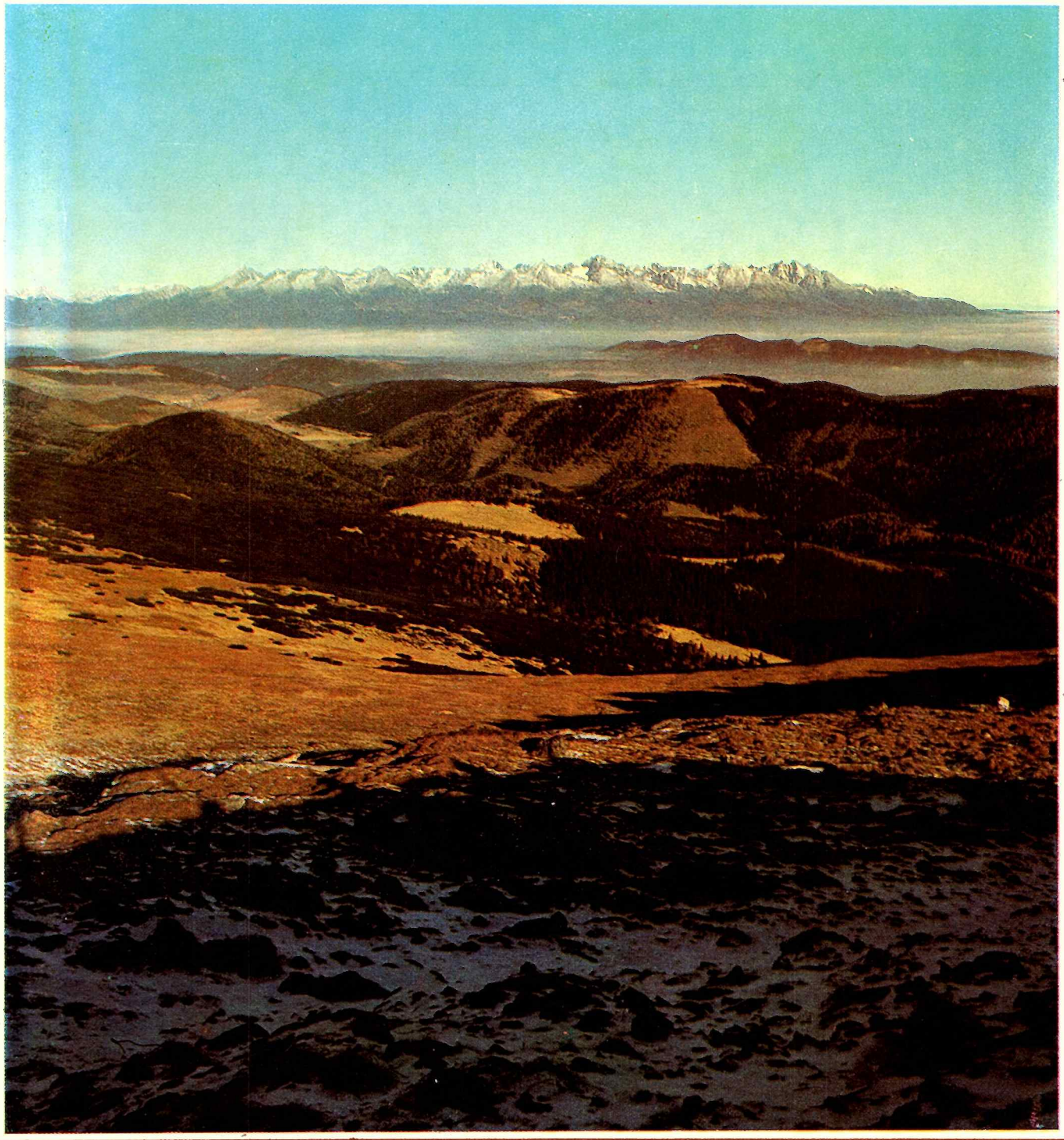
KOZMOS

POPULÁRNO-VEDECKÝ ASTRONOMICKÝ ČASOPIS
SLOVENSKÉHO ÚSTREDIA AMATÉRSKEJ ASTRONÓMIE V HURBANOVE

1987
ROČNÍK XVIII. 2
Kčs 4



KORONÁLNA STANICA AÚ SAV JUBILUJE

SLNKO NA ŠTÍTE

RNDr. VOJTECH RUŠIN, CSc.

Pred viac ako dvadsiatimi piatimi rokmi, posledný januárový deň 1961, „uviazla" v prudkej snehovej búrke tesne pod jedinou podperou na ceste medzi Skalnatým Plesom a Lomnickým štítom v lanovke neveľká skupina ľudí. Kolaudačná komisia stavbu observatória na druhom najvyššom štíte Vysokých Tatier toho dňa neprevzala. Aj o niekoľko týždňov neskoršie však museli kolaudátori prižmúriť obe oči. Rozličných závad bolo na práve dokončenom vysokohorskom observatóriu neúrekom, nebol zavedený ani elektrický prúd. V polárnych podmienkach na nehostinnom observatóriu však už v tom čase pracovala skupina fyzikov (tvrdá zložka kozmického žiarenia sa tu pravidelne registrovala už od r. 1958). „Slniečkári" sa na vrchol „Lomničáku" nasťahovali až neskôr, po kompletnej montáži koronografu, koncom mája 1962. Do jesene sa ešte pretiahlo jemné nastavovanie astronomickej orientácie nového prístroja a jeho spojenia s protuberančným filtrom. Dňa 14. septembra 1962 sa poprvýkrát pozorovali slnečné protuberancie vizuálne aj fotograficky.

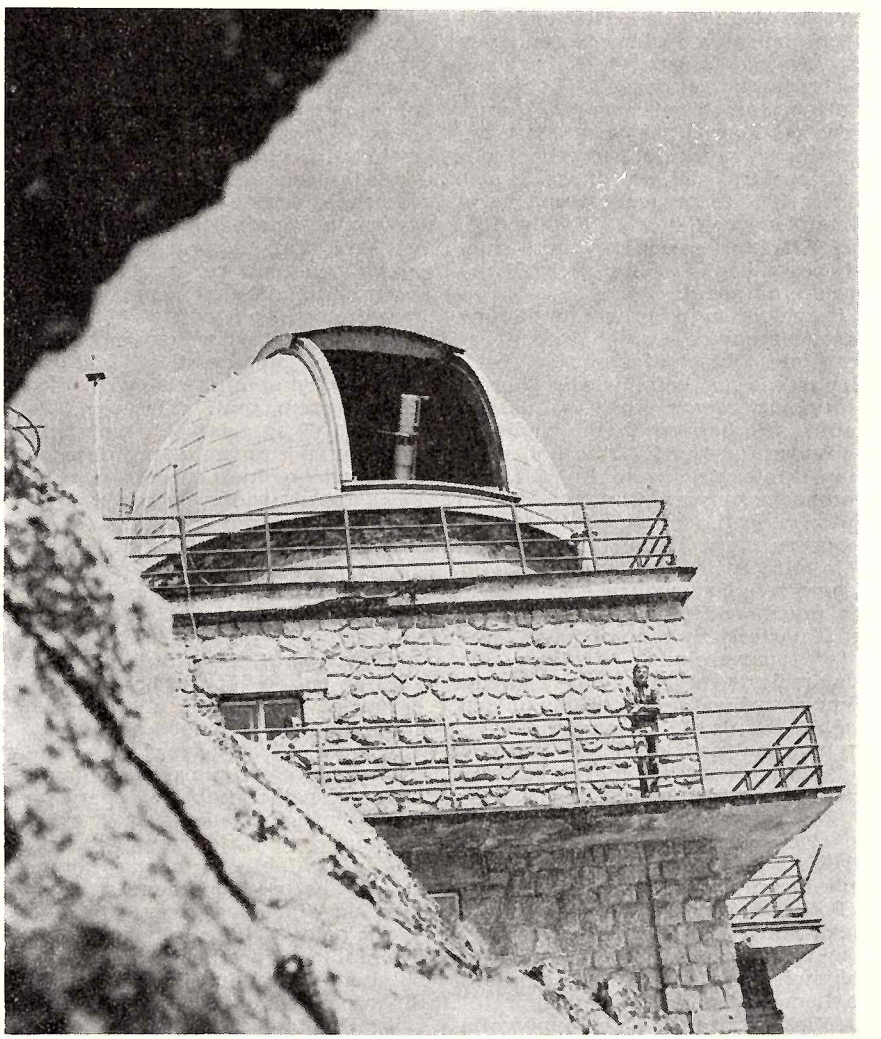
Astronómovia stavajú svoje observatória obvykle vo vyššej nadmorskej výške. Nie kvôli zmenšeniu vzdialenosti ku skúmaným telesám, tých pár stoviek metrov je zanedbateľných, ale najmä preto, že rušivý vplyv zemskej atmosféry sa vo väčších výškach zmenšuje. Platí to najmä pre taký objekt výskumu, akým je slnečná koróna — najvrchnejšia časť slnečnej atmosféry. Subtílne svetlo koróny je však slnečným svetlom, rozptýleným v atmosfére, silne rušené. Výnimkou pre jej pozorovanie vo viditeľnej oblasti spektra sú len krátke okamihy počas úplných zatmení Slnka. V obmedzenom rozsahu výšok a zložiek môžeme korónu pozorovať i prostredníctvom koronografov, umiestnených vo veľkých nadmorských výškach, kde rušivý vplyv atmosféry je značne obmedzený.

Astronómia zapustila korene na Skalnatom Plese vďaka existencii lanovky a aktivite dr. Bečvářa (pozri Kozmos 5/83), pod vedením ktorého sa tu postavila v rokoch 1942—44 hvezdáreň. Mohla sa postaviť rovno na štíte: nie najlepší zdravotný stav dr. Bečvářa, nedostatok kádrov a mimoriadne tvrdé životné podmienky vôbec rozhodli, že sa začalo stavať pri Plese. Okrem pozorovania hviezd, komét a meteorov sa posádka nového observatória sústredila i na pozorovanie Slnka, najmä slnečných škvŕn.

Potreba komplexnejšieho výskumu slnečnej atmosféry, najmä chromosféry a koróny, priaznivá poloha blízkeho Lomnického štítu ako aj vynikajúce úspechy astronómov zo Skalnatého Plesa (Bečvářov Atlas Coeli, objavy nových komét najmä dr. Mrkosom a dr. Pajdušákovou), mimoriadne priaznivé počasie panujúce v tomto období i nástup novej generácie astronómov, oživili myšlienku vybudovať nové observatórium na Lomnickom štíte. Z iniciatívy profesora V. Gutha, profesora D. Ilkoviča a profesora V. Petržílku sa pristúpilo k jeho výstavbe. Potrebu nového observatória na Lomnickom štíte požadovali aj „kozmickí" fyzici, ktorým väčšia nadmorská výška tiež umožňuje lepšie študovať kozmické žiarenie (prvé merania kozmického žiarenia tu urobili prof. J. Dubinský a dr. J. Skřivánek v r. 1952) a skupina pracovníkov z AsÚ ČSAV, študujúca svetlo nočnej oblohy.

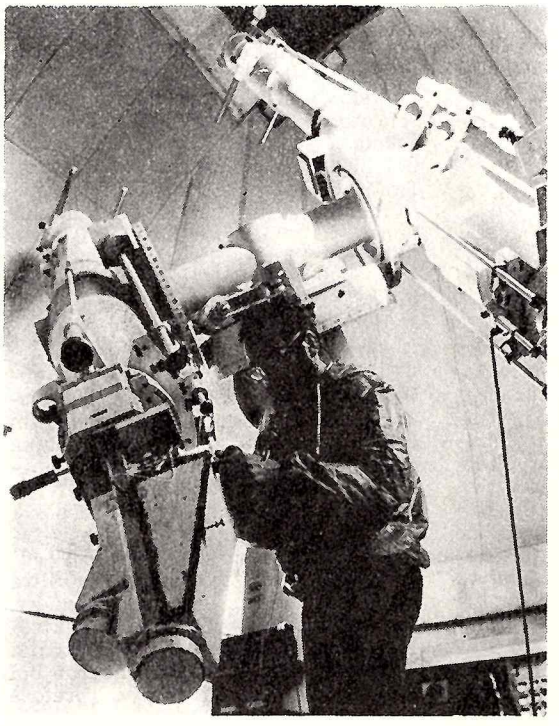
Výstavba nového viacúčelového observatória na Lomnickom Štíte sa začala v r. 1957. Autorom projektu bol profesor Ing. arch. L. Beisetzer, DrSc. Observatórium postavilo Železničné staviteľstvo Žilina s nákladom len málo prevyšujúcim osem miliónov korún. Stavbu financovala Slovenská akadémia vied a po dokončení sa jeho majiteľom stal Astronomický ústav SAV.

Nový koronograf, výrobok firmy VEB Zeiss v Jene mal priemer objektívu 20 cm a ekvivalentnú ohniskovú dĺžku 400 cm. Jeho poslaním v rámci medzinárodnej služby Slnka bolo pozorovanie slnečných protuberancií a slnečnej emisnej koróny vo viditeľnej oblasti spektra. Pre pozorovanie oboch útvarov, okrem samotného ďalekohľadu potrebuje „slniečkár" buď úzkopásmové filtre s priepustnosťou tej vlnovej dĺžky, kde daný objekt žiari, alebo spektrograf, kde môžeme vidieť spektrum skúmaného objektu. Koronograf bol dodaný bez spektrografu, pretože spektrograf malej hmotnosti s dostatočnou disperziou veľké firmy nevyrábajú. Tento handicap odstránila dvojica dr. J. Lexa, v tom čase vedúci koronálnej stanice, ktorý navrhol



◄ **Lomnický štít zo Skalnatého plesa.**
Foto: M. Kamenický

Foto: L. Šajrich



Koronograf a protuberančný ďalekohľad na Lomnickom štíte, kde je najvyššie položené astronomické pracovisko v Československu. Táto dvojica ďalekohľadov umožňuje súčasné pozorovanie koróny a protuberancií.

Foto: L. Kulčár

optickú schému, a J. Sóska, ktorý spektrograf mimoriadne šikovne vyhotovil. Až na novú mriežku s väčšou disperziou sa tento spektrograf používa dodnes. Po odstránení rôznych „múch" v systéme koronograf-spektrograf-fotoaparát k prvému pozorovaniu najjasnejšej zelenej emisnej koronálnej čiary 530,3 nm a červenej koronálnej čiary 637,4 nm (emisia sa pozoruje v červenej oblasti spektra) došlo v dňoch 8. a 9. marca 1964 za prítomnosti manželov Gnevyševovcov z Kislovodska v ZSSR, ktorí mladej, v tomto smere neskúsenej osádke, poskytli neoceniteľnú pomoc.

Pravidelným pozorovaním koróny sa začala nová éra našej slnečnej astronómie. Oblasť výskumu sa rozšírila o korónu, veľmi riedky horúci plazmovitý útvar, ktorý sa dá iba veľmi ťažko pozorovať. Po vynájdení koronografu v r. 1930 sme boli siedmou stanicou na svete, ktorá začala korónu pozorovať. Chuť a elán do práce vzrástli, žiaľ, skúseností so samotným pozorovaním a spracovaním bolo ešte málo. Prejavilo sa to aj v tom, že naše prvé výsledky redakcia renomovaného slnečného časopisu „Quarterly Bulletin of Solar Activity" neuverejnila. Profesor M. Waldmeier, vynikajúci expert na korónu a vydavateľ časopisu nám ich vrátil, že nie sú v poriadku. Podrobná analýza ukázala, že príčinou bola nesprávna fotometria. Chyby spôsobilo minimum slnečnej činnosti, keď intenzita koróny je neobyčajne slabá. Neskúsená posádka nepostrehla tento fakt a z toho vyplynula nereálnosť nameraných údajov.

Počiatočné neúspechy ako i tragická smrť J. Sósku, ktorý pri pešom výstupe na pracovisko tragicky zahynul dňa 14. 10. 1964 spôsobili na Lomnickom štíte dusnú atmosféru. Vleklá kríza dlhodobo ovplyvnila prácu na celom ústave.

V r. 1965 odborným vedením koronálnej stanice bol poverený dr. M. Rybanský, ktorý predložil návrh novej metódy fotometrie. S malou zmenou šírky meracej štrbiny sa používa dodnes. Niektoré postupy tejto metódy odporučila v r. 1967 komisia pre výskum slnečnej aktivity Medzinárodnej astronomickej únie aj ostatným koronálnym staniciam (pravda je totiž taká, že čo stanica, to iná metóda). Počínajúc rokom 1966 naše výsledky meraní intenzity zelenej a červenej koróny publikujú všetky významné slnečné časopisy Tu treba už len dodať, že pracný a zdĺhavý prevod sčernaní cez gradačnú krivku prevzali dnes na seba vylepšený mikrofotometer a počítač M3T 320,0. Záznam môže byť bodový alebo kontinuálny. V budúcnosti sa kvôli presnejšiemu meraniu vlnových dĺžok tento systém spojí s laserom.

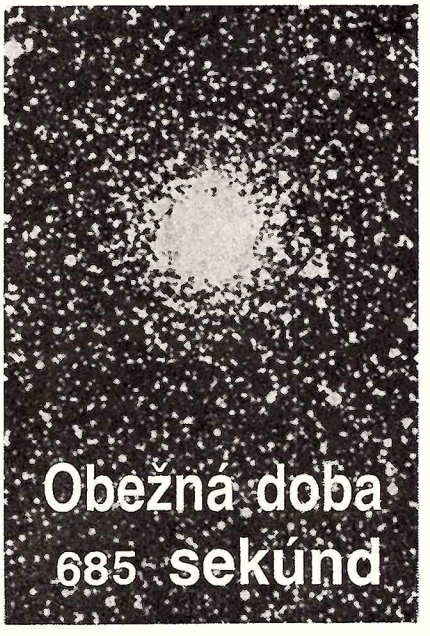
V r. 1967 sa pristúpilo k systematickému pozorovaniu protuberancií okolo celého slnečného disku, začalo sa s pozorovaním emisných čiar 569,4 a 544,6 nm (pozorujú sa len v koronálnych kondenzáciách), prípadne ďalších, zriedkavo sa vyskytujúcich koronálnych čiar. V r. 1970 sa namiesto protizávažia inštaloval vo vlastnej réžii druhý, rovnako veľký koronograf. Umožňuje to temer súčasne pozorovať korónu a protuberancie v rovnakých miestach, kde sú rôzne fyzikálne podmienky. Pokračovala aj modernizácia pomocných prístrojov, napr. ručné exponovanie spektra nahradil aparát reprodukčného zariadenia, ktorý ovláda automatický intervalový spínač. Väčšiu spoľahlivosť chodu koronografu zabezpečil hodinový stroj riadený kryštálom a najmä fotoelektrický pointér, ktorý udrží chod ďalekohľadu s presnosťou na jednu oblúkovú sekundu, čo na povrchu Slnka predstavuje 720 km.

Kvalitu fotografických pozorovaní sa nám v najbližšom čase sotva podarí vylepšiť. Digitálne spracovanie obrazu prevyšuje finančné možnosti ústavu. Významné zlepšenie pozorovania, spracovania, prípadne pozorovania K koróny má zabezpečiť televízny systém (je v štádiu praktických skúšok), ktorý navrhol dr. Rybanský a realizuje ho Ing. Minarovjech. Okrem zvýšenia presnosti a rozšírenia pozorovaní, čas pozorovania v štandardnej výške (40″) sa tým skráti z terajších 15—20 minút na 1—2 minúty. Úspora času umožní využiť aj veľmi krátky interval dobrého počasia, čím sa zvýši počet pozorovacích dní v roku, ktorých je teraz 50—60. Všetky práce spojené s modernizáciou vykonával P. Zimmermann.

Výskum slnečnej koróny pomocou mimozatmeňových koronografov nie je dokonalý. Nedajú sa pozorovať všetky zložky slnečnej koróny, obmedzený je rozsah pozorovanej výšky. Aby naše poznatky o slnečnej koróne boli úplnejšie, realizovali sme 4 expedície za zatmeniami Slnka (1973, 1980, 1981 a 1983) a v programe Interkozmos v projekte Fobos (štart v r. 1988) v rámci experimentu TEREK bude pracovať náš koronograf s vonkajšími clonami (navrhovateľ dr. Rybanský, výrobca Ústav merania a meracej techniky SAV, elektroniku zabezpečuje Ing. Ľ. Chrenka).

Aj keď sa v pozorovaní protuberancií a koróny dosť pokročilo, mnohé problémy, ako vznik, stabilita a eruptívnosť protuberancie, mechanizmus ohrevu koróny, jej časovo-priestorové variácie a urýchľovanie slnečného vetra na supersonickú rýchlosť, vplyv na ionosféru, či jej vzťah k iným prejavom slnečnej aktivity (škvrnám, magnetickému poľu, erupciám), sú stále otvorené. Náš prínos v tejto oblasti astrofyziky začína od základných informácií o intenzite koróny, veľkosti a polohe protuberancií, cez špeciálne spracovanie vyjadrujúce vzťahy medzi protuberanciami a korónou, ich variability s fázou slnečného cyklu a ďalšími prejavmi slnečnej činnosti, rotácie a oscilácií koróny, študovaním a určovaním morfologických a fyzikálnych vlastností bielej a emisnej koróny, podmienkami excitácie argónu v koronálnych podmienkach, a končí novým modelom koróny, či zovšeobecnenou zákonitosťou medzi integrálnym jasom koróny a fázou slnečného cyklu v tomto storočí. V uvedenej tematike sme publikovali okolo 100 vedeckých a odborných prác, predniesli desiatky referátov. Výsledky pozorovaní poslúžili nielen nám, ale aj kolegom z nášho ústavu a v zahraničí.

Slnko je naša najbližšia hviezda. Štúdium jeho vlastností, či už ako celku, alebo jeho jednotlivých zložiek zviazaných gravitáciou alebo magnetickým poľom, nám pomáha poznávať Slnko nielen ako hviezdu, ale určuje ich úlohu v slnečno-zemských vzťahoch, vplyv na biosféru vrátane človeka, učí nás predvídať budúcnosť a aktivitu Slnka na vedeckom základe. Dosiahnuté výsledky nie sú iba bilanciou, suchým konštatovaním úspešnej prítomnosti, ale zárukou a záväzkom pre našu ďalšiu prácu.



Astronomickú verejnosť vzrušila správa uverejnená v časopise Nature 11. septembra 1986 o objave röntgenovej dvojhviezdy s doteraz najkratšou známou obežnou dobou. O objave referovali W. Priedhorski, L. Stella a N. E. White na mítingu IAU v Leicestri.

Röntgenový zdroj 4U1820-30 sa nachádza v jadre guľovej hviezdokopy NGC 6624. Autori ho pozorovali štyrikrát v rokoch 1984—85 pomocou röntgenovej družice EXOSAT. Hoci sa röntgenový tok mení len o 3 %, perióda 685 sekúnd je bezpečne dokázaná vo všetkých štyroch pozorovaniach. Navyše, objavenú periódu potvrdzujú aj staršie pozorovania tohto objektu získané pomocou družice SAS-3 r. 1976.

Podobná premennosť röntgenového toku sa bežne vysvetľuje ako prejav rotácie neutrónovej hviezdy, ktorej os magnetického poľa je naklonená voči rotačnej osi hviezdy. Ak je takáto neutrónová hviezda zložkou dvojhviezdy, hmota uvoľňovaná primárnou zložkou interaguje s rotujúcim magnetickým poľom a preto tok röntgenového žiarenia kolíše s periódou rotácie neutrónovej hviezdy. V prípade 4U1820-30 však toto vysvetlenie neobstojí, lebo v tejto sústave by podľa doterajších predstáv nemal existovať objekt so silným magnetickým poľom. Objekt totiž patrí do skupiny tridsiatich zdrojov s nepravidelnými röntgenovými vzplanutiami, ktoré sú vyvolané nukleárnymi výbuchmi hmoty dopadajúcej na povrch neutrónovej hviezdy — a takýto jav môže nastať len vtedy, ak neutrónová hviezda nemá silné magnetické pole. Okrem toho, ak by sa na povrch neutrónovej hviezdy dostávala látka akréciou z druhej zložky dvojhviezdy, musela by neutrónová hviezda zväčšovať uhlový moment v dôsledku dopadajúcej hmoty a tým by sa rotačná perióda skracovala. V prípade tohto objektu sa však zmena periódy od roku 1976 až po rok 1985 nepozorovala. Navyše, zatiaľ u žiadneho z tridsiatich podobných zdrojov sa nepozorovala takáto pravidelná krátkodobá premennosť.

Pozorovaná stabilita periódy je charakteristická pre obežnú dráhu dvojhviezdy. Ak teda ide o dvojhviezdu, je to skutočne unikátny systém a jeho existencia sa nedá vysvetliť súčasnými teóriami o vývoji dvojhviezd. Zložky dvojhviezdy s obežnou dobou 685 sekúnd by museli byť od seba vzdialené len na jednu sedminu polomeru Slnka (necelých 100 000 km!) a hmotnosť neviditeľnej zložky by bola iba sedem stotín hmotnosti Slnka (asi $1{,}4 \cdot 10^{29}$ kg).

W. Priedhorski so spolupracovníkmi predložili originálne vysvetlenie pozorovaných javov a vývoja systému až po súčasný stav. Zdroj 4U1820-30 sa nachádza v jadre guľovej hviezdokopy, kde je sústredených do relatívne malého objemu niekoľko stotisíc veľmi starých hviezd. V takýchto podmienkach je veľmi pravdepodobné, že dve hviezdy vplyvom vzájomnej gravitácie vytvoria dvojhviezdny pár. Vývoj systému by potom mohol byť takýto: Neutrónová hviezda svojou gravitáciou zachytila červeného obra s malou hmotnosťou. Obor má jadro z degenerovaného hélia (zárodok bieleho trpaslíka), obklopené riedkou rozsiahlou atmosférou, ktorá siaha až za obežnú dráhu neutrónovej hviezdy. Obeh neutrónovej hviezdy okolo jadra sa v atmosfére brzdil a vzdialenosť oboch hviezd sa sústavne zmenšovala. Súčasne s tým sa atmosféra obra pohybom neutrónovej hviezdy silne zahrievala a rozpínala až do úplného rozplynutia. V ďalšom vývoji došlo k strate obežného uhlového momentu gravitačným vyžarovaním, k ďalšiemu skracovaniu obežnej doby a zmenšovaniu vzájomnej vzdialenosti až do takej miery, že neutrónová hviezda doslova vysáva látku z atmosféry bieleho trpaslíka. Interakcia tejto látky s povrchom neutrónovej hviezdy vyvoláva röntgenové žiarenie, ktorého tok je modulovaný obehom okolo bieleho trpaslíka. Nepravidelnosti v akrécii potom spôsobujú občasné jasné röntgenové vzplanutia objektu 4U1820-30.

J. Žižňovský

Otázka vzniku galaxií je mimoriadne závažný, a pritom stále ešte nedoriešený problém mimogalaktickej astronómie i kozmológie. Ani jedna z dosiaľ predložených teórií nedokáže vysvetliť viaceré novšie pozorované fakty, napr., že relatívne zastúpenie ťažkých prvkov v galaxiách je tým väčšie, čím je hmotnosť galaxií väčšia; že približne polovica celej hmotnosti ťažkých prvkov sa nachádza v horúcom medzigalaktickom plyne; že v obrích galaxiách, akou je aj naša, je niekoľko typov hviezdnych populácií, odlišných vekom i chemickým zložením.

Skupina pracovníkov Rostovskej štátnej univerzity pod vedením A. A. Sučkova na vysvetlenie všetkých týchto faktov navrhla nový model vzniku galaxií, v ktorom možno rozlíšiť štyri fázy:

1. na začiatku (tak ako v klasických" modeloch) nastáva kontrakcia plynovej protogalaxie, na hviezdy sa však pritom premieňa len malá časť plynu;
2. V nasledujúcej fáze sa obohacuje protogalaxia ťažkými prvkami, ktoré vznikli pri výbuchoch supernov prvého pokolenia hviezd, pričom supernovy zvýšia teplotu protogalaxie na 10^7—10^8 K; chemické zloženie plynu sa stane „normálnym";
3. protogalaxia sa tým stáva „horúcou", namiesto jej kontrakcie nastáva expanzia a proces vzniku hviezd sa zastaví; časť plynu pritom uniká do medzigalaktického priestoru, v ktorom tak vznikne pozorovaný horúci plyn s normálnym chemickým zložením;
4. zvyšná časť plynu sa v priebehu miliárd rokov ochladí, protogalaxia sa opäť zmenší a začne druhý cyklus vzniku hviezd, teraz už z látky s chemickým zložením blízkym dnešnému.

V obrích galaxiách tak vznikajú dve skupiny hviezd, silno sa líšiacich vekom i chemickým zložením. V trpasličích galaxiách po štádiu horúcej protogalaxie sa plyn neudrží, v takýchto galaxiách sú preto iba hviezdy prvého pokolenia, s deficitom ťažkých prvkov.

Podmienkou platnosti uvedeného modelu je, aby v galaxiách existovala „skrytá" hmota. Výpočty pritom ukázali, že v horúcej protogalaxii sa vytvára husté a chladné, ostro ohraničené jadro, v ktorom môže proces vzniku hviezd pokračovať. Okolo jadra je riedky horúci obal, ktorý sa nemení v priebehu 2—3 miliárd rokov po „zahriatí" protogalaxie a ktorý môže vysvetliť existenciu nedávno zistených horúcich korón okolo galaxií.

Priroda 8/86
— šť —

Halleyova kométa na heidelberskom sympóziu

Článok ilustrujeme snímkami Halleyovej kométy, získanými pomocou 40 cm astrografu Gissarského observatória (Tadžická SSR). Na predošlej strane záber z 10. januára 1986 o 14^h 5^{min} UT. Na 40-minútovej expozícii sa jasne vyníma odtrhnutie plazmového chvosta kométy. V ten istý deň zachytili tento úkaz aj naše observatóriá — na Skalnatom Plese, v Modre i na Kleti. Snímku z Klete (na snímke dolu), ktorá bola exponovaná o 3^h neskôr než tento záber, sme uverejnili v Kozmose 4/1986 a porovnaním oboch fotografií pekne vidno zmenu polohy odtrhnutej časti chvosta. Fotografia hore, v titulku článku je ešte zo 14. decembra 1985, keď bola kométa na dráhe medzi Marsom a Zemou. Aj táto snímka je exponovaná 40 minút.

Ľ. KRESÁK

V roku 1986 vyvrcholil jedinečný program medzinárodnej spolupráce v astronómii — spoločný výskum Halleyovej kométy. Jeho hlavné udalosti možno zhrnúť asi takto: január — najlepšie podmienky pozorovania zo severnej zemskej pologule; február — najväčšie priblíženie kométy k Slnku; marec — stretnutie kométy so sondami Vega 1, Vega 2 a Giotto; apríl — najlepšie podmienky pozorovania z južnej pologule; máj — osobitné vydanie časopisu Nature s prvými výsledkami kometárnych sond. Po nich v októbri 1986 nasledovalo veľké medzinárodné sympózium v Heidelbergu, venované výmene prvých obsiahlejších informácií o doterajších výsledkoch výskumu.

VÝSLEDKY SPOLUPRÁCE

Pre vyše 500 astronómov, ktorí koncom októbra 1986 pricestovali do historického Heidelbergu z vyše 30 krajín všetkých kontinentov, bolo toto stretnutie predovšetkým výletom do nedávnej minulosti: do prvých dvoch týždňov marca, keď sa po prvý raz ľudstvu otvoril pohľad na kométu zblízka. Hlavní aktéri tejto udalosti — sondy Vega a Giotto — vítali účastníkov sympózia už pri vchode do kongresovej haly v podobe verných modelov v skutočnej veľkosti. V hale boli na paneloch vystavené snímky, ktoré o rok skôr boli iba snom, a ktoré podstatne spresnili predstavy ľudstva o kométach. Nielen merania pomocou sond, ale aj pozorovania zo Zeme priniesli kvalitatívne nové poznatky. Ľahko si to možno predstaviť, keď si uvedomíme, kde bola veda a technika pri poslednom návrate Halleyovej kométy v roku 1910, a kde sú dnes. Osobitné ovzdušie dodávalo sympóziu vedomie, že ešte nikdy v minulosti sa vo výskume tak úspešne neuplatnila medzinárodná spolupráca, ktorá je tak potrebná v dnešnom rozdelenom svete. Len na ilustráciu: z 364 referátov malo 39 % spoluautorov z viacerých krajín, 9 % zo socialistických a nesocialistických štátov a 7 % z viac ako troch štátov.

Medzinárodná spolupráca umožnila prekročiť dve hlavné prekážky výskumu Halleyovej kométy. Prvou z nich boli problémy s navigáciou sond do optimálnej vzdialenosti a smeru od kometárneho jadra, ktorú by neboli mohli zaručiť ani najpresnejšie pozorovania zo Zeme. Pre tento cieľ, ktorý pripadol západoeurópskej sonde Giotto, sa spojilo úsilie troch najväčších svetových agentúr pre kozmický výskum v projekte Lodivod (Locman/Pathfinder). INTERKOZMOS sa postaral o presné merania polohy kométy z približujúcich sa sond Vega 1 a Vega 2. Merania sa osobitnou pria-

mou linkou medzi Moskvou a Darmstadtom okamžite odovzdávali do operačného centra Giotta. NASA sa postarala o určovanie polôh sond troma 64-metrovými rádioteleskopmi interferometriou na dlhej základni, z troch kontinentov (Goldstone — Madrid — Canberra). ESA podľa toho upravovala pohyb sondy do cieľového bodu. Všetko fungovalo výborne, a tak konečná poloha Giotta — 600 km od kometárneho jadra na Slnkom osvetlenej strane — sa dosiahla s presnosťou, zodpovedajúcou niekoľkým desatinám sekundy vo vzájomnom pohybe. Ako sa potom ukázalo, bola to skutočne minimálna vzdialenosť, pod ktorou by už prudké nárazy prachových čiastočiek asi celkom vyradili sondu z činnosti. 1130 km od jadra, iba 14 sekúnd pred dosiahnutím najmenšej vzdialenosti, takýto náraz mierne rozkolísal os sondy a prerušil jej spojenie so Zemou prostredníctvom úzko nasmerovanej antény. Spojenie sa obnovilo stlmením výkyvov sondy na pokyn zo Zeme až po 32 minútach, pričom polovicu z tohto času zabrala cesta signálov zo sondy na Zem a späť. Ani Vega 1 neušla vážnemu poškodeniu, keď v podstatne väčšej vzdialenosti od jadra vnikla do výtrysku plynu a prachu. V tejto kritickej situácii dokázala svoju kvalitu pohyblivá plošina čs. výroby, ktorá zaistila náhradné zameriavanie prístrojov na kométu.

Druhým kritickým problémom bolo súvislé sledovanie procesov v kome a chvoste v obdobiach, keď kométa bola v nevýhodnej polohe voči Zemi. Z tohto hľadiska bol návrat Halleyovej kométy v roku 1986 najnepriaznivejší zo všetkých 30 návratov za posledných 2200 rokov. Tri dni pred perihéliom prešla kométa za Slnkom a temer po dva týždne predtým a potom sa vôbec nedala pozorovať. Po viac ako dva mesiace sa zo žiadneho miesta na Zemi nedala pozorovať dlhšie ako hodinu. Napríklad u nás v druhej polovici apríla, keď bola veľmi jasná a prakticky na vrchole vývoja, vôbec nevyšla nad obzor — ani cez deň. Medzery v sledovaní kométy bolo možné odstrániť alebo aspoň zúžiť iba tak, že si rôzne observatóriá rozmiestnené vo všetkých zemepisných dĺžkach, s rotáciou Zeme kométu odovzdávali od východu na západ. Na jar 1986 sa rad expedícií presunul na južnú pologuľu, pravda, s obmedzeniami, danými nemožnosťou sťahovať veľké prístroje. Po prvý raz v histórii sa uskutočnili náročnejšie astronomické pozorovania aj z Antarktídy a z viacerých ostrovov južných morí. Tam tiež pracovalo Kuiperovo lietajúce observatórium, ktoré pred rokmi vstúpilo do histórie objavom Uránových prstencov.

HEIDELBERSKÉ STRETNUTIE

V týždni pred sympóziom sa konali v Mníchove, Lindau a Heidelbergu tri niekoľkodenné pracovné porady, ktorých hlavným cieľom bolo porovnanie výsledkov, získaných rôznymi kolektívmi v troch najatraktívnejších oblastiach výskumu: v obrazových záznamoch, vo výskume plynu a plazmy, a vo výskume prachu. Každej z nich sa zúčastnilo do 100 astronómov. Potom cez sobotu a nedeľu zasadali v Heidelbergu riadiace orgány medzinárodného programu pozemských pozorovaní International Halley Watch (IHW). Zaoberali sa najmä súčasným stavom zberu a vyhodnocovania pozemských pozorovaní. Bilanciu za jednotlivé disciplíny IHW udáva nasledujúca tabuľka. Prvý údaj vždy predstavuje počet jednotlivých pozorovaní, zozbieraných do začiatku októbra 1986; druhý údaj je odhad konečného počtu na konci kampane:

astrometria	5 800	6 500
okolie jadra	5 000	6 000
veľkoškálové javy	2 000	6 700
meteory	10 000	20 000
fotometria a polarimetria	41 000	55 000
spektroskopia	9 600	19 000
infračervená astronómia	1 100	2 500
rádioastronómia	2 000	2 200

V reči počítačov predstavuje zozbieraný materiál 21 Gigabytov a očakávaný 40 Gigabytov, pravda, bez meraní na kozmických sondách. Príbuzný projekt sledovania kométy Giacobini-Zinner, spojený s jej stretnutím so sondou ICE, zozbieral v porovnaní s Halleyovou kométou asi 2 % materiálu; iba v astrometrii to bolo 15 %. Aj v klasických metódach pozorovania ide o počty v histórii nevídané: ako 6 000 presných určení polohy pre výpočet dráhy, alebo 5 000 vizuálnych odhadov jasnosti od 180 pozorovateľov pre zostrojenie svetelnej krivky. Výsledky založené na takejto veľkej štatistike bude možné veľmi dobre využiť aj pri skúmaní iných komét analýzou presnosti, systematických chýb, prístrojových faktorov atď.

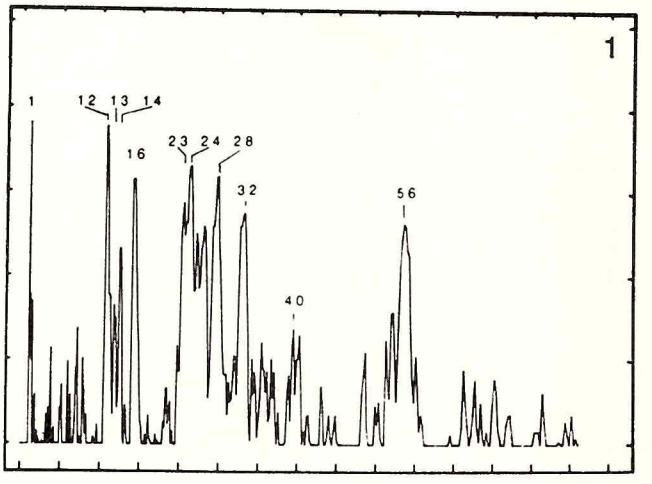
Obrovské množstvo dát postavilo riadiace centrá IHW pred neľahký problém — nielen s ich spracovaním, ale aj s ich publikáciou. Účastníkom pozorovaní, ktorých je asi 1 000, sa už na začiatku prisľúbilo, že dostanú po skončení kampane podrobné tlačené výťahy z archívu. Dnes sa však ukazuje, že takáto príručka by pri pôvodne predpokladanom obsahu zabrala asi 30 000 strán, čiže desiatky hrubých kníh; a že by len poštovné na rozposlanie predstavovalo astronomickú sumu. Dosiaľ sa nepodarilo nájsť náhradné riešenie, ktoré by všetkým vyhovovalo.

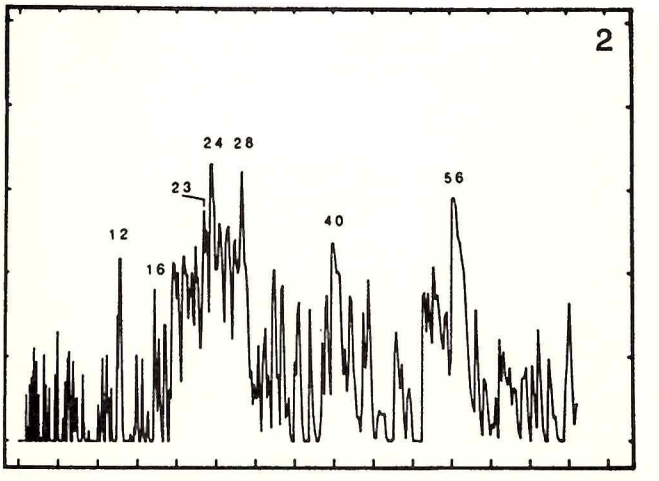
Zatiaľ čo pozorovania z kometárnych sond sú už z veľkej časti

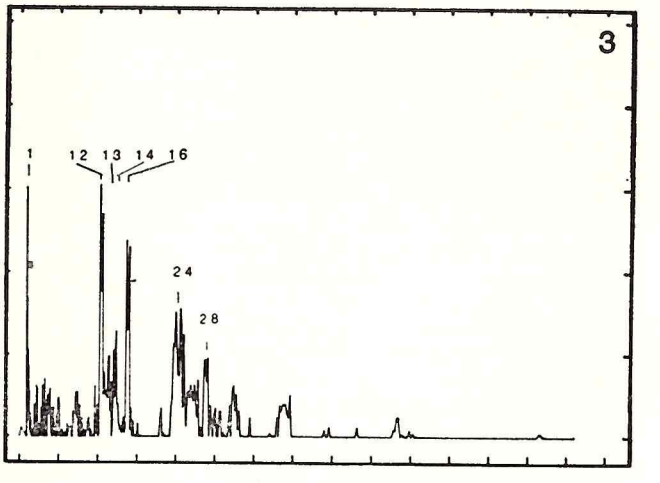
Kométy a Heidelberg

Heidelberg nebol pre toto stretnutie z viacerých uchádzačov vybraný náhodne. Toto neveľké mesto v NSR, so starou známou univerzitou, je úzko spojené s históriou i súčasnosťou astronomického výskumu, a osobitne s Halleyovou kométou. Prvé pozorovanie tejto kométy pri jej minulom návrate k Slnku získal 11. septembra 1909 Max Wolf práve v Heidelbergu.

Wolf bol priekopníkom využívania fotografických metód v astronómii, do ktorých zaviedol mnohostranné využívanie ďalekohľadov so širokým zorným poľom. Spoločne s J. Palisom zostavil fotografický atlas vybraných oblastí oblohy; objavil rozsiahle medzihviezdne mračná v Mliečnej ceste; navrhol a prvý použil metódu na určovanie ich vzdialeností z rozdelenia hviezd podľa jasnosti i stereoskopickú metódu na vyhľadávanie hviezd s veľkým vlastným pohybom. Najviac sa však uplatnil vo výskume asteroidov. 22. 12. 1891 sa mu podaril, ako prvému na svete, fotografický objav malej planéty 323 Brucia. Jeho metóda čoskoro ovládla pole pri objavoch podobných telies. V rokoch 1900—1925 tvoril podiel objavov z Heidelbergu plné dve tretiny celosvetovej bilancie a ešte aj dnes, keď už dávno prevzali vedúcu úlohu lepšie položené a vybavené observatóriá, tvorí viac ako 20 %. Medzi heidelberskými objavmi bolo všetkých 12 prvých známych Trójanov (najvzdialenejších asteroidov, obiehajúcich v stabilných dráhach približne po dráhe Jupitera — dnes ich už poznáme temer 100), i prvý známy asteroid typu Apollo (s dráhou zasahujúcou až do vnútra dráhy Zeme — dnes ich už poznáme vyše 40). Z 85 periodických komét pozorovaných pri viac ako jednom návrate sa v Heidelbergu našlo 5: P/Wolf (1884), P/Kopff (1906), P/Wolf-Harrington (1924), P/Reinmuth 1 (1928) a P/Reinmuth 2 (1947). V archívoch observatória sa dodatočne našla aj prvá snímka najvzdialenejšej a asi aj najväčšej známej periodickej kométy P/Schwassmann-







Hmotové spektrá troch prachových čiastočiek, zmerané analyzátorom PUMA-1 na sonde Vega 1. Číslice udávajú atómovú hmotnosť, čím identifikujú jednotlivé prítomné chemické prvky: 1 — vodík, 12 — uhlík, 14 — dusík, 16 — kyslík, 23 — sodík, 24 — horčík, 28 — kremík, 32 — síra, 40 — vápnik, 56 — železo. Prvá čiastočka má najbežnejšie zloženie, pozorované v temer 80 % prípadov, druhá má zloženie zhodné s uhlíkatými chondritmi C1, tretia je zložená temer výlučne z ľahkých prvkov, bez minerálov.

spracované, pozemské pozorovania, vykonané na rôznych miestach, rôznymi prístrojmi a metódami, sú zväčša v štádiu predbežného porovnávania, kalibrácie a digitalizácie. Vrchol toku informácií možno očakávať až asi o dva roky. Preto tiež heidelberské referáty jednotlivých skupín pozorovateľov predstavovali skôr iba čriepky, z ktorých sa postupne bude zostavovať obraz o kome a chvoste kométy, ich zmenách a interakciách s okolitým prostredím. Nie je však bez zaujímavosti pozrieť sa na rozdelenie 364 referátov, podľa hlavných zdrojov ich poznatkov:

sondy Vega	13 %
sonda Giotto	14 %
iné sondy (ICE, Suisei, Sakigake)	6 %
umelé družice, rakety a lietadlá	5 %
pozemské pozorovania Halleyovej kométy	38 %
pozemské laboratóriá	1 %
iné zdroje a teoretické práce	23 %

Neočakávane veľká účasť vyše 500 astronómov a množstvo prihlásených referátov sa len ťažko dali zvládnuť v jedinom týždni. Hoci sa denne zasadalo najmenej 8 hodín, museli sa zaradiť paralelné zasadania vo dvoch sálach, čo sťažovalo celkový prehľad o najdôležitejších výsledkoch. Tretina príspevkov sa predkladala iba v písomnej a obrazovej forme na paneloch, pri ktorých autori vo vyhradených prestávkach na kávu odpovedali záujemcom na otázky. Čas vymedzený pre jednotlivé prednášky sa oproti plánu skrátil z 15 minút na 10, vrátane diskusie; a keďže mnohí prednášatelia nedokázali včas skončiť, diskusia zväčša celkom odpadla. Tým ťažšie je celé sympózium zhodnotiť a vybrať najzaujímavejšie z 364 príspevkov.

Pretože Kozmos uverejnil v nedávnych číslach podrobné články o prístrojovom vybavení a programe kometárnych sond Vega a Giotto (č. 1/86, str. 6—12), o ich

---

-Wachmann 1, získaná roku 1902, plných 25 rokov pred jej objavom.

Keď sa časom začali budovať hvezdárne na klimaticky výhodnejších miestach, význam observatória na kopci Königstuhl priamo nad Heidelbergom poklesol. Dnes funguje ako krajská hvezdáreň, v ktorej veľkú časť pracovnej náplne tvorí konštrukcia špeciálnych prístrojov pre iné observatóriá. V meste však vznikli nové ústavy, ktoré Heidelbergu nielen zachovávajú významné postavenie v astronómii, ale pravdepodobne aj najväčší počet profesionálnych astronómov na svete v meste podobnej veľkosti (130 000 obyvateľov).

Spracovanie obrovského množstva dát si najskôr vyžiadalo založenie Astronomického výpočtového ústavu (ARI Heidelberg). Tento ústav sa stal známym najmä prácami z astrodynamiky a pozičnej astronómie. Po dlhý čas vydával ročenku Astronomischer Jahresbericht, ktorá bola základným zdrojom informácií o telesách slnečnej sústavy. Po prechode na modernú výpočtovú techniku vzniklo na ústave najvýznamnejšie svetové astronomické informačné centrum. Od roku 1969 sa tu vydáva obsiahly bibliografický prehľad Astronomy and Astrophysics Abstracts. Spočiatku každý zväzok obsahoval výťahy z asi 6000 astronomických prác, vydaných na celom svete za posledných 6 mesiacov. Dnes sa už tento počet priblížil ku 10 000 a celkový materiál v 40 zväzkoch prekročil štvrť milióna prác!

Najväčším a najmladším pracoviskom Heidelbergu je Ústav Maxa Plancka pre jadrovú fyziku, ktorý časťou svojej náplne pokrýva nové oblasti astrofyziky. Jeho výborne vybavené laboratóriá vynikli napr. najpresnejšími metódami na výskum zloženia a veku meteoritov a na simuláciu bombardovania detektorov kozmickými rýchlosťami (až do 20 km/s). Viaceré meteority z pražského Národného múzea už prešli týmito laboratóriami, medzi nimi aj prvý meteorit na svete s fotograficky určenou dráhou — Příbram z r. 1959. Na ústave Maxa Plancka sa spracúvali aj mnohé údaje z umelých družíc a kozmických sond, medzi nimi aj niektoré merania z Vegy 1, Vegy 2 a Giotta.

stretnutiach s Halleyovou kométou (4/86, str. 116—121) i o Whipplovom ľadovom modeli komét (2/86, str. 39—44), bude asi najlepšie sumarizovať náš súčasný stav poznatkov o Halleyovej kométe a novinky, ktoré menia náš doterajší obraz o nej a o kométach vôbec.

HALLEYOVA KOMÉTA, AKO JU VIDÍME DNES

Na sériách televíznych snímok z Vegy 1, Vegy 2 a Giotta sa napriek hustému obalu z unikajúceho plynu a prachu podarilo rozlíšiť okraje jadra. Obrysy, ktoré na pôvodných nespracovaných snímkach neboli vôbec zreteľné, sa jasnejšie ukázali až v neskorších fázach počítačového vyhodnotenia. K rekonštrukcii tvaru jadra prispela skutočnosť, že ho tri sondy snímali z rôznych smerov a že sa uhol ich pohľadu počas preletu postupne menil. Na nešťastie medzi priblížením Vegy 2 a Giotta sa kométa temer presne dva razy otočila okolo osi, takže hranica medzi osvetlenou a neosvetlenou stranou jadra bola v temer rovnakej polohe. Niektoré časti povrchu sú preto známe presnejšie ako iné.

Pôvodné odhady rozmerov jadra boli z Giotta väčšie ako z Vegy; definitívne hodnoty ležia medzi nimi. Jadro má rozmery asi 8 × × 8 × 16 km, zhruba dva razy väčšie ako sa očakávalo pred jeho stretnutím so sondami. Nemá ani zďaleka jednoduchý tvar rotačného elipsoidu; skôr pripomína nepravidelný zemiak alebo neolúpaný búrsky oriešok. Odhady jeho celkového objemu sa pohybujú medzi 400 a 700 km^3; pri posudzovaní zostávajúcej neistoty si treba uvedomiť, že zväčšenie rozmerov o 10 % predstavuje zväčšenie objemu o celú tretinu. K neistote prispievajú najmä oblasti, ktoré boli pri pozorovaniach v tieni a na odvrátenej strane jadra. Hmotnosť jadra nie je známa, pretože v pohybe sond nemohlo vyvolať merateľné poruchy. Začína však prevládať názor, že jeho priemerná hustota je nižšia ako predtým predpokladaný 1 až 1,5 g/cm^3. Niektoré nové nepriame odhady pripúšťajú aj menej ako 0,1—0,2 g/cm^3, čo by vyžadovalo veľmi poréznu štruktúru.

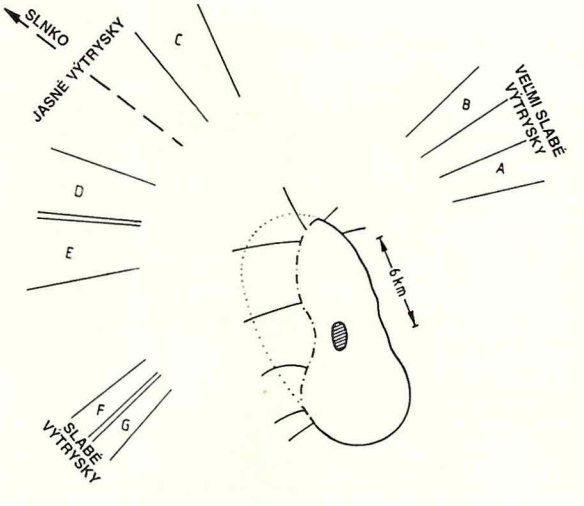
Ako sa očakávalo, prevláda v kométe vodný ľad. Od tradičného modelu špinavej snehovej gule sa však jadro líši nielen tavrom, ale aj farbou. Je veľmi tmavé, tmavošedé až tmavohnedé a celkom matné, bez lesklých plôch. Odrazová schopnosť je nižšia ako 5 %, čo zodpovedá najtmavším známym objektom slnečnej sústavy. Spektrum je veľmi ploché, prakticky rovnaké ako spektrá telies typu D a P vo vonkajšom pásme malých planét. Na povrchu jadra sú nehomogenity veľkých rozmerov, ktoré zrejme prechádzajú dosť hlboko do jeho vnútra; možno, že ide o niečo ako zlepenec viacerých väčších telies.

Rotačná doba jadra je podľa pozemských meraní asi 54 hodín, ale vo výtryskoch plynu a prachu sa prejavuje perióda 7,4 dňa, ktorá možno súvisí s precesiou rotačnej osi. Jedna z polovíc pozdĺžneho jadra je celkove nepravidelnejšia, svetlejšia a aktívnejšia ako druhá. Veľká časť povrchu je pokrytá nepriepustnou kôrou, ale odhady pomernej veľkosti jeho aktívnej časti sa líšia: od podstatne menej ako 10 % až do 50 %. Už menej sa líšia odhady pomeru unikajúceho množstva prachu a plynu — od 2:1 do 5:1, a pravdepodobne je tento pomer aj v skutočnosti premenlivý. Povrch jadra pripomína skôr sopečnú krajinu ako už prekonanú predstavu snehovej gule. Jeho jednotlivé detaily sa dajú len veľmi ťažko rozlíšiť. Ako sa zlomy a krátery v kôre rotáciou dostávajú do dosahu slnečných lúčov, periodicky sa obnovuje ich aktivita. Hrubé mapovanie aktívnych oblastí v mnohom pripomína výsledky odvodené z pozorovaní pri minulom návrate kométy v roku 1910. Aktívne centré teda zostávajú na približne rovnakých miestach aj po viac obehov. Tieto poznatky vrhajú nové svetlo na príčiny náhlych výbuchov niektorých komét a opodstatňujú záver, že aktivita kométy sa môže aj na dlhý čas prerušiť a potom zasa obnoviť. Máme teda nový argument v prospech kometárneho pôvodu niektorých asteroidov.

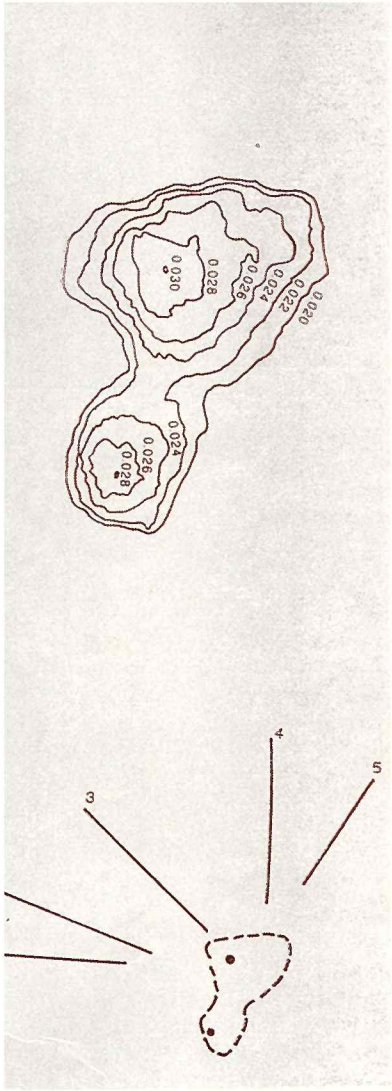
Výtrysky hmoty z jadra len do určitých smerov spôsobili, že prostredie, ktorým prechádzala Vega 1, Vega 2 a Giotto, bolo odlišné, a preto sa aj merané toky podstatne líšia. Na sodne Giotto, ktorá sa ku kométe priblížila až na 600 km v pomerne pokojnej oblasti, bol celkový dopad asi 0,12 g/m^2. Neočakávane vysoký bol počet najmenších čiastočiek s rozmermi pod desaťtisícinu milimetra a meranými hmotnosťami až pod 10^{-16} g. Najväčšie čiastočky zaregistrované na plochách detektorov mali rozmery asi desatinu milimetra. Žiaľ, ku trom najsilnejším nárazom na Giotto, ktoré nezasiahli priamo detektory, ale vyvolali chvenie antény, chýba presnejšia kalibrácia.

Rozličnými metódami sa podarilo v kométe identifikovať do 30 rôznych druhov atómov, molekúl a iónov. Niektoré merania naznačujú, že sú prítomné aj zložitejšie molekuly, ktoré už označujeme ako organické. Chemické zloženie jednotlivých prachových čiastočiek je neočakávane pestré, s rozdielmi v pomernom zastúpení rôznych prvkov až 1:1000. Niektoré pripomínajú zloženie vzácnych meteoritov, označovaných ako uhlíkaté chondrity, iné sú zložené prevažne z ľahkých prvkov, a niektoré sa vyskytujú v stovkách analyzovaných čiastočiek iba v jednom-dvoch exemplároch. Merania izotopického zloženia (najmä C12/C13) nedosiahli takú presnosť, aby sa dal dokázať ich súhlas s pomermi v slnečnej sústave alebo v galaktickom prostredí. Celkove nehomogenita jadra svedčí v prospech jeho vzniku vo vnútornej časti slnečnej sústavy, kým nízka hustota — dosiaľ s istotou nedokázaná — by skôr preferovala vzdialenejšie oblasti.

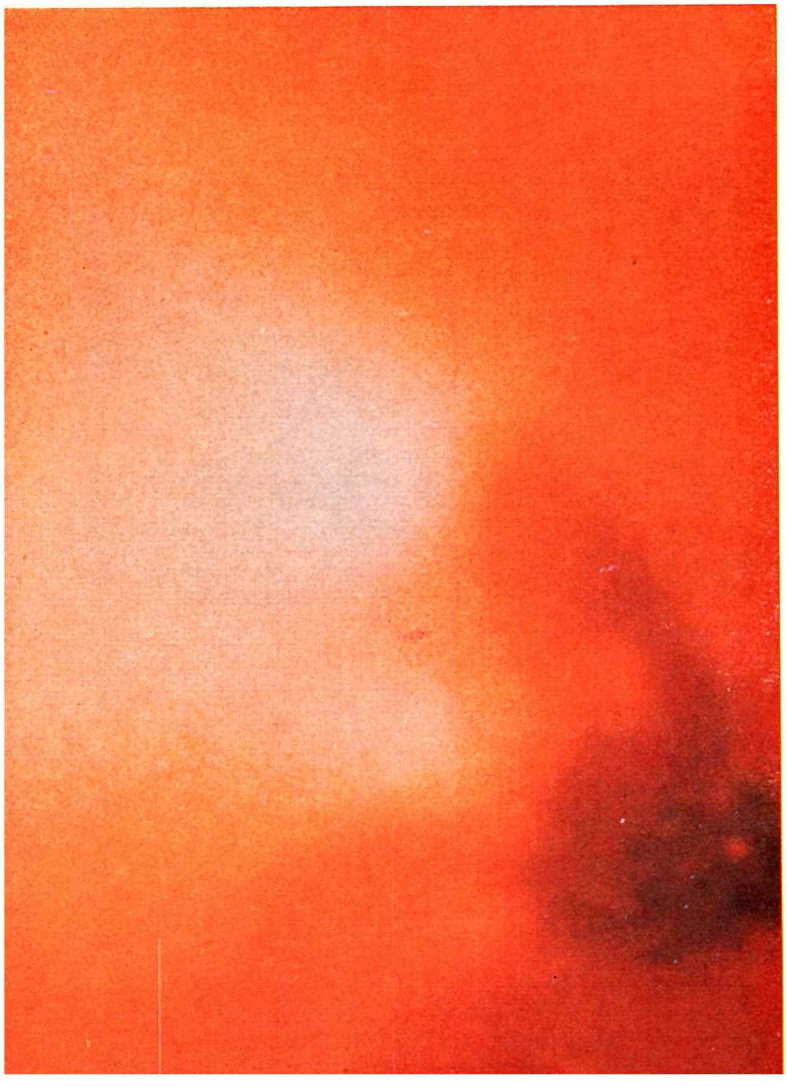
Sondy podali obraz o zložitých podmienkach v bezprostrednej blízkosti kometárneho jadra. Od dosiaľ definitívne nespracovaných pozemských pozorovaní sa zasa

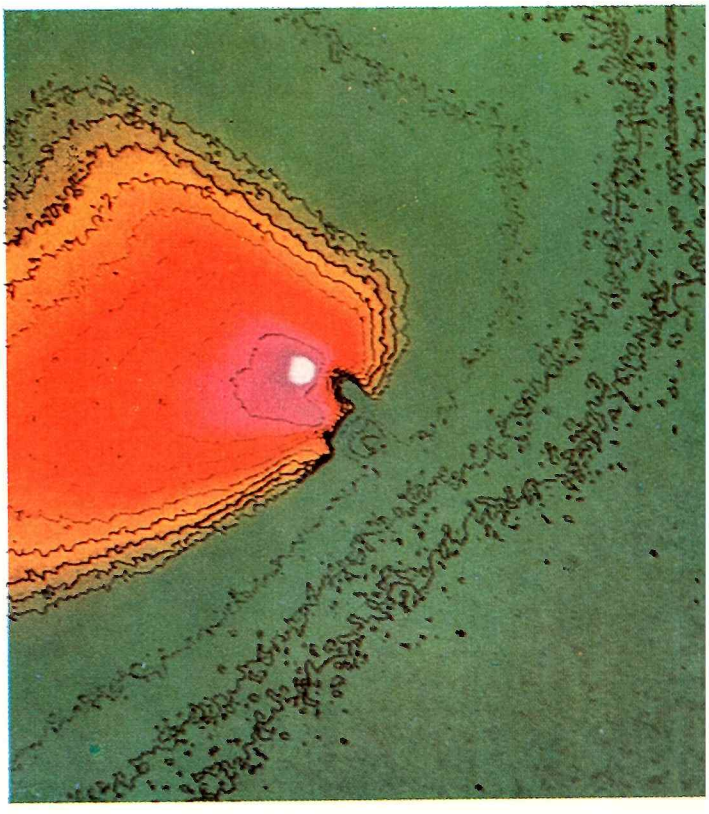


Jadro Halleyovej kométy a jeho najbližšie okolie na snímke zo sondy Giotto, získanej zo vzdialenosti 18 270 km. Rozmery obrazu sú asi 23 × 30 km, Slnko je vľavo hore. Rozdiel vo farbách oproti snímke z Vegy je umelý, pretože zodpovedá zvolenému priradeniu farebnej škály rôznym intenzitám, po počítačovom spracovaní. Náčrt znázorňuje smery jednotlivých výtryskov a neistotu v určení tvaru jadra v miestach, kde je jeho osvetlený okraj zakrytý unikajúcim prachom; jasnejšia škvrna na tmavom jadre (na nákrese šrafovane) má priemer asi 1,5 km.

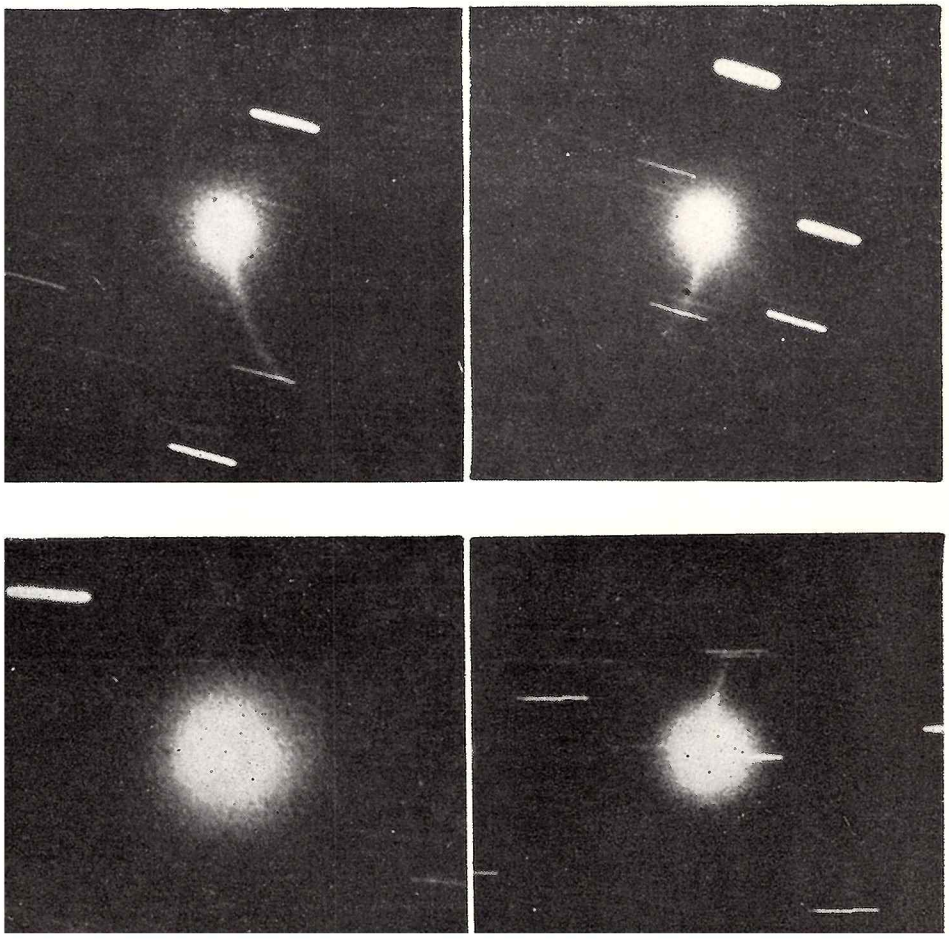


Jadro Halleyovej kométy a jeho najbližšie okolie na snímke zo sondy Vega 2. Záber vyslala sonda 1,5 sekundy pred najväčším priblížením k jadru, zo vzdialenosti 8030 km. Zachytáva oblasť približne 40 × 30 km. Na zázname priebehu izofot vľavo hore vidíme dve oddelené oblasti maximálnej jasnosti. Táto skutočnosť spočiatku vyvolala dohady, či sa jadro neskladá z dvoch samostatných častí. Dolný náčrt ukazuje smery piatich jasných výtryskov a body najväčšej aktivity jadra. Výtrysky 1 a 2 sa vytvorili v centrálnej oblasti širšej časti jadra a smerujú k Slnku, ktoré je vľavo.





Vnútorná časť komy na snímke sondy Giotto zo vzdialenosti 25 650 km. Rôzne farby zodpovedajú rôznym intenzitám žiarenia. Čierne vrstevnice spájajú miesta s 1/2, 1/3, 1/4 ... 1/10, 1/20, 1/30 a 1/40 maximálnej hodnoty najsilnejšieho výtrysku. Snímka ukazuje, že intenzita žiarenia klesá úmerne so vzdialenosťou od jadra.



Séria snímok Halleyovej kométy, získaná na Gissarskom observatóriu Astrofyzikálneho ústavu Tadžickej akadémie vied v Dušanbe, 4 mesiace pred jej stretnutím so sondami Vega a Giotto. V tom čase sa kométa blížila do opozície so Slnkom a jej chvost smeroval od nás. Pri perspektívnom skreslení zreteľne vystupujú zmeny smeru a zakrivenia chvosta počas troch dní (12.—15. novembra 1985). Zdanlivý pohyb kométy po oblohe vidieť zo stôp hviezd pri polhodinových expozíciách 40-cm astrografom, vedeným za kométou. Prvá a druhá snímka série je exponovaná 12. novembra, časový rozdiel medzi nimi je tri hodiny. Horný obrázok je totožný s prvým zo série; v širšom poli vidieť vpravo skupinku jasných hviezd, medzi ktoré sa kométa premietala v čase expozície druhej snímky. Tretí obrázok je z 13. novembra, posledný o dva dni neskôr.

očakáva podrobnejšie objasnenie dejov vo veľkých vzdialenostiach od jadra, vrátane súvislostí s medziplanetárnym prostredím a slnečným vetrom. Tu sú priestorové škály 1 000 až 10 000 ráz väčšie ako v oblasti preskúmanej sondami, a pre ďalší rozvoj poznania bude mať zásadný význam ich vzájomné naviazanie. Nebude to ľahké. Napríklad, je niečo iné merať prúdy mikrometeoroidov na malej zbernej ploche detektora v tesnej blízkosti jadra iba niekoľko hodín po ich úniku z kométy, a pozorovať v zemskej atmosfére v nepomerne väčšej vzdialenosti oveľa väčšie meteoroidy, ktoré začali samostatne obiehať už pred tisícročiami.

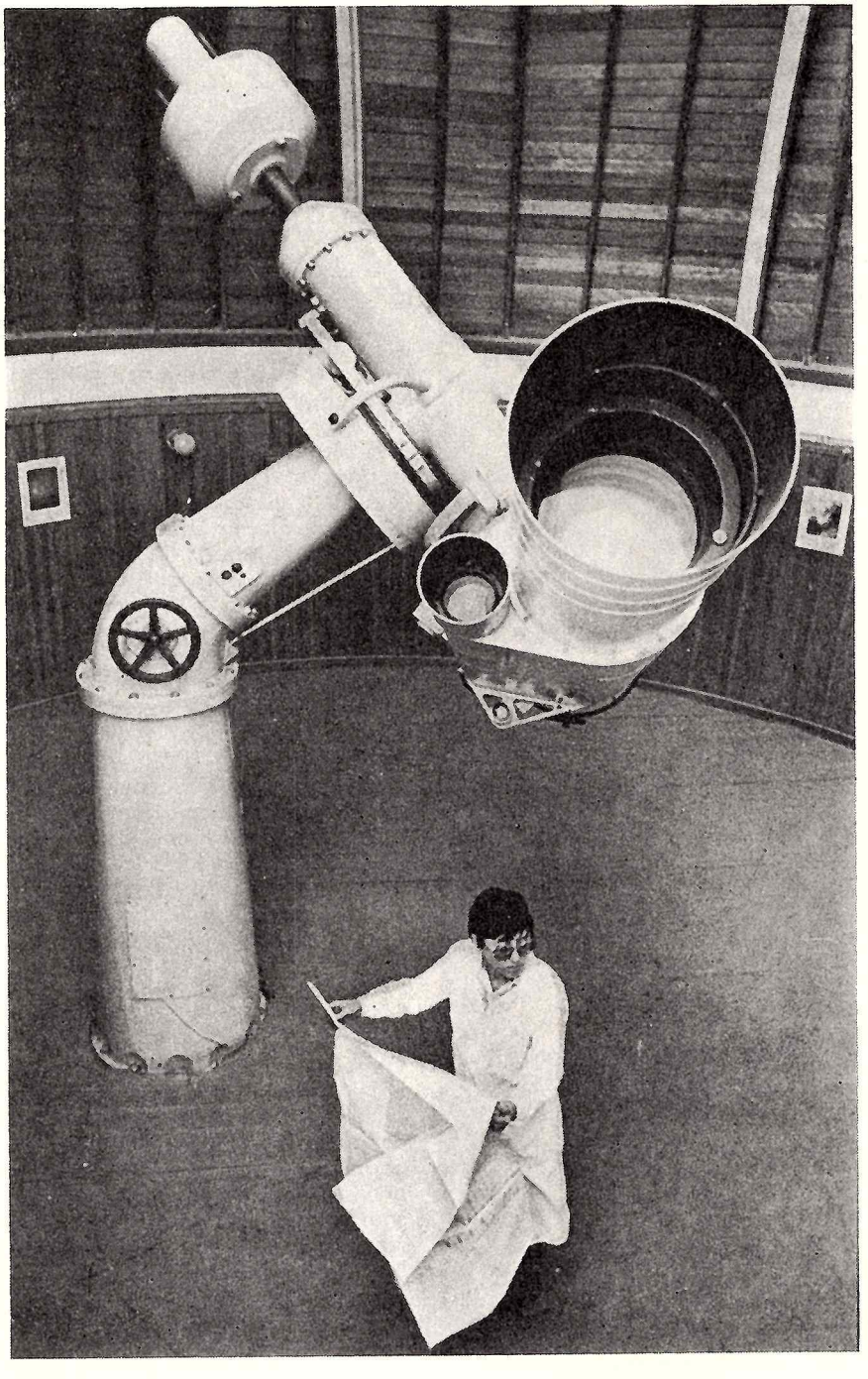
NÁŠ PRÍSPEVOK

Tak ako celková účasť na sympóziu, aj účasť z ČSSR bola tentoraz nevšedná: celkove nás bolo v Heidelbergu 10, z toho 7 zo SSR. Ku hlavnému sympóziu sme prispeli 6 samostatnými referátmi, spoluautorstvom so zahraničnými pracovníkmi na 6 ďalších referátoch, predsedaním jednému z poldenných plenárnych zasadaní a prácou v organizačnom výbore sympózia. Naše referáty sa týkali týchto problémov:

Televízny experiment Vega; Monochromatické obrazy kométy Halley a ich interpretácia; Blízka infračervená spektroskopia kométy Halley trojkanálovým spektrometrom na Vege 2 (všade jeden zo spoluautorov B. Valníček); Stabilné izotopy uhlíka podľa pozorovaní z Vegy 2 a Vegy 1 (spoluautori M. Šolc a V. Vanýsek); Fotometria kométy Halley na observatóriu Skalnaté Pleso (J. Svoreň); Pozorovania kométy Halley na observatóriu Univerzity Komenského (D. Kubáček, E. Pittich a J. Zvolánková); Meteorické roje kométy Halley 1985—1986 (spoluautori M. Hajduková a A. Hajduk); Meteoroidy z kométy Halley, jej produkcia hmoty a vek (A. Hajduk); Procesy starnutia v periodických kométach (Ľ. Kresák); Prínos krátkoperiodických komét v oblasti meteoroidov (J. Štohl); Súvislosti medzi dávnymi kométami a meteorickými rojmi (M. Kresáková); a Niektoré obecné dynamické vlastnosti komét typu Halley (spoluautor Ľ. Kresák). Všetky tieto referáty sú publikované v zborníku ESA, vydanom začiatkom roka 1987.

Ďalších 5 referátov sme predniesli na odborných poradách pred sympóziom, a to: Meranie rýchlosti slnečného vetra a aberačného uhla plazmového chvosta kométy Halley v dňoch 5.—10. januára 1986 (E. Pittich); Hmotnostné rozdelenie veľkých čiastočiek vyvrhovaných z kométy Halley (A. Hajduk); Erózia veľkých čiastočiek (A. Hajduk a J. Kapišinský); Súhrn výsledkov z porady o veľkých čiastočkách (Ľ. Kresák) a Správa pracovnej skupiny IHW pre výskum meteorov — pozorovania 1985—1986 a stav ich spracovania (spoluautor A. Hajduk).

Ako vidieť, návrat Halleyovej kométy poskytol aj nám veľmi príťažlivé nové témy, ako pokračovanie vynikajúcej československej tradície vo výskume medziplanetárnej hmoty. Naopak účasť na sympóziu nám priniesla nové podnety k ďalšej práci.



◀

Unikátne snímky Halleyovej kométy, ktoré uverejňujeme na predchádzajúcej strane, boli exponované cez 40 cm astrograf Gissarského observatória Astrofyzikálneho ústavu AV Tadžickej SSR. Observatórium sa nachádza necelých 20 km od hlavného mesta Tadžickej SSR, Dušanbe. Na fotografii je autorka tejto práce, Svetlana I. Gerasimenko. Práca bola prezentovaná aj na medzinárodnom sympóziu v Heidelbergu venovanom výsledkom výskumu Halleyovej kométy.

Činnosť našej amatérskej siete IHW ukazuje počet pozorovaní Halleyovej kométy, vybraných do archívu IHW.

Fotografické pozorovania	
M. Kamenický (Sedlice)	14
M. Znášik (Žilina)	7
M. Maturkanič (Humenné)	5
P. Rapavý (Rimavská Sobota)	5
P. Zimnikoval (Banská Bystrica)	5
D. Očenáš (Banská Bystrica)	3
J. Škvarka (Banská Bystrica)	3
R. Takács (Banská Bystrica)	2
Vizuálne pozorovania	
M. Znášik (Žilina)	37
P. Rapavý (Rimavská Sobota)	28
O. Pósa (Rimavská Sobota)	14
M. Maturkanič (Humenné)	11
G. Csomós (Rimavská Sobota)	10
P. Ivan (Prešov)	9
J. Fabricius (Handlová)	3
Š. Gojdič (Humenné)	3
J. Humeňanský (Prešov)	3
I. Kudzej (Humenné)	1
Kresby	
Š. Gojdič (Humenné)	5
M. Havriľák (Humenné)	3

KOMÉTA AMATÉRSKY

Naším najúspešnejším amatérom v disciplíne fotografických pozorovaní Halleyovej kométy sa stal Milan Kamenický zo Sedlíc. Tento 22-ročný študent fyziky suverénne vedie počtom snímok, ktoré boli od nás zaslané do archívu IHV, kde sa v rámci medzinárodnej pozorovacej kampane sústredili najlepšie zábery z celého sveta. Na fotografii je Milan Kamenický pri ďalekohľade, ktorým snímkoval kométu. Je to refraktor Zeiss Ø 80/1200 mm s teleobjektívom Pentacon Six a s teleobjektívom Meyer Optik Telemegor 1:5,5/400 mm. Paralaktickú montáž Zeiss T1 preňho zapožičala z prešovskej hvezdárne Katedra fyziky a základov techniky UPJŠ v Prešove. Vďaka dobrým pozorovacím podmienkam, ktoré má doma, v Sedliciach, zachytil kométu už 21. októbra 1985 a poslednú snímku urobil 4. mája 1986. Používal film 6 × 6 ORWO NP 27, vývojku A49. O svojich pozorovaniach nám napísal:

V novembri a decembri som mal často problémy s oblačnosťou a hmlou, najmä pri fotografovaní kométy pri Plejádach. V januári bola kométa nízko nad obzorom a ťažkosti robila aj nízka teplota ovzdušia. Najlepšie snímky sa mi podarilo urobiť 2. mája, keď sa počasie skutočne vydarilo. 2. mája som pozoroval kométu triédrom Hanimex 10 × 50 spolu s priateľom Jánom Senčákom a videli sme chvost dĺžky približne 2°. Z toho dňa je aj snímka, ktorú prikladám. Expozícia je 48 minút.

Sto astronomických omylů přivedených na pravou míru

Knihu s týmto dlhým, ale príťažlivým titulom by ste nemali prepásť. Napísali ju traja Zdeňkovia: Mikulášek, Horský a Pokorný, traja poprední českí astronómovia. Z pripravovanej knihy postupne uverejníme niekoľko najkrajších omylov. Do tohto čísla vyberáme tri príbehy, ktorých autorom je Zdeněk Mikulášek. O tom, ako si knihu môžete zabezpečiť, prinášame informáciu na strane 69.

Astronom ve dne spí a v noci pozoruje

Přiznejme si, že naše představy o pracovní náplni některých profesí bývají občas tak trochu zjednodušené. Tak třeba chirurg. Ten od rána do večera řeže lidi, archeolog celý den sedí sám ve své jamce a rýpe se v hlíně. Podobně dopadají i hvězdáři. Astronom je pro většinu smrtelníků tvorem vysloveně nočním, stejně jako sova nebo koala medvídkovitá. Ve dne spí a ožívá až za soumraku, kdy spěchá ke svému dalekohledu, s nímž hlídá oblohu, jestli se na ní něco neděje. Od dalekohledu se odtrhne až za rozbřesku. Poněkud nejasné zůstává, čím se zabývá, když je zataženo. Asi to „zabalí" a jde spát. Konečně, kdo by ho tak pozdě v noci chodil kontrolovat.

Tato romantická představa astronoma jako hvězdného ponocného má však se skutečností společného jen málo. Platila snad tehdy, kdy jediným přístrojem pro zachycení slabého světla hvězd bylo lidské oko. Tehdy astronomové skutečně ponejvíce pozorovali, svá pozorování si zakreslovali a zapisovali.

Zvrat nastal až v roce 1839, kdy se francouzskému malíři Daguerrovi podařilo zachytit světlo a uchovat obraz na primitivní fotografické desce. Louis J. M. Daguerre, malíř, který naučil světlo křeslit, se tak stal archandělem Gabrielem, jenž vyhnal hvězdáře z ráje pouhého obzírání oblohy. Jen o několik měsíců později, 23. března 1840 získal John W. Draper prvou daguerrotypii Měsíce. V roce 1857 použil George P. Bond první mokré kolodiové desky k fotografování Alkora a Mizara. Plně se však fotografie v astronomické praxi zabydlela až od roku 1879, kdy se začaly využívat suché fotografické desky. Fotografie na celé čáře zvítězila nad neobjektivním sledováním očima a astronoma tak odsoudila do role pouhého obsluhovatele dalekohledu a fotografické komory.

Výhody fotografie byly zřejmé: při dlouhých expozicích se tu střádalo světlo a náhle byly patrny jindy neviděné a netušené detaily slabých a mlhavých objektů. Polohy hvězd bylo nyní možno měřit s přesností nejméně desetkrát vyšší než kdykoli předtím. Zvlášť důležitou roli měly a dosud mají fotografické desky při spektrální analýze. Deska pořízená dalekohledem s hranolem před objektivem uchovává na prakticky neomezenou dobu spektra tisíců hvězd se stovkami spektrálních čar. Na takové desce je obsaženo více informací než v celém pražském telefonním seznamu.

Těžiště práce astronoma se přestěhovalo od dalekohledu do laboratoří s nejrůznějšími měřicími přístroji. Zde astronoma čeká největší dřina související s tím, že je třeba informace zašifrované v různém stupni zčernání emulze na různých místech desky převést do srozumitelnější řeči čísel a grafů. Pak už následuje radostnější práce, kdy si astronom hraje s čísly, vynáší je do grafů, prokládá jimi nejrůznější křivky, případně jimi „krmí" počítač. Cílem tohoto hraní, kterému se někdy vznešeně říká „interpretace výsledků", je vytvořit si co nejúplnější a nejpřesnější představu o předmětu svého záujmu, ať už je jím drobná planetka, hvězda, či celá kupa galaxií.

Na observatořích, astronomických ústavech a univerzitách na celém světě pracuje dnes několik tisíc astronomů, kteří výsledky své práce publikují v odborných časopisech, přednášejí o nich na mezinárodních konferencích, sympoziích, kolokviích a kongresech. Chce-li být astronom skutečně na výši doby, nechce-li objevovat již dávno objevené, musí se s prací svých kolegů průběžně seznamovat. To ovšem znamená hodiny a hodiny strávené v knihovnách při pročítání stovek článků publikovaných v desítkách astronomických časopisů. Teprve pak je astronom náležitě připraven k tomu, aby o výsledcích svého bádání sepsal práci, která může naše poznání vesmíru popostrčit zase o malý krůček kupředu.

Suma sumárum, dnešní astronom u dalekohledu stráví jen několik nocí v roce. Většinu pracovní doby si odsedí u měřicího přístroje, pracovního stolu nebo u terminálu počítače. Na jednu hodinu u dalekohledu připadá v průměru 100 až 300 hodin základního zpracování, interpretace získaných výsledků, studia astronomické literatury a konečně i sepisování vlastní práce pro odborný časopis. Jenže to vše jsou činnosti veskrze denní! Takže ať už se nám to líbí nebo nelíbí, moderní astronom je tvor spíše denní než noční. A to nemluvíme ani o té spoustě astronomů-teoretiků, kteří dalekohled znají jen z obrázků.

Budete-li tedy chtít krátce po půlnoci pohovořit s nějakým astronomem, zastihnete ho nejspíš v posteli.

Střed vesmíru

Člověk má rád jistoty, věci neměnné, spolehlivé, skutečnosti, o které se může opřít. Jistě by se mu lépe usínalo, kdyby přesně věděl, kde se nachází střed vesmíru — pevný bod celého světa. Aristoteles ztotožnil střed vesmíru se středem Země. Mikuláš Kopernik pak Zemi odňal její výsadní postavení a degradoval ji na jednu z planet sluneční soustavy. Střed vesmíru vložil do Slunce. Giordano Bruno a Galileo Galilei však již tušili, že ani Slunce, jakkoli je velké a hmotné, není útvarem nijak výjimečným, že je jen jednou z miliónů hvězd viditelných na obloze. Kam tedy umístit střed vesmíru teď?

Snad do centra soustavy, která v sobě sdružuje všechny hvězdy, do středu Galaxie. Historie se opakovala: sotva se podařilo zjistit, kde vlastně střed naší Galaxie leží, už bylo jasné, že ve vesmíru se nacházejí miliardy podobných hvězdných ostrovů — galaxií.

Tvrdošíjne unikání středu vesmíru vědce a zejména astronomy

jen utvrdilo v přesvědčení, že ve skutečnosti žádný střed vesmíru neexistuje. Žádný bod v prostoru nemá privilegované postavení. Z pozorování odlehlých částí vesmíru vyplývá, že vesmír je všude a ve všech směrech v podstatě stejný. Znamená to pak, že vesmír vyhlíží obdobně, ať už jej pozorujeme odkudkoliv.

Od počátku století se řada astronomů zabývala studiem galaxií. Dokázali nade vší pochybnost, že prakticky všechny galaxie se od nás vzdalují, a to rychlostmi, jež jsou přímo úměrné jejich vzdálenosti. Tento zákon všeobecného „úprku galaxií" zdánlivě ukazuje, že přece jen žijeme v dosti výjimečném místě — v místě, odkud všechny galaxie utíkají.

To však je jen pouhý klam. Už roku 1930 anglický astrofyzik Arthur Eddington tento úprk galaxií správně vyložil tak, že jde o důsledek rozpínání vesmíru jako celku. Takto ovšem odpadne jakékoli zvláštní postavení Galaxie: všechny soustavy se prostě vzdalují od sebe navzájem. Prostor, v němž jsou galaxie umístěny, se rozpíná, vzdálenost mezi dvěma libovolnými body galaxie s časem roste.

Celou situaci si přiblížíme na dvou příkladech. Nakreslíme si na povrch gumového balónku body, které představují galaxie. Budeme-li balónek nafukovat, vzdálenosti mezi jednotlivými „galaxiemi" porostou, žádná z nich však nebude mít výsadní postavení středu rozpínání. Nebo si představte prostorovou drátěnou konstrukci, kde funkci galaxií budou tentokrát zastupovat uzly konstrukce. Při rovnoměrném zahřívání se bude drát natahovat, konstrukce se bude zvětšovat a uzly navzájem vzdalovat. Ani zde nemůžeme určit, kde se vlastně nachází „střed rozpínání".

Při současném tempu rozpínání vesmíru ročně v jednom metru krychlovém mezigalaktického prostoru „přibudne" navíc 0,2 mm³ nového prostoru Za dobu existence Země vzdálenosti mezi galaxiemi vzrostly asi o čtvrtinu, střední hustota vesmíru klesla zhruba na polovinu. Všeobecné rozpínání vesmíru se týká prostoru mezi galaxiemi, nijak se však přitom nedotýká hvězd, planet a galaxií samotných. Jejich rozměry jsou určený základními fyzikálními konstantami, a ty (pokud víme) se s časem nemění.

Náš vesmír vznikl před několika miliardami let gigantickou explozí, které říkáme velký třesk. Nebyla to ovšem exploze v běžném slova smyslu, exploze, která v určitém místě začne a pak zachvacuje stále větší a větší část prostoru. K velkému třesku došlo současně všude, exploze už od samého počátku vyplňovala všechen prostor, přičemž každá částečka hmoty jakoby chtěla uprchnout před ostatními. Jinak řečeno, žádný jiný prostor, kromě toho, který byl již od prvopočátku osídlen prvotní hmotou, neexistoval! Velký třesk tak není počátkem expanze hmoty vesmíru do okolního prostoru, ale začátkem rozpínání prostoru samotného.

Střed vesmíru je tak všude a nikde. Všechny body ve vesmíru jsou v tomto ohledu rovnoprávné. A pokud byste ani teď nebyli s naším výkladem zcela uspokojeni, pak vám sděluji, že otázka středu vesmíru byla již definitivně vyřešena v roce 1958 a to dvěma studenty — Jiřím Grygarem a Alexandrem Ženíškem. Ti zjistili, že střed vesmíru se nachází na obrubníku chodníku na křižovatce ulic Trávníky a Denlova v Brně, Černých Polích, přesně uprostřed spojnice jejich tehdejších bydlišť.

A ještě poznámka, míněna už docela vážně. Ani prostor, ani čas, tak jako je dnes chápeme, do velkého třesku neexistovaly. Otázka, co bylo před velkým třeskem, tak pozbývá smyslu, protože nebyl-li čas, nemohlo být ani žádné „předtím".

Nejtěžší omyl astronomie

Ještě v sedmdesátých letech mezi astronomy převládalo optimistické mínění, že již známe všechny důležité formy hmoty ve vesmíru, že máme vcelku dobrou představu o tom, jak je tato hmota organizována. Všeobecně se soudilo, že asi 90 % veškeré hmoty je soustředěno ve hvězdách, zbytek má podobu rozptýleného mezihvězdného plynu a prachu, planet a dalšího drobného „kosmického smetí". Převážná část hmoty ve vesmíru je tedy vázána ve svítících objektech, především ve hvězdách. Ty jsou nyní již natolik dobře prostudovány, že z povahy světla, které vyzařují, dokážeme poměrně spolehlivě určit jejich hmotnosti. Z rozložení hvězd v kosmickém prostoru lze pak odhadnout střední hustotu vesmíru a tím i jeho vlastnosti a další osud.

Jenže už ve třicátých letech se v idylickém obrazu vesmíru, v němž rozhodující roli hrají zářící hvězdy, objevily první vážné trhliny. Hmotnosti vyšších hvězdných celků — galaxií — se dají stanovit nejen z jejich svítivosti, ale i ze vzájemného gravitačního působení. V roce 1933 americký astronom Fritz Zwicky studoval pohyby členů kupy galaxií v souhvězdí Panny. Zjistil, že hmotnost celé kupy musí být desetkrát až stokrát vyšší než součet hmotností všech hvězd, které do kupy patří. Poprvé se vynořil přízrak „skryté hmoty". Zwickyho závěry však většina jeho kolegů brala na lehkou váhu. Očekávalo se, že nová, dokonalejší pozorovací technika nesouhlas mezi pozorovanou gravitační a svítící hmotností hravě vysvětlí.

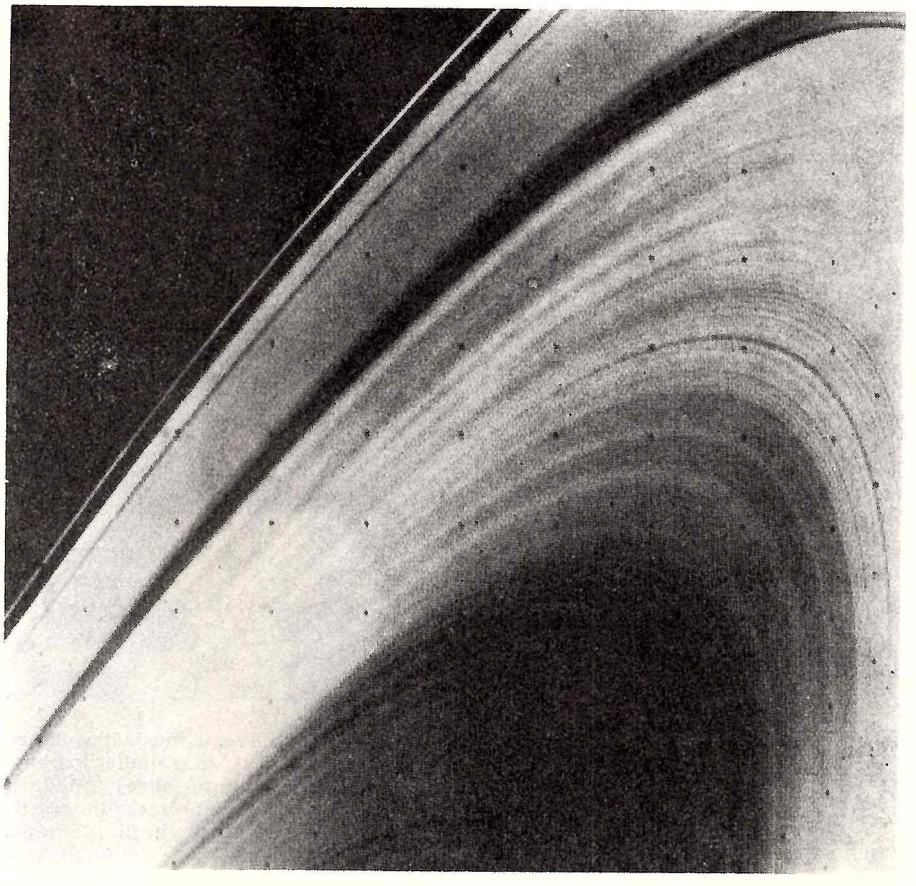
Nevysvětlila, naopak poskytla další důkazy o tom, že ve vesmíru nejen existuje, ale přímo dominuje látka, která ani nesvítí, ani nepohlcuje světlo. Projevuje se jen a jen svými gravitačními účinky na hmotu viditelnou.

Ze současných pozorování hvězd a oblaků mezihvězdné látky v galaxiích vyplývá, že hvězdy ve skutečnosti přispívají k celkové hmotnosti soustavy jen několika procenty. Neviditelná látka vytváří kolem galaxií rozptýlený oblak — galaktickou korónu — jejíž rozměry mnohonásobně převyšují viditelné obrysy svítivé složky galaxií. Skrytá látka působí jako gravitační tmel, který k sobě váže galaxie, určuje i roztodivnou strukturu vesmíru ve velkých měřítkách.

Dosud nevíme, co vlastně tvoří onu hmotnostně nejdůležitější složku látky ve vesmíru; při jejím tipování se dostáváme na tenký led pouhých nápadů přání a vratkých domněnek. Nicméně máme za to, že v případě skryté hmoty nepůjde ani o planety ani o slabě zářící či temné hvězdy nebo o jinou ze známých forem hmoty. Řada důvodů nás nutí uchýlit se k výkladům mnohem exotičtějším. Koróny galaxií mohou být například tvořeny oblaky chladných neutrín s nenulovou klidovou hmotností, neutrin, která vznikla v raných etapách vývoje vesmíru. Možná, že to nebudou ani neutrina, které známe, ale třeba jiné, dosud neobjevené (avšak předpokládané) částice jako fotina, gravitina, axióny či magnetické monopóly. Společnou vlastností všech těchto hypotetických částic i neutrin je to, že takřka bez překážek procházejí běžnou látkou, z níž jsou složeny hvězdy, planety i živé organismy.

Bez spoluúčasti skryté, všudypřítomné hmoty, jež gravitačně váže i běžnou látku, by v minulosti nevznikli ani galaxie, ani hvězdy, nevznikl by tedy ani život. Musíme se vyrovnat s představou, že svoji existenci vděčíme jemně rozptýlenému, vše prostupujícímu gravitačnímu lepidlu neznámého složení, které stmelilo vesmír do jeho dnešní podoby.

Saturnove prstence. Snímka Voyagera 1 osem hodín po tesnom prelete okolo planéty 12. novembra 1980 zo vzdialenosti 720 tisíc km. Foto: NASA ▶

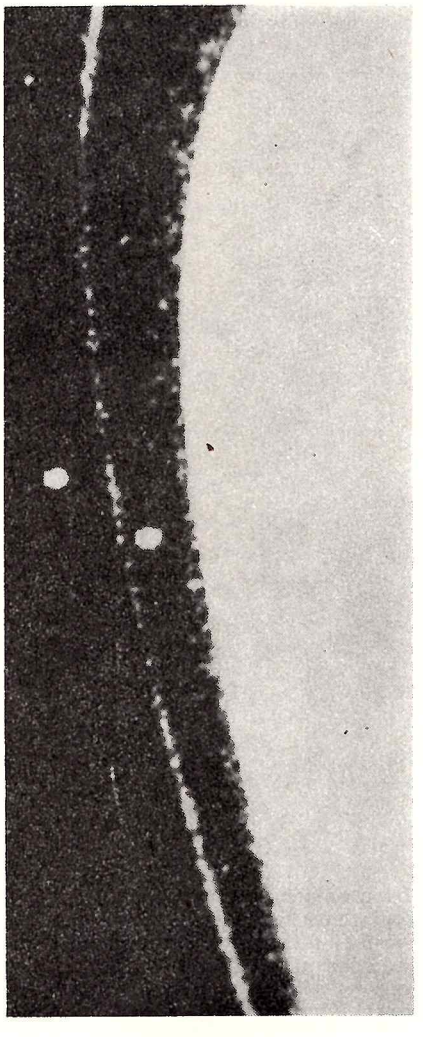


Tri ďalšie mesiačiky Saturnovej rodiny

VLADIMÍR POHÁNKA

V minulých rokoch sme boli svedkami priam explozívneho nárastu našich poznatkov o Saturnovej sústave mesiacov. Pozorovaniami zo Zeme i z kozmických sond Pioneer 11 a Voyager 1 a 2 sa podarilo objaviť veľa nových mesiacov (za úplne potvrdené možno považovať mesiace Atlas, Prometheus, Pandora, Epimetheus, Janus, Telesto, Calypso a mesiac 1980 S6, prezývaný zatiaľ neoficiálne Dione B). Zhruba pol tucta ďalších telies zatiaľ čaká na svoje potvrdenie — po vypustení astronomického observatória Hubble Space Telescope niekedy v rokoch 1988—1989. Zo Zeme možno tieto mesiace pozorovať len v čase, keď rovina prstencov prechádza Zemou, pretože vtedy odpadá rušivý vplyv svetla odrazeného od prstencov. To bolo naposledy v roku 1980 a najbližšia príležitosť bude v roku 1994. Zdalo by sa teda, že momentálne nemožno čakať žiadne nové poznatky o ďalších členoch Saturnovej rodiny. Ale ako to už býva, skutočnosť niekedy predstihne i najsmelšie očakávania. Zvykli sme si už na to, že nové mesiace možno objaviť nielen priamym optickým pozorovaním, ale že o mnohých sme sa dozvedeli najskôr zo záznamov detektorov radiácie na sondách, ktoré preleteli okolo Saturna. Mesiace sa tu prejavili ako lokálne minimá úrovne radiácie, ktoré vznikajú tak, že častice, pohybujúce sa v radiačných pásoch planéty, sú po dopade na povrch mesiaca pohltené. Tým sa vytvára pozdĺž dráhy mesiaca akýsi jeho tieň (ktorý je však nie za mesiacom, ale pred ním, pretože magnetosféra planéty rotuje rýchlejšie ako sa pohybujú mesiace).

V najnovšej dobe, ako sa postupne do detailov vyhodnocujú záznamy prístrojov sond Voyager 1 a 2, sa ukázalo, že nové mesiace možno objaviť (alebo dokázať ich existenciu) ešte ďalším, a to dosť prekvapujúcim spôsobom. Je dobre známe, že gravitačný vplyv mesiacov je jedným z hlavných činiteľov, utvárajúcich štruktúru Saturnových prstencov. Najviac takto vplýva mesiac Mimas, ktorý je z väčších mesiacov najbliž-



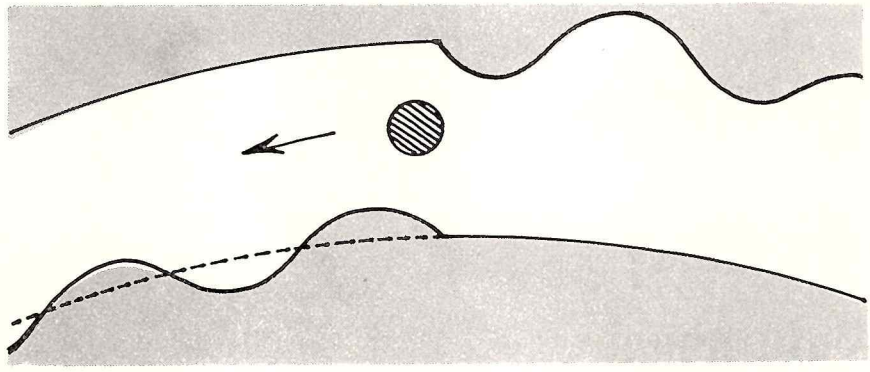
◀ **V tesnej blízkosti najvzdialenejšieho Saturnovho prstenca F obiehajú okolo planéty dva malé mesiace, objavené na snímkach sondy Voyager. Na zábere pekne vidno, že prstenec je na niektorých miestach hustejší, inde redší, čo je spôsobené vplyvom gravitácie mesiačikov, ktorým sa preto hovorí, že sú pastiermi prstenca F. Mesiačik na vnútornej strane prstenca (predbežne označený 1980 S27) dostal meno Prometheus a číslo XVI, vzdialenejší od planéty (1980 S26) s poradovým číslom XVII bol pomenovaný Pandora.**

šie k prstencom. Dnes poznáme viaceré prejavy rezonancií v pohybe čiastočiek prstenca a mesiacov (o rezonancii hovoríme vtedy, ak sú obežné doby dvoch telies v pomere malých celých čísel, pretože vtedy je vzájomné rušenie pohybu najväčšie). Sú to nielen dávno známe medzery v prstencoch (napr. Cassiniho medzera medzi prstencami A a B), ale aj vlnové procesy, objavené pomocou detailných pozorovaní Voyagerov, pri ktorých sú čiastočky prstencov v určitých miestach vychyľované radiálne (takže vznikajú zhustenia a zriedenia, majúce tvar špirály) i v smere kolmom na rovinu prstencov (čím sa rovina prstencov zvlní). Teória týchto procesov vznikla len v nedávnej dobe a zďaleka nie je rozpracovaná tak, aby sme mohli tieto deje bezo zvyšku vysvetliť. Vstupuje tu do hry veľa činiteľov — popri rušivom vplyve mesiacov pôsobia tu zložité procesy v prstencoch samotných, ktoré súvisia so vzájomnými zrážkami častíc prstenca. Je preto zaujímavé, že už pomocou dnes známych teórií možno predpokladať existenciu (a určiť pomerne presnú dráhu) nových, dosiaľ nepozorovaných mesiacov.

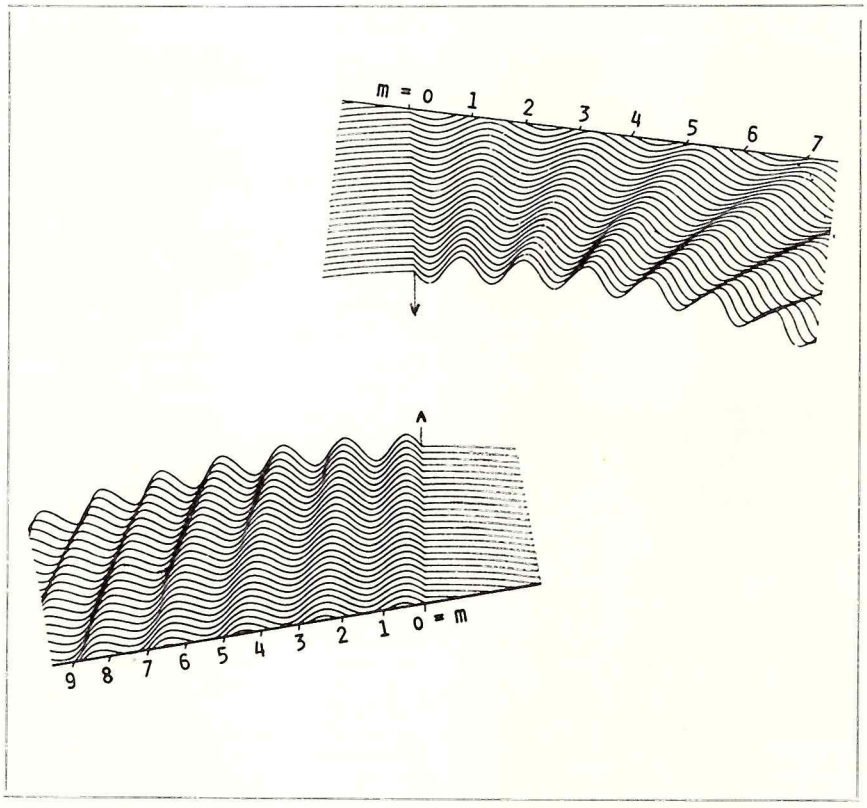
Ukázalo sa totiž, že zďaleka nie všetky detaily štruktúry prstencov možno vysvetliť rezonančným pôsobením známych mesiacov. Už dávnejšie sa predpokladalo, že niektoré medzery v prstencoch sú spôsobené existenciou mesiacov, pohybujúcich sa v týchto medzerách. Tieto mesiace sa aj priamo hľadali kamerami Voyagerov, ale bezvýsledne. Na snímkach prstencov, ale hlavne na zázname, získanom pri zákryte hviezdy za prstencami, sa však podarilo nájsť úkazy, ktoré svedčia o prítomnosti týchto mesiacov. Už v roku 1985 publikovali J. N. Cuzzi a J. D. Scargle v Astrophysical Journal článok, v ktorom upozorňujú na to, že okraje Enckeho medzery v prstenci A sú radiálne zvlnené (v ideálnom prípade by mali mať tvar kružnice), čo svedčí o tom, že v medzere sa pohybuje malý mesiačik. Teóriu tohto javu uverejnili o rok neskôr M. R. Showalter, J. N. Cuzzi, E. A. Marouf a L. W. Esposito v časopise Icarus, pričom sa im podarilo určiť aj dráhu mesiačika a jeho približné rozmery. Vplyv mesiačika na okolité častice prstenca sa prejaví nielen zvlnením okrajov medzery, ale aj zhusteniami vo vnútri prstenca (v blízkosti medzery). Z tvaru a polohy týchto zhustení a zriedení možno určiť polohu mesiačika i odhadnúť jeho hmotnosť. Keďže údaje z Voyagerov boli dostatočne

Saturnove prstence (vzdialenosť od stredu planéty v tis. km)

60,3	polomer Saturna
67 — 74,4	prstenec D
74,4 — 91,9	prstenec C
91,9 — 117,4	prstenec B
117,4 — 121,9	Cassiniho medzera
121,9 — 133,4	prstenec A (vnút. časť)
133,4 — 133,7	Enckeho medzera
133,7 — 136,6	prstenec A (vonk. časť)
140,2 — 140,4	prstenec F
169 — 170	prstenec G
180 — 480	prstenec E



Pôsobením príťažlivosti mesiačika, ktorý sa pohybuje v medzere (na obrázku smerom doľava) sa zmenia kruhové dráhy častíc prstenca na mierne eliptické. Tým dostanú okraje medzery tvar vlnovky — vnútorný okraj medzery sa zvlní pred mesiačikom (t. j. vľavo od neho), pretože častice bližšie k planéte sa pohybujú rýchlejšie a predbiehajú mesiačik. Pri vonkajšom okraji medzery je to naopak — zvlnenie okraja sa tiahne za mesiačikom. Dĺžka vlny sa rovná približne deväťnásobku vzdialenosti medzi dráhou mesiaca a okrajom medzery; výška vlny závisí od hmotnosti mesiačika (v tomto prípade je dĺžka vlny asi 1500 km a jej výška asi 2 km).



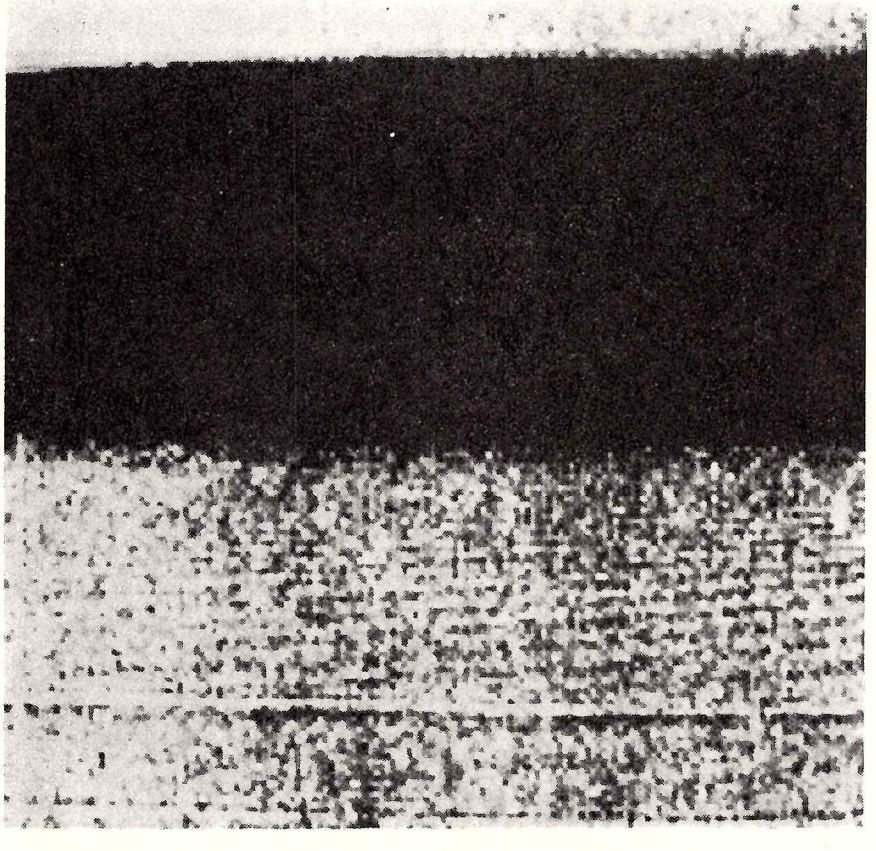
Ak si nakreslíme dráhy častíc prstenca nielen na jeho okraji, ale i vo vnútri, dostaneme tento obrázok. Vľavo je časť prstenca vzdialenejšia od planéty než mesiačik, vpravo zase bližšia než mesiačik. Zvlnenie dráh sa prejaví ako zhustenia a zriedenia prstenca. Vzájomnými zrážkami častíc sa ich dráhy opäť stávajú kruhovými a zvlnenie vo väčšej uhlovej vzdialenosti od mesiačika postupne zaniká. Šípky ukazujú smer k mesiačiku.

Vzdialenosť (v tis. km) od stredu planéty	Názov mesiaca	Priemer (v km)
118,2	1980 S35	20
118,3	1980 S36	30
133,6	(Encke)	20
137,7	Atlas	38 × 25
139,4	Prometheus	140 × 100 × 75
141,7	Pandora	110 × 85 × 65
151,5	Janus Epimetheus	220 × 190 × 160 140 × 115 × 100
185,5	Mimas 1981 S12	392 10
238,0	Enceladus (Voyager)	500 3
294,7	Telesto Tethys Calypso	34 × 24 × 22 1060 30 × 24 × 16
350	1981 S10	15
377,4	1981 S7 1980 S6 Dione	20; 36 × 32 × 30; 1120
470	1981 S9	15
527,0	Rhea	1530
1 221,9	Titan	5150
1 481	Hyperion	350 × 235 × 200
3 561	Iapetus	1460
12 954	Phoebe	220

Okolo Saturna – a to je zvláštnosť, ktorá sa pri ostatných planétach nezistila – obiehajú dva i tri mesiace po tej istej dráhe. Najväčší mesiac, ktorý je na danej dráhe, je umiestnený v strede. Menšie sú vľavo alevo vpravo od neho – podľa toho, či sú na dráhe pred ním alebo za ním.

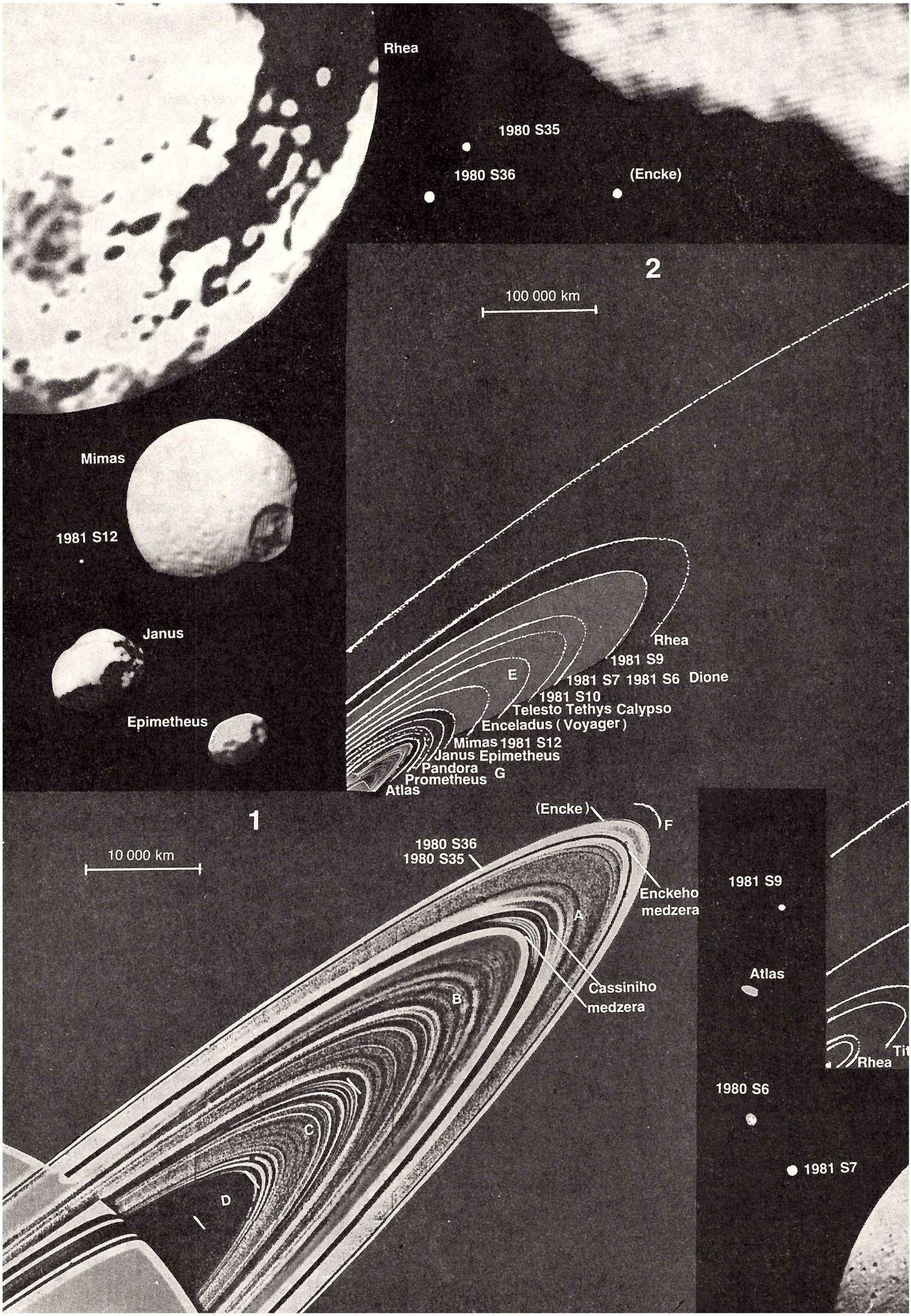
detailné, viedli k záveru, že približne v strede Enckeho medzery, ktorá sa nachádza vo vzdialenosti 133 426—133 753 km od stredu Saturna, obieha mesiačik o priemere asi 20 km. Polomer jeho obežnej dráhy je 133 603 km s presnosťou asi 10 km. Tento mesiačik nemá zatiaľ ani predbežné označenie.

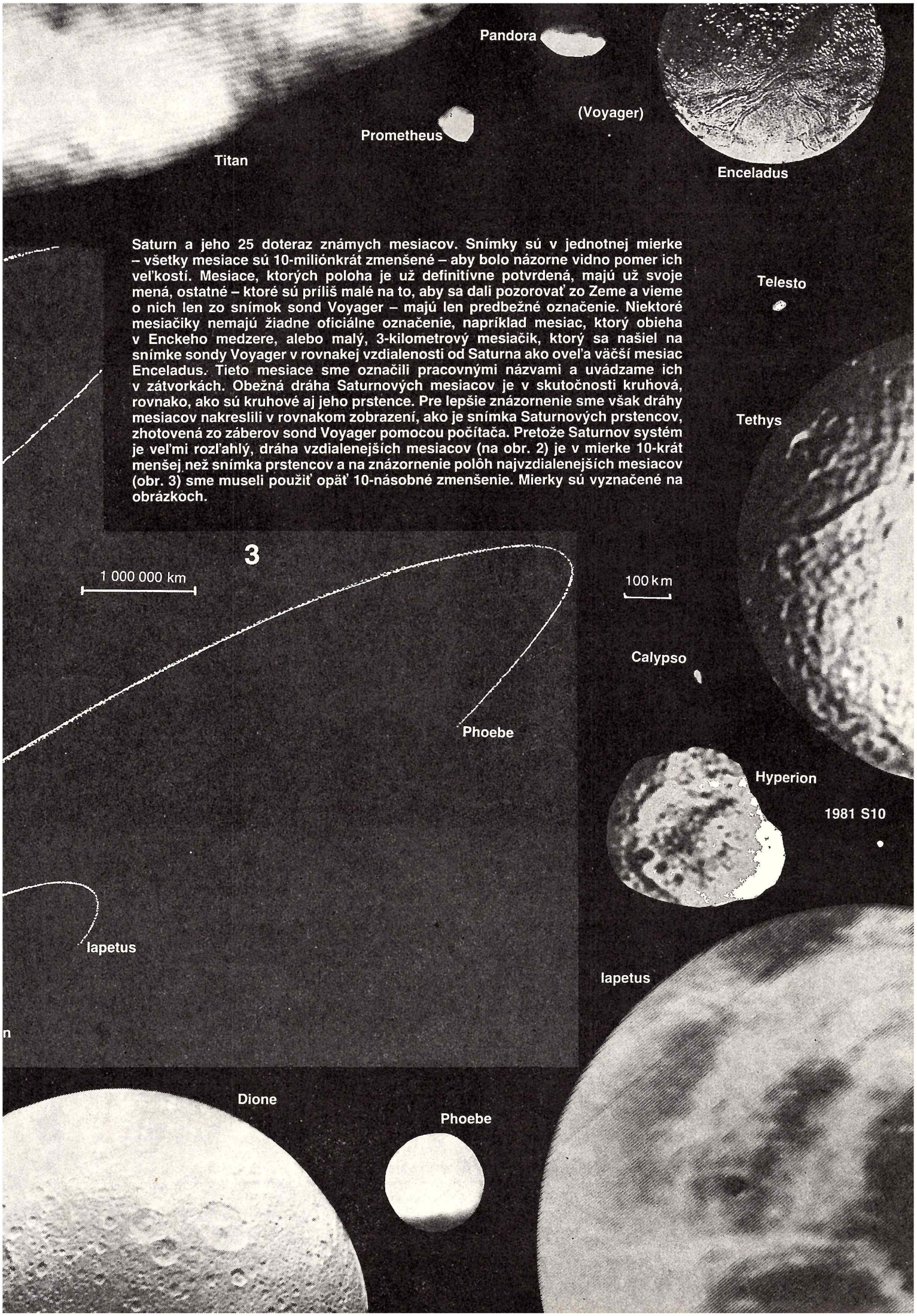
O pár mesiacov sa objavil v časopise Nature článok E. A. Maroufa a G. L. Tylera, v ktorom oznamujú prítomnosť ďalších dvoch mesiačikov, tentoraz v Cassiniho medzere medzi prstencami A a B. Cassiniho medzera nie je v skutočnosti medzerou — je to vlastne len miestne zriedenie v prstencoch a má zložitú štruktúru, ktorú tvoria mnohé tenké prstence. V okolí jednej z mnohých medzier v Cassiniho medzere (vo vzdialenosti 118 190—118 290 km od stredu planéty) sa zistili podobné zriedenia a zhustenia ako v predošlom prípade, na základe čoho bolo možné ukázať, že v tejto medzere sa pohybujú dva mesiačiky — 1980 S35 vo vzdialenosti 118 213 km a 1980 S36 vo vzdialenosti 118 269 km. Prvý má odhadovaný priemer okolo 20 km, druhý je o niečo väčší — asi 30 km. Je zaujímavé, že medzi dráhami týchto mesiačikov leží tenký prstenec o šírke len asi 30 km. Zdá sa, že tieto mesiačiky majú voči prstencu úlohu pastierov, ako je to známe vo viacerých iných prípadoch (najznámejší je prstenec F a mesiace Prometheus a Pandora). Navyše sa podobná, aj keď menej výrazná štruktúra, zistila v okolí ďalšej medzery (vo vzdialenosti 118 600—118 630 km), zatiaľ však nebolo možné zistiť, či ide o pôsobenie ďalšieho mesiačika, pohybujúceho sa v tejto medzere.



Na snímke z Voyagera 2 vidíme Enckeho medzeru (čierny vodorovný pás) v prstenci A, v ktorej sa pohybuje predpovedaný mesiačik. V spodnej časti obrázka sú dobre viditeľné zhustenia a zriedenia prstenca ako svetlejšie a tmavšie šikmé pásy.

Prečo sa nenašli tieto mesiačiky na snímkach Voyagerov? Odpoveď je jednoduchá — sú pomerne malé a keďže podrobné snímkovanie prstencov s cieľom nájsť takéto mesiačiky sa robilo len v dvoch širších prázdnych oblastiach v Cassiniho medzere, nie je divné, že výsledok bol negatívny. Okrem toho je ťažšie zaregistrovať mesiačik vo veľmi jasnom prostredí prstencov než na tmavom pozadí oblohy. Preto je viac ako pravdepodobné, že takýchto mesiačikov môže v prstencoch obiehať veľký počet. Na ich objavenie si však asi budeme musieť počkať až pokým sa k Saturnu vydá ďalšia kozmická sonda Cassini, ktorej vypustenie sa predpokladá v spolupráci NASA a ESA niekedy v deväťdesiatych rokoch.


Rhea
1980 S35
1980 S36
(Encke)
2
100 000 km
Mimas
1981 S12
Janus
Epimetheus
Rhea
1981 S9
E
1981 S7 1981 S6 Dione
1981 S10
Telesto Tethys Calypso
Enceladus (Voyager)
Mimas 1981 S12
Janus Epimetheus
Pandora
Prometheus G
Atlas
1
10 000 km
(Encke)
F
1980 S36
1980 S35
Enckeho
medzera
A
Cassiniho
medzera
B
C
D
1981 S9
Atlas
Rhea
1980 S6
1981 S7

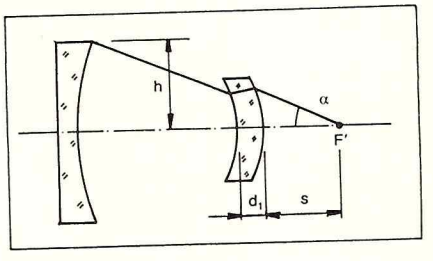


Saturn a jeho 25 doteraz známych mesiacov. Snímky sú v jednotnej mierke – všetky mesiace sú 10-miliónkrát zmenšené – aby bolo názorne vidno pomer ich veľkostí. Mesiace, ktorých poloha je už definitívne potvrdená, majú už svoje mená, ostatné – ktoré sú príliš malé na to, aby sa dali pozorovať zo Zeme a vieme o nich len zo snímok sond Voyager – majú len predbežné označenie. Niektoré mesiačiky nemajú žiadne oficiálne označenie, napríklad mesiac, ktorý obieha v Enckeho medzere, alebo malý, 3-kilometrový mesiačik, ktorý sa našiel na snímke sondy Voyager v rovnakej vzdialenosti od Saturna ako oveľa väčší mesiac Enceladus. Tieto mesiace sme označili pracovnými názvami a uvádzame ich v zátvorkách. Obežná dráha Saturnových mesiacov je v skutočnosti kruhová, rovnako, ako sú kruhové aj jeho prstence. Pre lepšie znázornenie sme však dráhy mesiacov nakreslili v rovnakom zobrazení, ako je snímka Saturnových prstencov, zhotovená zo záberov sond Voyager pomocou počítača. Pretože Saturnov systém je veľmi rozľahlý, dráha vzdialenejších mesiacov (na obr. 2) je v mierke 10-krát menšej než snímka prstencov a na znázornenie polôh najvzdialenejších mesiacov (obr. 3) sme museli použiť opäť 10-násobné zmenšenie. Mierky sú vyznačené na obrázkoch.

Meniskový kompenzátor

RNDr. JIŘÍ PROCHÁZKA

Okrem veľkého menisku, ktorý býva umiestnený na okraji ďalekohľadu pri vstupe rovnobežných lúčov, používa sa v niektorých prípadoch na rozšírenie zorného poľa pri fotografovaní špeciálny kompenzačný meniskus malého priemeru. Ide o kocentrický meniskus s rovnakými polomermi krivosti optických plôch, umiestnený v presne stanovenej vzdialenosti od hlavného zrkadla **(obr. 1)**.



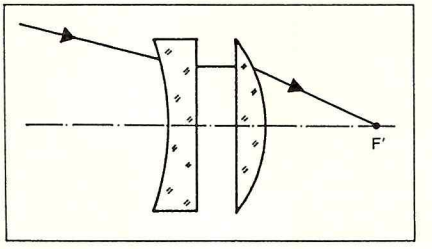
Obr. 1.

Tento typ menisku sa používa výlučne v kombinácii s parabolickým zrkadlom. Kompenzuje len komu, čo z matematického hľadiska znamená odstraňovanie chyby sínusovej podmienky. Koma sa odstraňuje zmenou hrúbky menisku $\mathbf{d_1}$ a pri praktickej realizácii musíme túto hrúbku veľmi presne dodržiavať. Okrem toho je veľmi potrebné presne dodržiavať vzdialenosť **s** menisku od ohniska systému **F'**, pretože tým sú určené smery chodu lúčov vo vnútri kompenzačného menisku.

Lúče, odrazené od hlavného zrkadla, po prechode cez meniskus menia svoj smer, čiže uhol, ktorý zvierajú s optickou osou, a to v závislosti od hrúbky $\mathbf{d_1}$ a vzdialenosti **s**. Zmenou tohto tzv. zadného apertúrneho uhla sa dosiahne to, že lúče, ktoré majú na hlavnom zrkadle rôznu dopadovú výšku **h**, majú rovnakú ohniskovú vzdialenosť, a to aj v prípade objektov, nachádzajúcich sa mimo optickej osi (mierne sklonený zväzok lúčov).

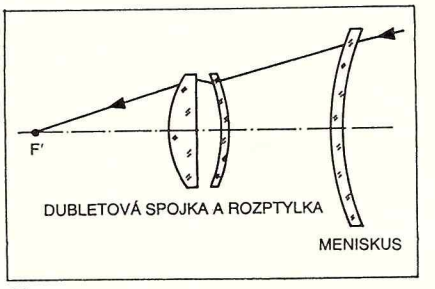
Pri odstránení komy sa bez vady zobrazí aj malý plošný alebo bodový predmet (planéta alebo hviezda v nekonečne), nachádzajúci sa trochu mimo smeru optickej osi. To znamená, že pri zaradení menisku lúče prislúchajúce rôznym zónam **h** majú rovnaké ohniskové vzdialenosti i pre mierne mimoosový predmet.

Hrúbka $\mathbf{d_1}$ sa volí obyčajne malá, ale pri malom relatívnom otvore systému a dlhom ohnisku vychádza hrúbka pomerne veľká. Preto meniskus nahradíme dvoma šošovkami z rovnakého druhu skla s vnútornými rovinnými plochami, ktoré sú umiestnené blízko seba **(obr. 2)**.



Obr. 2.

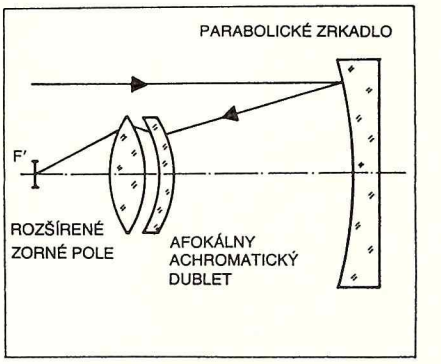
Obe šošovky majú rovnaký index lomu a chod lúčov medzi nimi je rovnobežný s optickou osou. Obe šošovky majú rovnako veľkú, ale opačne orientovanú optickú mohutnosť (schopnosť „lámať" lúče). Optické straty sú ale väčšie ako pri menisku. Zaradením menisku vzniká síce nebezpečie vnesenia farebných vád, ale ide len o zanedbateľnú zvyškovú farebnú vadu („lemovanie" farebnými okrajmi), ktorá sa prakticky neprejavuje. Plochy kompenzátora sú bežne guľové. Ak chceme okrem komy odstrániť aj astigmatizmus optickej sústavy, musíme používať asférické — mierne eliptické plochy. To je z hľadiska výroby a kontroly dosť náročné. Kompenzátor často plní aj funkciu korekcie otvorovej vady (v prípade ďalekohľadu, ktorý má všetky plochy len guľové). Menisky však musia byť zhotovené veľmi kvalitne a mali by mať antireflexné vrstvy. Z týchto dôvodov sa amatérska výroba neodporúča. Ako príklad praktického profesionálneho využitia je tzv. Rossov korektor. V r. 1935 pre rozšírenie zorného poľa hlavného zrkadla 5-metrového palomarského reflektora navrhol F. E. Ross doplnkový šošovkový afokálny systém, umiestnený pred primárnym ohniskom. Tento trojšošovkový korektor **(obr. 3)** je zložený z tenkého



Obr. 3.

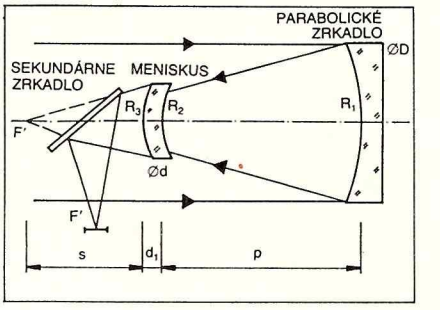
afokálneho menisku, predstaveného pred dubletovou šošovkou. Tento meniskus kompenzuje sférickú aberáciu nasledujúceho dubletu. Pritom celý korektor nie je prísne afokálny, (t. j. vstupný uhol lúčov sa nepatrne líši od výstupného uhla, lúče nie sú presne rovnobežné) a súčasne zmenšuje relatívny otvor hlavného parabolického zrkadla z 1 : 3,3 na 1 : 4,7.

Na rozšírenie využiteľného poľa sa často využíva len dvojšošovkový Rossov korektor, zvaný tiež Rossova šošovka **(obr. 4)**. Tento



Obr. 4.

typ meniskového kompenzátora je možné vyrobiť aj v amatérskych podmienkach. Ako príklad uvádzame ďalekohľad typu Newton s malým meniskovým korektorom komy. Ide o svetelný ďalekohľad s veľkým zorným poľom, vhodný na fotografovanie oblohy. Systém **(obr. 5)** má tieto konštrukčné parametre:



Obr. 5.

Priemer zrkadla D = 200 mm
Priemer menisku d = 67,7 mm zo skla BK7 (K8)
Svetelnosť sústavy 1 : 4
Polomer krivosti parabolického zrkadla R_1 = 1600,00 mm
Polomery menisku $R_2 = R_3$ = 146,63 mm
Vzdialenosť menisku od hlavného zrkadla p = 530,00 mm
Hrúbka menisku d_1 = 25,04 mm (presne dodržať!)
Vzdialenosť ohniska F od druhej plochy R_3 je 270,0 mm
Celková ohnisková vzdialenosť sústavy je 802,3 mm

Vysvetlili sme len princíp funkcie a použitia meniskového kompenzátora. Pre každý ďalekohľad je však treba konkrétne riešiť konštrukciu kompenzátora na základe hlbšieho opticko-matematického rozboru.

EFEMERIDY

Ing. RASTISLAV VALLO

Ak tvrdíte, že spočítať polohu planéty je práca na niekoľko minút, bez výhrad s vami súhlasím. Avšak ak skutočne začnete polohu počítať, musím vás prirovnať k človeku, ktorý ak dostane chuť na praženicu, začne chovať sliepky.

Úvodné, ani nie veľmi nadnesené tvrdenie umožňuje súčasnosť, keď podľa neoficiálnych štatistík vlastní v ČSSR asi 40 000 majiteľov osobný počítač (ČS televízia — máj 1986). Program EFEMERIDY je napísaný pre počítač SINCLAIR — ZX Spectrum, ale nie je problém upraviť ho pre náš PMD 85, ktorým sú hojne vybavené školy, alebo iný počítač používajúci programovací jazyk BASIC. V podstate treba prispôsobiť syntax príkazov INPUT a PRINT.

V programe sú už zadané základné parametre dráh planét — elementy — v dátach, ktoré sa načítajú do indexových premenných. Po jeho spustení, zadaní dátumu a prípadne intervalu, dostanete okamžite výsledky: súradnice planét v ekliptikálnej sústave, rektascenziu α a deklináciu δ, alebo v heliocentrických súradniciach dĺžku λ, šírku β a vzdialenosť planéty od Slnka v astronomických jednotkách (AU). K finálnym údajom sa program prepracováva cez heliocentrické súradnice. Ak porozumieme jeho algoritmu, môžete si stanoviť výpis iných parametrov dráhy, prípadne heliocentrické súradnice využiť na **kresbu** polôh planét v rovine ekliptiky. Tiež je možné miesto niektorej z planét vložiť do dát elementy dráhy planétky, kométy alebo vymysleného telesa.

Aby program správne počítal, tre-

```
5000 REM Program EFEMERIDY
5003 GO SUB 5900
5004 REM  ZADANIE
5005 PAPER 6: INK 0: CLS : BORDER 6: INPUT ""
5010 PRINT BRIGHT 1;f$
5012 PRINT ''TAB 3;"0  Všetky planéty v 1 deň"'': FOR n=1 TO 8: PRINT TAB 3;n;T
AB 6;p$(n): NEXT n
5014 PRINT ';TAB 3;"9  Zmena parametrov"
5016 PRINT '' BRIGHT 1;"ENTER > Vloženie programu",TAB 8;"a posledných efemerid
",TAB 8;"na MG pásku.",
5018 PRINT #0; BRIGHT 1;" Voľba ?","0 - 9 ,  ENTER",: POKE 23560,0
5020 FOR n=0 TO 9: LET m=3+n+(1 AND n>0)+(1 AND n>8): PRINT AT m,0;"> "; OVER 1;
 BRIGHT 1;"  ";: BEEP .02,n+2
5022 IF PEEK 23560=13 THEN GO TO 9000
5024 LET pl=PEEK 23560-48: IF pl=n THEN PRINT OVER 1; BRIGHT 1,,: GO TO 5030
5026 PRINT AT m,0;" "; OVER 1;"
5028 NEXT n: GO TO 5020
5030 PRINT AT 17,0;q$;q$;q$
5032 IF pl=9 THEN PAUSE 1: PAUSE 50: GO TO 5800
5040 REM  Dátum a interval
5044 PRINT AT 14,0; FLASH 1;">"; FLASH 0; PAPER 4;" Dátum:";q$( TO 24)
5050 GO SUB 5750: GO SUB 5740: LET jd=jj
5054 PRINT AT 14,16; PAPER 8;d$(3);AT 14,0;" "
5056 LET j1=jd-jez: LET j2=jd-jep: INPUT "": PRINT " "; PAPER 4;" JD:",jd,
5058 IF pl=0 THEN LET int=0: GO TO 5070
5062 PRINT AT 16,0; FLASH 1;">"; FLASH 0; PAPER 4;" Interval:";q$( TO 21);AT 15,
16; PAPER 8;"1 = 1 deň"
5064 PRINT '" Zadať môžete kub. rac. číslo.  Príklad: 1,10,-0.5, 1/24 a pod.
"
5066 INPUT "Interval ?",int
5068 PRINT AT 16,0;" ";AT 16,16; PAPER 8:int;q$( TO 20); PAPER 6'q$;q$
5080 PRINT AT 18,0;"  Efemeridy: ", FLASH 1;"E"; FLASH 0;"kvatoreálne",, BRIGHT
 1;" α, δ",
5084 PRINT , FLASH 1; INVERSE 1;"H"; FLASH 0; INVERSE 0;"eliocentrické",, BRIGH
T 1;" λ, β, r(AU)",
5090 PRINT #0;AT 1,0; BRIGHT 1;" Voľba:","E, H,  N > nová "
5092 PAUSE 1: PAUSE 0: LET y$=INKEY$: IF y$="n" THEN GO TO 5005
5094 IF NOT (y$="h" OR y$="e") THEN GO TO 5092
5100 REM  Výpočet
5110 CLS : INPUT "": PRINT BRIGHT 1;f$
5112 PLOT 0,164: DRAW 255,0: DRAW 0,-32: DRAW -255,0: DRAW 0,32
5116 FOR n=2 TO 4: PRINT AT n,1; PAPER 4;q$( TO 30): NEXT n
5118 PRINT PAPER 4; OVER 1;AT 2,1;"Dát: ";d$(3);AT 3,1;"Int: ";int;" /deň";AT 4
,1;"JD : ";jd;AT 2,25; FLASH 1;"S"; FLASH 0;"=STOP"
5120 INVERSE 1: PRINT AT 6,0;
5122 IF pl=0 THEN PRINT "Planéty"
5124 IF pl>0 THEN PRINT p$(pl)
5126 PRINT AT 6,9;
5130 IF y$="e" THEN PRINT "Rektascenzia-Deklinácia": INVERSE 0: PRINT TAB 16;"α
";TAB 27;" δ"''
5132 IF y$="h" THEN PRINT " dĺžka   šírka    r   ": INVERSE 0: PRINT TAB 12;"λ
";TAB 20;"β";TAB 27;"(AU)"''
5140 INVERSE 0
5150 REM  Zem
5162 LET q=j1*o/d/z(1)-z(3)+z(2): GO SUB 5710: LET zM=q
5164 LET ee=z(4): LET z=zM/u: LET zz=z
5166 FOR m=1 TO 4: LET z=zz+ee*SIN z: NEXT m: LET q=z*u: GO SUB 5720: LET zE=q
5168 LET q=2*u*ATN (SQR ((1+ee)/(1-ee))*TAN (zE/u/2)): GO SUB 5720: LET zV=q
5170 LET zR=1-ee*COS (zE/u)
5172 LET q=zV+z(3): GO SUB 5720: LET zD=q
5200 REM  Planéty
5202 IF pl>0 THEN LET n=pl: GO TO 5210
5204 FOR n=1 TO 8
5210 LET e=e(4,n): LET pP=e(3,n): LET p0=e(2,n)
5212 LET q=j2*o/d/e(1,n)-pP+p0: GO SUB 5710: LET pM=q
5214 LET z=pM/u: LET zz=z
5216 FOR m=1 TO 10: LET z=zz+e*SIN z: NEXT m: LET q=z*u: GO SUB 5720: LET pE=q
5218 LET q=2*u*ATN (SQR ((1+e)/(1-e))*TAN (pE/u/2)): GO SUB 5720: LET pV=q
5220 LET pR=e(5,n)*(1-e*COS (pE/u))
5222 LET q=pV+pP: GO SUB 5720: LET pD=q
5230 LET yx=pD-e(7,n): LET x=COS (yx/u): LET y=SIN (yx/u)*COS (e(6,n)/u)
5232 LET fi=u*ASN (SIN (yx/u)*SIN (e(6,n)/u)): LET q=u*ATN (y/x): GO SUB 5730: L
ET pU=q
5234 LET q=pU+e(7,n): GO SUB 5720: LET hd=q: LET hr=pR*COS (fi/u)
5238 IF y$="h" THEN GO SUB 5550: GO SUB 5580: GO TO 5500
5240 REM  Heliocentr > Geocentr
5242 IF n<3 THEN LET zSp=zD-hd: LET q=180+zD+u*ATN ((hr*SIN (zSp/u))/(zR-hr*COS
(zSp/u)))
5244 IF n>2 THEN LET zSp=hd-zD: LET q=hd+u*ATN (zR*SIN (zSp/u)/(hr-zR*COS (zSp/u
)))
5246 GO SUB 5720: LET upz=q
5248 LET es=ATN (hr*TAN (fi/u)*SIN ((upz-hd)/u)/(zR*SIN ((hd-zD)/u)))
5264 LET os=z(6)/u: LET zz=upz/u: LET x=COS zz: LET y=SIN zz*COS os-TAN es*SIN o
s
5270 REM  REK : DEK
5272 LET q=u*ATN (y/COS zz): GO SUB 5730: LET res=q: LET reh=res/15
5274 LET des=u*ASN (SIN es*COS os+COS es*SIN os*SIN zz)
5280 LET xh=INT reh: LET xm=60*(reh-xh): LET xs=INT (60*(xm-INT xm)+.5)
5282 IF xs>=60 THEN LET xs=0: LET xm=xm+1
5284 LET yu=ABS des: LET ym=60*(yu-INT yu): LET ys=60*(ym-INT ym)
5296 GO SUB 5550: GO SUB 5560
5500 REM
5505 IF PEEK 23560=115 THEN GO TO 5780
5510 IF pl>0 THEN LET den=den+int: LET j1=j1+int: LET j2=j2+int: GO TO 5150
5515 IF n/2=INT (n/2) THEN PRINT
5520 NEXT n
5530 PRINT #0;" Z > COPY  ■  > Nový dátum"
5532 PAUSE 1: PAUSE 0: IF INKEY$="z" THEN COPY : INPUT "": GO TO 5530
5540 GO TO 5005
5550 BEEP .1,0: BEEP .1,8: BEEP .3,6: BEEP .5,n
5554 IF pl=0 THEN PRINT p$(n);
5556 IF pl>0 THEN PRINT 'den;
5558 RETURN
5560 REM  Výpis ekvatoreálnych
5564 PRINT TAB 11; BRIGHT 1;" ";(("0" AND xh<10);xh;"h";(("0" AND xm<10);INT xm;"m
";(("0" AND xs<10);xs;"s";
5566 PRINT BRIGHT 1;TAB 22;(("+" AND des>0)+("-" AND des<0);("0" AND yu<10);INT y
u;"°";(("0" AND ym<10);INT ym;"'";(("0" AND ys<10);INT ys;CHR$ 34
5568 RETURN
5580 REM Výpis hel.efemerid
5582 PRINT TAB 12-LEN STR$ INT hd:INT (hd*1e3)/1e3;TAB 20-LEN STR$ INT fi;INT (f
i*1e3)/1e3;TAB 27-LEN STR$ INT pr;INT (pr*1e4)/1e4
5588 RETURN
5700 REM  GO SUB
5710 LET q=q-o*INT (q/o): RETURN
5720 LET q=q+(o AND q<0)-(o AND q>o): RETURN
5730 IF x<0 THEN LET q=q+180: RETURN
5732 IF y>0 THEN RETURN
5734 LET q=q+o: RETURN
5740 LET jj=INT (365.25*(rok-(mes<3)))+INT (30.6001*(mes+1+12*(mes<3)))+den-INT
(rok/100)+INT (INT (rok/100)/4)+1720996.5: RETURN
5750 INPUT "Deň  1-31",den,"Mesiac  1-12",mes,"Rok",rok
5752 IF ABS rok>5000 OR mes<1 OR mes>12 OR den>31 THEN GO TO 5750
5754 LET m$="JanFebMarAprMájJúnJúlAugSepOktNovDec": LET m$=m$(mes*3-2 TO mes*3)
5756 LET d$(3)=STR$ den+"."+m$+"."+STR$ rok: RETURN
5780 PRINT #0;" ■ pokračujem  Z> COPY  R> RUN"
5782 PAUSE 5: BEEP .1,5: BEEP .1,2: BEEP .2,10: IF PEEK 23560=115 THEN GO TO 578
2
5784 IF INKEY$="z" THEN COPY : GO TO 5780
5786 INPUT "": IF PEEK 23560=114 THEN GO TO 5005
5788 GO TO 5500
5800 REM  Zmena parametrov  e()
5802 CLS : PRINT BRIGHT 1;" Zmena parametrov "
5804 PLOT 0,138: DRAW 255,0: PRINT ''"EPOCHA:  dátum / JD";AT 19,0;"Nové eleme
nty budú k dátumu:"
5806 PRINT AT 7,0;"Zem";TAB 9; BRIGHT 1;d$(1); BRIGHT 0''TAB 9;jez
5808 PRINT ''"Planéty";TAB 9; BRIGHT 1;d$(2); BRIGHT 0''TAB 9;jep
5810 PRINT FLASH 1;AT 7,21;">"
5812 GO SUB 5750: GO SUB 5740: LET d$(1)=d$(3): LET jez=jj: PRINT AT 7,21; BRIGH
T 1;d$(1); BRIGHT 0;AT 9,21;jez
5814 PRINT FLASH 1;AT 12,21;">"
5816 GO SUB 5750: GO SUB 5740: LET d$(2)=d$(3): LET jep=jj: PRINT AT 12,21; BRIG
HT 1;d$(2); BRIGHT 0;AT 14,21;jep
5818 PRINT #0; FLASH 1;" ENTER ! "; PAUSE 1: PAUSE 0
5820 CLS : FOR n=1 TO 8: PRINT AT 1+n*2,0; BRIGHT 1;n; BRIGHT 0;TAB 2;p$(n),: NE
XT n: PRINT BRIGHT 1;"Z  Zem  "
5824 FOR n=1 TO 7: PRINT AT 1+n*2,16; BRIGHT 1;CHR$ (64+n); BRIGHT 0;"  ";e$(n):
 NEXT n
5828 PRINT #0; BRIGHT 1;" Voľba ?","1-8,  A-G "
5830 PAUSE 0: LET z$=INKEY$
5832 IF z$>"0" AND z$<"9" THEN GO TO 5840
5834 IF z$>="a" AND z$<"h" THEN GO TO 5850
5836 IF z$="z" THEN GO TO 5860
5838 GO TO 5830
5840 LET z=VAL z$: CLS : PRINT BRIGHT 1;p$(z);: GO SUB 5890: FOR n=1 TO 7: PRINT
 AT 1+2*n,0; BRIGHT 1;n;" ";e$(n); BRIGHT 0;" ";e(n,z): NEXT n
5842 FOR n=1 TO 7: PRINT AT 1+2*n,21; FLASH 1;">": INPUT (e$(n)),z$
5844 PRINT AT 1+2*n,21;" ";: IF z$="" THEN PRINT e(n,z): GO TO 5848
5846 LET e(n,z)=VAL z$: PRINT e(n,z)
5848 NEXT n: GO TO 5870
5850 LET z=CODE z$-96: CLS : PRINT BRIGHT 1;" ";e$(z);: GO SUB 5890: FOR n=1 TO
8: PRINT AT 1+2*n,0; BRIGHT 1;n;" ";p$(n); BRIGHT 0;"  ";e(z,n): NEXT n
5852 FOR n=1 TO 8: PRINT AT 1+2*n,21; FLASH 1;">": INPUT (p$(n)),z$
5854 PRINT AT 1+2*n,21;" ";: IF z$="" THEN PRINT e(z,n): GO TO 5858
5856 LET e(z,n)=VAL z$: PRINT e(z,n)
5858 NEXT n: GO TO 5870
5860 CLS : PRINT BRIGHT 1;" ZEM ";: GO SUB 5890: FOR n=1 TO 6: PRINT AT 1+2*n,0;
 BRIGHT 1;n;" ";e$(n); BRIGHT 0;" ";z(n): NEXT n
5862 FOR n=1 TO 6: PRINT AT 1+2*n,21; FLASH 1;">": INPUT (e$(n)),z$
5864 PRINT AT 1+2*n,21;" ";: IF z$="" THEN PRINT z(n): GO TO 5868
5866 LET z(n)=VAL z$: PRINT z(n)
5868 NEXT n
5870 PRINT #0;AT 0,0;"Ešte zmena ?"' BRIGHT 1;"E-Epocha   P-Parametre   N-Nie !
"
5880 IF INKEY$="n" THEN GO TO 5005
5884 IF INKEY$="p" THEN GO TO 5820
5886 IF INKEY$="e" THEN GO TO 5800
5888 GO TO 5880
5890 PRINT TAB 11; PAPER 7;" pôvodné:  nové: ",AT 20,0; BRIGHT 1;" ENTER - bez
zmeny ! ",
5892 PLOT 0,160: DRAW 255,0: RETURN
5900 REM  Dáta
5905 PRINT #0; BRIGHT 1;" N a č í t a v a m  d á t a  ! "
5910 DATA "sid.per.",.24085,.61521,1.88089,11.86223,29.45772,84.01529,164.78829,
247.6968
5920 DATA "str.dĺž.",177.4918,180.0560,284.1772,343.367,244.4645,255.2332,275.3
324,219.3438
5930 DATA "dĺž.prh.",77.2448,131.3805,335.8099,15.4632,91.8141,174.1819,13.5859
,224.4827
5940 DATA "exentr. ",.20563,.00678,.09339,.04809,.05207,.04587,.00845,.24884
5950 DATA "str.vzd.",.38710,.72333,1.52369,5.2026,9.54746,19.24608,30.20502,39.4
6088
5960 DATA "skl.ekl.",7.0045,3.3945,1.84980;1.3052,2.4857,.774,1.7697,17.1341
5970 DATA "dĺž.v.u.",48.1708,76.5580,49.4531,100.3499,113.5537,73.9978,131.6697
,110.2068
5980 DATA 1.00004,100.3587,102.7076,.01671,1,23.441112: REM  ZEM
5982 DIM d$(3,11): LET d$(1)=" 1.1.1986": LET d$(2)="19.6.1986"
5984 LET jez=2446431.5: LET jep=2446600.5
5986 LET r$="Merkúr Venuša Mars   JupiterSaturn Urán   Neptún Pluto  "
5988 LET f$=" E F E M E R I D Y   RV  1986 ": DIM q$(32)
5990 DIM e$(7,8): DIM e(7,8): FOR n=1 TO 7: READ e$(n): FOR m=1 TO 8: READ e(n,m
): NEXT m: NEXT n
5992 DIM p$(8,7): FOR n=1 TO 8: LET p$(n)=r$(n*7-6 TO n*7): NEXT n
5994 DIM z(6): FOR n=1 TO 6: READ z(n): NEXT n
5998 LET u=180/PI: LET o=360: LET d=365.2422: RETURN
8880
8888 PRINT AT 18,0;: LOAD ""CODE
8890 PRINT #0; FLASH 1;" Z a s t a v t e  magnetofón ! "
8892 PRINT AT 7,0;"Vstupné parametre:"''''TAB 9;"1  Z pásky";TAB 9;"2  Programo
vé"
8894 IF INKEY$="1" THEN GO TO 5005
8896 IF INKEY$="2" THEN RUN
8898 GO TO 8894
8900
9000 REM  SAVE, LOAD, VERIFY
9010 CLS : PRINT AT 5,0;: LIST 9000
9020 SAVE CHR$ 20+CHR$ 1+CHR$ 22+CHR$ 1+CHR$ 0+CHR$ 6+"EF86" LINE 8888
9030 POKE 23736,181
9040 SAVE CHR$ 19+CHR$ 1+CHR$ 22+CHR$ 19+CHR$ 0+CHR$ 6+"SLOV"CODE USR "a",168
9070 PRINT #0; FLASH 1;" VERIFY ": VERIFY "": VERIFY ""CODE
```

Obr. 1 — Program EFEMERIDY '86

ba pozorne vložiť všetky vzorce a rovnice, pretože záleží na každom čísle, znamienku, zátvorke. Nakoniec nezabudnite program odladiť na známych výsledkoch, ktoré vidíte ako kópie obrazovky.

ALGORITMUS VÝPOČTU

Program zohľadňuje kompromis medzi jeho dĺžkou a presnosťou. Medzi týmito požiadavkami však nie je priama úmernosť. Presnosť je podstatne zvýhodnená. Kto rozumie problému, vie, aké množstvo vplyvov pôsobí na pohyb telesa v sústave. Pretože predpokladám váš záujem, v krátkosti opíšem, ako je algoritmus zostavený.

Začať od „začiatku" nie je v tomto prípade najvhodnejší postup. Začať musíme od jadra problému — od pohybu telesa v dráhe.

Výpočet dvojice výsledných parametrov — rektascenzie a deklinácie — je postavený na rovniciach problému dvoch telies. Základné vzťahy sú odvodené zo systému diferenciálnych rovníc druhého rádu, kde šiesta integrácia dokazuje, že dráhy sú kuželosečky, a vedie k výsledku:

$$r = \frac{p}{1 + e \cos v}$$

... kde p je parameter $p = a(1-e^2)$
... pre ekliptickú dráhu.
r — rádiusvektor, sprievodič ako súradnica
v — pravá anomália
a — veľká poloos
e — excentricita (numerická)

K pravej (skutočnej) anomálii sa musíme prepracovať od strednej anomálie cez excentrickú anomáliu. Strednú anomáliu získame výpočtom zo stredného denného pohybu. Táto veličina je uvádzaná v najbežnejších astronomických tabuľkách a v programe je vložená ako prvá séria dát. Ak teda poznáme polohu v určitý, teoreticky ľubovoľný čas, pričítame k tejto hodnote násobok stredného denného pohybu a počtu uplynulých dní. Stredná anomália je potom poloha telesa na kružnici, vyjadrená uhlom od priamky apsíd (spojnica stredu dráhy resp. ohniska s perihéliom — veľká poloos) v polárnych súradniciach.

Výpočet excentrickej anomálie je mierne zložitá matematická záležitosť vyjadrená transcendentnou Keplerovou rovnicou:

$$M \doteq E - e \sin E$$

V programe je riešená 4-mi iteráciami pre Zem a 10-imi iteráciami pre planéty s použitím $E \doteq M$ v prvom priblížení. Pomocou pravouhlých súradníc sú odvodené základné vzťahy pre v a r.

$$\mathrm{tg}\frac{v}{2} = \frac{1+e}{1-e} \cdot \mathrm{tg}\frac{E}{2}$$

$$r = a\,(1 - \cos E)$$

Rovnice v programe ľahko identifikujeme podľa premenných, ktoré sú vypísané v nasledujúcej časti.

V ďalšej časti programu je matematický prepočet polohy telesa voči jarnému bodu na geocentrické súradnice s použitím známych vzorcov, ktoré zhodou okolností nájdete aj v poslednej Hvězdářské ročence 1986.

Ak sa teraz vrátime k úvodnej poznámke o presnosti programu, zistíme, že výpočet je presný pri zadaní aktuálnych dát. Pýtate sa, prečo aktuálnych? Môžu byť i neaktuálne? Áno, v tom je pes zakopaný, alebo „deus ex machina", ak vám tento termín lepšie vyhovuje.

Precesia, nutácia, aberácia, refrakcia, vzájomné pôsobenie a hoci i relativistické vplyvy sú „argumenty dĺžky programu". Zohľadnenie všetkých aspektov by neúmerne predĺžilo hlavnú výpočtovú časť programu. Každý parameter by bolo treba z hľadiska času riešiť rovnicami vyššieho stupňa od niektorej štandardnej epochy. Dodanie výsledkov miesto terajších 2 resp. 4—5 sekúnd by sa predĺžilo až na niekoľko desiatok.

Iste si však pamätáte, že medzi týmito požiadavkami nie je „priama úmernosť". Ak teda vložíte do dát časovo najbližšie údaje k dátumu, ktorý chcete vedieť, dostanete výsledky s chybou maximálne pár oblúkových sekúnd. Ak ale s efemeridami roku 1986 zadáte dátum o niekoľko rokov posunutý, chyba bude narastať z hľadiska lunisolárnej precesie a môže (no nemusí) byť až 1,5 stupňa za storočie.

Aby ste nemuseli tieto hodnoty vždy po spustení programu zadávať, sú už v programe zapísané. Sú striktne prevzaté z Hvězdářské ročenky 1986. Elementy pre Zem sú vlastne elementy pre Slnko, obrátené o 180°, zo strany 14, k 1. 1. 1986, JD = = 2446431,5. Elementy pre planéty sú zo strany 50, k 19. 6. 1986, JD = = 2446600,5. Program vo výpočte zohľadňuje, že v hvezdárskych ročenkách nie sú uverejňované efemeridy k rovnakému dátumu. Samozrejme, ak budeme mať k dispozícii efemeridy k rovnakému dátumu a epoche, pomocou režimu „Zmena parametrov" to počítaču zadáme.

Tento režim vám umožní zmeniť jeden alebo všetky vstupné elementy. Po úvodnej voľbe 9 (obr. 3), počítač na obrazovku oznámi dátum, ku ktorému práve elementy registruje a vyžiada si nové dátumy. Následne vám zobrazí zoznam planét (1—8), zoznam parametrov (A—G) a voľbu pre parametre Zeme. Po vašej voľbe upravte hodnoty. Ak sa budete chcieť vrátiť k pôvodným, stačí spustiť program príkazom RUN.

Program s vašimi novými elementami môžete nahrať na magnetofónovú pásku, tak, aby ste nové elementy nemuseli opakovane vkladať. Tieto si bude počítač pamätať dovtedy, pokiaľ nepoužijete príkaz CLEAR alebo RUN. Príkazom RUN načíta program opäť pôvodné (programové) elementy.

GRAFIKA A SLOVENČINA

V LIST-e programu i COPY obrazovky vidíte texty v slovenčine. Považujem za správne programovať v spisovnom jazyku. Nie je to problém, a odložiť alebo vložiť kódy jazyka je otázka dvoch sekúnd. Kódy charakteristických písmen môžete opakovane použiť. Byty SLOV sú grafické znaky pre malé písmená a v tomto prípade aj znaky pre stupeň (°) a písmená gréckej abecedy. Veľké písmená nie sú graficky spracované — bolo by to komplikovanejšie s nastavovaním systémových premenných. Kompromis s malými písmenami plne postačuje a žiada si tvoriť vety tak, aby nezačínali dlhými samohláskami a mäkkými spoluhláskami. Pri troche obratnosti to možno pohodlne zvládnuť.

ZÁPIS PROGRAMU

Najskôr vložte program podľa obr. 2 a do ľubovoľných riadkov, hoci od 1000, zapíšte dáta. Po jeho spustení si byty odložte príkazom SAVE „SLOV" CODE USR „a", 168. Ak ste s výpisom znakov spokojní, zadajte NEW, program vypadne, znaky zostanú (môžete sa presvedčiť v GRAFIK mode) a začnite zapisovať program EFEMERIDY. Po zapísaní programu EFEMERIDY zadajte GO TO 9000 a program i byty slovenčiny počítač nahrá na pásku ako ucelený blok.

PROGRAM EFEMERIDY

Ako bolo v úvode naznačené, neodporúčam vám experimenty pri prvom zápise programu. Po jeho zápise a spustení zadajte hodnoty dátumu, intervalu a voľby súradníc podľa obrázkov č. 4, 5 a 6. Ak dostanete úplne totožné výsledky, bez známych správ „Premenná nebola nájdená", „Hodnota je mimo rozsah", „Číslo je príliš veľké" a podobne, začnite program používať a prípadne experimentovať.

Program obsahuje v zásade samostatné bloky, ktoré sú označené v poznámkach REM.

POUŽITIE PREMENNÝCH

Pre Zem	Pre planéty	Význam
zP	pP	dĺžka perihélia
zM	pM	stredná anomália
zE	pE	excentrická anomália
zV	pV	pravá anomália
zR	pR	vzdialenosť od Slnka (AU) v rovine dráhy
zD	pD	dĺžka v rovine dráhy
	hd	heliocentrická dĺžka ekliptikálna (λ)
	fi	heliocentrická šírka ekliptikálna (β)
	zSP	uhol Zem-Slnko-planéta
	res	rektascenzia v stupňoch
	reh	rektascenzia v hodinách (α)
	des	deklinácia v stupňoch (δ)
	jd	juliánsky deň

```
  10 FOR n=65368 TO 65535: READ m: POKE n,m: NEXT n
  20 FOR n=1 TO 21: PRINT CHR$ (96+n);TAB 3;CHR$ (143+n): NEXT n
 900
1000 DATA 8,16,56,4: REM atď.
1010 DATA 36,0: REM atď.
```

8	16	56	4	60	68	60	0	a	á
36	0	56	4	60	68	60	0	b	ä
20	8	0	60	64	64	60	0	c	č
1	5	4	60	68	68	60	0	d	ď
8	16	56	68	120	64	60	0	e	é
0	0	4	10	56	72	54	0	f	ď
0	24	36	40	36	56	32	32	g	β
0	28	16	24	36	36	24	0	h	δ
8	16	0	48	16	16	56	0	i	í
0	8	84	84	56	16	16	16	j	φ
0	16	40	8	8	20	34	0	k	λ
2	18	16	16	16	16	12	0	l	ľ
48	72	72	48	0	0	0	0	m	°
40	16	120	68	68	68	68	0	n	ň
8	16	56	68	68	68	56	0	o	ó
16	40	56	68	68	68	56	0	p	ô
16	16	68	68	68	60	4	56	q	ý
40	16	124	8	16	32	124	0	r	ž
40	16	56	64	56	4	120	0	s	š
2	18	56	16	16	16	12	0	t	ť
8	16	68	68	68	68	56	0	u	ú

Obr. 2 — Pomocný program na vytvorenie grafických znakov (slovenčina a časť gréckej abecedy) a tabuľka ich dát

VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV — PRESNOSŤ PROGRAMU

Výpisy z obrazovky podľa obrázkov 4—7 môžete porovnať s astronomickou literatúrou. Intervaly sú vedome volené tak, ako v ročenkách. Obrázky 5, 6 a ak už máte ročenku '87, aj obr. 7 môžete porovnať ihneď — pred zapísaním programu. Vidíte, že program pracuje naprosto presne. Dalo by sa povedať, že údaje sú presnejšie ako v ročenke — tvrdenie však nie je korektné, lebo problém je iba vo forme zaokrúhlenia. Korštatovanie platí pre výpis ekliptikálnych súradníc — rektascenzie a deklinácie.

```
E F E M E R I D Y        RV © 1986

  0  Všetky planéty v 1 deň

  1  Merkúr
  2  Venuša
  3  Mars
  4  Jupiter
  5  Saturn
  6  Urán
  7  Neptún
  8  Pluto

Dátum:            2.Feb.1987
JD:               2446828.5
Interval:         1

Efemeridy:        Ekvatoreálne
                  α, δ
                  Heliocentrické
                  λ, β, r(AU)
```

Obr. 3 — Úvodný oznam o voľbe možností. Voľba **9** je už predpísaná, pretože bola zvolená Venuša 2, 2. 2. 1987, v intervale 1 deň a počítač čaká na určenie súradnicovej sústavy **E** alebo **H**. Po stlačení **E** dostaneme obr. 7. Ak stlačíte **N**, dostaneme úvodný oznam o voľbe možností 1—9.

```
E F E M E R I D Y        RV © 1986
Dát: 2.Feb.1944                S=STOP
Int: 0 /deň
JD : 2431122.5
Planéty      dĺžka      šírka        r
             λ          β            (AU)

Merkúr       214.016    1.72         0.4359
Venuša       223.087    1.873        0.7234

Mars         102.168    1.471        1.5989
Jupiter      141.807    0.864        5.3428

Saturn        86.014   -1.15         9.0526
Urán          68.542   -.074        19.446

Neptún       182.92     1.38        30.4557
Pluto        128.378    5.491       37.8916
```

Obr. 4 — Kontrolný, testovací obraz pre všetky planéty. Postupná voľba: 0, 2. 2. 1944, H

Vo výpise heliocentrických súradníc iste postrehnete pravidelnú „chybu" v heliocentrickej šírke λ, o 0,2 °. Nemajte však obavu, program je v poriadku, a správny údaj je ten, ktorý vidíte na obrázku. Údaje v ročenke sú tiež pravdivé — platia však pre ekvinokcium 2000,0. Ak teda uvážime, že z hľadiska precesie sa pól ekliptiky pootočí asi o 1° za 72 rokov tak:

$$(2000 - 1986)/72 \,.\, 1° \doteq 0{,}2°$$

— a tu sú tie dve desatiny, pričom pre ten istý dátum dostanete heliocentrické súradnice platné pre epochu 1986 opäť celkom presné.

ZÁVER

K dispozícii dostávate jeden z viacerých možných algoritmov na výpočet polôh planét k ľubovoľnému dátumu. V riadkoch 5300—5390 je rezerva pre transformáciu na obzorníkové súradnice (A, z).

```
E F E M E R I D Y        RV © 1986
Dát: 4.Feb.1986                S=STOP
Int: 5 /deň
JD : 2446465.5
Merkúr       dĺžka      šírka        r
             λ          β            (AU)

4            322.347    -6.987       0.4059
9            342.006    -6.413       0.378
14             4.796    -4.824       0.3493
19            31.264    -2.047       0.3244
24            61.13      1.578       0.3095
29            92.607     4.916       0.3094
```

Obr. 5 — Výpis efemeríd po zadaní: 1, 4. 2. 1986, 5 (interval), H

```
E F E M E R I D Y        RV © 1986
Dát: 1.Máj.1986                S=STOP
Int: 0 /deň
JD : 2446551.5
Planéty      Rektascenzia-Deklinácia
             α          δ

Merkúr       01h13m24s  +04°58'44"
Venuša       04h12m15s  +21°49'26"

Mars         19h06m06s  -23°43'20"
Jupiter      23h07m37s  -06°40'10"

Saturn       16h27m34s  -19°41'13"
Urán         17h24m36s  -23°16'30"

Neptún       18h24m29s  -22°13'12"
Pluto        14h36m34s  +02°41'25"
```

Obr. 6 — Výpis efemeríd po voľbe: 0, 1. 5. 1986, E

```
E F E M E R I D Y        RV © 1986
Dát: 2.Feb.1987                S=STOP
Int: 1 /deň
JD : 2446828.5
Venuša       Rektascenzia-Deklinácia
             α          δ

2            17h45m13s  -20°31'31"
3            17h49m55s  -20°36'18"
4            17h54m38s  -20°40'36"
5            17h59m22s  -20°44'25"
6            18h04m08s  -20°47'45"
7            18h08m55s  -20°50'35"
8            18h13m42s  -20°52'55"
9            18h18m31s  -20°54'45"
10           18h23m20s  -20°56'03"
11           18h28m10s  -20°56'49"
12           18h33m01s  -20°57'04"
```

Obr. 7 — Výpis efemeríd po voľbe: 2, 2. 2. 1987, 1, E

ASTRONOMICKÁ FOTOGRAFIA

Farebné negatívy

Ing. MILAN KMENT

Priaznivcom farebnej fotografie určite chýba zmienka o farebných negatívnych filmoch. Fotochema Hradec Králové dlhé roky žiaden farebný negatívny materiál na trh nedodávala, a tak jediný dostupný materiál bol Orwocolor NC-19, ktorý je dnes nahradený zlepšeným Orwocolorom NC-21 (100 ASA). Koncom roku 1985 na našom trhu sa objavil fotomateriál Equicolor HR-100 (100 ASA) značky Foma. Je to kvalitný film na báze T kryštálov, zodpovedajúci materiálu Fujicolor HR-100 (HR — High Resolution — vysoká rozlišovacia schopnosť). Tento náš fotomateriál, ako všetky farebné materiály svetových firiem, sa spracováva procesom Kodak C-41 (laboratória Praha a Liberec).

Na našom trhu sa občas zjavia i farebné negatívy s vyššou citlivosťou. Sú to napríklad výrobky firmy Kodak — Kodacolor VR 400 (27 DIN) a Kodacolor VR 1000 (31 DIN), maďarská firma Forte ponúka Fortecolor 400 (27 DIN), Agfa poskytuje v oblasti vyšších citlivostí Agfacolor XRS 400 a XRS 1000 (27 a 31 DIN) a už spomenutá Fuji vyrába Fujicolor HR 200, HR 400 a HR 1600 (24, 27 a 33 DIN). Všetky tieto materiály sú spracovateľné i u nás v procese C-41.

Ako sme už spomenuli (Kozmos 4/1986), zo všetkých týchto farebných negatívov možno prostredníctvom Orwocoloru PC-7 urobiť farebné diapozitívy. Avšak farebné negatívy sú predovšetkým určené pre zväčšovanie na farebný papier. Tu je voľba jednoduchá. Fotochema dodáva na náš trh vynikajúce papiere Fomacolor PM-30, ktoré majú podložku z umelej hmoty. Znamená to, že po zväčšovaní, vyvolaní a vypraní papier bez akéhokoľvek ďalšieho leštenia alebo sušenia v leštičke položíme napríklad na dosku stola a papier sa sám vyrovná a nadobudne dokonalý lesk (alebo matovaný povrch, podľa typu emulzie). Podrobný postup na spracovanie možno nájsť v odbornej literatúre, ale s nasledujúcou zmenou: s papierom Fomacolor PM-30 je nutné až do skončenia vyvolávania pracovať v úplnej tme a až potom použiť odporúčaný filter.

Amatérska hvezdáreň s troma kupolami

Celkový pohľad na hvezdáreň v Harthe, NDR. Vľavo je štvormetrová kupola s refraktorom 162/2500 mm na vizuálne pozorovania. Táto časť hvezdárne bola vybudovaná za prvých päť rokov, ďalšie budovy a kupoly boli dostavané v ďalších rokoch. Veľká päťmetrová kupola, ktorá je vpravo v popredí, ukrýva najväčší ďalekohľad hvezdárne — Cassegrain 360/5250 mm, ktorý slúži na odborné pozorovania; možno cez neho pozorovať vizuálne i fotometricky. Malá kupola — v strede záberu — má priemer dva metre. Pod ňou je sústava štyroch komôr s objektívmi typu Tessar s ohniskovou vzdialenosťou 250 mm na fotografovanie oblohy. Na hvezdárni je aj 12 školských ďalekohľadov, vyučovacia miestnosť pre 35 poslucháčov, fotokomora, knižnica, meracie laboratórium, pracovne a kompletne vybavená dielňa. Foto: H. Busch

Stretli sme sa v Brne na seminári o premenných hviezdach, kde H. Busch, vedúci amatérskej hvezdárne v Harthe, NDR, rozprával o pozorovaniach svojej skupiny premenárov. Nakoniec ukázal fotografie, nad ktorými publikum zažaslo: — Toto je naša hvezdáreň. Postavili sme si ju svojpomocne, doslova vlastnými rukami.

— Sú to už roky, takmer štyri desaťročia, čo som nastúpil ako učiteľ na miestnu školu v Harthe, malom priemyselnom mestečku s 10 tisíc obyvateľmi, — hovorí H. Busch. — Hartha je neďaleko československých hraníc, — dodáva, — z kopca, kde dnes stojí hvezdáreň, za jasného počasia dovidíme až k vám. Pravda, keď som tu začínal, hvezdáreň nebola.

Dva roky po tom, ako som prišiel do Harthy, podarilo sa na našej škole zorganizovať skupinu záujemcov o astronómiu a na kopci za mestom začali sme postupne budovať hvezdáreň. Stavali sme iba svojpomocne, bez pomoci techniky, vo viacerých etapách. Celkove sa na stavbe hvezdárne zúčastnilo 170 žiakov a rodičov, ktorí spolu odpracovali 25 tisíc brigádnických hodín — a za päť rokov po započatí stavby bola hvezdáreň hotová. Bolo to v roku 1962.

Finančné prostriedky na stavebný materiál a vybavenie hvezdárne sme dostali pridelené v dostatočnom množstve, takže sme mohli zakúpiť

H. Busch, riaditeľ hvezdárne v Harthe.

aj štvormetrovú kupolu a prvý ďalekohľad — refraktor s priemerom objektívu 162 mm. Za nasledujúce roky nadobudla hvezdáreň veľa ďalších prístrojov — školské ďalekohľady, fotometre, zariadenie na premeriavanie polôh objektov na fotografických platniach a ostatné vybavenie, ktoré nám umožňuje, aby sme sa na dobrej úrovni mohli venovať nášmu hlavnému programu — pozorovaniu premenných hviezd. Podstatne sa rozrástla aj samotná budova hvezdárne. Pribudli dve kupoly, dvojmetrová a päťmetrová, v ktorej je náš najväčší ďalekohľad — Cassegrain 360/5250 — ktorý sme si celý postavili sami.

Hvezdáreň nesie meno Bruna H. Bürgela, významného nemeckého publicistu a popularizátora prírodných vied, ktorý celým svojím dielom presvedčivo dokazoval význam vzdelávania širokých vrstiev obyvateľstva. Bruno Bürgel bol pôvodne robotník, k univerzitnému vzdelaniu sa dostal až v dospelom veku. Pracoval na hvezdárni, zo začiatku ako technik, potom demonštrátor, prednášateľ a odborný pracovník. Tým, že hvezdáreň v Harthe nesie jeho meno, zdôrazňuje svoje hlavné poslanie — vzdelávať a vychovávať mládež k exaktnému mysleniu, šíriť poznatky z astronómie v širokých vrstvách obyvateľstva, vychovávať k úcte ku vzdelaniu a tým šíriť vedecký svetonázor.

Pri debate s naším hosťom z NDR sme sa pozastavili nad tým, ako je to možné, že za celé tie roky budovania hvezdárne sa v malom mestečku s 10 tisíc obyvateľmi vždy našlo dosť dobrovoľníkov, ochotných priložiť ruku k dielu.

— Nekládli sme si za cieľ postaviť hvezdáreň rýchlo, za každú cenu, — hovorí H. Busch, — predovšetkým sme sa venovali astronómii, hodne sme pozorovali hneď od začiatku, hoci aj najjednoduchšími prostriedkami. Tým naša skupina bola stále dosť široká na to, aby sme mali dosť síl a elánu budovať stále ďalej.

—bš—

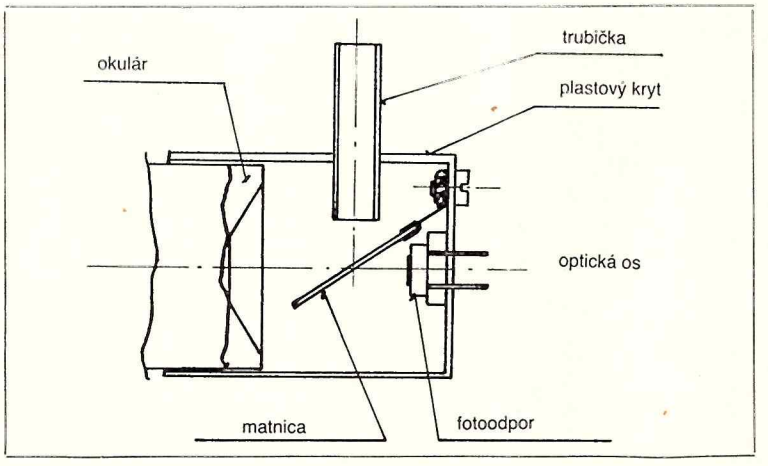
Mesiac vchádza do tieňa Zeme. Priebeh úkazu je zachytený v päťminútových intervaloch. Snímkované na hvezdárni v Rimavskej Sobote cez fotokomoru 4,5/210 na planfilm NP 22, formátu 18 × 18 cm. Foto: Igor Berky a Pavol Rapavý.

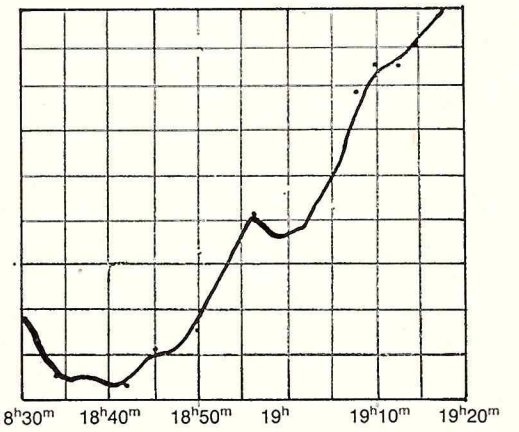
Už pár dní po zatmení Mesiaca začali nám do redakcie prichádzať tučné obálky s fotografiami: neomylný znak toho, že na väčšine územia počasie pozorovaniam prialo. Celkove sme dostali pätnásť príspevkov, z toho štyri zásielky obsahovali farebné diapozitívy. Na uverejnenie sme vybrali sériu snímok priebehu zatmenia, ktorú nám poslal Ladislav Schrötter z Gottwaldova (na zadnej strane obálky). Okrem neho fotografovali na farbu aj RNDr. Ladislav Pastorek z hurbanovskej hvezdárne, Ladislav Smrčka z Jindřichovho Hradca i Jiří Vorlický z Podivína, ktorého svojpomocne postavenú kupolu čitatelia Kozmosu poznajú z rubriky Napíšte o svojom ďalekohľade. Treba povedať, že farebné diapozitívy všetkých štyroch autorov boli veľmi kvalitné. Ak sme však chceli uverejniť vo farbe celý priebeh zatmenia, museli sme vybrať zábery od jedného autora, pretože každý film má trochu odlišný farebný odtieň pozadia, a preto kombinácia viacerých druhov záberov na jednej ploche by nevyznela pekne.

Okrem farebných diapozitívov prišlo do redakcie celkove 105 čiernobielych fotografií zatmenia. Medzi nimi bolo aj niekoľko záberov, ktoré sú zaujímavé nevšedným spôsobom podania tohto námetu. Na snímke Vladimíra Meštera (na str. 63) je Mesiac zachytený pri dlhej, trojhodinovej expozícii ako postupne slabnúca stopa. Je to záber, na aký stačí jednoduchý fotoaparát so statívom. Naproti tomu dr. P. Rapavý musel mať k dispozícii vynikajúcu fotokomoru so širokým zorným poľom, aby mohol zaznamenať na jedno pole planfilmu 18 × 18 cm prerušovanou expozíciou cestu Mesiaca po oblohe počas celého, vyše hodiny trvajúceho vstupu Mesiaca do tieňa Zeme.

Väčšina fotografií, ktoré sme dostali z vlaňajšieho zatmenia Mesiaca, zachytáva priebeh úkazu na sérii záberov. Pre amatérov, ktorí sa zameriavajú na fotografovanie, by iste nebolo nezaujímavé prezrieť si ich všetky a porovnať, ako závisí výsledný obraz od použitých techník a materiálu — počínajúc parametrami optiky ďalekohľadu (vrátane čistoty), cez voľbu filmu, spôsob vyvolávania, až po dĺžku expozície. Avšak ťažko možno uverejniť stovku fotografií s rovnakým námetom. Preto sme vybrali zo všetkých snímok Mesiaca cez ďalekohľad jedinú fotografiu, zo série, ktorá vynikala aj precíznym spracovaním.

Zastavme sa na chvíľu pri probléme dĺžky expozície. Amatéri, ktorí ešte nie sú veľmi zbehlí vo fotografovaní tohto úkazu, pri postupujúcom zatmení Mesiaca menia dĺžku expozície. Preto sa im stáva, že úzky kosáčik Mesiaca im vyjde preexponovaný a nevidno na ňom detaily. Stačí si však uvedomiť, že z jednotkovej plochy nezatemnenej časti Mesiaca sa odráža svetlo rovnakej intenzity;





Počas vlaňajšieho októbrového zatmenia som vyskúšal možnosť merať zmenu intenzity jasnosti Mesiaca pomocou fotoodporu TESLA WK 650 60. Fotoodpor som upevnil do tmavého krytu z plastu tak, aby ho bolo možné nasadiť na okulárový výťah ďalekohľadu TURIST 4 (10 × 30). Vzhľadom na to, že citlivá časť fotoodporu má plochu 4 × 4 mm, bolo treba zaistiť, aby obraz Mesiaca bol väčší ako zberná plocha. Túto podmienku som splnil tak, že medzi okulár a fotoodpor som umiestnil pod uhlom 45° matnicu, ktorá zároveň slúžila aj ako polopriepustné zrkadlo, na ktorom som kontroloval presnosť nastavenia ďalekohľadu na Mesiac.

Meranie ukázalo, že citlivosť môjho fotoodpora úplne postačuje na takéto meranie. Ak by sa fotoodpor umiestnil do ohniska okulára ďalekohľadu s väčšou apertúrou, dalo by sa očakávať, že umožní merať kolísanie intenzity svetla aj slabších objektov.

Kalibráciu fotoodporu mi urobil Ing. Švitorka na pražskom Výskumnom ústave spojov pomocou kalibrovaného generátora svetla, ktorý tu používajú na meranie útlmu svetlovodov. Na meranie odporu slúžil číslicový multimeter SOAR, typu ME 533, ktorý meria napätím max. 3 V. Zotrvačnosť fotoodporu sa udáva asi 10 s.

Pretože pri poklese intenzity svetla nameraný odpor rastie, krivka na obrázku vpravo má pri poklese intenzity svetla stúpajúci trend. Krivka zároveň ukazuje, že intenzita svetla poklesla nielen vplyvom zatmenia, ale zaznamenal sa aj vplyv tenkej vrstvy oblačnosti.

Ing. J. Polívka

ak sa osvetlená časť zväčší, objekt síce odráža celkove viac svetla, ale jeho jas zostáva nezmenený.

Najpočetnejšiu sériu snímok nám poslali RNDr. Petr Hájek a Dalibor Hanžl z hvezdárne vo Vyškove; obsahuje až 32 fotografií. Iné série majú po 5 až 10 záberov. Úplnú sériu čiernobielych snímok, ktoré by kompletne zachytávali priebeh zatmenia Mesiaca, sme však nedostali. Na prevažnej časti nášho územia sa zrejme počas vyše troch hodín, čo prebiehalo zatmenie, aspoň prechodne, na krátky čas, pokazilo počasie.

V deň zatmenia bolo rušno najmä na hvezdárňach, kde mali nával návštevníkov a zároveň sa snažili zvládnuť aj pozorovania. RNDr. Petr Hájek na hvezdárni vo Vyškove snímkoval spolu s D. Hanžlom priebeh zatmenia cez reflektor 310/2400 mm a popri tom sa staral aj o 110 návštevníkov, ktorých zatmenie Mesiaca prilákalo na hvezdáreň. Okrem toho na Vyškove šesťčlenná skupina pozorovala aj kontakty kráterov s tieňom Zeme.

Zo ždánickej hvezdárne nám Petr Kučera a Emil Matějka poslali snímky, ktoré exponovali refraktorom 200/3000 mm. Počas zatmenia prišlo na hvezdáreň 240 návštevníkov (pričom Ždánice má 2500 obyvateľov). Na takýto nápor záujemcov je však ždánická hvezdáreň pripravená, takže tu stihli napozorovať asi 80 kontaktov tieňa s krátermi a navyše aj nafilmovať na 8 mm film zrýchlený záznam priebehu zatmenia. Tento 7-minútový film bude určite patriť k atraktívnym učebným pomôckam tejto bohato vybavenej hvezdárne.

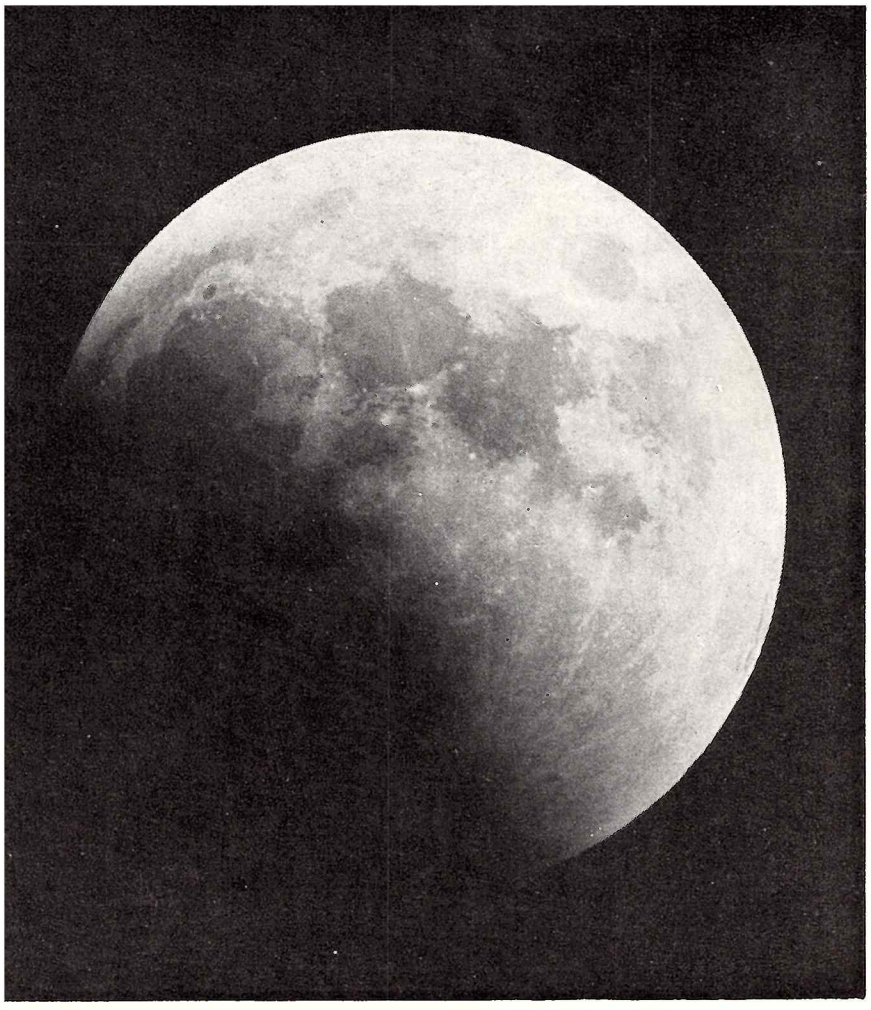
Počasie bolo priaznivé aj na východnom Slovensku. Zo Svidníka nám zaslal svoje snímky zatmenia Mesiaca Imrich Kresťanko. Fotografoval cez Telemegor 1:5,5/400 fotoaparátom Pentacon Six na film ORWO NP 22. Osobitne nás potešila zásielka z Košíc od Kamila Hermana a Jána Matiáša. Sú členmi astronomického krúžku, ktorý pracuje pri Dome pionierov a mládeže v Košiciach. Cez ďalekohľad, požičaný z krúžku, urobili títo 16-roční amatéri slušnú sériu trinástich snímok zatmenia Mesiaca.

V Spišskej Novej Vsi zorganizovala pozorovanie zatmenia Mesiaca miestna organizácia Slovenského zväzu astronómov amatérov, ktorej predsedom je Ing. František Dojčák, dnes už 73 ročný nestor astronómie v tomto okrese. Jedným z účastníkov pozorovania bol aj Dušan Krcha, ktorý veľmi jednoduchými prostriedkami — fotoaparátom Zenit TTL s objektívom 5,6/300 — urobil vydarenú sériu dvadsiatich záberov Mesiaca.

Aj Bratislavčania, hoci nemajú hvezdáreň, ukázali svoj tradične veľký záujem o astronomické pozorovania. Na hrade sa pri ďalekohľadoch zhromaždilo vyše päťsto ľudí.

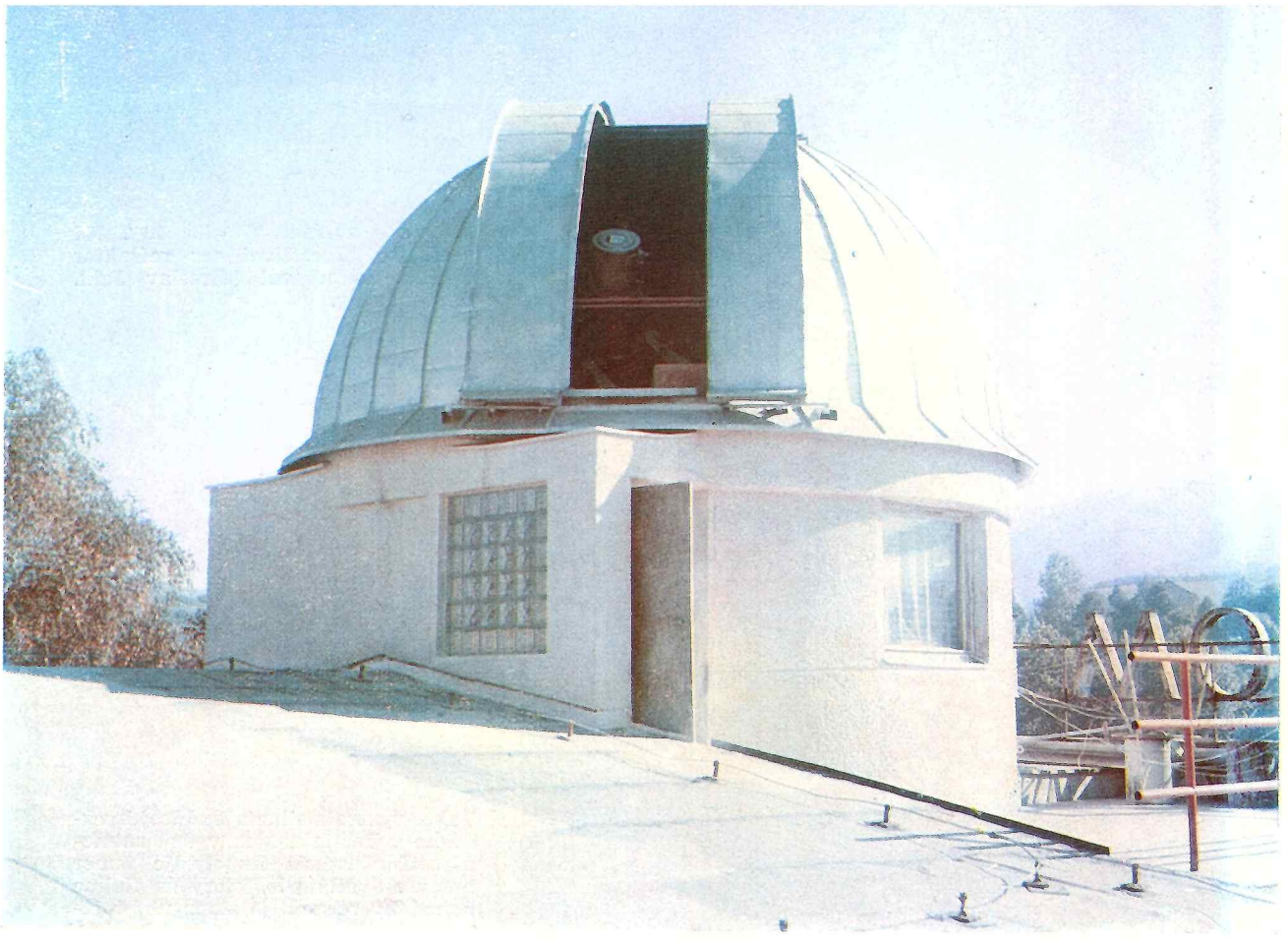
Veľmi zaujímavý list sme dostali od riaditeľa hvezdárne v Rimavskej Sobote, RNDr. Pavla Rapavého. Okrem snímok, ktoré uverejňujeme v tomto čísle Kozmosu, poslal aj 13 veľmi kvalitných fotografií Mesiaca v jednotlivých fázach zatmenia. O dôslednej príprave na zatmenie Mesiaca v Rimavskej Sobote svedčí aj 174 napozorovaných kontaktov, ktoré na hvezdárni robili členovia Klubu mladých astronómov — Gabriel Csomós, Jozef Szabó a Juraj Kubačka. Zapisovateľom bol Štefan Feledy. Na hvezdárni v Rimavskej Sobote mali na zatmenie pripravených deväť ďalekohľadov, z ktorých päť vyčlenili pre verejnosť. Pretože počas zatmenia už nebýva času nazvyš aj na vysvetľovanie, usporiadal dr. Rapavý hodinu pred začiatkom úkazu prednášku o zatmení Mesiaca, na ktorú prišlo vyše sto záujemcov. Samozrejme, že po prednáške zostali na hvezdárni, aby mohli priebeh zatmenia sledovať cez ďalekohľad. Tí, čo nevydržali v chladnom počasí po celý čas pri ďalekohľadoch, mohli v útulnom prostredí hvezdárne sledovať astronomické filmy. Všetci, najmä mladí hvezdári sa zhodli na tom, že toto zatmenie bolo pre nich malým astronomickým sviatkom.

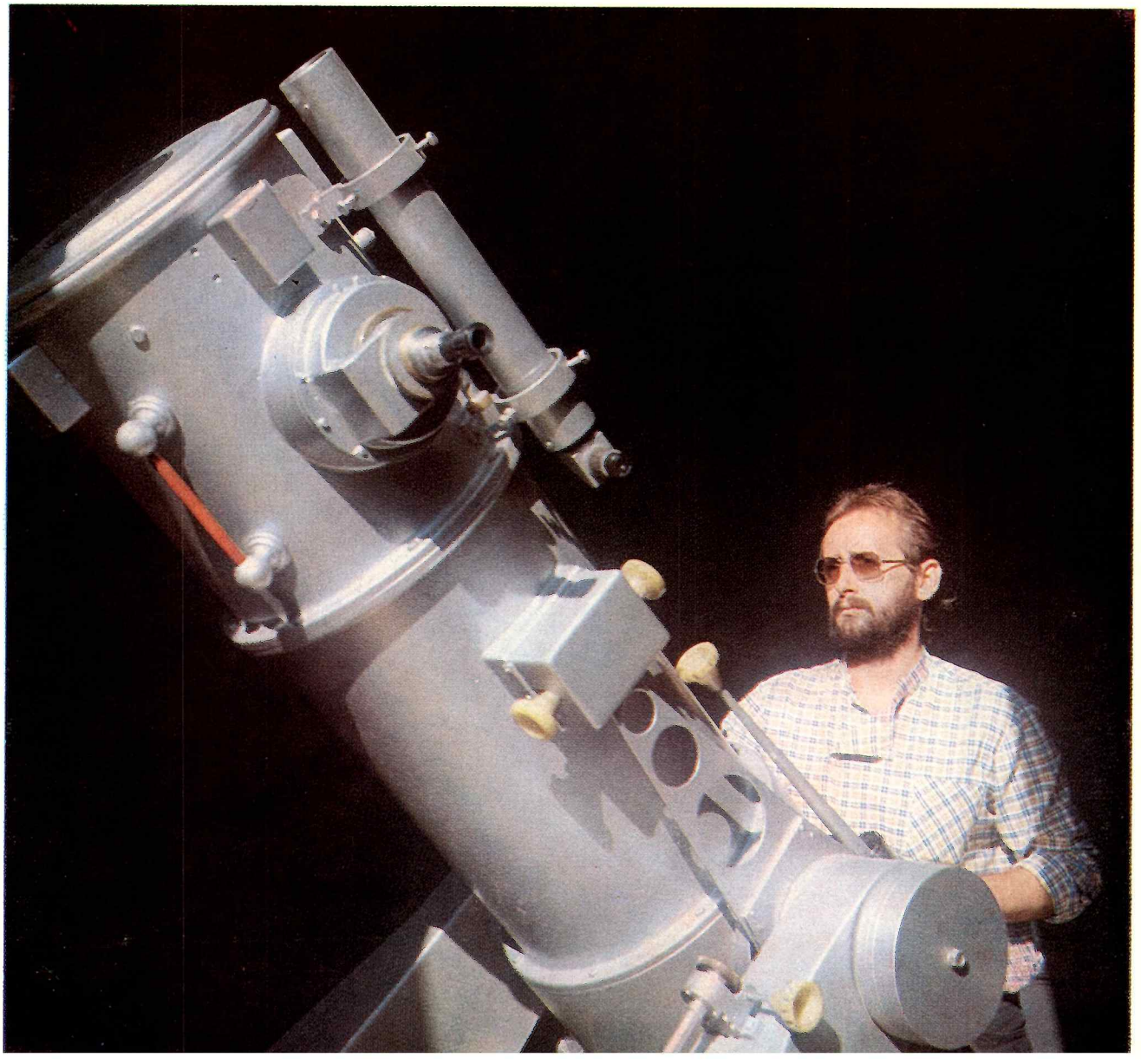
Ľubor Hutta



◀ Zatmenie začína. T = 18^h 46^m. Na petřínskej hvezdárni cez refraktor 150/2250 snímkoval Miroslav Jakl. Expozícia 1 s.

Takto vyzerala silueta budúcej hvezdárne v Partizánskom v deň zatmenia. Konštrukcia kupoly je temer hotová. Svetlý pás, ktorý sa tiahne ponad hvezdáreň, je stopa ubúdajúceho Mesiaca. Expozícia je 3 hodiny, začiatok o 18^h 20^m. Foto: Vladimír Mešter. ▼





V rubrike Napíšte o svojom ďalekohľade, predstavujeme obyčajne prístroje, ktoré si zostrojili amatéri-konštruktéri. Dnes vám predstavíme ďalekohľad, ktorý používajú na handlovskej pozorovateľni, cez ktorý sa amatéri už viac než štvrťstoročie kochajú krásami vesmíru.

NAPÍŠTE O SVOJOM ĎALEKOHĽADE

Pred viac než štvrťstoročím, v začiatkoch éry družíc, si handlovskí amatéri uzmysleli, že by bolo prospešné postaviť v tomto meste astronomickú pozorovateľňu. Tento zámer sa im zdaril a tak na streche Domu kultúry ROH vyrástla kupola. A aká by to bola pozorovateľňa, keby v jej vnútri nebol výkonný ďalekohľad? Po dlhých debatách, aký typ ďalekohľadu zvoliť, sa nakoniec rozhodli pre Newtona. Tento prístroj vznikol v dielňach Veľkobane Handlová. Pri konštrukcii pomáhali astronómovia zo Žiliny i z Ostravy. Ľudová hvezdáreň v Ostrave dodala na nový ďalekohľad optiku. Priemer zrkadla je 275 mm, ohnisková vzdialenosť 1500 mm. Tubus je pripevnený na masívnej vidlicovej paralaktickej montáži, jemné pohyby sú riešené pomocou ozubených prevodov. Nedoriešený zostáva jemný pohyb v rektascenzii, kde je pomerne veľká vôľa pri vedení ďalekohľadu spôsobená viacnásobným sprevodovaním. Ďalekohľad má elektrický pohon, ktorý však nemá vyrovnávač napätia, a tak je jeho pohyb nerovnomerný. Na tubuse je pripevnený malý hľadáčik so zenitovým hranolom skonštruovaný z optiky Zeiss 50/540, okulár je s nitkovým krížom, zatiaľ ešte neosvetleným. Celý okulárový výťah na hlavnom ďalekohľade je možné obmieňať, či už nasúvaním okulárov, alebo vymenením celého okulárového výťahu, ktorého redukcia zodpovedá závitu fotoaparátu Practica, takže je možné fotografovať priamo v ohnisku ďalekohľadu. Výmenou okulárov je možné zvoliť zväčšenie v rozmedzí od 60 do 220 krát.

Ďalekohľad svojimi parametrami spĺňa požiadavky pre kvalitné pozorovanie, avšak handlovskí hvezdári privítajú každú dobrú radu, ktorá by im pomohla ešte viac ich prístroj vylepšiť.

Ján Fabricius
Dom kultúry ROH
972 51 Handlová

Brúsenie astronomických zrkadiel

2

RNDr. VLADIMÍR PŘIBYL

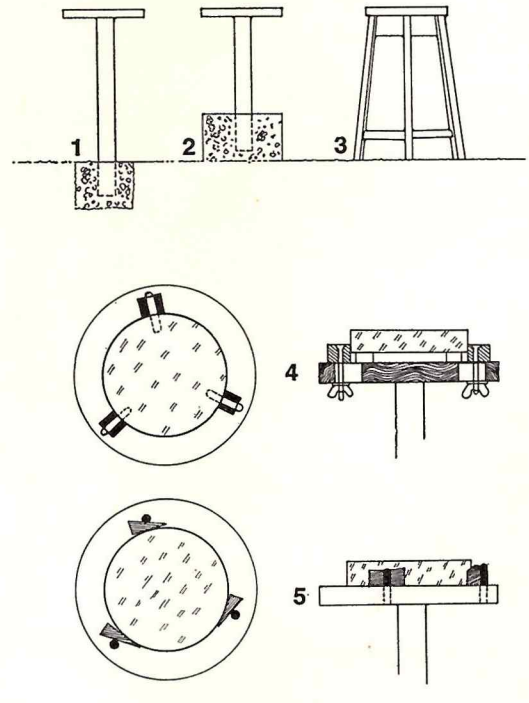
BRÚSIACI STOLČEK

Na uchytenie brúsnej podložky potrebujeme primerane masívny brúsiaci stolček, dostatočne stabilný, aby sa počas brúsenia a leštenia nechvel. Treba, aby sa naň dala pevne uchytiť brúsiaca podložka, ktorá má byť ľahko snímateľná. Na obrázku **č. 4** je niekoľko možností výroby, či použitia iných stolčekov. Výška stolčeka má byť taká, aby sa brusič pri práci nemusel zohýňať, ani aby nemusel mať zohnuté ruky. Pri brúsení by mal držať zrkadlo vo vystretých, voľne spustených rukách. Stolček treba umiestniť v miestnosti, ktorá by nemala byť prašná, ani hrubo omietnutá, podlaha by mala byť najradšej z betónu, alebo aspoň dobre udupanej hliny, aby v priestore, kde brúsime, bolo čo najmenej prachových častíc.

Stolček môže mať rôzny tvar, najlepšia je však okrúhla doska, ktorej priemer je asi o desať centimetrov väčší, ako priemer brúseného zrkadla. Má byť odolná proti vode, najlepšie je, ak je nalakovaná. Na dosku napneme kus hrubšieho igelitu. Vlastná brúsna podložka má byť uchytená na troch bodoch tak, aby jej vrchný okraj prečnieval aspoň 3 milimetre nad úchytky.

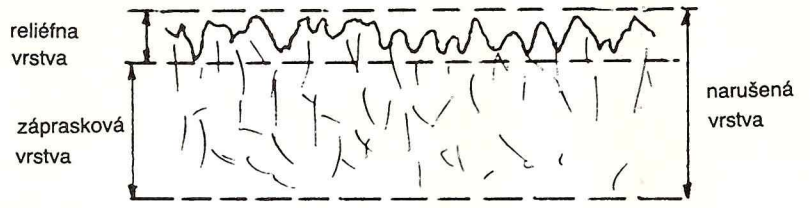
HRUBÝ VÝBRUS

Pri brúsení sa sklo opracováva súčasne veľkým množstvom brúsiacich nástrojov — brúsnymi zrnami. Vlastná podstata brúsenia vychádza z niekoľkých dejov. Prvý je statický účinok tvrdého brusiva, ktoré pôsobí na hladký povrch skla, druhý je pohyb brusiva šmykom po povrchu skla, tretí možno prirovnať rezu skla diamantovým hrotom a posledné je odvaľovanie zaťaženého brusiva po povrchu skla. Z nespočetného množstva brúsnych zŕn, pohybujúcich sa po povrchu skla sa časť odvaľuje, iné zrná sú fixované v brúsnej podložke, alebo sa zrná nakopia na seba a sunú sa po povrchu šmykom. Ostré zrná režú podobne, ako diamantový hrot, zaoblené zrná zas pôsobia tlakom. Toto pôsobenie brúsnych zŕn prebieha súčasne a vytvára na brúsnej ploche sústavu povrchových a podpovrchových poškodení, ktoré narušujú súdržnosť skla. Ďalšie zrná brusiva snímajú z narušeného skla drobné úlomky a odštepky a vytvárajú tým charakteristický matný povrch skla **(obr. 5)**. Každé zrnko brusiva môže prenášať len takú časť tlaku, ktorá neprevyšuje jeho vlastnú medzu pevnosti. Akonáhle sa táto medza prekročí, zrno brusiva sa rozdrví a pohybuje sa voľne medzi pra-



Obr. 4
Stolčeky na brúsenie

1. **pevný stolček zabetónovaný do zeme**
2. **prenosný stolček s podstavou napr. z betónu**
3. **ľahký drevený stolček spôsob uchytenia a podopretia brúsnej podložky**
4. **v základnej doske sú vyrezané drážky pre rôzne polomery podložiek**
5. **v základnej doske sú kolíky a zrkadlo je vyklinkované**



Obr. 5
Povrchový reliéf a podpovrchové narušenie brúseného skla

covnými zrnami bez ďalšieho brúsiaceho účinku.

Pri vlastnom výbruse postupujeme takto: na suchý a čistý povrch brúsnej podložky nasypeme jemnú vrstvu najhrubšieho brusiva. Snažíme sa, aby bolo podľa možnosti rovnomerne rozptýlené po celej ploche podložky. Potom nakvapkáme trochu vody na brusivo tak, aby sme ho jemne zvlhčili (nie veľa, aby brusivo nestekalo z podložky), a opatrne naň položíme budúce zrkadlo. Niekoľkými eliptickými ťahmi, bez tlačenia, rozprestrieme brusivo po celej ploche a vytlačíme prebytočnú vodu. Časom prídeme na to, ako správne dávkovať vodu a brusivo, aby sme ním zbytočne neplytvali. Preto nech brusič — začiatočník šetrí brusivom a radšej ho postupne viackrát pridáva.

Samotný brúsiaci ťah je zložený z troch pohybov — základom je rovný ťah **(6a)**. So zrkadlom, ktoré pevne držíme v rukách, pohybujeme k sebe a od seba cez stred podložky tak, aby zrkadlo presiahlo podložku maximálne o polovicu. Ďalší ťah je kruhový **(6c)**, ktorým kombinujeme rovný ťah — zrkadlo pomaly pootáčame v rukách tak, aby urobilo jeden plný kruh za desať až dvadsať rovných ťahov. Tretí pohyb je pomalé obchádzanie okolo stolčeka. Stolček obídeme dookola približne raz za sto priamych ťahov — asi za jednu minútu. Rýchlosť ťahov závisí od fyzických síl brusiča. Čím rýchlejšie brúsime, tým viac odbrúsime skla, avšak tým skôr sa unavíme.

Zrkadlo pritláčame na podložku váhou voľne položených rúk. Pri zrkadlách s priemerom nad 200 mm si pomáhame závažím. V niektorej literatúre sa odporúča pritmeliť na zrkadlo držiak, avšak dlhoročná skúsenosť na rokycanskej hvezdárni ukázala, že pri priemeroch do 200 mm nie je držadlo nevyhnutné. Pri dostatočnej hrúbke skla sa zrkadlo pohodlne drží v rukách a ani pri leštení nevzniká riziko, že by sa zrkadlo teplom rúk zahrialo a tým sa deformovalo.

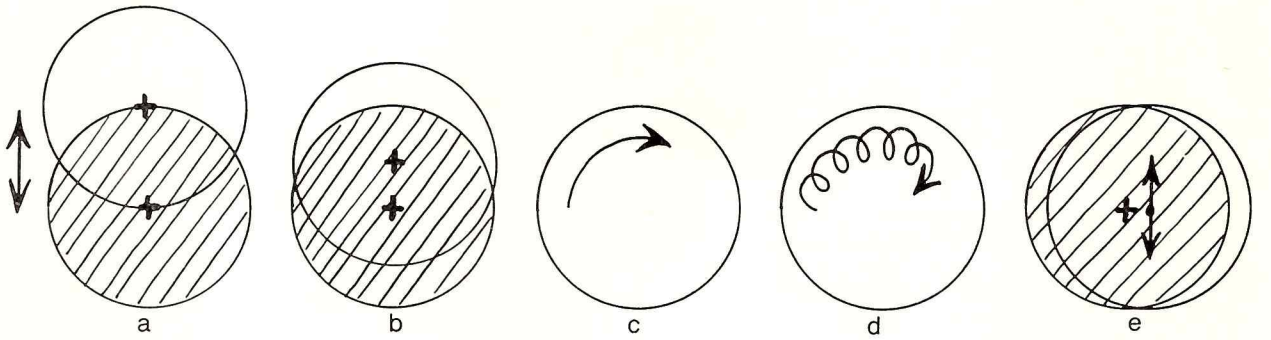
Keď nasypeme hrubé, čerstvé brusivo a začneme brúsiť, ozve sa silné škrípanie, ktoré však tým, že sa brúsne zrná drvia, postupne slabne. V priebehu brúsenia dbáme na to, aby brusivo bolo dostatočne vlhké, aby sme nebrúsili „nasucho". Veľký prebytok vody tiež nie je dobrý, pretože sa nám brusivo spomedzi brúsnych plôch nadmerne vyplavuje. Asi po desiatich minútach je už brusivo natoľko rozdrvené, že stráca schopnosť opracovávať sklo. Spoznáme to podľa toho, že v rozdrvenej kaši brusiva nenahmatáme väčšie zrnká. Vtedy zrkadlo opatrne stiahneme na okraj brúsnej podložky, snímeme ho, pridáme ďalšiu dávku brusiva a vody a pokračujeme v práci. Asi po hodine brúsenia je vhodné zrkadlo i podložku umyť prúdom vody, všetko vysušiť jemnou tkaninou a až potom pokračovať v brúsení; prebytočná kaša rozdrveného brusiva totiž nadbytočne vyplavuje pridané brusivo.

Ak brúsime na sklenenej podložke, po niekoľkých minútach brúsenia spozorujeme, že zrkadlo i podložka má matnú plochu. Pri brúsení na kovovej podložke, ktorá je predsústružená, zistíme, že na zrkadle je obrúsený len stredový kruh. Aby sme týmto brúsením, keď zrkadlo ešte nesedí na celej ploche, nezbrusovali zbytočne vrchol podložky, nepoužívame priame ťahy stredom cez podložku, ale mimo nej (obr. **6e**). Až keď sa vybrúsená plocha takmer dotýka okrajov, môžeme pokračovať s brúsením cez stred a zároveň prechádzame na jemnejšie brusivo.

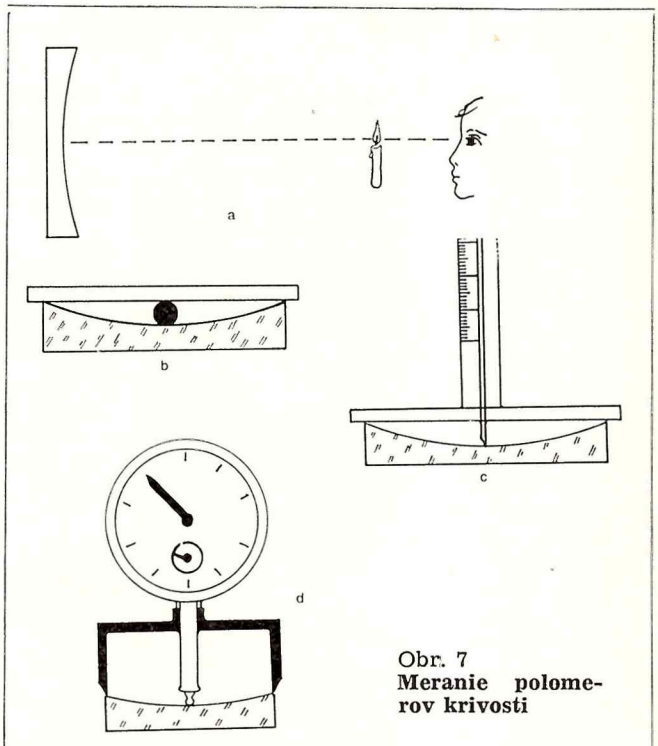
Kto brúsi na kovovej podložke, má menej práce a starostí pri prechode na jemnejšie brusivo. Pri hrubom brúsení prechádzame na jemnejšie brusivo ešte skôr, než zrkadlo dosadne celou plochou na podložku. Na ďalšie brusivo prechádzame vždy, keď je brúsna plocha zrkadla dostatočne homogénna (pozri ďalej). Nemusíme sa starať o polomer krivosti, ktorý je daný kovovou podložkou. Horšie je na tom brusič, ktorý pracuje „sklo na sklo". Ten musí neustále kontrolovať prehĺbenie svojho zrkadla a včas prechádzať na jemnejšie brusivo. Postup je tento:

Najhrubšie brusivo používame až dovtedy, kým prehĺbenie zrkadla nezodpovedá asi 80 % výsledného polomeru krivosti. Každý si musí odhadovať a merať, ako mu postupuje prehlbovanie a 30 minút pred tým, ako by mal prejsť na jemnejšie brusivo, už nenasýpa brusivo, ale pridáva len vodu, aby sa rozdrveným brusivom zjemnila štruktúra povrchu. Potom zrkadlo opláchneme prúdom vody teplej asi ako zrkadlo a v zvislej polohe ho necháme oschnúť. Každý brusič by mal mať lupu, ktorá zväčšuje aspoň 10-krát. Pozrieme si lupou povrch zrkadla, či už je dostatočne homogénny. Na ploche by nemali byť hlbšie zápraskv (lastúrky) od hrubšieho brusiva a štruktúra povrchu zrkadla na okrajoch má byť rovnaká ako v strede. Kým plocha nie je homogénna, pokračujeme v brúsení rovnakým typom brusiva. Môže však nastať prípad, že polomer krivosti zrkadla je menší, než 80 % požadovaného polomeru. V tom prípade zväčšujeme polomer krivosti zrkadla tak, že vymeníme podložku za zrkadlo a brúsime kratšími, 1/4 ťahmi. Brúsime tak dlho, pokým polomer krivosti

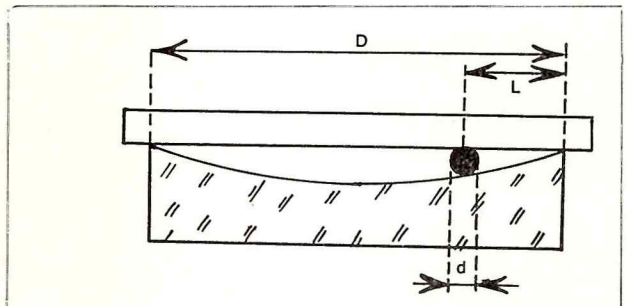
Obr. 6 **Základné brúsne ťahy**



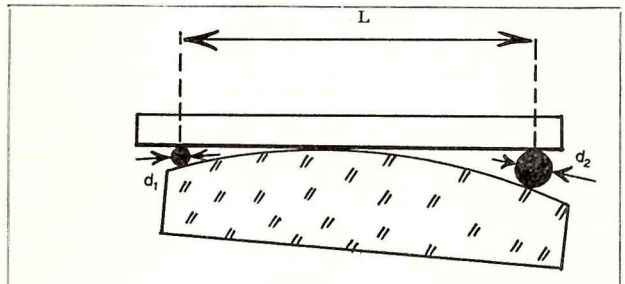
a) **celý rovný ťah** b) **polovičný rovný ťah** c) **kruhový ťah** d) **výsledný epicyklický ťah** e) **ťah rovný mimo stredu**



Obr. 7
Meranie polomerov krivosti



Obr. 8 **Meranie polomeru krivosti**



Obr. 9 **Meranie polomeru krivosti**

nie je väčší, než 80 % požadovaného polomeru. Potom opäť vymeníme zrkadlo s podložkou a brúsime ako predtým. Obrátením podložky a zrkadla nebrúsime guľovú plochu, ale zbrusujeme okraje zrkadla. Preto ak sa takto vraciame, musíme nakoniec brúsiť ešte pol hodiny v normálnej polohe.

Niektorí brusiči, ktorí nemajú dostatok miesta na brúsenie, brúsia a leštia na rohu stola. Takýto spôsob je v zásade možný, avšak okolo stola treba chodiť vždy jedným smerom a vracať sa späť. Pri každom asi desiatom návrate treba brúsnu podložku pootočiť asi o 70°, aby sa neporušila náhodnosť v brúsnych ťahoch.

Kto sa rozhodol brúsiť zrkadlo, ktoré má byť v strede prevŕtané, mal by centrálny otvor vyvŕtať ešte skôr, než sa započne s brúsením, aby vyleštenú plochu pri rezaní nepoškodil. Zrkadlo sa vŕta z oboch strán. Zo strany, ktorá bude odrazná, sa navŕta do takej hĺbky, aby zostalo neprevŕtaných asi 8 mm disku. Potom sa zrkadlo vŕta z rubovej strany tak, aby zostalo 5 mm neprevŕtaných. Druhý spôsob je, že dieru vyrežeme úplne a vzniknutú sklenenú zátku pritmelíme z rubovej strany na kus tabuľového skla, aby sa výplň diery neposunula. V oboch prípadoch rez zalejeme epoxidom alebo iným lepidlom, aby sa okraje pri brúsení nevyštiepovali a aby steny rezu nezadržiavali hrubšie zrná brusiva, ktoré by pri jemnom výbruse mohli poškriabať odraznú plochu.

MERANIE POLOMERU KRIVOSTI

Táto kapitola sa týka hlavne tých brusičov, ktorí brúsia na skle. Kto brúsi na kove, zmeria si polomer zakrivenia len pre kontrolu, či je správne vyrobená podložka.

Počas brúsenia treba kontrolovať zmenu zakrivenia zrkadla. Preto meriame alebo prehĺbenie zrkadla alebo vypuklosť podložky. Aby sme približne určili polomer krivosti, použijeme jednoduchú metódu: zrkadlo navlhčíme vodou, ktorá nám na chvíľu vytvorí odraznú vrstvu. Na miesto, kde sa približne nachádza stred krivosti, umiestnime svetelný zdroj a vzďaľujeme ho od zrkadla dovtedy, kým sa odraz zdroja nerozprestrie po celej ploche zrkadla, ktorá jasne zažiari. Vzdialenosť svetelného zdroja od zrkadla je približne rovná polomeru zakrivenia. Ako svetelný zdroj môžeme použiť žiarovku, sviečku alebo Slnko, ktoré premietame pomocou zrkadla na tienidlo — napríklad na stenu. Vzdialenosť tienidla a zrkadla v tomto prípade zodpovedá ohniskovej vzdialenosti, ak je obraz Slnka ostrý a kruhový.

Ďalšie spôsoby zisťovania polomeru krivosti vychádzajú z merania prehĺbenia zrkadla. Na zrkadlo položíme rovný hranolček. Ako kaliber môže slúžiť guľôčka z ložiska (obr. **7b**). Ak máme guľôčky rôznych priemerov, vezmeme takú, ktorá sa pri správnom polomere zakrivenia presne vojde pod hranolček. Podobne môžeme merať prehĺbenie pomocou presného posuvného meradla s hĺbkomerom. Vtedy meriame presne v strede zrkadla (obr. **7c**). Výsledný polomer krivosti vypočítame zo vzťahu

$$R = \frac{(D/2)^2 + x^2}{2x} \quad \text{alebo} \quad R = \frac{D^2}{8x}$$

kde **D** je polomer zrkadla a **x** je zmerané prehĺbenie, alebo priemer kalibračnej guľôčky. Prvý vzťah vychádza z guľovej plochy, druhý z parabolickej. Odchýlky oboch plôch sú menšie než je chyba merania, a tak možno používať jednoduchší z nich. V literatúre sa popisujú ešte ďalšie metódy na určenie polomeru zakrivenia zrkadla, ktoré sú všeobecnejšie. Podľa obr. **8** vypočítame polomer

$$R = \frac{L \,.\, (D - L)}{2d} + \frac{d \,.\, D^2}{8 \,.\, L \,.\, (D - L)}$$

podľa obr. **9**

$$R = \frac{L^2}{2 \,.\, (d_1 + d_2 + 2 \,.\, \sqrt{d_1 \,.\, d_2})},$$

Najpresnejšie meranie polomeru krivosti je pomocou sférometra, ktorý je na obr. **7d**. Ako meradlo prehĺbenia používame stotinový alebo tisícinový indikátor. Stotinový je výhodnejší, pretože má výšku zdvihu 10 mm, tisícinový len 1 mm. Dôležité je, aby okraj sférometra bol vysústružený do presného priemeru a mal ostrý brit. Sférometer kalibrujeme na dokonalej rovine, kde nastavíme nulu a potom priamo meriame prehĺbenie, alebo ak nemáme k dispozícii presnú rovinu, potom kalibrujeme na brúsnej podložke a na zrkadle meriame dvojnásobné prehĺbenie. Polomer krivosti vypočítame podľa vzťahov pre guľovú alebo parabolickú plochu. Polomer krivosti možno skúšať aj pomocou šablón, ktoré si niektorí brusiči vyrábajú na tento účel, avšak šablóny sú náročné na výrobu a meranie pomocou nich je pomerne nepresné.

(Pokračovanie)

SLOVENSKÝ ZVÄZ ASTRONÓMOV AMATÉROV

VÝZVA

Slovenský zväz astronómov amatérov opäť oživil svoju činnosť. Vyzýva preto všetkých svojich bývalých členov, ktorí majú o činnosť vo zväze záujem, aby sa prihlásili do našej organizácie. Napíšte, v ktorej miestnej organizácii ste boli registrovaní a svoju presnú adresu. Potešia nás aj návrhy na činnosť nášho zväzu a najmä to, ako by vám mohol zväz pomôcť v pestovaní vášho záujmu o astronómiu. Svoje listy, označené na obálke SZAA, adresujte do redakcie Kozmos, Hanulova 11, 841 01 Bratislava.

■ **POZÝVAME** svojich členov na akcie, ktoré Slovenský zväz astronómov amatérov pripravuje v tomto roku:

— pre funkcionárov miestnych organizácií SZAA usporiadame dvojdňový celoslovenský seminár venovaný otázkam riadenia a činnosti MO SZAA. Uskutoční sa 10. a 11. apríla v Piešťanoch. Obráťte sa písomne na tajomníka ÚV SZAA na adrese: Ján Mackovič, Warynského 45, 851 01 Bratislava.

— zamýšľame usporiadať burzu astronomickej optiky, prístrojov, pomôcok a kníh, avšak len v prípade, že bude o túto akciu dostatočný záujem. Kto by sa tohto podujatia (predbežne plánovaného na september v Bratislave) chcel zúčastniť, nech napíše do redakcie Kozmos list označený BURZA.

Astronomická fotografia

Priaznivcov astronomickej fotografie určite poteší správa, že v dňoch 22. až 24. mája bude na OĽH v Rimavskej Sobote praktikum, ktoré sa bude zaoberať všetkým, čo súvisí s problematikou fotografovania oblohy. Na tejto akcii, ktorú usporiada SZAA, prisľúbili svoju účasť manželia Zichovci z Astronomického ústavu ČSAV na Ondřejove, ktorí majú dlhoročné skúsenosti s fotografovaním oblohy, ďalej RNDr. Martin Setvák z Prahy, konštruktér chladenej komory na fotografovanie oblohy a Ing. Milan Kment z Prahy, ktorého aj naši čitatelia poznajú z článkov o astronomickej fotografii. Pozvanie na toto podujatie prijal aj Vilém Erhart, známy brusič astronomickej optiky. Bližšie informácie podá RNDr. Pavol Rapavý, poštový priečinok 23, 979 80 Rimavská Sobota.

Pozorovací praktikum 1987

Během letních prázdnin, poprvé od padesátých let, se uskuteční všestranné pozorovací praktikum, připravované SÚAA Hurbanovo a brněnskou hvězdárnou.

Praktikum se bude konat ve Slovenském ráji na Čingove v objektě TJ Tatran od 17. 8. do 30. 8. 1987. Je určeno zájemcům od třinácti let, kteří pak budou samostatně pozorovat v rámci některého vědeckého programu; stačí jim k tomu běžné triedry, např. 7 × 50.

Část praktika bude věnována studiu noční hvězdné oblohy a dennímu studiu vizuálních pozorovacích metod. Všichni si během tří nocí vyzkoušejí pozorování proměnných hvězd, meteorů dalekohledem i bez něj. Pak se zaměří na některý z těchto pozorovacích programů.

Po celou dobu bude probíhat též sledování stop jasných meteorů, na němž se budou podílet všichni účastníci. Praktikum tak zastoupí tzv. celostátní meteorickou expedici.

Zájemci o praktikum nechť napíší autorovi článku; měli by se přitom zmínit o svých pozorovacích možnostech a cílech. Uvítáme zvláště reprezentanty hvězdáren, které se dosud na žádnem nočním vědeckém pozorovacím programu nepodílejí. V příštím čísle Kozmosu uvedeme další informace a pokyny. Kdo se přihlásí, dostane je poštou již nyní.

RNDr. Jan Hollan
HaP M. Koperníka
Kraví Hora
600 00 Brno

■ **PRAKTIKUM** ve Ždánicích a Vyškově (17. 7.—1. 8. 1987) je určeno znalcům hvězdné oblohy, kteří se chtějí důkladně naučit pozorovat zákrytové dvojhvězdy. Praktikum vede dr. Mikulášek z Brněnské hvězdárny, kde se zájemci mohou přihlásit.

■ **LETNÍ ŠKOLA ASTRONOMIE** je určena pro ty, kteří chtějí získat širší astronomický obzor. Koná se ve Ždánicích 9.—16. 8. 1987 a vede ji dr. Pokorný z brněnské hvězdárny.

■ **KOMETY** byly tematem celostátního odborného semináře, který uspořádala Hvězdárna v Úpici 4. a 5. října 1986. Zúčastnilo se ji více než šedesát zájemců o astronomii — pracovníků hvězdáren i astronomů — amatérů z celé republiky. S vývojem, konečnými stádii a nejnovějšími hypotézami o vzniku komet seznámil přítomné v úvodním referátu RNDr. J. Svoreň, CSc. (Astronomický ústav SAV, Tatranská Lomnica). Na jeho poutavý výklad navázal přednáškou „Kometární meteoroidy" RNDr. Z. Ceplecha, DrSc. (Astronomický ústav ČSAV, Ondřejov). O konstrukci sond Vega, zejména automatické stabilizované plošiny ASP-G, hovořil Ing. J. Reček, CSc., s kometárním programem Hvězdárny v Úpici seznámil účastníky dr. L. Vyskočil. Další referáty byly věnovány historii. PhDr. Z. Horský, CSc. (Astronomický ústav ČSAV, Praha) přednášel o nových názorech na komety v době Tadeáše Hájka a Tycha Brahe. Průvodcem kometárních pozorování od nejstarších dob až po dnešek byl v závěrečném referátu autor knihy Návraty první dámy, dr. V. Železný z Prahy.

Jiří Kordulák

Zasa bude Ebicykl

Dohodnúť sa na termíne, kedy bude Ebicykl '87 bolo zámienkou k tomu, aby sa vyše šesťdesiat prívržencov astronomicko-cyklistického hnutia zhromaždilo na hvezdárni v Hradci Králové na svojom jesennom stretnutí nazvanom „Rej Ebicyklistov". Skutočný dôvod, prečo sa však konal celé tri dni rej, je prostý: Ebicyklistom je spolu dobre. O úspešnom priebehu troch doterajších ročníkov putovania po hvezdárňach odznel prehľadový referát Ľuboša Glaca, vylepšovaný spontánnymi doplnkami vďačného publika. Víkendové radovánky pokračovali premietaním diapozitívov, ktoré oživovali spomienky na letné putovania a o kultúrnu vložku sa postaral štvorčlenný zbor s repertoárom expedičných hitov. Ebicyklisti však majú aj ďalšie poslanie: popularizovať astronómiu všade, kde sa vyskytnú. Preto nielen účastníkom reja, ale aj širokej verejnosti priblížil dr. Jiří Grygar vo svojej prednáške krásy poznávania vesmíru. Pretože trasa vlaňajšieho Ebicykla bola Moravská podkova, na tento rok sa uvažovalo o Českom luku, ktorý však vedie sčasti už prebádaným územím, a preto sa o podporu uchádzal návrh na trasu pomenovanú Český výkričník (bez bodky), avšak definitívny záver urobí až po dôkladnom preskúmaní možností dvojica Grygar — Hollan. Jedno je však isté: stretneme sa v prvý prázdninový týždeň na ďalšej, v poradí už štvrtej spanilej jazde na bicykloch po hvezdárňach.

AKO ZÍSKAŤ KNIHU

Sto astronomických omylů...

Bude to kniha pútavá, vtipná, erudovaná. Vysvetľuje omyly, ktorých sa dopustili naši predkovia i súčasníci pri pozorovaní a výklade javov vo vesmíre a na Zemi. Autori sa z omylov nevysmievajú. Všetkých sto hesiel napísali z presvedčenia, že omyly sú zabudované v samom základe ľudského myslenia. Presvedčivo nám dokazujú, že bez chýb a omylov by ani vývoj takej exaktnej vedeckej disciplíny, akou je astronómia, nebol možný. Naozaj: najmä omyly géniov sú neraz rovnako poučné, ako ich objavy. Kniha „Sto astronomických omylů..." dokazuje, že omyly sú originálnou, nenapodobiteľnou metódou hľadania pravdy. Autori nezveličujú ich škodlivosť, ani nepopierajú ich úžitok.

Atraktívna, bohato ilustrovaná publikácia sa však na knižnom trhu neobjaví. Vyjde ako neprepredajná prémia Členskej knižnice (Nakladateľstvo Svoboda) v roku 1988. Ak si ju chcete zabezpečiť, musíte sa urýchlene prihlásiť do Členskej knižnice. Podmienkou členstva je záväzne si objednať najmenej štyri rôzne knihy z vydavateľského plánu Členskej knižnice, pričom povinný je aspoň jeden titul z radu A. Na objednávku nie je treba osobitné tlačivo — stačí list tohto znenia: Prihlasujem sa do Členskej knižnice vydavateľstva Svoboda a záväzne si objednávam tieto knihy:... ktoré mi pošlite na adresu... List pošlite do redakcie Kozmos a my vám — na základe dohody s vydavateľstvom — sprostredkujeme vybavenie objednávky a zaslanie prémiovej knihy. Lenže pozor: môžeme vybaviť len tie objednávky, ktoré dostaneme do 10. apríla. Naša adresa: redakcia Kozmos, Hanulova 11, 841 01 Bratislava.

Knihy Členskej knižnice vydavateľstva Svoboda v povinnom a výberovom rade:

Rad A:

1. J. Galandauer: Vznik Československé republiky 1918
2. Dějiny Maďarska
3. R. F. Ivanov: Dwight Eisenhower
4. Svět 1986. Ročenka
5. Antologie z dějin českého a slovenského filosofického myšlení
6. J. Křivohlavý: Jak si navzájem lépe porozumíme?
7. V. Plecháč: Voda — problém současnosti i budoucnosti
8. W. Zielke: Jak číst rychleji a lépe

Rad B:

9. L. Vaňková: Král železný, král zlatý
10. Milostná dueta
11. Jarní hlasy
12. Ch. Hyde: Vlna
13. J. London: Mořský vlk a jiné příběhy z moře
14. V. Moberg: A. P. Rosell, ředitel
15. Stendhal: Lucien Leuwen
16. Kocour v botách a jiné románské pohádky

■ **PREDÁM** väčšie množstvo astronomických fotografií, názorných pomôcok a rôznych metodických materiálov vhodných najmä pre vedúcich astronomických krúžkov. Ing. Milan Mazanovský, Duklianska 2/677, 914 41 Nemšová.

■ **PRODÁM,** nebo vyměním za Binar 25 × 100 + doplatek rozloženou masívní vidlicovou (anglickou) montáž s el. pohonem, hrubé i jemné posuvy v obou osách, Ø tubusu do 400 mm, váha 250 kg. Pro náročné. Zdeněk Kowalczuk, Drahlov 187, 783 74 Chorváty.

■ **KDO PŘEBROUSÍ** a vyleští beze změn na optických vlastnostech silně poškrábanou čočku (achromat.), Ø 82 mm, f = 300 mm. Cena dle dohody. Viktor Jelínek, Spartakiádní 3, 772 00 Olomouc.

■ **KOUPÍM** binokulární nástavec na mikroskop, telekonvertor 1,3 až 1,5× se závitem M42×1, údaje o sklech objektivu Ø 100 mm Monar a údaje potřebné k jeho přebroušení na dlouhé ohnisko. Protiúčtem dám černobíly Atlas Coeli — Skalnaté Pleso 1948, Atlas Australis, Gnomický atlas hvězdné oblohy, mapu Marsu, hvězdářské ročenky 1934—45, 1972—79, Říše hvězd 1943—58, příručky o stavbě dalekohledů, Weinberg: První tř minuty a další dobré knihy o astronomii, optice a fotografii. Ing. Jiří Benák, Kutilova 3063, 143 00 Praha 4 — Modřany.

■ **KÚPIM** astronomický ďalekohľad s kvalitnou optikou, paralaktickou montážou a hodinovým strojom. Marián Repašský, Lipová 17, 053 61 Spišské Vlachy.

Historický kalendár ▶

Pred 130 rokmi sa narodil **Konštantín Eduardovič Ciolkovskij** (1857—1935), zakladateľ a prvý priekopník kozmonautiky. Pôvodne bol učiteľom matematiky a fyziky v Kaluge. Kozmonautikou sa zaoberal od mladosti a už v roku 1883 vo svojej práci Výskum svetových priestorov reaktívnymi prístrojmi navrhol použiť pre lety do vesmíru reaktívny motor. Položil základy teórie rakiet. Vytvoril teoretický model kvapalinového reaktívneho motora a navrhol viacstupňové rakety. Odvodil základný vzorec — diferenciálnu, tzv. Ciolkovského rovnicu (r. 1898) — ktorá udáva závislosť prírastku okamžitej rýchlosti rakety od rýchlosti spaľovania pohonnej látky. Známe sú jeho prorocké slová: „Ľudstvo nezostane večne na Zemi, ale postupne prenikne do celého priestoru Slnečnej sústavy". Ako uznávaný vedec zomiera roku 1935.

X X X

100 rokov uplynulo od narodenia známeho technika a fyzika **Fridricha Arturoviča Caudera** (1887—1933). Pracoval v oblasti raketovej techniky v Sovietskom zväze. V roku 1921 navrhol konštrukciu medziplanetárnej lode. V rokoch 1930—31 konštruoval a vyskúšal raketový motor OR-1 na stlačený vzduch a benzín. Bol spoluzakladateľom organizácie GIRD, v ktorej skonštruoval niekoľko pokusných motorov (GIRD — Grupa izučenija reaktívnogo dviženia — Moskva — Leningrad). Pracoval na vývoji rakiet. Zomrel v pomerne mladom veku r. 1933.

X X X

Pred 80 rokmi sa narodil **Jurij Alexandrovič Pobiedonoscov** (1907—1973), sovietsky aerodynamik a raketový konštruktér. V rokoch 1931—33 sa podieľal na založení spolku GIRD, pre ktorý postavil v ZSSR prvý aerodynamický tunel pre výskum nadzvukových lietadiel. Rozpracoval teóriu raketových motorov. Prispel k utvoreniu delostreleckých rakiet známych ako Kaťuše.

X X X

V tom istom roku ako A. Pobiedonoscov sa narodil aj **Leonid Ivanovič Sedov** (1907), sovietsky fyzik, ktorý sa tento rok dožíva svojich osemdesiatych narodenín.

Pracoval v oblasti aerodynamiky od r. 1931, od roku 1937 bol profesorom na Lomonosovej univerzite v Moskve. Je členom Akadémie vied ZSSR. V rokoch 1954—62 bol predsedom komisie pre medziplanetárne spojenie pri Akadé-

Historický kalendár ▶

mii vied ZSSR. V rokoch 1959—63 bol prezidentom IAF (Medzinárodnej astronomickej federácie). Táto organizácia bola založená v Paríži r. 1950 a koná každoročne svoje svetové kongresy; dnes má okolo 40 členských štátov.

X X X

Pred 160 rokmi (r. 1827) zistil **Robert Brown** (1773—1858) nepravidelný pohyb peľových zrniek na povrchu kvapaliny. Brown ako botanik si to vysvetľoval ako pohyb živých peľových častíc. Len neskôr Zsigmondy dokázal, že je to pohyb koloidálnych častíc. Je tým rýchlejší, čím sú častice menšie.

Príčina Brownovho pohybu spočíva v tom, že tepelný pohyb molekúl sa prenáša na drobné koloidálne častice, takže Brownov pohyb je priamym dôkazom tepelného pohybu molekúl. Preto zohral tento úkaz v termodynamike mimoriadne dôležitú úlohu. Jeho matematickým popisom sa zaoberalo mnoho fyzikov. Správnu matematickú teóriu podal však až Einstein v prvých rokoch 20 storočia, keď určil vzťah medzi veľkosťou častíc, rýchlosťou ich pohybu a viskozitou tekutiny, v ktorej sú častice suspendované. Tak bolo možné určiť rozmery molekúl a tým určiť aj ich počet, a to priamo experimentálne. Tento vzťah známy ako **Einsteinov zákon Brownovho pohybu** skvele experimentálne potvrdil francúzsky fyzik Jean Perrin, ktorý za túto prácu dostal aj Nobelovu cenu (r. 1926). Jeho výsledky viedli známeho nemeckého fyzika W. Oswalda k prijatiu atómovej teórie, ktorej bol veľkým a jedným z posledných odporcov. Kedysi prehlásil, že ľuďom sa nikdy nepodarí dokázať, že atómy existujú. Bola len škoda, že tohto triumfu vedy sa nedožil Ludwig Boltzmann, ktorý naopak bol horlivým bojovníkom za atómovú a molekulárnu teóriu a ktorý bol spoluzakladateľom tepelnej teórie plynov a tým aj spoluzakladateľom termodynamiky — náuky, ktorá zohrala v 19. storočí dôležitú úlohu pri vzniku astrofyziky.

Táto Einsteinova práca je súčasne aj základom modernej štatistickej mechaniky a podľa Maxa Borna by už bola stačila k udeleniu Nobelovej ceny, ktorú Einstein dostal až roku 1921 za objav fotónov — presnejšie za vysvetlenie fotoelektrického javu.

O Brownovi azda ešte toľko, že sa narodil v Škótsku v Montrosse r. 1773, bol kustódom Britského múzea a sprevádzal kapitána Flindersa na jeho expedícii do Austrálie, odkiaľ doniesol zbierku 4000 druhov rastlín! Bol jedným z najlepších odborníkov

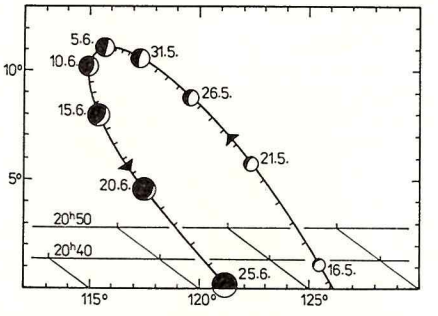
B. ŠTEC, V. PORUBČAN

POZORUJTE S NAMI

VOĽNÝM OKOM
ĎALEKOHĽADOM
FOTOAPARÁTOM

Všetky časové údaje sú v SELČ.

Merkúr v apríli nie je pozorovateľný. Hoci 26. 3. bola planéta v najväčšej západnej elongácii, je vo veľmi nevýhodnej polohe: ráno pri východe Slnka sa nachádza nízko nad obzorom, pretože na jar má ekliptika ráno malý sklon voči obzoru. V priebehu apríla sa uhlová vzdialenosť Merkúra od Slnka zmenšuje, pričom planéta sa od Zeme vzďaľuje.



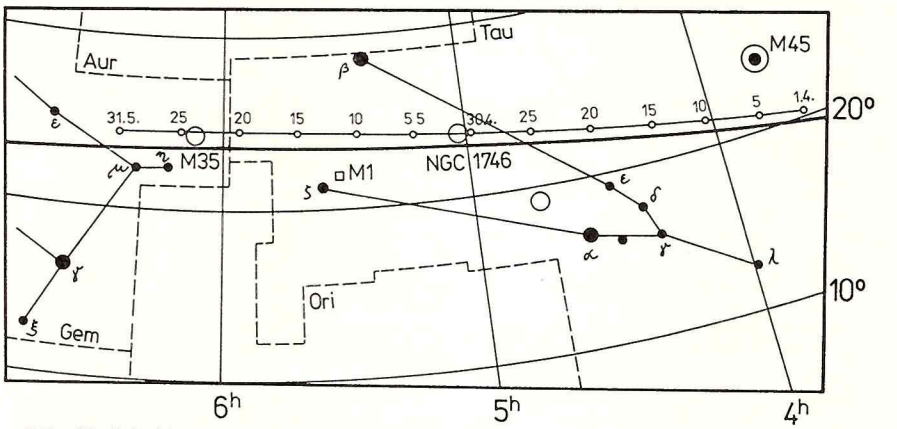
Do najväčšej vzdialenosti od Zeme (1,327 AU) sa dostane 5. mája a do hornej konjunkcie so Slnkom 7. mája. V druhej polovici mája budeme môcť pozorovať Merkúr nad severozápadným obzorom. Planéta sa vzďaľuje od Slnka a blíži sa do najväčšej východnej elongácie, ktorá nastane 7. júna. Vzdialenosť medzi Zemou a Merkúrom sa zmenšuje, pričom uhlový priemer kotúčika planéty sa zväčšuje: 29. mája bude Merkúr vo vzdialenosti 1,00 AU, jasnosť bude mať 0^m a uhlový priemer 6,6″.

Tohtoročná jar a leto sú pre pozorovanie **Venuše** pomerne nevýhodné. Uhlová vzdialenosť Venuše od Slnka sa zmenšuje (Venuša sa blíži do hornej konjunkcie, ktorá nastane v auguste). Naproti tomu deklinácia planéty sa zväčšuje, pretože Venuša sa blíži k jarnému bodu a z južnej časti ekliptiky smeruje k severnej. Jarným bodom prejde 22. apríla. V apríli i v máji vychádza Venuša nad obzor zhruba rovnakú dobu pred východom Slnka (50 min. — 1 hod.). Budeme ju teda i naďalej vidieť ako Zornička nízko nad východným obzorom. Jasnosť má okolo $-3{,}9^m$ a uhlový priemer 12″. V období týchto dvoch mesiacov nastane dvakrát konjunkcia Venuše s Mesiacom (25. 4. a 25. 5.), avšak v oboch prípadoch v denných hodinách. Preto konjunkcie nebudeme môcť pozorovať, len vzájomné priblíženie oboch telies.

Mars môžeme v apríli i v máji pozorovať na večernej oblohe. Hoci opozícia Marsu bola ešte vlani v júli, planéta vďaka svojej polohe na ekliptike v blízkosti bodu letného slnovratu zapadá stále pomerne neskoro na severozápade. Začiatkom apríla zapadá okolo $23^h\,30^m$, koncom mája o $22^h\,45^m$. Vzdialenosť od Zeme sa zväčší z 2,07 AU na 2,45 AU a uhlový priemer planéty sa pritom zmenší zo 4,5″ na 3,8″. Jasnosť Marsu sa pritom pohybuje okolo $+1{,}6^m$. Minimálna jasnosť Marsu v období konjunkcie býva $+2{,}0^m$, takže planéta rozhodne nie je nijakým nápadným objektom jarnej oblohy. Pohybuje sa cez súhvezdie Býka, výrazné a zaujímavé súhvezdie zimnej oblohy, ktoré rýchlo zapadá s príchodom letných mesiacov, aby sa opäť objavilo až na jeseň. Na mapke sú znázornené polohy Marsu a vidíme, že planéta sa bude pohybovať v blízkosti niektorých význačných objektov v súhvezdí Býka. V ranných a predpoludňajších hodinách 2. 4., 1. 5. a 30. 5. nastanú konjunkcie Marsu s Mesiacom. Vzájomné priblíženie telies na oblohe môžeme sledovať vždy v predvečer konjunkcie.

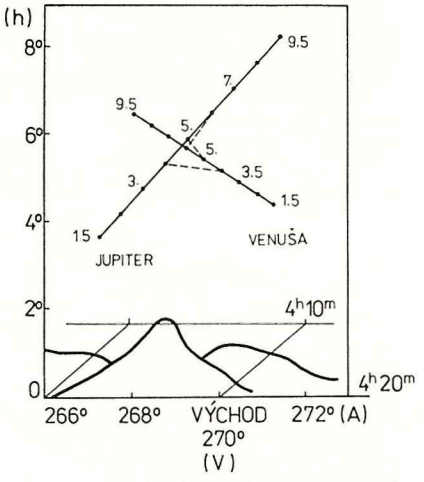
Konjunkcia **Jupitera** so Slnkom nastala 27. 3. Preto Jupiter počiatkom apríla nie je viditeľný. Od druhej polovice apríla sa však začína objavovať pred východom Slnka na rannej oblohe. Začiatkom mája vychádza nad obzor okolo 5^h, jasnosť bude mať $-2{,}1^m$, uhlový priemer 31,3″ a bude sa nachádzať vo vzdialenosti 5,8 AU od Zeme. Koncom mája vychádza už okolo 3^h s jasnosťou $-2{,}2^m$, uhlovým priemerom 33,1″ a vzdialenosťou 5,6 AU. Pohybuje sa v súhvezdí Ryb.

Vonkajšie vzdialené planéty, počnúc Jupiterom, majú pomerne malú zmenu jasnosti a uhlového priemeru v závislosti od vzdialenosti od Zeme. Napríklad, rozdiel jasností Jupitera medzi minimom a maxi-



Zdanlivá dráha Marsu od 1. 4. do 31. 5. 1987.

mom je iba $0{,}8^m$ a uhlový priemer sa mení o 16″. Je to spôsobené tým, že vzdialenosť Zem — planéta sa mení približne o 2 AU, čo nie je tak veľa v porovnaní s celkovou vzdialenosťou planéty (4—6 AU v prípade Jupitera). Preto je možné väčšinu javov, týkajúcich sa týchto telies pozorovať po celý rok, pravdaže s výnimkou obdobia, keď nie sú pozorovateľné pre veľmi malú uhlovú vzdialenosť od Slnka.



5. mája o $00{,}3^h$ dôjde ku konjunkcii Jupitera s Venušou, avšak v tom čase budú obe telesá pod obzorom. Na mapke vidíme, ako sa planéty zdanlivo blížia k sebe. V prípade pekného počasia by sa oplatilo fotograficky zachytiť vzájomné zmeny polohy oboch planét v niekoľkých dňoch zasebou. Pri konjunkcii s Mesiacom 26. apríla o $8{,}1^h$ (Jupiter bude 1° južne) a 24. mája o $2{,}0^h$ (Jupiter bude 2° južne).

Vzájomná vzdialenosť **Saturna** a Zeme sa neustále skracuje. Planéta sa blíži do opozície, ktorá nastane v lete a podmienky na jej pozorovanie sa zlepšujú. V letných mesiacoch je ekliptika nízko nad obzorom. Preto Saturn, nachádzajúci sa v súhvezdí Hadonosa, kulminuje vo výške maximálne 20°. Začiatkom apríla vychádza Saturn nad juhovýchodným obzorom okolo 2^h. Každým dňom vychádza približne o 4,2 min. skôr, teda koncom mája po 21^h. Uhlový priemer kotúčika planéty je 16″ a jasnosť stúpne z $+0{,}4^m$ na $0{,}0^m$. Priemerné rozmery Saturnovho prstenca sú 40,5″ × 18″. 18. apríla budeme v blízkosti Saturna vidieť Mesiac. O $6{,}9^h$ budú v konjunkcii (Saturn 7° severne).

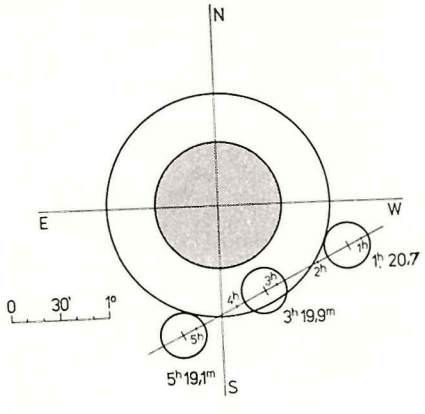
V Mliečnej ceste v súhvezdí Strelca sa východne od Saturna pohybuje **Urán.** Taktiež jeho pozorovateľnosť sa zlepšuje, pretože sa, podobne ako Saturn, blíži do pozície. Začiatkom apríla vychádza po polnoci, koncom mája okolo 22^h. Urán má teraz zápornú deklináciu, čo sťažuje pozorovanie tejto planéty. Tento stav ešte niekoľko rokov potrvá. Až keď v roku 2011 prejde jarným bodom, premiestni sa na severnú oblohu. Podobné je to aj so Saturnom, ktorý však kladnú deklináciu dosiahne skôr, v roku 1997. Urán je vo vzdialenosti 18,5 AU, jasnosť má $+5{,}9^m$ a uhlový priemer 3,8″.

14. apríla nastane čiastočné **polotieňové zatmenie Mesiaca.** Zatmenie takéhoto druhu nie je prakticky možné sledovať bez prístrojovej techniky. Vizuálne sa polotieňové zatmenie prejavuje iba nepatrným stmavnutím mesačného disku bez viditeľných kontrastov. Geometricky je zemský polotieň tvorený vnútornými dotyčnicami sústavy Zem — Slnko (pozri Kozmos 5/86). Najdôležitejšie elementy zatmenia sú uvedené v tabuľke. V čase maximálnej fázy zatmenia bude Mesiac v konjunkcii s alfou Panny — Spicou, ktorá bude 0,8° južne. Spica má jasnosť $+1{,}0^m$.

Meteory

V apríli a máji sú v činnosti viaceré menšie alebo nepravidelné meteorické roje. Z pravidelných rojov sú v druhej polovici apríla v činnosti Lyridy s očakávaným maximom aktivity 22. apríla. Radiant roja je nad obzorom po celú noc a Lyridy možno pozorovať približne týždeň, ale výraznejšie len dva dni okolo maxima. Materskou kométou roja je kométa Thatcher (1861 I) s obežnou dobou okolo Slnka 415 rokov.

Prakticky hneď po Lyridách začína byť v činnosti ďalší pravidelný meteorický roj Eta Akvaridy, ktorého materským telesom je kométa Halley. Tohtoročné maximum roja sa očakáva 6. mája. Roj má plochejšie maximum a jeho podstatnú časť možno pozorovať v priebehu 4—5 dní okolo maxima, hoci celkove je roj aktívny vyše dvoch týždňov. Radiant roja vychádza až v druhej polovici noci, čo veľmi obmedzuje vizuálne pozorovania.



Elementy zatmenia Mesiaca 14. apríla

Geocentrická opozícia Mesiaca a Slnka v rektascenzii T_0	$3^h23^m47{,}0^s$
pozičný uhol prvého kontaktu	67°
pozičný uhol posledného kontaktu	341°
polomer tieňa	42,8′
polomer polotieňa	74,7′
veľkosť zatmenia	0,78

Priebeh zatmenia

vstup Mesiaca do polotieňa	$T_1 = 2^h21{,}8^m$
okamih najväčšej fázy	$T_2 = 4^h18{,}8^m$
výstup Mesiaca z polotieňa	$T_3 = 6^h15{,}9^m$

Mesiac vychádza o 20^h30^m.

◄ Historický kalendár

v systematickej botanike. Medzi inými objavil bunkové jadro a yzmnospermiu (nahosemenné rastliny).

X X X

Pred 400 rokmi sa narodil holandský optik **Hans Lippershey** (1587—1619), ktorý zostrojil prvý ďalekohľad, a to pravdepodobne v roku 1608. Keďže ďalekohľad bol výbornou pomôckou pri sledovaní pohybu nepriateľských vojsk, snažili sa v Holandsku vládne miesta tento objav utajiť. Ako vieme, čoskoro sa o tomto vynáleze dozvedel Galileo Galilei a bez toho, aby tento prístroj videl, sám na základe svojich vedomostí zostrojil ďalekohľad, ktorý je známy pod menom Galileiho ďalekohľad. Zväčšoval trikrát a bol lepší ako pôvodný Lippersheyho prístroj.

Hans Lippershey pochádzal z Weselu a žil v Middelburgu ako optik — výrobca okuliarov. Svoj vynález podal 2. 10. 1608 na Generálne stavy v Haagu a žiadal o vydanie patentu na 30 rokov. Predložený ďalekohľad bol prijatý, ale pretože sa objavili ešte ďalší konštruktéri ďalekohľadov, a to J. Adriaaszon a Zacharias Jannsen, nebol vydaný patent Lippersheyovi, ale bola mu vyplatená odmena a dostal objednávky na zhotovenie prístrojov tohto typu.

Neskôr zhotovil svoj ďalekohľad Kepler a potom Newton a tak postupne sa dostal ďalekohľad ako najdôležitejší prístroj astronóma do astronomických pozorovateľní. Po ďalších vylepšeniach sa stal pre astronómiu nepostrádateľným.

X X X

40 rokov uplynulo odvtedy, čo **Viktor A. Ambarcumian** (narodený r. 1908) uverejnil svoju prácu o hviezdnych asociáciách. Veľmi horúce hviezdy typu O a B a podobne aj premenné hviezdy typu T Tauri sú nerovnomerne rozložené, takže vytvárajú skupiny, ktoré však nie sú veľmi výrazné, a preto sa nekoncentrujú do jedného spoločného stredu — nie sú to pravé hviezdokopy, ale ich spoločenstvo vytvára len voľné skupiny — asociácie. Rozlišujeme O-asociácie (hviezdy spektrálneho typu O, B) a T-asociácie (premenné hviezdy triedy T Tauri).

Ako na to poukázal Ambarcumian, O a T asociácie sú vlastne veľmi mladé hviezdy, ktoré vznikli prednedávnom a ktoré sú vlastne jadrom vznikajúcich hviezdokôp. Asociácie potvrdili, že hviezdy vznikajú nie jednotlivo, ale po skupinách.

Dr. E. Csere

PREDNÁ STRANA OBÁLKY

Nevšedný záber na Vysoké Tatry. V pravej polovici masívu skúste nájsť Lomnický Štít, druhý najvyšší končiar našich veľhôr (2632 m), kde pred štvrťstoročím začal výskum slnečnej koróny na vysokohorskom observatóriu AÚ SAV.

Snímka: Ing. L. Deneš

ZADNÁ STRANA OBÁLKY

Zatmenie Mesiaca 17. októbra 1986, ktoré fotografoval Stanislav Schrötter pomocou hlavného ďalekohľadu gottwaldovskej hvezdárne — reflektora 270/2150. Všetky snímky sú robené rovnakou expozíciou — 1/30 sekundy. Časové odstupy medzi jednotlivými zábermi sú 8 minút. Snímkované na kinofilm ORWOCHROM UT 20.

■ **KÚPIM** dva disky z kvalitného optického skla o Ø 200—360 mm adekvátnej hrúbky. Ján Jurík, Krušovce 388, 955 04 Topoľčany.

■ **KOUPÍM** Bečvářův Atlas Coeli 1950,0. Kterékoliv vydání. Marek Vysloužil, Dlouhá 40, 772 00 Olomouc — Lazce.

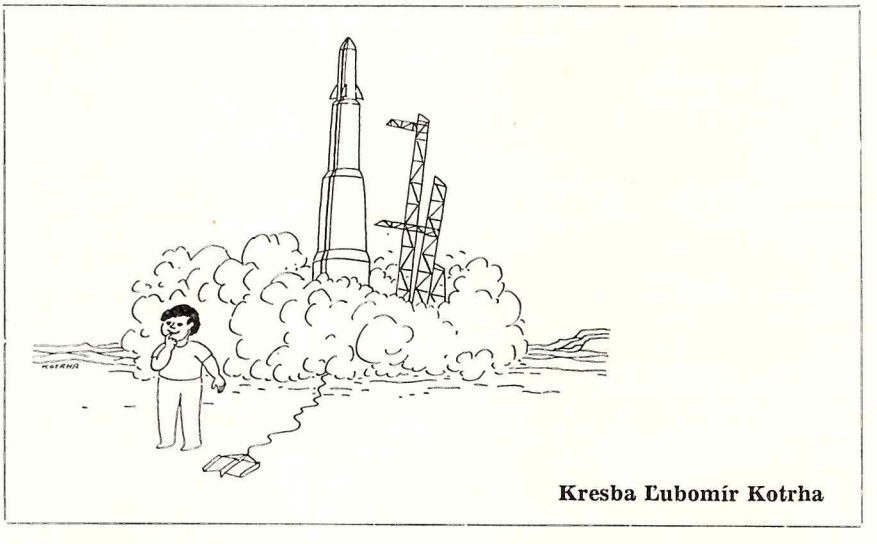
■ **KOUPÍM** otočnou mapu hvězdné oblohy a literaturu o broušení optických částí dalekohledu. Lubomír Nečas, 788 21 Kolšov 184.

■ **KOUPÍM** knihu „Základy astronomie a astrofyziky" od V. Vanýska. Renata Schellingerová, Erbenova 1451, Rakovník, 269 01.

■ **KOUPÍM** triedr nebo malý skládací přenosný dalekohled zvětšující nejméně 20-krát i více. Udejte cenu! František Uher, Fučíkova 42/1, 591 01 Žďár nad Sázavou.

■ **VYMĚNÍM** nový ortoskopický okulár firmy Zeiss Jena o f = 4 mm za ortoskopický okulár téhož výrobce o f = 10 mm. L. Sukač, Na jízdárně 12, 701 00 Ostrava 1.

■ **PREDÁM** sklený kotúč s priemerom 200 mm a kúpim stereoskopický nástavec na Exaktu a chemikálie pre farebné inverzné vyvolávanie ORWO filmov. F. Zubaj, Hubová 194 p. Ľubochňa 034 91.



Kresba Ľubomír Kotrha

KOZMOS — populárno-vedecký astronomický časopis
Vydáva Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove za odbornej spolupráce Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV, vo vydavateľstve Obzor, n. p., Bratislava.
Redakcia: Tatiana Fabini (poverená vedením redakcie), Eugen Gindl, Ing. Ľubor Hutta, Roman Piffl, Pavel Kastl (reprodukčná fotografia), Milan Lackovič (grafická úprava).
Redakčná rada: Otília Pavlíková (predsedníčka), RNDr. Elemír Csere, PhDr. Ján Dubnička, CSc., doc. RNDr. Mária Hajduková, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, CSc., Dušan Kalmančok, Jozef Krištofovič, Štefánia Lenzová, prom. ped., RNDr. Bohuslav Lukáč, Ján Mackovič, RNDr. Daniel Očenáš, RNDr. Vojtech Rušin, CSc., RNDr. Ján Štohl, CSc., RNDr. Matej Škorvanek, CSc.,
Adresa redakcie: Hanulova 11, 841 01 Bratislava, tel. 362-343.
Adresa vydavateľa: Slovenské ústredie amatérskej astronómie, 947 01 Hurbanovo, tel. 24-84.
Tlačia: Tlačiarne SNP, n. p., závod Neografia, Martin.
Vychádza 6-krát do roka, v každom nepárnom mesiaci. Neobjednané rukopisy sa nevracajú. Cena jedného čísla 4,— Kčs, ročné predplatné 24,— Kčs. Rozširuje Poštová novinová služba. Objednávky na predplatné i do zahraničia prijíma PNS — Ústredná expedícia a dovoz tlače, Gottwaldovo nám. 6, 813 81 Bratislava. Zadané do sadzby: 29. 12. 1986, imprimované 23. 2. 1987, expedícia 26. 3. 1987.
Indexné číslo 49082 Reg. SÚTI 9/8

OBSAH

Slnko na Štíte — V. Rušin . . 37
Obežná doba 685 sekúnd — J. Žižňovský 39
Halleyova kométa na heidelberskom sympóziu — Ľ. Kresák 41
Tri ďalšie mesiačiky Saturnovej rodiny — V. Pohánka . 51
Meniskový kompenzátor — J. Procházka 56
Efemeridy — R. Vallo . . . 57
Astronomická fotografia — M. Kment 59
Napíšte o svojom ďalekohľade — J. Fabricius 65
Brúsenie astronomických zrkadiel (2) — V Přibyl . . . 65
Pozorujte s nami — B. Štec, V. Porubčan 70

CONTENTS

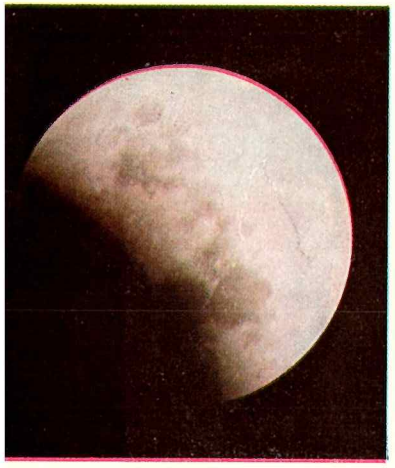
The Sun on the Peak — V. Rušin 37
A Reovlution Period of 685 Seconds — J. Žižňovský . . . 39
Halley's Comet at the Heidelberg Symposium — Ľ. Kresák 41
Another Three Moonlets of the Saturn Family — V. Pohánka 51
A Meniscus Correcting Plate — J. Procházka 56
The Ephemerides — R. Vallo 57
Astronomical Photography — M. Kment 59
Let Us Know About Your Telescope — J. Fabricius . . 65
Grinding of Astronomical Mirrors (2) — V. Přibyl . . . 65
Let Us Observe Togehtheg — B. Štec, V. Porubčan . . 70

СОДЕРЖАНИЕ

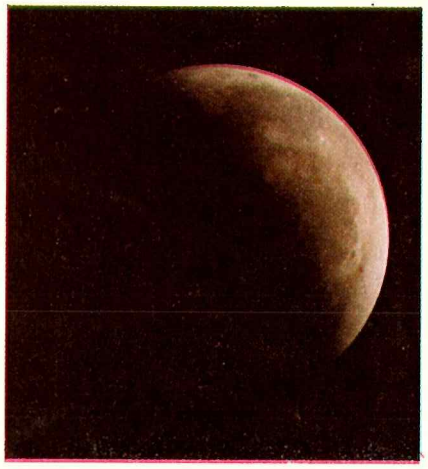
Наблюдения за Солнцем из обсерватории Ломницкы-Штит — В. Рушин 37
Период обращения 685 секунда — Й. Жижнёвски . . . 39
Комета Галлея на симпозиуме в Гейдельберге — Л. Кресак 41
Три новых спутника в семействе спутников Сатурна — В. Поганка 51
Менисковый компенсатор — Й. Прохазка 56
Эфемериды — Р. Валло . . 57
Астрономическая фотография — М. Кмент 59
Сообщите о своём телескопе — Я. Фабрициус 65
Шлифовка астрономических зеркал (2) — В. Пршибыл . 65
Наблюдайте вместе с нами — Б. Штец, В. Порубчан . . 70

▶

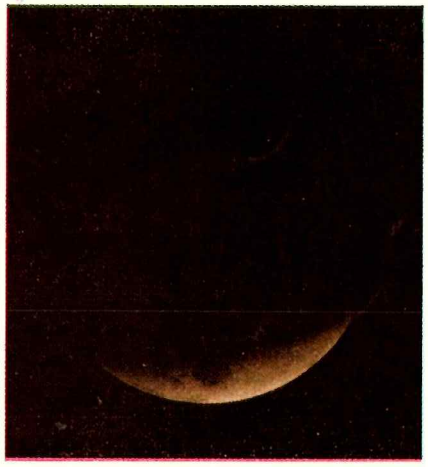
Zaujímavú koláž vytvorila chvíľa nepozornosti, pri ktorej sa prekryli políčka filmu. Tak sa zrodil neopakovateľný záber zatmenia s nevšednou kompozíciou. Mesiac bol exponovaný 17. 10. 1986 cez Coudé refraktor na hvezdárni v Rimavskej Sobote. Potom autor snímky RNDr. P. Rapavý fotografoval členov KMA pri pozorovaní kontaktov.



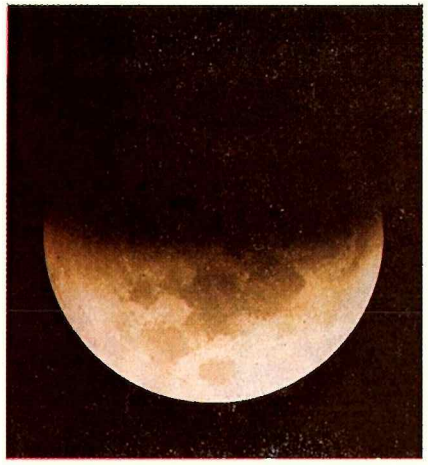
$21^h\ 48^m$



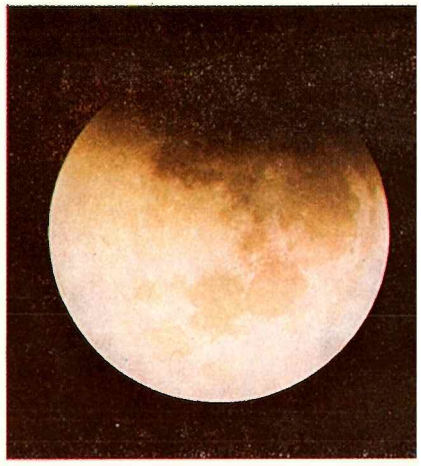
$21^h\ 24^m$



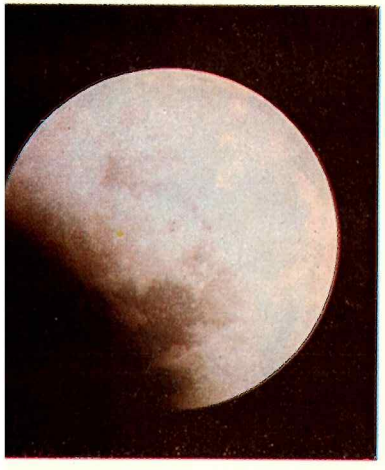
$19^h\ 25^m$



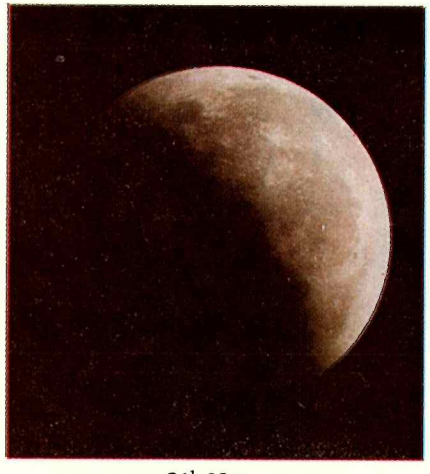
$19^h\ 01^m$



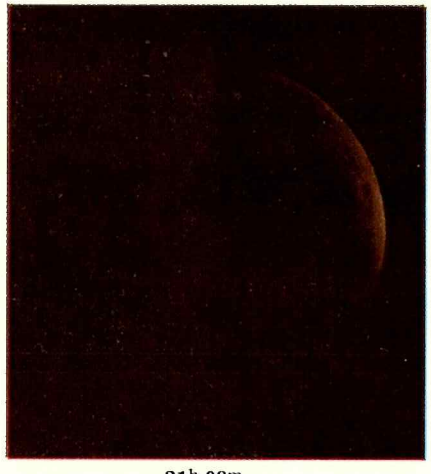
$18^h\ 37^m$



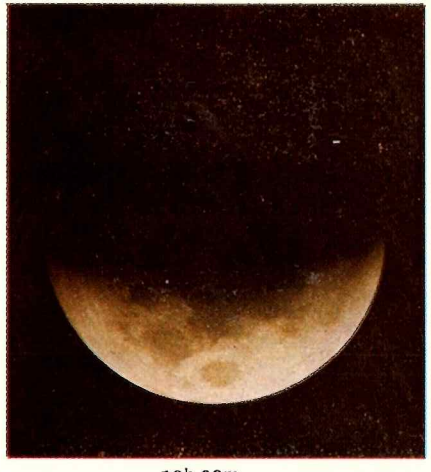
$21^h\ 56^m$



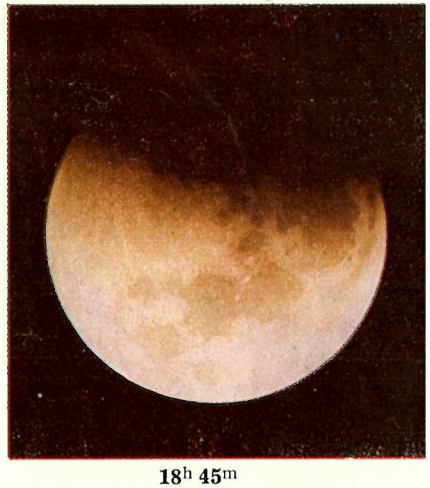
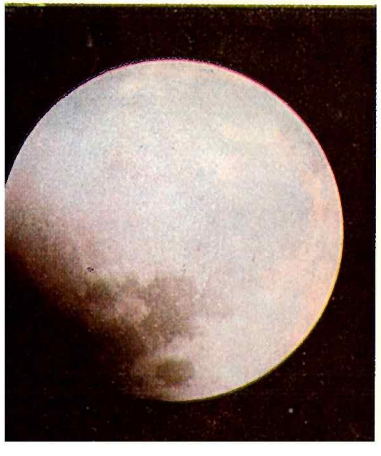
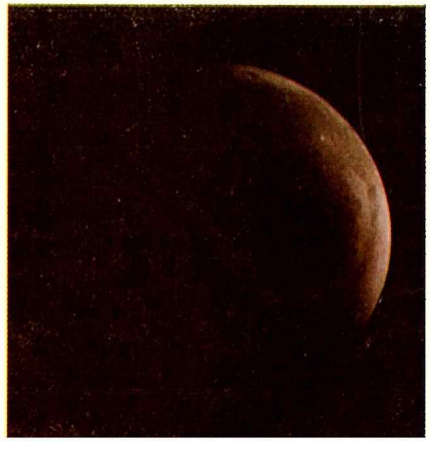
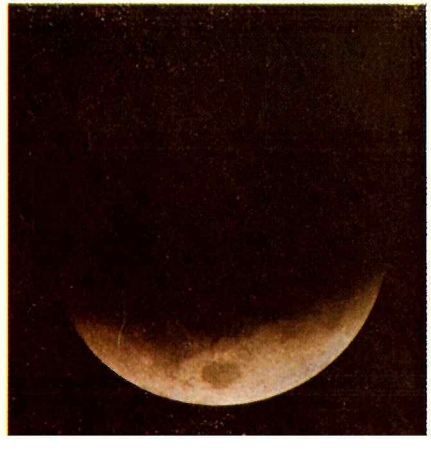
$21^h\ 32^m$



$21^h\ 08^m$



$19^h\ 09^m$



$18^h\ 45^m$