vyjde ve II. čtvrtletí 1989.

Planety, komety, meteory, které v nesčíslném množství „osídľují“ meziplanetární prostor, vzbuzují u vědců i u zájemců o astronomii stále větší pozornost. Knížka určená žákům vyšších tříd a astronomům amatérům přináší na toto téma mnoho zajímavých poznatků. -n-

Golub I., Chrenov L.: Vremja i kalendar (Čas a kalendář). Vyd. Nauka. Vyjde ve II. čtvrtletí 1989.

V knížce jsou popsány dřívější i současné kalendáře, podávají se zde informace o předpokládané reformě kalendáře. Čtenář zde najde i poučení o formách a zákonech pohybu Země

nové knihy a publikace

Bulletin čs. astronomických ústavů 39 (1988) čís. 2 obsahuje tyto vědecké práce: D. Chochol a 4 spoluautoři: Vliv 3. tělesa v soustavě AR Aur — J. M. Krejner a J. Tremko: Sledování dvojhvězdy XY Cep — R. P. Čebotarev, S. O. Ismutdinov a A. Hajduk: Radarová pozorování

a Měsíce, o způsobech měření různých časových úseků a o přístrojích k tomu potřebných. Určeno širokému okruhu čtenářů. -n-

Efremov J.: Očagi zvezdoobrazovanija v galaktikach (Ohniska tvoření hvězd v galaxiích). Vyd. Nauka. Vyjde ve II. čtvrtletí 1989.

Práce je věnována problematice tvoření hvězd, jeho zvláštnostem v našem systému Mléčné dráhy i v sousedních galaxiích. Výzkumům v tomto oboru se s výbornými výsledky věnují největší astronomové. Určeno astronomům a fyzikům. -n-

Zelmanov A., Agakov B.: Elementy obščej teorii otnositel'nosti (Základy všeobecné teorie relativity). Vyd. Nauka. Vyjde v I. čtvrtletí 1989.

Základem knihy je roční kurs všeobecné teorie relativity, který mnoho let přednášel jeden z autorů studentům a aspirantům astronomie fyzikální fakulty Lomonosovovy moskevské státní univerzity. V poslední části jsou vloženy příklady využití všeobecné teorie relativity v astronomii. Určeno vědcům, aspirantům a studentům vysokých škol. -n-

Klimišin I.: Relativistskaja astronomija (Relativistická astronomie). Vyd. Nauka. Vyjde ve III. čtvrtletí 1989.

Populární formou se zde přibližují myšlenky speciální i všeobecné teorie relativity, vypráví se o využití těchto myšlenek v astronomii, především při řešení problému černých děr a vytvoření modelu vesmíru. Velkou pozornost autor věnuje aktuálním problémům současné astronomie (např. kvasarům, skryté hmotě, možnosti vzájemného spojení mikro- a megasvěta). Zvláštní oddíl je věnován otázkám topologie a trojrozměrnosti vesmíru. Určeno učitelům fyziky a astronomie i studentům těchto oborů. -n-

Ruzmajkin A., Sokolov D., Šukurov D.: Magnitnyje polja galaktik (Magnetická pole galaxií). Vyd. Nauka. Vyjde v I. čtvrtletí 1989.

Tato kniha nemá ve světové literatuře obdobu — zabývá se novým a rozvíjejícím se oborem astrofyziky: výzkumem magnetických polí galaxií. Shrnuje obrovský experimentální i teoretický materiál, který se na toto téma nashromáždil za poslední desetiletí. Určeno odborníkům v oblasti kosmické elektrodynamiky. -n-

Sikoruk L.: Teleskopy dlja ljubitel'ej astronomii (Dalekohledy pro astronomy amatéry). Vyd. Nauka. Vyjde ve II. čtvrtletí 1989.

Populární výklad o konstrukci a stavbě dalekohledů pro amatéry. V první části jsou podány základy teorie dalekohledu, druhá část je věnována mechanice dalekohledů — zde jsou mnohé fotografie a nákresy amatérských konstrukcí. Ve třetí části jsou informace o některých speciálních přístrojích — o slunečních teleskopech, o koronografu, o hranolovém spektrografu. -n-

Šarov A., Novikov I.: Chabbl — vydajuščijsja astronom dvacatogo stoletija (Hubble — vynikající astronom dvacátého století). Vyd. Nauka. Vyjde ve II. čtvrtletí 1989.

Vyprávění o životě, vědecké a veřejné činnosti E. Hubble, od jehož narození uplyne v roce 1989 sto let. Kniha je určena širokému okruhu čtenářů. -n-

Istoriko-astronomičeskije issledovanija (Historiko-astronomické studie). Vyd. Nauka. Vyjde ve III. čtvrtletí 1989.

Ve sborníku jsou studie věnované historii astronomie, dějinám kosmických výzkumů a geofyzice. Je zde série statí k příležitosti 150. výročí Pulkovské observatoře a práce o vědecké činnosti V. Fesenkova, A. Michajlova, B. Gerasimoviče, J. Fjodorova. -n-



ASTROBURZA

● Ředitel Astronomického ústavu ČSAV vypisuje konkurs na obsazení místa hlavního technika u dvoumetrového dalekohledu na observatoři v Ondřejově. Předpoklady: ČVUT — fak. strojní, odbor nejlépe jemná mechanika, optika, praxe v oboru min. 5 let. Platové zařazení: podle vyhlášky SKV — TIR. Náplň práce: údržba a justáž zařízení dvoumetrového dalekohledu a přidružených přístrojů, vývoj a výroba nových přístrojů pro astronomické potřeby. Přihlášky zasílejte na adresu: Astronomický ústav ČSAV, RKPP, Budečská 6, 120 23 Praha 2, tel.: 25 66 76.

● Prodám astroobj. AS 80/1200 mm (Zeiss) a zrc. teleobj. MTO 1000 A ($f = 1100$ mm, svět. 10,5) se záv. M 42, kož. brašna, 2 filtry. Vše ve velmi dobrém stavu. Nebo vyměním za přesnou paralakt. montáž s el. či ruč. pohonem — jen precizní, únosn. 7—10 kg. M. Zimmer, Pokratická 83, 412 01 Litoměřice.

● Prodám nové okuláry firmy Zeiss Jena, ortoskopický 0-4 (500 Kčs) a Huygensový H 16 (330 Kčs) a H 40 (240 Kčs). Igor Konečný, Lidická 1699, 738 01 Frýdek Místek.

● Prodám dalekohled Newton 100/1000 na jednoduché paralaktické montáži. Zdeněk Krčil, Vratislavské nám. 77, 535 01 Přelouč.

● Prodám amatérský dalekohled Cassegrain $\varnothing 150$ vč. Huygensův okulár $f = 40$ mm a ortoskopický okulár $f = 11$ mm. Luděk Novotný, Blahoslavova 369, 500 03 Hradec Králové 3.

● Koupím hranolový dělič světla. Cena nerozhoduje. Zbyněk Sláma, 373 46 Pištin 116.

● Koupím knihy Vesmír a Pozvánka do vesmíru, David Jarolímecký, Hošťálkova 49, Praha 6, tel. 35 18 556.

Úkazy na obloze

V ZÁŘÍ 1988

Slunce vychází 1., 16. a 30. IX. v 5h15min, 5h37min a 5h59min; zapadá v 18h44min, 18h11min a 17h40min. Den se rychle zkracuje, nejrychleji ubývá kolem podzimní rovnodennosti, a sice asi 4 minuty za den. Ze souhvězdí Lva do Panny přechází Slunce 16. IX., ze znamení Panny do znamení Vah vstoupí 22. IX. ve 20h28min. V tomto okamžiku překročí Slunce světový rovník ze severní na jižní světovou polokouli, nastane podzimní rovnodennost, začíná astronomický podzim. Tvrzení o rovnodennosti platí však jen do určité míry, neboť dvanáctihodinový den a dvanáctihodinová noc připadnou až na 25. IX., kdy Slunce vychází v 5h51min a zapadá v 17h51min. Je to proto, že počítáme s vlivem atmosférické refrakce, která obraz Slunce zdánlivě zvedá a den prodlužuje. Kromě toho okamžik východu a západu vztahujeme na horní okraj slunečního kotouče, ne na jeho střed. I tento postup je v jistém smyslu zjednodušen, protože bere v úvahu standardní refrakci a nemůže počítat s různými odchylkami danými meteorologickou situací. Ke konci září se den ve srovnání s letním slunovratem zkrátí o 4h41min, astronomická noc trvá 8h42min.

Měsíc je v poslední čtvrti 3. IX. ve 4h50min. Nov nastává 11. IX. v 5h49min, první čtvrt 19. IX. ve 4h18min, úplňk 25. IX. ve 20h07min. Odzemím prochází 10. IX. v 16h, přizemím 25. IX. v 5h. Nejdále na sever od ekliptiky je v den poslední čtvrti 3. IX., sestupným uzlem prochází 10. IX., nejjižnější od ekliptiky se vzdálí 18. IX., krátce před první čtvrtí, nejjižnější od rovníku je v den poslední čtvrti, tj. 19. IX. Výstupným uzlem prochází 24. IX. Z toho plyne, že první čtvrt má špatné, poslední čtvrt naopak výhodné podmínky viditelnosti. Kolem poslední čtvrti je k nám více natočen západní („pravý“) okraj Měsíce, maximální librace připadá na 3. IX. Naopak v den, kdy je maximální východní librace, tj. 18. IX., má měsíc nevýhodnou velmi nízkou deklinaci. Pro výkonný dalekohled s dělenými kruhy se hodí pozorování zákrytu Regulu za denního světla. Vstup v Praze nastane 9. IX. v 15h12,5min, výstup v 16h14,3min. Nepříznivá je malá úhlová vzdálenost Měsíce od Slunce — jen 17°. Před konjunkcí s Antarem uvidíme Měsíc večer 17. IX. Sama konjunkce nastane ve 22h, až po západu Měsíce, Antares bude 0,71° severně. 11. IX. nastane prstencové zatmění Měsíce, u nás je však nepozorovatelné.

Merkur zůstává po celý měsíc nepozorovatelný stejně jako v srpnu. Jeho zákryt s Měsícem nastane 13. IX. a bude viditelný z Antarktidy a jižní Ameriky. Uvědomíme si přitom, že východní elongace Merkuru, které v létě a na podzim patří na severní polokouli k velmi nepříznivým pro malý úhel ekliptiky s obzorem, jsou na jižní polokouli výhodné k pozorování, protože ekliptika zde naopak svírá s obzorem velký úhel. Ostatně na jižní polokouli tyto elongace připadají na místní zimu a jaro. 15. IX. dosahuje Merkur největší východní elongace

26°40' od Slunce. Je to hodnota vyšší než obvyklé největší elongace, protože Merkur je 7. IX. v odsluní. Přesto v den největší elongace zapadá jen 30min po Slunci. Má totiž o 11° jižnější deklinaci než Slunce; na tom se podílí i největší jižní šířka: 27. IX. dosáhne Merkur největší vzdálenosti na jih od roviny ekliptiky — a to jak heliocentricky, tak i pro pozemského pozorovatele. Proto planeta s jasností pouze +0,6m nemůže být za těchto podmínek spatřena. 28. IX. je v zastávce a začíná se pohybovat zpětně.

Venuše svítí na ranní obloze jako výrazná jítřenka. Vychází sice o něco později než v srpnu, ale východy Slunce se opožďují ještě výrazněji, takže posléze Venuše vychází více než 4 hodiny před Sluncem. Před východem Slunce svítí proto déle než v srpnu. Jinak se však podmínky viditelnosti začínají zvolna zhoršovat. 17. IX. vychází v 1h37min, úhlový průměr klesá na 18,4", vzdálenost od Země vzrostla na 0,903 AU, fáze dosáhla hodnoty 0,63, jasnost se zmenšila na -4,2m. 2. IX. je Venuše v konjunkci 9,0° jižně od Polluxe z Blíženců, 7. IX. sledujeme Venuši po konjunkci s Měsícem — konjunkce nastává o půlnoci pod naším obzorem, Venuše 5,8° jižně.

Mars je 28. IX. v opozici se Sluncem, jasem přesahuje Jupiter a viditelný je celou noc. Pokračujeme v zakreslování povrchu, případně fotografií. Mějme na paměti, že ze Země pozorujeme hlavně albedové útvary — světlejší i tmavší skvrny — na rozdíl od terénních útvarů, které jsou vidět zblízka z kosmických sond a družic. Pozemní pozorování tedy neztratilo smysl. Jako ve všem, je i zde nutná systematická práce, jednotlivá pozorování nemají význam. Pozorovatelskou činnost musíme předem nacvičit, získat dostatek aspoň základních zkušeností.

7. IX. vychází Mars v 19h38min, vrchol v 1h42min, úhlový průměr 22,8", vzdálenost od Země 0,409 AU, jasnost -2,5m. 27. IX. vychází v 18h07min, vrchol v 0h04min, úhlový průměr 23,8", vzdálenost 0,395 AU, jasnost -2,8m. Nejbližší Zemi bude Mars 22. IX. ve 4h, na 0,393 AU, tj. 58,8 miliónu km. Je to ještě těsnější přiblížení než při opozici v roce 1986. Ta byla příznivá z hlediska vzdálenosti, ale velmi nevýhodná pro severní pozorovatele: Mars u nás dosahoval extrémně nízké polohy nad obzorem při kulminaci, protože měl deklinaci jen -28°. Současná opozice je v obou ohledech výhodnější. Při ní se Mars k Zemi natáčí jižní polokouli, která je v této době také přikloněna ke Slunci. 11. IX. na jižní polokouli planety začíná léto. Většinu měsíce se Mars promítá do souhvězdí Velryby, 27. IX. se zpětným pohybem vrací do Ryb, kde o den později nastává opozice. Ke konjunkci s Měsícem dojde 26. IX. v 5h, Mars 7,5° jižně.

Jupiter se pohybuje stále volněji souhvězdím Býka mezi Aldebaranem a Kuřátky, až se zastaví 24. IX. a změní přímý směr svého pohybu ve zpětný, kdy rektascenze klesá a planeta kreslí klíčku. S blížící se opozicí roste jasnost a úhlový průměr, zmenšuje se vzdálenost od Země. 17. IX. planeta vychází ve 20h41min, vrchol ve 4h32min, má úhlový průměr 40,0", geocentrickou vzdálenost 4,598 AU a jasnost -2,6m. 2. IX. vychází Jupiter krátce po konjunkci s Měsícem, Jupiter 6,4° jižně. Další konjunkce s Měsícem nastane 30. IX. v 6h, Jupiter 6,4° jižně. Hezké seskupení s Marsem, Měsícem a okolními hvězdami sledujeme 29. IX. kolem 22h.

Saturn je viditelný ve večerních hodinách poblíž jihozápadního obzoru. Po zastávce 30. VIII.

se začíná pohybovat přímo, východním směrem. Přitom se 10. IX. vrací z Hadonoše zpět do Střelce. Spolu s hvězdnou oblastí, ve které se pohybuje, zapadá stále dřív: na začátku měsíce ve 23h04min, koncem září ve 21h13min. Ke dni 17. IX. Saturn vrcholí v 17h56min, zapadá ve 22h02min. Planeta má polární průměr 14,8'', prstény 37,7'', od Země je vzdálena 9,961 AU, jasnost má jen +0,5m. Protože v této době je elongace Saturnu od Slunce blízká 90° (planeta je v kvadratuře), nastává období, kdy jeví nejvýraznější fázový úhel. Ten u Saturnu dosahuje hodnoty pouze 6° a tomu odpovídá fáze 0,997, takže u planetárního kotoučku s běžným okrajovým ztemněním nepostřehneme ztemnění vzniklé fází. Přesto si však fázového úhlu snadno všimneme u stínu planety na prsten. V dalekohledu Keplerova typu tento stín spatříme vpravo v dolní části prstenů. 10. IX. prochází Saturn odsluním a je vzdálen 1503 miliónů km od Slunce. Přflisuním projde 26. VII. 2003 ve vzdálenosti 1351 miliónů km od Slunce.

Uran zapadá již ve večerních hodinách, období vhodné k pozorování končí. 5. IX. je v zastávce a začíná se pohybovat přímo, tedy k východu, mezi hvězdami Střelce. 1. IX. zapadá ve 23h01min, 30. IX. už ve 21h08min. Viditelnost se nezkracuje tak rychle díky prodlužující se noci, takže je ještě pozorovatelný po setmění u jihozápadu. 17. IX. má úhlový průměr 3,6'', vzdálenost od Země 19,221 AU, jasnost mírně poklesla na 5,7m.

Neptun vrcholí na konci občanského soumraku a zapadá pozdě večer. Doba viditelnosti se proti srpnu drasticky zkrátila. Planetu lze pozorovat jen na začátku astronomické noci, krátce po 20h. Najdeme ji ve Střelci uprostřed spojnice hvězd 21 a 26 Sgr. Pohybuje se velice pomalu, 18. IX. dosáhne zastávky a jeho směr se změní v příčný. 17. XI. vrcholí v 18h45min, zapadá ve 22h51min, má úhlový průměr 2,2'', geocentrickou vzdálenost 29,979 AU a jasnost 7,9m.

Pluto zapadá již ve večerních hodinách, není proto pozorovatelný. 5. IX. prochází světovým rovníkem na jih při svém pohybu jihovýchodním směrem. Příštích 125 roků se bude pohybovat jižní světovou polokoulí. Připomeňme, že v době objevu v roce 1930 stála planeta v Blížencích u hvězdy δ Gem ve vysoké severní deklinaci. Téměř neuvěřitelné, ale je to tak: za dobu, co ho známe, vykonal Pluto skoro čtvrtinu svého předlohuého 248letého oběhu!

Planetky: [1] Ceres je 17. IX. v opozici se Sluncem, pohybuje se přitom zpětně souhvězdím Velryby blízko hvězd 6 a 2 Cet. Údaje pro 7., 12. a 17. IX.: rektascenze 0h14min, 0h11min, a 0h07min; deklinace $-15,7^\circ$, $-16,2^\circ$ a $-16,7^\circ$ (ekv. 2000,0); kulminace 1h09min, 0h45min a 0h21min. Jasnost 7,2m. Koncem září ruší Měsíc.

[18] Melpomene dosahuje 2. IX. opozice se Sluncem a najdeme ji v souhvězdí Vodnáře. Údaje pro 7., 12. a 17. IX.: rektascenze 22h50min, 22h47min a 22h44min; deklinace $-12,2^\circ$, $-13,4^\circ$ a $-14,4^\circ$; kulminace 23h45min, 23h17min a 22h 55min. Jasnost je za opozice dosti vysoká, 7,5m; ke konci měsíce klesne na 8,4m.

Meteory: v činnosti jsou jen méně významné roje. Patří k nim Piscidy, s radiantem v Rybách, činné celý měsíc a ještě v říjnu, s maximem 20. IX. a hodinovým počtem do 15 meteorů. Ve druhé polovině září se začínají projevovat Tauridy J a S, které patří ke komplexu rojů komety Encke a maximální frekvence dosáhnou až v listopadu. Tyto roje mají však velmi slabou činnost a kromě toho je ruší světlo Měsíce.

Proměnné hvězdy: do nočních hodin a dostatečně vysoko nad obzor spadají minima Algolu 6. IX. ve 4h41min, 9. IX. v 1h29min, 11. IX. ve 22h18min a 29. IX. ve 3h09min; maxima δ Cep 10. IX. ve 2h, 20. IX. v 19h a 26. IX. ve 4h. Mira po minimu pomalu zjasňuje, má asi 9m.

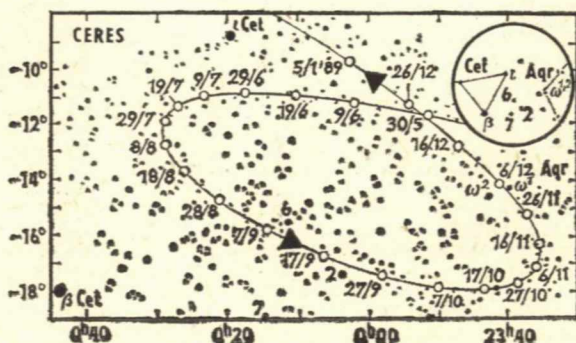
Čas: v rubrice Úkazů uvádíme časové údaje v čase střeoevropském. V tomto čase SEČ (=MET) nebo v čase světovém (SC = UT) také udáváme zpravidla okamžiky v pozorovacích protokolech, aby při pozdějším zpracování nemohlo dojít k omylu při záměně s letním časem. Platnost letního času LC, přesnější střeoevropského letního času (SELČ = MEST) končí v neděli 25. IX., kdy se ve 3h SELČ hodiny přesunou na 2h SEČ.

P. PŘÍHODA



Zdánlivá dráha planety (1) Ceres od května do začátku roku 1989 v souhvězdí Velryby a Vodnáře. Na mapce jsou zakresleny hvězdy do 10. magnitudy.

Kresba P. Příhoda



V ŘÍŠI SLOV

V článku o sondě Galileo jsou jmenovány některé planety. (29) Amphitrite má svůj název po řecké mořské bohyni Amfitritě. Tato dcera mořského boha Nérea a jeho ženy Dóridy byla vyhlášenou krasavicí, a tak se rozhodl pojmout ji za ženu sám vládce mořské říše Poseidón — přestože byla ve srovnání s ním bohyní mnohem nižší kategorie. Příhoda zatím vypadá jako z románu pro služky, ale pokračování je jinak; řecká mytologie se řídila svými literárními zákonitostmi. Amfitrita, právě u vědomí své kádrové nedostatečnosti, se za Poseidóna odmítla vdát a dokonce uprchla až na nejzazší konec moře, kde se skryla u obra Atlanta. Vyptáral ji tam však Poseidónův delfín, přivedl ji ke svému pánovi a svatba se přece jen konala. Ten delfín se pak za svou službu dostal na oblohu jako souhvězdí Delfín — tak aspoň praví jedna verze. Podle druhé je Delfín delfín, který zachránil Poseidónova syna Ariona, básníka, hudebníka a zpěváka, tonoucího po přepadení piráty.

Také (243) Ida dostala své jméno po mořské bohyni, ta nymfa se řecky jmenovala Ídaia. Říkáme „ta“, ale nymfy tohoto jména byly vlastně dvě; obě žily v různých dobách na hoře Idě. První (společně se svou sestrou Adrásteiou) vychovala Dia, když ho matka Rheia tajně porodila na Krétě, druhá měla s bohem řeky Skamandru syna Teukra, který se stal zakladatelem dynastie dardanských a také trójských králů. Jméno Ida, které občas dostávají naše dívky, však s řeckými nymfami nemá nic společného. Je to jméno původem germánské a vykládá se nejčastěji z itis, tedy žena.

O další z planetek jmenovaných v článku nevíme mnoho, Dočetli jsme se jen, že (951) Gaspra je z nějakého zeměpisného názvu. Z kterého... není některý čtenář větší geografický vzdělanec než autor těchto sloupků? min

Z OBSAHU

J. Grygar: Žeň objevů 1987, P. Davies: Fyzika částic pro každého — 1. část (překlad Z. Urban), P. Příhoda: Úkazy na obloze v září 1988

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ

И. Грыгар: Успехи астрономии в 1987 г., П. Дейвис: Физика элементарных частиц для всех — часть I. (перевод З. Урбан), П. Пригода: Явления на небе в сентябре 1988 г.

FROM CONTENTS

J. Grygar: Highlights of Astronomy in 1987, P. Davies: Particle Physics for Everybody — Part I (translated by Z. Urban), P. Příhoda: Phenomena in September 1988

RISE HVĚZD Populárně vědecký astronomický časopis

(ISSN 0035-5550)

vydává ministerstvo kultury ČR v nakladatelství a vydavatelství Panorama Praha

Vedoucí redaktor Eduard Škoda

Redakční rada: doc. RNDr. Jiří Bouška, CSc.; ing. Stanislav Fischer, CSc.; RNDr. Jiří Grygar, CSc.; ing. Marcel Grůn; RNDr. Oldřich Hlad; čl. kor. ČSAV Miroslav Kopecký, RNDr. Pavel Kotrč, CSc.; RNDr. Pavel Koubský, CSc.; ing. Bohumil Maleček, CSc.; RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc.; doc. RNDr. Antonín Mrkos, CSc.; RNDr. Petr Pecina, CSc.; RNDr. Vladimír Porubčan, CSc.; RNDr. Michal Sobotka, CSc.; doc. doc. RNDr. Martin Šolc, CSc.; RNDr. Boris Valníček, DrSc.

Grafická úprava Jaroslav Drahokoupil, sekretářka redakce Irena Novotná.

Tisknou Tiskařské závody, n. p., závod 3, Slezská 13, 120 00 Praha 2.

Vychází dvanáctkrát ročně. Cena jednotlivého čísla Kčs 2,50. Roční předplatné Kčs 30,—. Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Informace o předplatném podá a objednávkou přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS — ÚSD Praha — závod 01 — AOT, Kafkova 19, 180 00 Praha 6, PNS — ÚED Praha — závod 02, Obránců míru 2, 658 07 Brno, PNS — ÚED Praha — závod 03 — Kubánské 1539, 708 72 Ostrava-Poruba. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku, Korpakova 28, 180 00 Praha 6. Adresa redakce: Ríše hvězd, Mrštíkova 23, 100 00 Praha 10, telefon 78 14 823. Toto číslo bylo dáno do tisku 30. 6. 1988, vyšlo 29. 7. 1988.



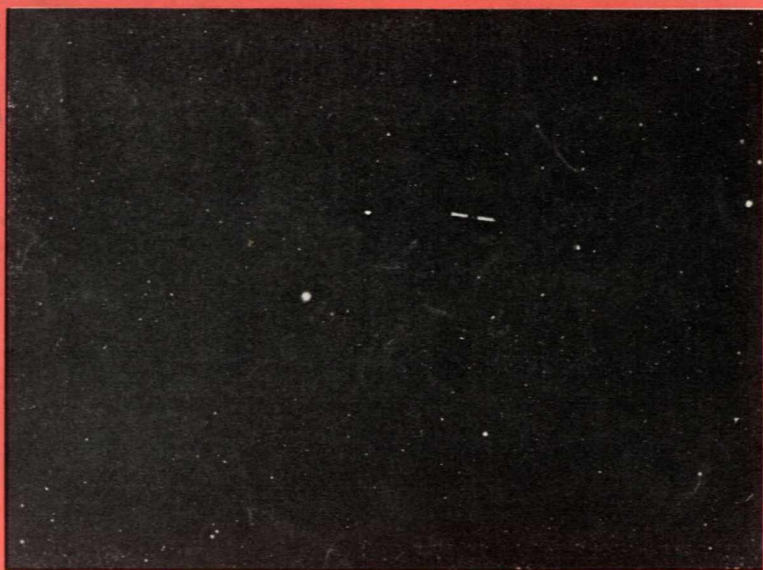
Měsíc, Venuše, Jupiter 20. 2. 1988 začátek série 18^h37^m SEČ
30sekundová expozice po třech minutách. c = 5.6, f = 29 mm,
kinofilm FOMA F 21. Foto: Jan Šafář

PNS-UEO 128 05 PRAHA 1 VEO SPOJ.SLUZBY

4615286

RISE HVEZD
NELAMAT

INDEX 47 261



Dvě fotografie, na nichž je zachycený pohyb Barnardovy hvězdy. Obě byly pořízené na hvězdárně na Skalnatém Plese. První získal Milan Antal před 27 lety, 8. dubna 1961, třicetiminutovou expozicí Tessarem, autorem druhého snímku je Gabriel Červák, který exponoval tentýž objekt astrografem 30/150 na materiál ORWO ZU 21. Doba expozice 10 minut. Za 26 let se hvězda posunula na obloze o 4,48 obloukové minuty. -gč-