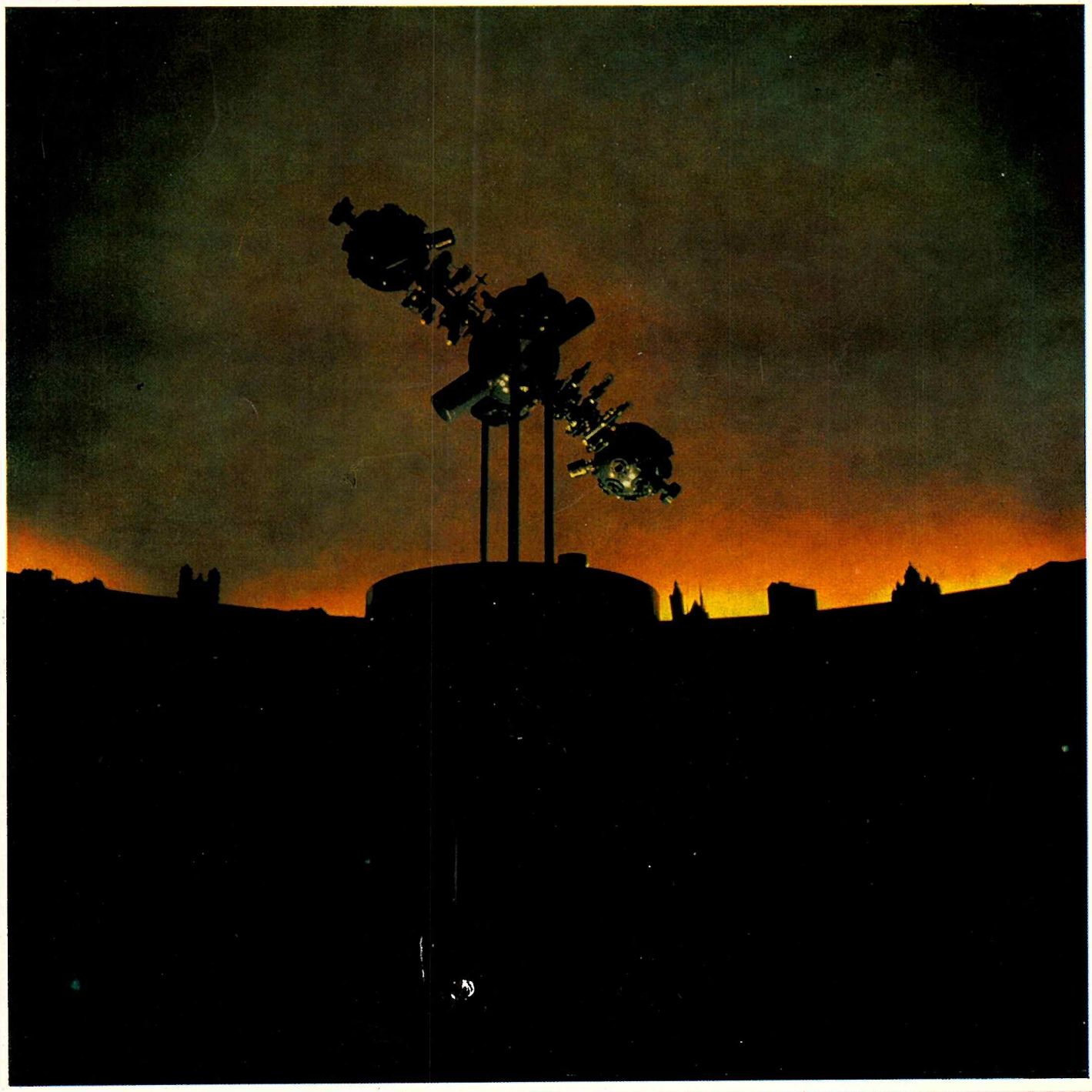
KOZMOS

POPULÁRNO-VEDECKÝ ASTRONOMICKÝ ČASOPIS
SLOVENSKÉHO ÚSTREDIA AMATÉRSKEJ ASTRONÓMIE V HURBANOVE

1983
ROČNÍK XIV. 1
KČS 4



Austinova kométa 1982g fotografovaná 25. augusta Schmidtovým teleskopom 60/90/180 cm observatória Konkolyho astranomického ústavu Maďarskej akadémie vied na Piszkéstető v pohorí Mátra v integrálnom svetle na platňu Eastman Kodak 103a-0 pri expozícii 10 min. 20 s. Stred expozície je $19^h47^m10^s$UT. Pozorovacie podmienky boli dosť nepriaznivé nielen pre malú výšku kométy nad obzorom, ale najmä pre súvislú vrstvu cirrov.

Foto: MILAN ANTAL

AMATÉRSKA ASTRONÓMIA — reprospektíva a perspektívy

MILAN BÉLIK
— riaditeľ SÚAA v Hurbanove

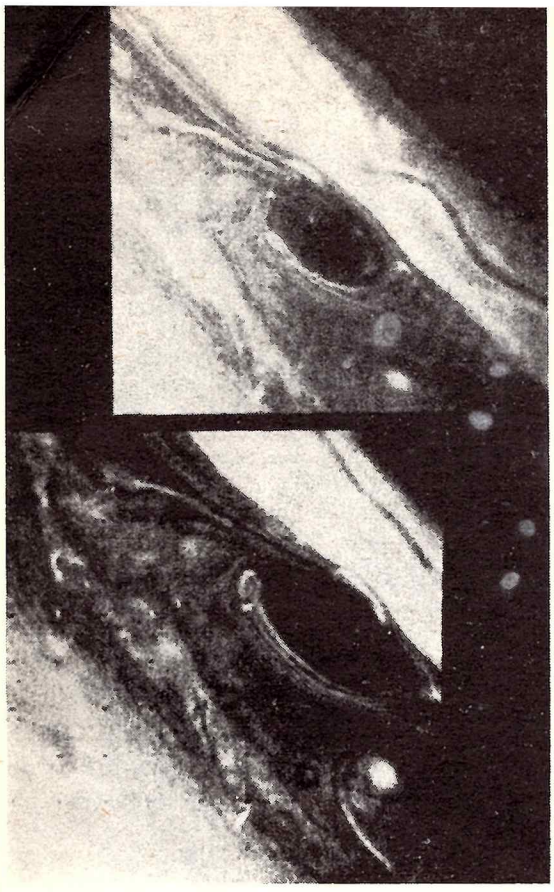
Tohto roku uplynie tri a pol desaťročia od udalosti, ktorá má v novodobých dejinách našich národov prevratný význam. Znamenala vyvrcholenie úsilia pracujúcich más o to, aby mohli podľa zásluh užívať výsledky svojej práce a vziať rozhodovanie o svojom osude do vlastných rúk. Február 1948, v ktorom sa u nás uskutočnilo prevzatie moci robotníckou triedou, predstavuje medzník, od ktorého dochádza k podstatným zmenám vo všetkých oblastiach a na každej z úrovní nášho spoločenského, politického, hospodárskeho a kultúrneho diania. Je len prirodzené, že jubileá tejto historickej udalosti spájame na každom z úsekov nášho života s retrospektívnym pohľadom na cestu, ktorú sme odvtedy prešli. Tento pohľad zahŕňa tak pripomenutie toho, čo sme urobili dobre, ako aj kritickú analýzu neuskutočnených zámerov so zreteľom na budúcnosť.

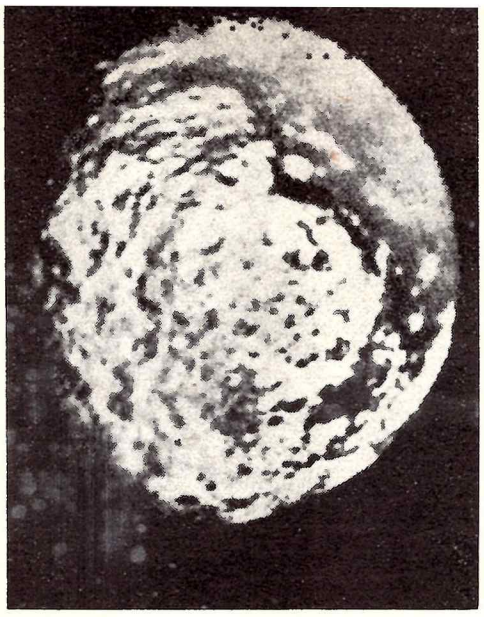
Pri budovaní siete ľudových hvezdární, nevyhnutného materiálneho a inštitucionálneho základu rozvoja amatérskej astronómie sme na Slovensku začínali prakticky z ničoho. Prvá ľudová hvezdáreň bola síce slávnostne otvorená ešte v roku 1948 — v Prešove, no ďalšia až o štyri roky — v Humennom. S rovnakým časovým odstupom bola zriadená ľudová hvezdáreň v Leviciach. Až potom organizačný systém ľudových hvezdární dostal pevný základ vydaním Osvetového zákona č. 52 z roku 1959, ktorý plne akceptoval i poslanie ľudových hvezdární: zameriavať sa na vzdelávanie a výchovu všetkých vrstiev obyvateľstva v duchu vedeckého svetového názoru, prekonávať vo vedomí ľudí nevedecké, zaostalé názory a náboženskú ideológiu najmä cestou popularizácie poznatkov z astronómie a príbuzných vied. V zmysle osvetového zákona budoval sa a buduje systém ľudových hvezdární podľa štruktúry národných výborov. V desaťročí bezprostredne nasledujúcom po jeho vydaní začali pôsobiť hvezdárne v Banskej Bystrici, Žiline a Hlohovci. Od apríla 1969 začala predtým oblastná hvezdáreň v Hurbanove plniť funkciu Slovenského ústredia amatérskej astronómie a do konca sedemdesiatych rokov pribudli hvezdárne ešte v Rožňave, Žiari nad Hronom a Rimavskej Sobote.

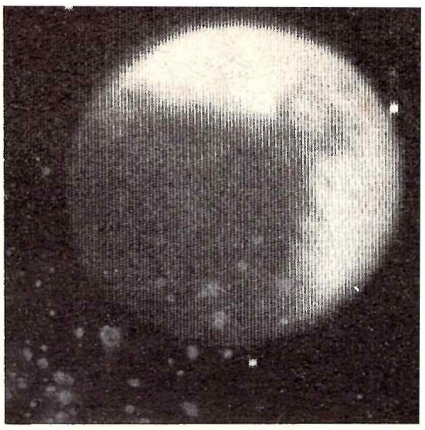
Históriu založenia, počiatky práce jednotlivých hvezdární, ich súčasnú situáciu a perspektívy priblížia čitateľom Kozmosu reportáže v rubrike Hvezdárne Slovenska, ktoré redakcia začala uverejňovať v minulom čísle. Na tomto mieste iba stručne konštatujeme, že aj keď sme v roku 1975 mali na Slovensku desať ľudových hvezdární mestského, okresného či krajského typu, systém načrtnutý v spomínanom osvetovom zákone sa nepodarilo plne realizovať. Dodnes neexistuje hvezdáreň adekvátneho typu na pôde hlavného mesta SSR. Okrem skromnejšieho počtu týchto zariadení sťažovala činnosť pracovníkov v ľudovej astronómii skutočnosť, že hvezdárne sa dostali v čase ich zakladania pod prístrešky zastaralých budov, pôvodne postavených a využívaných na celkom odlišné účely. Ako účelová stavba bola vybudovaná len hvezdáreň v Rimavskej Sobote. O to viac musíme vyzdvihnúť rozsiahlu ideovovýchovnú a kultúrno-osvetovú prácu stálych odborných pracovníkov hvezdární. Dala by sa dokumentovať stĺpcami čísel, hovoriacich o stále väčšom počte akcií, ktoré vo svojom súhrne tvoria dnes už osvedčený systém mimoškolského vzdelávania. No ani štatistický popis vzdelávacích, popularizačných a ideovýchovných akcií nemôže dostatočne vyjadriť obetavosť pracovníkov hvezdární pri plnení ich špecifického poslania v nedostatočných, provizórnych podmienkach, doceniť ich zásluhy na formovaní vedomia a myslenia obyvateľstva v duchu materialistického svetonázoru. Veď vieme, že i personálne obsadenie hvezdární je prinajmenšom núdzové: na okresných hvezdárňach spravidla sú dvaja či traja pracovníci, a to vrátane administratívnych síl, takže na odbornú, metodickú a výchovno-vzdelávaciu prácu zostáva v celom okrese jediný človek s odbornou kvalifikáciou. Podobne by sme mohli hovoriť o vybavení väčšiny hvezdární technickými zariadeniami a prístrojmi. Dosiahnuté výsledky na poli amatérskej astronómie si v takýchto podmienkach právom zasluhujú obdiv a sú dôvodom k hrdosti na všetkých, čo sa o ne pričinili.

Pravdaže, v nijakom prípade to neznamená uspokojiť sa s doterajším spôsobom a tempom budovania systému ľudových hvezdární. Treba otvorene povedať, že oboje zaostáva jednak za prínosom hvezdární vo svetonázorovej výchove obyvateľstva, jednak za spoločenským významom ich poslania. Posledné roky aspoň naznačili, akým smerom by sme sa mali uberať: systematicky budovať nové účelové zariadenia po celom Slovensku, ktoré by materiálne, technicky i personálnym obsadením boli na úrovni súčasnej doby. Doby rozvinutej socialistickej spoločnosti, nebývalého pokroku astronómie a prenikania človeka do kozmického priestoru. Najmä praktické dôsledky prudkého rozvoja vedy a techniky priťahujú stále väčší počet mladých ľudí k záujmovej mimoškolskej činnosti, ktorá je vo sfére pôsobenia ľudových hvezdární. S rastom tohto záujmu musíme vážne počítať i do budúcnosti. V ústrety mu vychádzame zakladaním ďalších hvezdární — najnovšie v Michalovciach a vo Svidníku. Nová budova hvezdárne, prvá, ktorú dostal do užívania Slovenský zväz astronómov — amatérov, bola postavená v Kysuckom Novom Meste. Celkom nové objekty vyrástli v ostatnom čase i v areáloch starších hvezdární — v Hurbanove a Prešove budovy hvezdární a planetárií, pričom Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove má k dispozícii horizontálny spektrograf, špičkový prístroj pre slnečnú astronómiu. V novej budove v Hlohovci inštalujú ďalekohľad s priemerom zrkadla 60 cm. V Partizánskom dôjde k výstavbe nového areálu hvezdárne v rámci akcie Z. V neposlednom rade máme radosť z vydania typizačnej smernice Ministerstva kultúry SSR o výstavbe, technickej vybavenosti a personálnom obsadení ľudových hvezdární. Pri zodpovednom a iniciatívnom prístupe národných výborov môže táto smernica účinne napomôcť k dobudovaniu systému hvezdární na Slovensku. Podrobnejšiu informáciu o smernici poskytol Kozmos taktiež v č. 6/82.

V duchu kultúrnej politiky KSČ vedeckí pracovníci, stáli zamestnanci hvezdární i astronómovia-amatéri vykonali od Februára 1948 nesmierne veľa tak pre šírenie a popularizáciu poznatkov z astronómie, ako pre výchovu občanov — od najmenších až po najstarších — k vedeckému svetonázoru. V podstate ide o dve, od seba neoddeliteľné činnosti, čo je samo o sebe dôkazom, že ľudové hvezdárne majú vo výchove, vzdelávaní a formovaní socialistického človeka nezastupiteľné miesto. Preto sme presvedčení, že uspokojovanie oprávnených požiadaviek a potrieb na zabezpečenie týchto činností, vrátane odbornej činnosti, sa stretne u zainteresovaných orgánov ešte s väčším porozumením a podporou, hlavne v oblasti realizácie vytýčených cieľov.







Tajomstvo Japeta

Saturnov mesiac Japetus je známy tým, že jedna jeho pologuľa je veľmi tmavá, kým druhá naopak svetlá. Bližším štúdiom pohybu tohto mesiaca okolo Saturna i okolo svojej osi sa zistilo, že jeho tmavá pologuľa veľmi presne zodpovedá čelnej strane pohybu. Najpravdepodobnejšie sa zdá, že svetlejší povrch tejto strany bol mohutným impaktom rozbitý a odhalili sa hlbšie položené tmavšie horniny. Zodpovedajú tomu i pozorované tmavé dna kráterov blízo rozhrania tmavej a svetlej strany telesa. Fotografia vpravo ukazuje Japeta na snímke Voyagera 1, vľavo snímka Voyagera 2.

NOVINKY z kongresu IAU

RNDr. A. HAJDUK, CSc.

Škvrny na Saturne

Spracovanie snímkov Saturna sondami Voyager 1 a Voyager 2 ukázalo, že v atmosfére Saturna možno rozoznať v pozdĺžnych pásoch zonálneho prúdenia mnoho malých vírov. Pomocou týchto atmosferických vírov sa udržuje energia zonálnych prúdov. Na rozhraní zonálnych prúdov, najmä na trecích miestach medzi prúdmi opačných smerov existujú veľké škvrny, v podstate tiež atmosferické víry ale dlhodobého charakteru, pripomínajúce Veľkú červenú škvrnu na Jupiteri; jej rozmer nedosahujú, viaceré však majú priemer okolo 5000 km. Zistila sa i prítomnosť veľkej ultrafialovej škvrny v atmosfére Saturna, mechanizmus ktorej zatiaľ nie je objasnený.

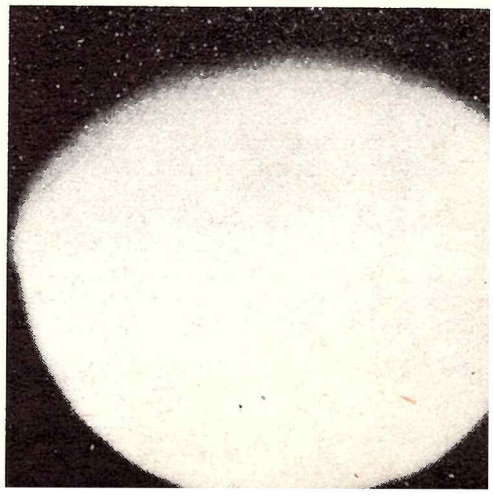
Mená nových Saturnových mesiacov

Saturn má najmenej 20 mesiacov, konštatoval vo svojom vystúpení venovanom výskumu Saturnových mesiacov na kongrese IAU D. Morrison. Zo snímok Voyagerov sa dá usudzovať ešte na existenciu ďalších dvoch (prípadne aj troch) mesiacov Saturna, ale nebolo možné určiť ich dráhy.

Štyri nové mesiace Saturna dostali na tomto kongrese svoje mená. Sú to dvojice Janus a Epimethus, ktoré obiehajú po spoločnej dráhe s rozdielom 180° a Telesto a Calypso, ktoré obiehajú v dráhe väčšieho mesiaca Tethys. Definitívne sa tým odstránil aj spor okolo existencie Janusa. Tento mesiačik bol objavený r. 1966 francúzskym astronómom M. Dolfusom, neskôr sa však ukázalo, že ide o dve telesá na tej istej dráhe. Každé z nich dostalo svoje číselné označenie a Janus bol ako nereálny mesiac zo zoznamu vyškrtnutý. Teraz teda opäť existuje Janus ako dvojník Epimetha.

Malé mesiace geologicky aktívne?

Povrchový materiál a okolie kráterov na niektorých menších mesiacoch Saturna, ako ukazujú snímky sond Voyager 1 a 2, pripomínajú dôsledky vnútornej aktivity telesa. Saturnov mesiac Enceladus, (na snímke) ktorého priemer je asi 500 km, má veľmi rovný ľadový povrch, takže sa zdá, že povrchové útvary a impaktové krétery sa rozpadli v dôsledku termálnej aktivity tohto telesa. Je však vôbec možné predpokladať u tak malých telies tak veľkú termálnu aktivitu? Japonský astronóm Y. Kozai, známy svojimi prácami v oblasti astrodynamiky ukázal, že sily vznikajúce v dôsledku periodicky sa opakujúcich konfigurácií telies a ich rotácia môžu vyvolať obrovské slapové pôsobenie, ktorého exemplárnym prípadom je Jupiterov mesiac Io. Dospel tak k zaujímavému záveru, že štúdium dlhodobých pohybov sústavy telies môže významne prispieť k poznaniu ich vnútornej štruktúry.



RNDr. JÁN ŠTOHL, CSc.

Ako to vlastne je s vekom vesmíru?

Článok dáva prehľad súčasných názorov na vek vesmíru a čerpá aj z diskusie poriadanej na XVIII. kongrese Medzinárodnej astronomickej únie (IAU).

Určite prinajmenšom rozpaky musí cítiť každý, kto číta pasáže o veku vesmíru v novších článkoch a knihách, venovaných kozmologickým otázkam. Mohlo by sa zdať, že rôzni autori si celkom svojvoľne „narábajú" s číslami a miliardami rokov, keď ide o vek vesmíru: aj v najnovšej literatúre možno nájsť pre odhad veku vesmíru takmer ľubovoľné číslo od 10 do 20 miliárd rokov.

Rozpornosť údajov o veku vesmíru nie je výsledkom nedostatočnej informovanosti zo strany autorov. Vyplýva jednoducho zo skutočnosti, že naše dnešné poznatky o veku vesmíru, získané rôznymi metódami, sú skutočne značne rozporné.

Čo vlastne dokáže dnešná astronómia a kozmológia reálne povedať o veku vesmíru? A prečo vôbec hovoríme o veku vesmíru, keď by sme mali hovoriť výlučne o večnosti vesmíru?

Odpoveď na druhú otázku je z hľadiska súčasných astronomických poznatkov podstatne jednoduchšia ako na otázku prvú, o konkrétnom veku vesmíru. Predovšetkým, treba si uvedomiť, že astronómia nie je a nikdy nebude schopná svojimi poznatkami obsiahnuť celý materiálny svet vo filozofickom zmysle; ten je a zostane doménou filozofie. Ak dnešná astronómia a kozmológia hovorí o veku vesmíru, potom hovorí o tom vesmíre, ktorý možno obsiahnuť našimi pozorovaniami a modernými teoretickými poznatkami. Objavy uplynulých desaťročí — najmä objavy expanzie vesmíru a reliktového žiarenia — ukazujú veľmi jednoznačne, že celý tento náš vesmír, ako ho vôbec poznáme, svoj vývoj začal pred celkom určitým, konečným časom, a to mohutným začiatočným výbuchom, tzv. big bangom. Dnešnú situáciu v otázke big bangu veľmi výstižne vyjadril svetoznámy sovietsky kozmológ akademik J. B. Zeldovič vo svojej slávnostnej prednáške na tohtoročnom XVIII. kongrese Medzinárodnej astronomickej únie (IAU) v gréckom Patrase slovami: „Po predpovedi a skutočnom objave kozmického reliktového žiarenia je teória big bangu potvrdená nad akúkoľvek rozumnú pochybnosť."

Skutočne, na tému reálnosti či nereálnosti big bangu sa na uvedenom kongrese ani len nediskutovalo; začiatočný big bang sa bral jednoducho ako samozrejmosť. Významní svetoví kozmológovia a teoretickí astrofyzici sa predbiehali skôr v tom, aby predložili svoje najnovšie, detailne rozpracované teórie o fyzikálnych procesoch, prebiehajúcich v prvých sekundách a minútach vývoja vesmíru, bezprostredne po big bangu. Celé dve zasadania komisie IAU č. 47 (Kozmológia) boli venované práve začiatočným procesom vývoja vesmíru.

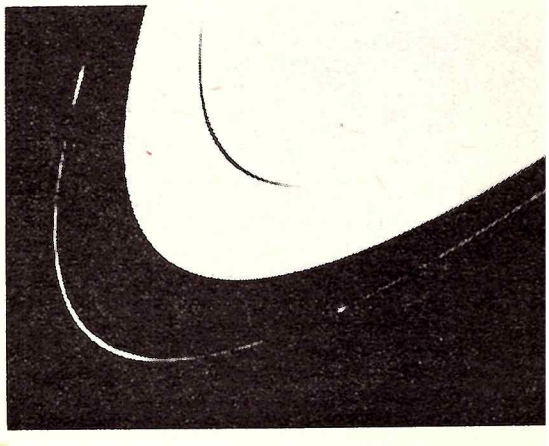
Ale zatiaľ čo v otázke big bangu a prvých fáz vývoja vesmíru existovala na kongrese medzi odborníkmi pomerne dobrá zhoda, výrazné názorové rozdiely sa prejavili práve v otázkach, dotýkajúcich sa veku vesmíru, menovite najmä v otázke rýchlosti expanzie vesmíru, vyjadrenej známou Hubblovou konštantou. Tomuto problému bola na kongrese venovaná celodenná konferencia „Mimogalaktická škála vzdialenosti a Hubblova konštanta", na ktorej predniesli celý rad pozvaných referátov najvýznamnejší svetoví kozmológovia. Len pre zaujímavosť možno dodať, že práve táto konferencia sa tešila najväčšiemu záujmu účast-

PROGRAM V PATRASE

XVIII. Kongres Medzinárodnej astronomickej únie (IAU) sa uskutočnil v krajine Aristarcha, Hipparcha a ďalších tvorcov starovekej astronómie. Dvetisícpäťsto astronómov z celého sveta sa zišlo 17.—26. augusta 1982 v peloponézskom Patrase, aby referovali o najnovších výskumoch a preverili svoje výsledky na najvyššom fóre.

Zahájenie i ukončenie kongresu sa uskutočnilo v starobylom Odeóne, ktorého hľadisko pod širým nebom pojalo všetkých účastníkov. Jednotlivé zasadania odborných komisií i spoločné diskusie sa konali v priestoroch nového komplexu Univerzity v Patrase. Jednania kongresu v komisiách pokryli asi štyridsať oblastí astronomického výskumu. Jednako kongres vytýčil sedem tém za predmet celodenných spoločných zasadaní: zmeny svietivosti Slnka, vývoj v starých hviezdnych populáciách Galaxie, extragalaktická škála vzdialenosti a Hubblova konštanta, výskum slnečnej sústavy, pôvod a vývoj medziplanetárnych objektov, aktívne galaktické jadrá a nakoniec javy straty hmotnosti kozmických objektov. Program bol skutočne nabitý, zasadalo sa i v sobotu a to ešte s takými atraktívnymi témami ako plány pozorovania blížiacej sa Halleyovej kométy a big bang a v neskorých večerných hodinách sa uskutočnili štyri atraktívne prednášky: G. H. Herbig hovoril o raných štádiách vývoja hviezd, J. B. Zeldovič o súčasnej kozmológii, C. de Jager o pôvode a vývoji slnečných erupcií a M. A. Hoskin o astronómii v Starom Grécku. A tak na prezretie si kultúrnych krás Starého Grécka a prírodných krás tejto krajiny ostalo naozaj málo času, aspoň počas kongresu. V krajine starých mýtov, kde hľadali súvislosti ľudských osudov s hviezdami, sprevádzala účastníkov kongresu voľným okom viditeľná kométa Austin, zemetrasenie šiestehо stupňa a v priebehu kongresu zomrel i ťažko chorý predseda Medzinárodnej astronomickej únie prof. M. K. V. Bappu.

NESTABILITY V PRSTENCOCH
Z porovnania snímkov Saturnových prstencov z Voyagera 1 a Voyagera 2 sa zistilo, že v štruktúre prstencov dochádza k zmenám. Na niektorých miestach F-prstenca bolo možné badať špirálovitú štruktúru, svedčiacu o postupujúcej hustotnej vlne častíc tvoriacich prstenec. Tieto hustotné vlny sú vyvolané gravitačným účinkom blízkych mesiacov, v prípade prstenca F účinkom Mimasa, ktorého poloha voči prstencu sa mení vlivom sklonu jeho dráhy. Dynamika prstencov je teda zložitejšia, než sme si pôvodne mysleli.



Známa galaxia M 31 v Andromédе. Revízia jej vzdialenosti na novú hodnotu 651 kpc, t. j. 2 130 000 svetelných rokov, tvorila pre de Vaucouleursa jedno z východísk pre novú revíziu škály mimogalaktických vzdialeností a Hubblovej konštanty.

níkov kongresu; myslím, že to bolo jediné zasadanie kongresu, na ktorom muselo veľa záujemcov pri prednáškach celý deň stáť, napriek tomu, že sa konalo v najväčšej prednáškovej sále Patraskej univerzity.

METÓDY URČENIA VEKU VESMÍRU

Vek vesmíru možno odvodiť — i keď nepriamo — niekoľkými nezávislými metódami. Na jednej strane existujú metódy na určenie veku kozmických objektov; je zrejmé, že vekom najstarších známych objektov je súčasne určený aj minimálny možný vek vesmíru. Informáciu o veku vesmíru možno však získať aj z rýchlosti a doterajšieho priebehu expanzie vesmíru; k tomu je potrebná čo najpresnejšia hodnota Hubblovej konštanty.

Problém, pred ktorým stojí dnešná kozmológia v tejto otázke spočíva v tom, že výsledky rôznych metód o veku vesmíru si vzájomne odporujú. Ešte len pred niekoľkými rokmi sa pritom zdalo, že všetky tieto výsledky sú v plnej vzájomnej zhode.

Pozrime sa na jednotlivé metódy a ich výsledky trochu bližšie, aby sme videli zložitosť súčasnej rozpornej situácie v otázke určenia veku vesmíru.

Mimoriadne cenné informácie o veku rôznych kozmických objektov poskytuje *rádioaktívna chronológia,* vychádzajúca z fyzikálne dobre overeného samovoľného rozpadu rádioaktívnych jadier niektorých prvkov. Porovnáva sa pritom pozorované relatívne zastúpenie rádioaktívnych izotopov a produktov ich rozpadu. Práve touto metódou bol odvodený známy vek Zeme $(4{,}53 \pm \pm 0{,}03).10^9$ rokov porovnaním zastúpenia izotopov olova ^{206}Pb a ^{207}Pb — ako produktov rádioaktívneho rozpadu uránu ^{238}U a tória ^{232}Th — voči zastúpeniu prirodzeného izotopu olova ^{204}Pb.

Pri určení veku vesmíru na základe rádioaktívnej chronológie sa vychádza z pozorovaného pomerného zastúpenia izotopov uránu ^{235}U a ^{238}U. Predpokladá sa pritom určitý začiatočný pomer vo výskyte týchto izotopov. Zo známej rýchlosti rádioaktívneho rozpadu jednotlivých izotopov sa potom počíta čas, ktorý bol potrebný na vznik pozorovaného výskytu izotopov. Novšie sa na určenie veku vesmíru veľmi výhodne používa pomerné zastúpenie izotopov rénia ^{187}Re a osmia ^{187}Os. Treba dodať, že predpoklad o počiatočnom zastúpení izotopov v tejto metóde nemá príliš veľký vplyv na určenie veku vesmíru; chyba $\pm$ 20% v odhade počiatočného pomeru izotopov má za následok chybu $\pm$4 % v určení veku vesmíru.

Dôkladnú kritickú analýzu najnovších výsledkov určenia veku vesmíru na základe rádioaktívnej chronológie predniesol na tohtoročnom kongrese IAU D. N. Schramm. Vychádzal najmä z údajov o kozmickom výskyte rénia ^{187}Re. Výsledok analýzy D. N. Schramma: vek vesmíru je 11 až 17 miliárd rokov, najpravdepodobnejšie *15 miliárd rokov.*

Inú, celkom nezávislú metódu na odvodenie veku vesmíru dáva určenie *veku guľových hviezdokôp.* Veľmi nízky obsah ťažkých prvkov vo hviezdach guľových hviezdokôp celkom jasne svedčí o tom, že tieto útvary patria k najstarším objektom vo hviezdnych sústavách a že sa museli vytvoriť už v protogalaktickej fáze vývoja hviezdnych sústav, pomerne krátko po big bangu. Vek guľových hviezdokôp možno určiť na základe teórie vývoja hviezd z ich Hertzsprungovho-Russelovho diagramu, odvodeného z pozorovaných jasností ich hviezd. Z významných prác v tomto smere možno spomenúť najmä prácu I. Ibena z r. 1970, z ktorej pre vek guľových hviezdokôp vyplývalo 8 až 18 miliárd rokov. Na kongrese IAU v Patrase boli prezentované najnovšie výsledky určenia veku guľových hviezdokôp, ktoré dosiahol B. Carney. Guľové hviezdokopy majú podľa toho vek 15 až 19 miliárd rokov. Chyba určenia veku vesmíru touto metódou je však stále pomerne vysoká.

Ak sa k uvedeným metódam pridá i vek vesmíru, určený na základe pozorovaného relatívneho zastúpenia ľahkých prvkov, ktoré vznikli priamo v prvých fázach vývoja vesmíru bezprostredne po big bangu najmä ťažkého vodíka, hélia a lítia, potom pre reálny odhad možného veku vesmíru vychádza pomerne úzky interval *13,5 až 16 miliárd rokov.*

PROBLÉM HUBBLOVEJ KONŠTANTY

S uvedeným odhadom veku vesmíru sú v silnom rozpore novšie určenia Hubblovej konštanty. Na sympóziu IAU, venovanom kon-

frontácii kozmologických teórií s údajmi pozorovaní, ktoré sa konalo r. 1973 v Krakove, svetoznámy kozmológ G. A. Tammann uvádzal pre Hubblovu konštantu ako najpravdepodobnejšiu hodnotu $H_0 = 55 \pm 7$ km . s^{-1} . Mpc^{-1}. Pre reálny vek vesmíru z toho vyplývala hodnota 13 až 16 miliárd rokov (v závislosti od deceleračného parametra expanzie, pre ktorý dostal G. A. Tammann hodnotu $q_0 = 0{,}1-0{,}2$). Zdalo sa, že výborný súhlas týchto hodôt s vekom vesmíru, určeným inými metódami, robí otázku veku vesmíru v podstate definitívne vyriešenou.

V literatúre sa síce občas vyskytli i značne vyššie odhady pre vek vesmíru, až do 2 miliárd rokov, najčastejšie však boli výsledkom iba nedorozumenia a nesprávneho interpretovania zmyslu Hubblovej konštanty. Prevrátená hodnota Hubblovej konštanty (H_0^{-1}) dáva totiž tzv. *Hubblov vek vesmíru*, ktorý by mal idealizovaný vesmír pri trvale konštantnej rýchlosti expanzie. Pri konštante $H_0 = 55$ km . s^{1-} . Mpc^{-1} napr. vychádza Hubblov vek vesmíru 18 miliárd rokov (takýto spôsob výpočtu veku vesmíru uvádza napr. aj J. Grygar v knihe Vesmír, Mladá fronta, Praha 1979, str. 58). V skutočnosti vo vesmíre musí dochádzať k spomaľovaniu expanzie a reálny, tzv. *Fridmanov vek vesmíru* musí byť preto nižší než je Hubblov vek; konkrétna hodnota veku pritom závisí od spomaľovania expanzie, t. j. od deceleračného parametra q_0. Pre oscilujúce, zatvorené modely (pre ktoré je $q_0 > 1/2$) reálny vek vesmíru nemôže presahovať dve tretiny Hubblovho veku vesmíru. Pri konštante $H_0 = 55$ km . s^{-1} . Mpc^{-1} žiaden Fridmanov zatvorený vesmír nemôže mať preto vek vyšší ako 12 miliárd rokov. (Bližšie o Hubblovom a Fridmanovom veku vesmíru pozri Kozmos, 1980, roč. 11, č. 1, str. 2).

Celkom nová situácia vznikla v uplynulých troch-štyroch rokoch, keď sa objavil rad nových prác, venovaných určeniu Hubblovej konštanty. R. B. Tully a J. R. Fisher objavil novú metódu určenia mimogalaktických vzdialeností, založenú na zistenom vzťahu medzi šírkou 21-cm čiary neutrálneho vodíka a absolútnou jasnosťou špirálových galaxií. G. de Vaucouleurs s G. Bollingerom súčasne podrobil hlbokej revízii všetky predchádzajúce metódy určenia Hubblovej konštanty. Výsledky všetkých týchto nových prác zhrnul na kongrese IAU v Patrase vo vynikajúcom referáte M. Aaronson; reálna hodnota Hubblovej konštanty je podľa toho značne vyššia, než sa myslelo, a to $H_0 = 85 \pm 4$ *km* . s^{-1} . *Mpc*$^{-1}$.

Táto nová hodnota Hubblovej konštanty však naráža na zásadný problém v otázke veku vesmíru. Pri $H_0 = 85$ km . s^{-1} . Mpc^{-1} aj nereálny, maximálne vysoký Hubblov vek vesmíru je len 11,5 miliardy rokov. Reálny vek vesmíru musí byť samozrejme ešte nižší. Zatvorené, oscilujúce modely vesmíru by boli v takomto prípade celkom vylúčené, lebo vek vesmíru by pri nich nemohol presiahnuť 7,7 miliardy rokov, čo je hlboko pod vekom najstarších známych objektov vesmíru. Naopak pre pravdepodobný vek vesmíru 15 miliárd rokov, odvodený vyššie uvedenými nezávislými metódami, maximálne možná hodnota Hubblovej konštanty je $H_0 = 65$ km . s^{-1} . Mpc^{-1}.

Na kongrese IAU sa snažil G. A. Tammann uviesť dôvody, pre ktoré je spolu s A. R. Sandageom i naďalej zástancom nízkej hodnoty Hubblovej konštanty, a to približne $H_0 = 50$ km . s^{-1} . Mpc^{-1}. Jeho argumenty však väčšinu prítomných nepresvedčili. Práve naopak, väčšina kozmológov na kongresie IAU sa jasne klonila k názoru, že reálna hodnota Hubblovej konštanty je blízka k hodnote, uvádzanej M. Aaronsonom, t. j. okolo $H_0 = 85$ km . s^{-1} . Mpc^{-1}.

Rozpor medzi zisteným vekom najstarších objektov vesmíru a medzi odvodenou hodnotou Hubblovej konštanty sa stal o to akútnejším. Snahy niektorých teoretikov vysvetliť tento rozpor oživením predstavy tzv. Lemaîtrových modelov s prechodným zastavením expanzie vesmíru neviedli k cieľu, lebo — ako ukázal J. B. Zeldovič — sú v príkrom rozpore s pozorovaným výskytom kvazarov.

Aj keď je teda prakticky isté, že vývoj celého nášho vesmíru začal big bangom zo superhustého, horúceho stavu a aj keď vieme presne do detailov popísať fyzikálne procesy v rozhodujúcich prvých minútach po big bangu, určenie presného veku vesmíru, t. j. času od big bangu po súčasnosť ostáva i naďalej pre kozmológiu do značnej miery otvorenou otázkou.

Halleyova kométa medzinárodne

Prípravy na návrat Halleyovej kométy sú už v plnom prúde. Ako je známe, prechod kométy perihéliom nastane vo februári 1986 ale očakávalo sa, že kométa bude znova objavená r. 1983. Z neúspešného pokusu nájsť kométu pomocou päťmetrového montpalomarského ďalekohľadu sa usudzovalo, že kométa bude menej jasná, než sa pôvodne očakávalo. Avšak v októbri 1982 sa Kométu podarilo nájsť (správu o jej objave prinášame na str. 18). To, že Halleyova Kométa bola pri svojom terajšom návrate nájdená tak zavčasu, je mimoriadne významné z hľadiska štartov kozmických sond ku kométe v r. 1984 a 1985. Súčasné pozorovania Halleyho kométy z kozmických sond, z ďalekohľadu na obežnej dráhe i z pozemských observatórií budú dosiaľ najrozsiahlejšie aké sa kedy venovali kométam. Pripravujú sa astrometrické pozorovania, spektroskopia a spektrofotometria kométy, infračervená spektroskopia a rádiometria, fotometria a polarimetria kométy, štúdium veľkorozmerových javov i javov v blízkosti jadra. Aby sa dosiahol čo najväčší efekt zo získaných pozorovacích údajov, dohodli sa špecialisti na spôsobe medzinárodnej koordinácie všetkých pozorovaní, vrátane amatérskych. Podobne v komisii IAU pre výskum meteorov sa dohodla tiež koordinácia amatérskych pozorovaní meteorických rojov Halleyovej kométy — Orionid a Eta Aquaríd. (U nás sú tieto pozorovania koordinované prostredníctvom astronomických spoločností.)

R. Newburn, ktorý povedie koordináciu pozorovaní kométy, zdôraznil dôležitosť rýchlej výmeny informácií medzi pozorovateľmi a teoretikmi, pretože pri predchádzajúcom návrate kométy r. 1910 dôsledkom pomalého toku informácií sa premeškali mnohé možnosti výskumu. Preto už teraz je potrebné vedieť, ktoré observatóriá, resp. ktorí pozorovatelia sa do programu zapoja, aké prístroje budú k dispozícii a akú techniku spracovania údajov použijú. Od pozorovaní sa očakávajú presnejšie údaje o spôsobe a rýchlosti uvoľňovania plynov z jadra kométy, o produkcii drobných čiastočiek mikrometeoroidov i meteorických teliesok, o chemickom zložení uvoľnených látok, o priebehu jasnosti, o účinkoch negravitačných síl na procesy v kométe a nakoniec, berúc do úvahy dráhové charakteristiky kométy a ich zmeny, možno odvodiť celú históriu vývoja kométy. Z vývoja dráhy Halleyovej kométy za posledné tri tisícročia, ako ich odvodili D. K. Yeomans, R. Newburn a T. Kiang, použitím teoretických výpočtov japonského astronóma Y. Kozaia a vlastných pozorovaní meteorických rojov kométy sme s B. A. McIntoshom z Kanady zostrojili a na zasadaní o Halleyovej kométe na kongrese predniesli model vývoja kométy a jej meteorického prúdu. Podľa týchto výsledkov vykonala kométa doteraz asi 1500 obehov, pri každom obehu stráca 3.10^{11} kg svojej hmotnosti a nevydrží viac než ďalších 300 obehov.

A. HAJDUK

O ďalších novinkách z kongresu IAU prinesieme informácie aj v budúcich číslach Kozmosu.

Najbližší susedia Zeme

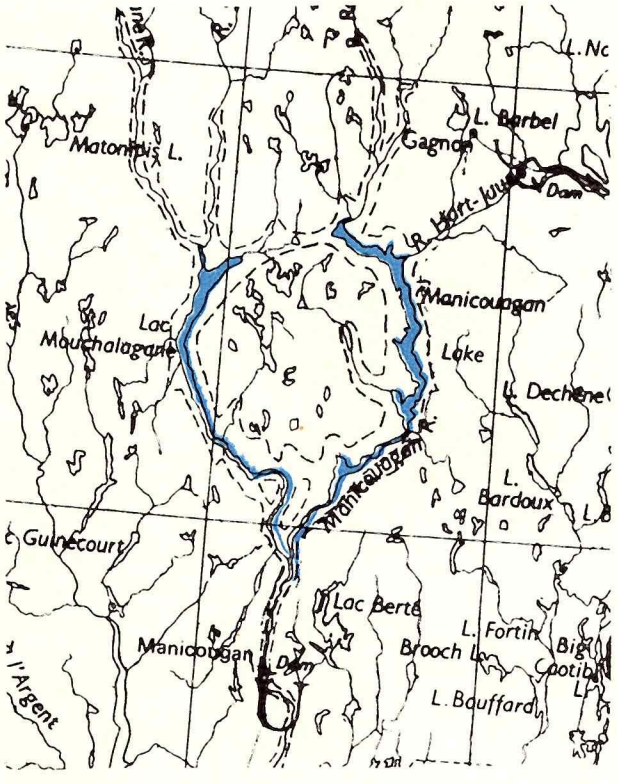
ĽUBOR KRESÁK, člen kor. SAV

Že je naším najbližším kozmickým susedom Mesiac, vie dnes každý; ktorí sú však ďalší susedia, to dlho nevedeli ani astronómovia. Pretože len Mesiac je so Zemou gravitačne zviazaný, musí ísť vo všetkých iných prípadoch iba o susedstvo dočasné, presnejšie povedané o stretnutie. Ako to názorne dokazujú drobné meteoritické čiastočky rozsvecujúce sa nad našimi hlavami a meteority nájdené na zemskom povrchu, môže sa takéto stretnutie skončiť aj zrážkou a zánikom menšieho telesa. Veľké impaktné krátery na Mesiaci a na všetkých atmosférami nechránených planétach a satelitoch jasne vypovedajú o ich minulých zrážkach s inými kozmickými telesami. To stavia problém našich blízkych susedov do osobitného svetla. Nejde už len o predmet vedeckého poznania alebo uspokojenia večnej ľudskej zvedavosti, ale aj o posúdenie nebezpečia, ktoré ľudstvu hrozí z medziplanetárneho priestoru s veľmi malou, rozhodne však nie s nulovou pravdepodobnosťou.

Doterajšia história astronómie je príliš krátka a pokrytie oblohy astronomickým pozorovaním príliš neúplné na to, aby sme poznali všetkých našich nebezpečných susedov s rozmermi pod niekoľko kilometrov. Dosiaľ sa nepozorovalo žiadne kozmické teleso, ktoré by sa k nám priblížilo viac ako Mesiac. Zoznam všetkých známych prípadov, keď vzdialenosť klesla pod desaťnásobnú vzdialenosť Mesiaca, je v nasledujúcej tabuľke:

NAJVÄČŠIE ZNÁME PRIBLÍŽENIA INÝCH KOZMICKÝCH TELIES K ZEMI
(až po 10-násobnú vzdialenosť Mesiaca)

Teleso	Priemer (v km)	Dátum	Najmenšia vzdialenosť		Rýchlosť stretnutia		Maximálna jasnosť (v magn.)
			(v astr. jedn.)	(v km)	skutočná (v km/s)	zdanlivá (v °/hod)	
1 Mesiac	3476	každých 27 dní	0,0024	360 000	1,1	0,6	—13
2 Asteroid Hermes	0,8	30. X. 1937	0,0050	750 000	18,3	5,0	9
3 Asteroid 2340 Hathor	0,3	20. X. 1976	0,0078	1 170 000	13,3	2,4	13
4 Asteroid 2101 Adonis	0,6	7. II. 1936	0,0148	2 210 000	24,6	2,3	12
5 Kométa Lexell	1,5	1. VII. 1770	0,0151	2 260 000	21,0	1,9	2
6 Kométa Tempel-Tuttle	1,0	26. X. 1366	0,0231	3 460 000	70,7	4,2	3



Aj na Zemi nachádzame útvary, ktoré vznikli nárazom veľkých meteoritov. Jedným z nich je jazero Manicouagan v Kanade (v Quebecku). Priemer tohto unikátneho impaktného krátera je 60 km. Okolo vonkajšieho valu sa vytvorilo jazero, ktoré už pri zobrazení na mape upúta zaujímavým prstencovým tvarom. Ešte viac vyniká štruktúra tohto útvaru na snímke z družice: jazero je zamrznuté a veľmi pekne vidno výškové rozdiely terénu. Manicouagan je geologicky starý útvar, vytvoril sa pred vyše 200 miliónmi rokov. Odolal erózii vďaka tomu, že ho v neskorších obdobiach pokryli hrubé vrstvy naplavených hornín. Koncom doby ľadovej ustupujúci ľadovec zbrúsil povrchové usadeniny a tak sa opäť obnažil tvrdý skalný podklad, sformovaný nárazom meteoritu.

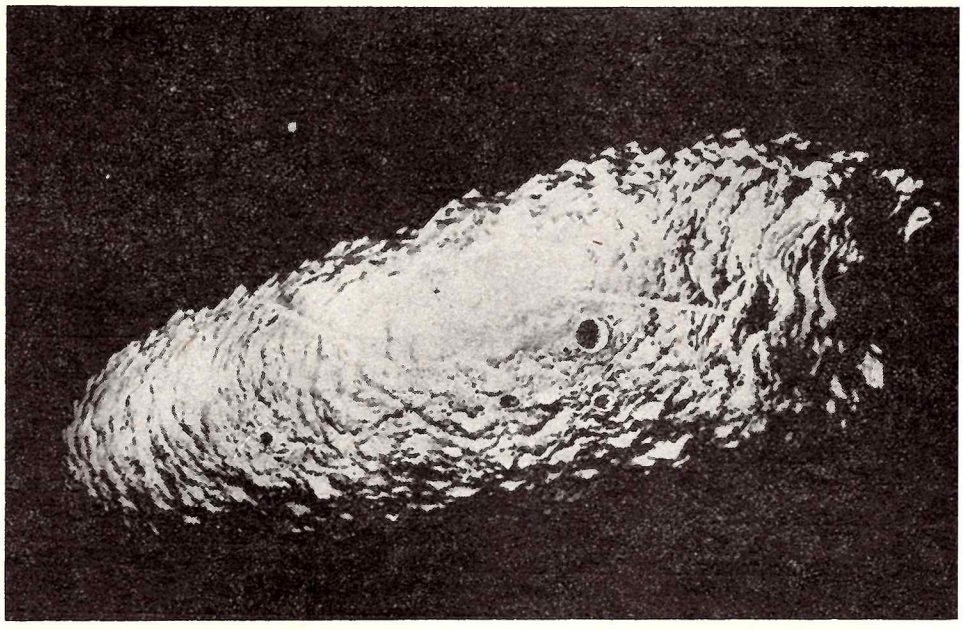
Ako vidieť, v tabuľke sú zastúpené dva vzhľadom veľmi odlišné typy medziplanetárnych telies — kométy a asteroidy. Obidve uvedené kométy boli pri priblížení veľmi jasné, nápadné pri pohľade na oblohu prostým okom. U druhej z nich, kométy Tempel-Tuttle, nedovoľujú stredoveké pozorovania určiť presnú minimálnu vzdialenosť. Jej postupným rozpadom vzniká meteorický prúd Leoníd, ktorý vďaka veľmi malej vzdialenosti medzi dráhami kométy a Zeme (v súčasnosti iba 0,003 astr. jednotky, čiže len o málo viac ako vzdialenosť Zem — Mesiac) vyvolal v r. 1966 dosiaľ najsilnejší zaznamenaný meteorický dážď. Na Lexellovej kométe je výnimočné, že napriek krátkej obežnej dobe prišla blízko k Zemi a dala sa pozorovať iba jediný raz. Dopravilo ju sem silné rušivé pôsobenie Jupitera v r. 1767, ktoré ju v r. 1779 znova vyviedlo do vzdialenej dráhy (za 4 astr. jednotky od Zeme). Čo sa týka komét, je zoznam pravdepodobne úplný za posledné tisícročie. Je to dané tým, že každá

aktívna kométa je pri tesnom priblížení k Zemi taká jasná a veľká, že sotva môže ujsť pozornosti. Výpočty, založené na štatistike priblížení do 0,2 astr. jednotky ukazujú, že bližšie ako Mesiac okolo nás prejde priemerne jedna kométa za 20 000—30 000 rokov, že Zem vstúpi do viditeľnej atmosféry kométy raz za pol milióna rokov a zrazí sa s kometárnym jadrom raz za desiatky miliónov rokov.

Celkom iná je situácia s asteroidami. Na rozdiel od komét ich počet rýchlo rastie s klesajúcimi rozmermi. Aj pri rovnakej veľkosti asteroidu a kometárneho jadra sa nám javí asteroid, neobalený svietiacou plynno-prachovou atmosférou, niekoľko tisíc ráz slabší a vždy len ako bod. Problémy s hľadaním takýchto objektov sú tiež príčinou, prečo v tabuľke nachádzame stretnutia len z posledných 50 rokov. A tu je tiež odpoveď na otázku o našich najbližších susedoch: temer bez výnimky sú to asteroidy, vybočujúce dnu z hlavného pásma medzi Marsom a Jupiterom, ktoré označujeme ako objekty typu Apollo a Amor.

Temer po celé prvé storočie sledovania asteroidov, od r. 1801 do r. 1898, ich blízkosť nikto netušil. Dráhy všetkých väčších a jasnejších asteroidov totiž ležia až za dráhou Marsa. Iba v r. 1894 bol objavený prvý z nich, 391 Ingeborg, ktorý sa môže k Zemi priblížiť na 100 miliónov kilometrov. Stále to bolo oveľa viac ako minimálna vzdialenosť Marsu (55 miliónov km) alebo dokonca Venuše (39 miliónov km).

13. augusta 1898 objavili G. Witt v Berlíne a A. Charlois v Nice asteroid 433 Eros. Okamžite vzbudil pozornosť oveľa rýchlejším pohybom po oblohe v porovnaní s inými asteroidmi. Výpočet dráhy ukázal, že sa vzďaľuje iba málo za dráhu Marsa a že sa v perihéliu môže priblížiť k Zemi iba na 20 miliónov kilometrov. Podobné objekty sa našli v r. 1911, 1918, 1924 a 1929. A potom 27. apríla 1932, keď už bolo pozorovaných vyše 3200 a katalogizovaných vyše 1200 asteroidov, objavil K. Reinmuth v Heidelbergu prvé takéto teleso, ktoré na svojej dráhe prešlo až do vnútra dráhy Zeme. Dostalo názov Apollo; keďže o mesiac skôr objavil E. Delporte v Uccle asteroid 1221 Amor s dráhou podobnou Erosu, zaviedlo sa delenie asteroidov s malými vzdialenosťami perihélia na dve skupiny: typ Amor, ktorý sa približuje k Zemi na vonkajšej strane jej dráhy, a typ Apollo, ktorý dráhu Zeme pretína. Vtedy už bolo jasné, že minimálna vzdialenosť asteroidov od Zeme je neobmedzená. Potvrdil to v r. 1936 Delportov objav Adonisa, ktorý prešiel okolo Zeme vo vzdialenosti 2,2 milióna kilometrov a v r. 1937 Reinmuthov objav Hermesa, ktorého rekordné priblíženie na 750 tisíc kilometrov (t. j. na dvojnásobnú vzdialenosť Mesiaca) zostalo neprekonané až dodnes.

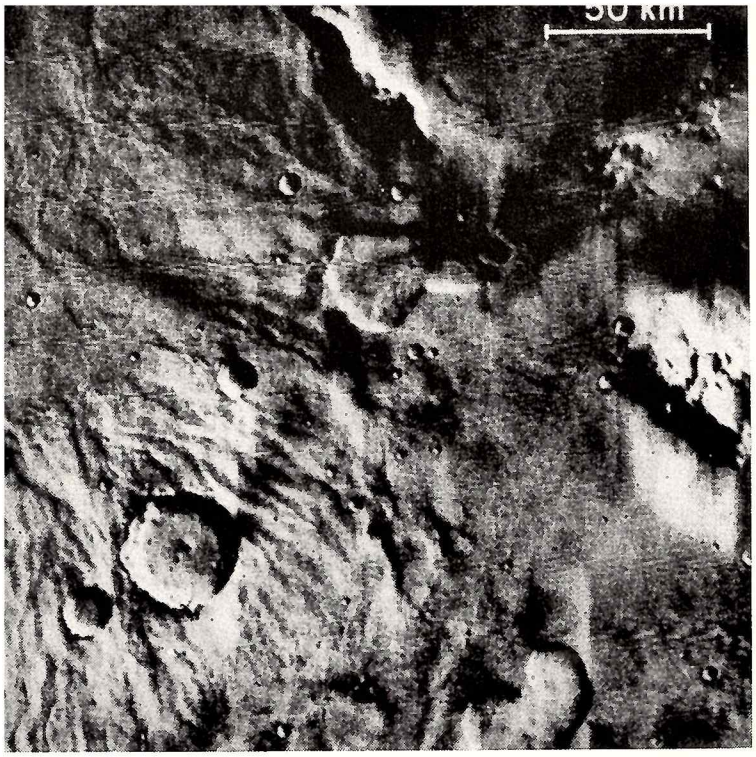


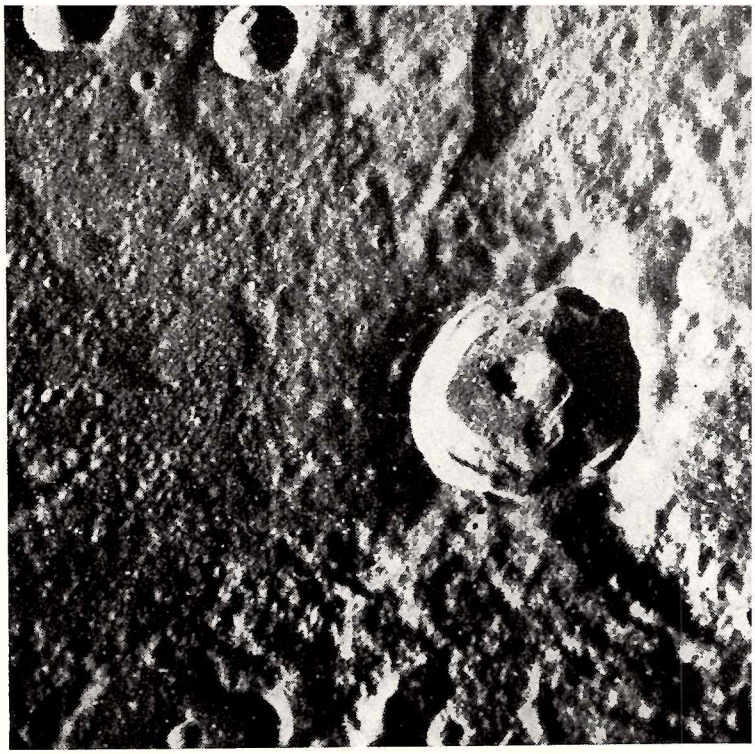
Pozorovaným zmenám jasnosti asteroidu 1620 Geographos počas každej jeho rotácie (5^h 13^m) zodpovedá veľmi podlhovastý tvar a jeho iným optickým vlastnostiam hrbolatý povrch, ako je to znázornené na tejto kresbe D. Meltzera. V skutočnosti sú obrysy Geographa pravdepodobne ešte nepravidelnejšie a nevylučuje sa ani možnosť, že ide o dvojicu telies, obiehajúcich okolo spoločného ťažiska.

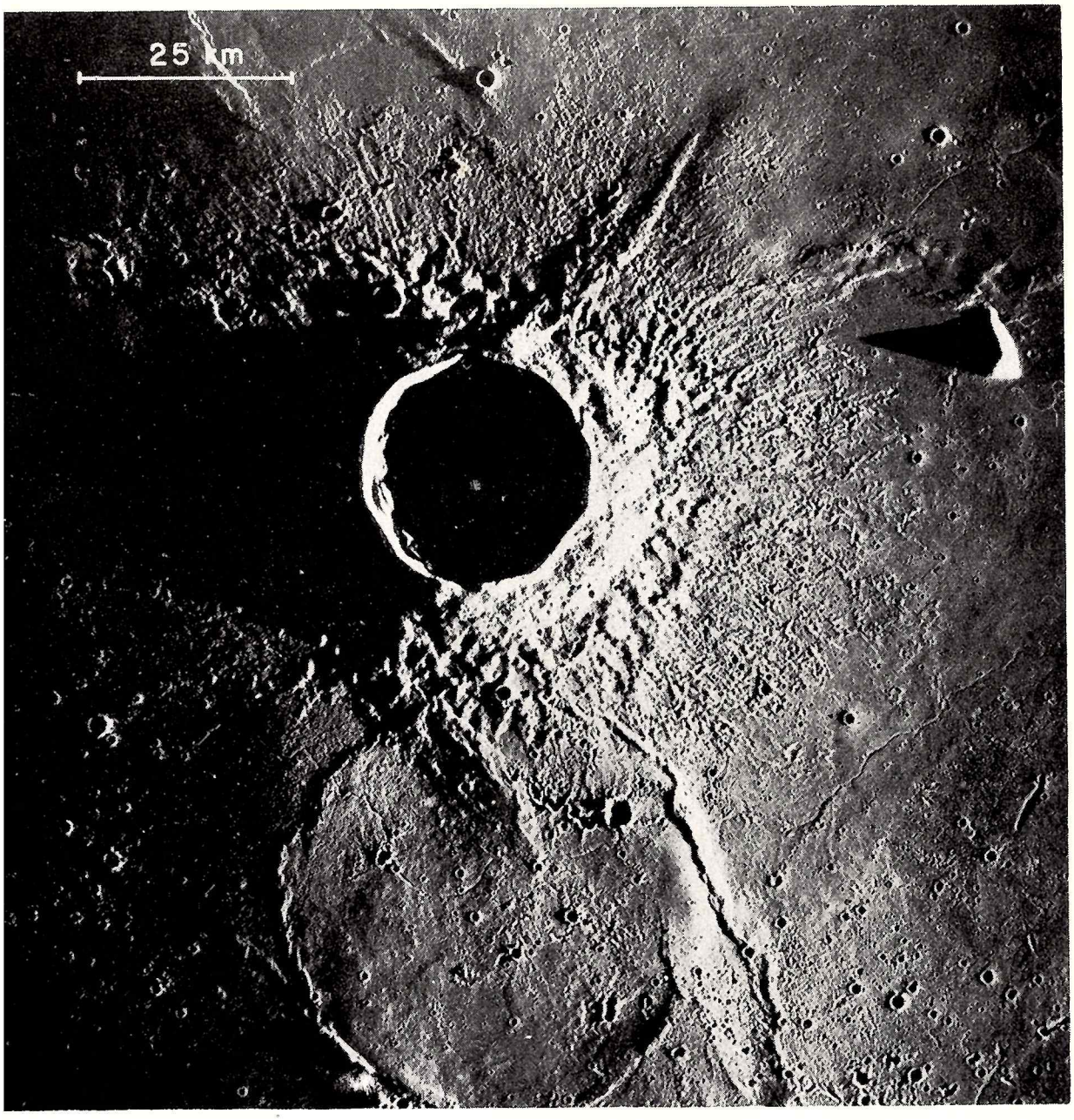
Apollo, Adonis i Hermes sa krátko po objave stratili. Prvé dva z nich sa znovu našli v r. 1973 a 1977 na základe výpočtov dráhy, keď medzitým vykonali 23 resp. 16 obehov okolo Slnka. Hermes je stratený dodnes a z jeho 5-dňových pozorovaní v októbri 1937 nemožno určiť dráhu natoľko presne, aby sa dal znova vyhľadať podľa výpočtov. Raz sa ho istotne podarí znova nájsť, ale iba náhohou, tak ako sa to už stalo s dvoma inými stratenými asteroidmi typu Apollo. Straty, opätovné nálezy a rôzne dlhé prestávky medzi prvým a druhým obdobím viditeľnosti spôsobujú, že sa poradové čísla asteroidov podstatne odchyľujú od časovej postupnosti ich objavov. Tak Apollo má až číslo 1862 a pri jeho znovuobjavení zohrala vedľa výpočtov svoju úlohu aj náhoda. 40 rokov po poslednom pozorovaní bolo všetko, čo mohli najpresnejšie výpočty poskytnúť, čiara na oblohe na ktorej by sa Apollo v každú noc mohol nachádzať. R. E. McCrosky na observatóriu v Oak Ridge sa rozhodol túto čiaru pokryť 60 dlhými expozíciami 1,5 metrovým reflektorom. Aké príjemné však bolo jeho prekvapenie, keď našiel asteroid už na prvej snímke! Keby bol začal exponovať o jediné pole ďalej, bol by bezvýsledne strávil veľa nocí pri ďalekohľade.

Hlavným problémom pri hľadaní blízkych malých asteroidov je ich rýchly pohyb po oblohe, ktorý u Hermesa dosiahol až 5° za hodinu. Cez celé pole typického astronomického ďalekohľadu takto blízky asteroid prebehne za niekoľko minút, a jeho účinnosť na fotografickej emulzii sa podstatne znižuje tým, že miesto bodu na nej vykresľuje čiaru. Jeho uhlová rýchlosť je síce 10 000 ráz menšia ako rýchlosť typického meteoru, ale súčasne 10 000 ráz väčšia ako rýchlosť najvzdialenejšej planéty a niekoľko sto ráz väčšia ako rýchlosť iných asteroidov. S meteormi má podobné aj to, že jeho pohyb akoby smeroval po čiare od radiantu k antiradiantu, keď iba ďaleko od bodu priblíženia sa uplatní aj zakrivenie jeho a zemskej dráhy. Vplyvom pohybu Zeme dochádza k najväčšiemu priblíženiu spravidla asi 90° od Slnka. Keď je sklon dráhy malý, čo podstatne zvyšuje pravdepodobnosť stretnutia, letí asteroid buď smerom od Slnka na polnočnú oblohu alebo naopak. V prvom prípade (ako bol Adonis) sa spravidla nájde až po stretnutí a sleduje sa až kým sa príliš nevzdiali. Druhý prípad (ako bol Hermes) je ešte horší, keď sa už pred dosiahnutím minimálnej vzdialenosti začne jasnosť asteroidu zmenšovať s poklesom fázy (ako u Mesiaca okolo poslednej štvrte) a čoskoro asteroid zmizne v súmraku. Napríklad všetky existujúce snímky Hermesa — celkove iba 6 zo 4 rôznych observa-

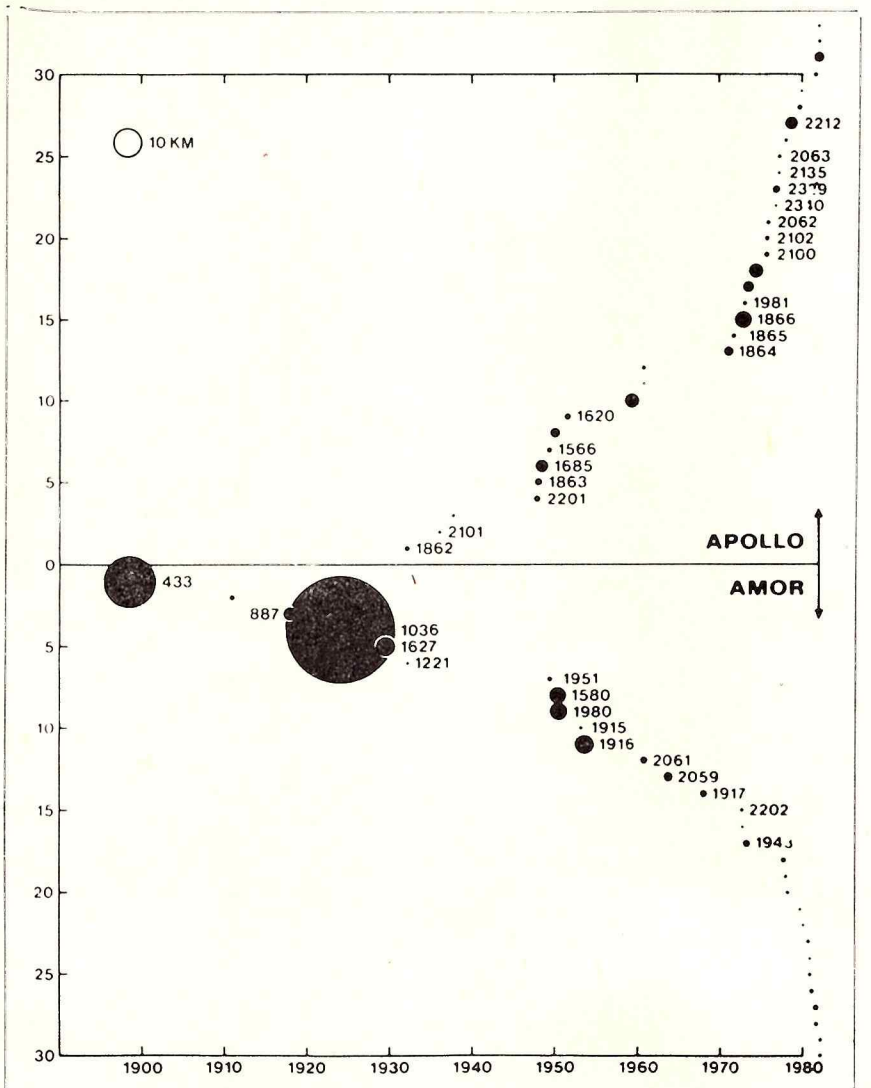
Najzachovalejší a najdlhšie známy impaktný kráter na Zemi je Arizonský meteorický kráter neďaleko mesta Flagstaff. Nazývajú ho aj Canyon Diabolo. Priemer má 1200 m a hĺbku 170 m. Na hornej snímke je pohľad z lietadla, dolu časť vnútornej steny krátera. Kráter vznikol zrážkou Zeme s maličkým asteroidom typu Apollo asi pred 22 000 rokmi. Úlomky asteroidu (jeden z nich vidíte na snímke) dones možno nájsť v okolí. Dnes už poznáme na Zemi 25 útvarov s rozmermi nad 10 km u ktorých sa predpokladá meteorický pôvod. Tri najväčšie z nich majú 50—100 km a telesá, ktoré ich vyhĺbili museli mať rozmery ako dnešné väčšie asteroidy typu Apollo (2—4 km).



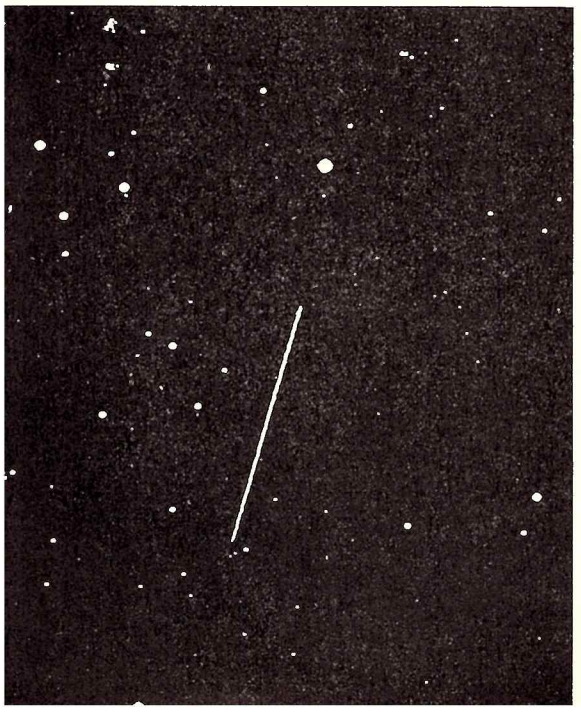




Impaktné krátery po dopadoch medziplanetárnych telies — často na nerozoznanie podobné — nachádzame na všetkých telesách slnečnej sústavy. Na snímkach sú kráterové polia na Merkúre (vpravo hore), na Marse (vľavo) a na Mesiaci (dolu).



Rast počtu známych asteroidov typu Apollo a Amor. Vodorovná škála udáva dátum objavu, zvislá škála počet objektov známych k tomuto dátu. Veľkosti kotúčikov sú úmerné skutočným rozmerom jednotlivých telies, ktorých tvar, pravda, nie je guľový. Číslami sú označené katalogizované objekty, t. j. tie, ktorých dráhy sú známe s dostatočnou presnosťou pre predpoveď budúcich priblížení k Zemi. Podľa nich možno na obrázku identifikovať jednotlivé asteroidy spomínané v texte. Neočíslované objekty sú buď stratené alebo — v prípade najnovších objavov celkom vpravo — sa s ich definitívnym označením čaká na porovnania pri budúcej priaznivej konfigurácii. Zo stratených asteroidov má číslo len 719 Albert (typ Amor, druhý zľava) a meno bez čísla Hermes (typ Apollo, tretí zľava).



Rýchly pohyb blízkych asteroidov po oblohe ich na snímkach výrazne odlišuje od hviezd, ale súčasne znemožňuje náhodné objavy slabších objektov. Na obrázku je stopa asteroidu 2063 Bacchus na snímke C. T. Kowala palomarskou 122 cm Schmidtovou komorou z 25. apríla 1977, nasledujúcu noc po objave. Asteroid bol objavený ako periodická kométa Kowal. Za 75 minút expozície ubehol Bacchus 3,8 oblúkovej minúty a na platni vykreslil čiaru dlhú 3,4 mm. Pretože šírka stopy je iba 0,07 mm, javí sa Bacchus v dôsledku pohybu o viac ako 4 magnitúdy (50 krát) slabší ako okolité rovnako jasné hviezdy. Pritom uhlová rýchlosť asteroidu Hermes pri najväčšom priblížení k Zemi bola ešte 100 krát väčšia!

tórií — sa získali pri fotografovaní iných objektov ešte pred oznámením objavu. Potom ho už nikto nepozoroval, keď už dva dni po objave bol príliš blízko Slnka.

Obrázok naľavo podáva prehľad o celej doterajšej histórii objavov asteroidov typu Apollo a Amor. Medzera v čase druhej svetovej vojny názorne ukazuje, ako toto hrozné obdobie ovplyvnilo prakticky každý druh ľudskej činnosti. Keď sa vojna skončila, bolo známych iba deväť objektov, ale všetky tri objekty typu Apollo a dva typy Amor sa zdali beznádejne stratené. Zásadný pokrok nastal po roku 1948, keď sa za 6 rokov počet známych objektov zdvojnásobil, najmä vďaka pozorovaniam novou veľkou Schmidtovou komorou Palomarského observatória. Veľkú pozornosť vzbudil objav asteroidu 1566 Icarus — prvého objektu typu Apollo, ktorý sa hneď po objave nestratil a má preto z nich najnižšie číslo. Medzi tisícami známych asteroidov má aj ďalšie prvenstvá: najviac sa približuje k Slnku, až na polovičnú vzdialenosť Merkúra, a najrýchlejšie rotuje okolo svojej osi, raz na $2^h 16^m$. 1620 Geographos zasa zo všetkých počas rotácie najviac mení jasnosť, až o 2 magnitúdy, čo svedčí o jeho nepravidelnom tvare (pozri obr. na str. 8).

Skutočná žatva objavov sa však začala až rokom 1971, keď v priebehu nasledujúcich 11 rokov bolo objavených o štvrtinu viac (a očíslovaných dokonca 2,5 ráz viac) objektov typu Apollo a Amor ako za celú predchádzajúcu históriu astronómie. Podnetom zvýšenej aktivity pozorovateľov bolo rozpoznanie významu tohto typu telies pre minulosť a budúcnosť Zeme i pre rýchlo sa rozvíjajúcu kozmonautiku. Našli sa objekty, ktoré ďaleko vybočujú od základnej roviny slnečnej sústavy (2102 Tantalus má sklon dráhy 64° a neočíslovaný asteroid 1973 NA* dokonca 68°) i asteroidy, ktorých stredná vzdialenosť od Slnka je menšia ako vzdialenosť Zeme (2062 Aten — 0,966; 2100 Ra-Shalom — 0,832; 2340 Hathor — 0,844 astr. jednotky). Tieto tri telesá, ktoré sa na rozlíšenie od ostatných objektov typu Apollo niekedy označujú ako skupina Aten, majú obežné doby kratšie ako jeden rok

* V predbežnom označovaní asteroidov označuje číslica rok objavu, prvé písmeno polovicu mesiaca (od A pre prvú polovicu januára až po Y pre druhú polovicu decembra) a posledné písmeno (ak nestačí, písmeno a číslica) poradie objavu v tomto období.

a na väčšej časti dráhy zostávajú bližšie k Slnku ako Zem.** Aten sama je telesom s dráhou po Mesiaci najpodobnejšou dráhe Zeme a podobne ako ona zostáva stále medzi Venušou a Marsom. Inak zo známych asteroidov typu Apollo polovica pretína nielen dráhu Zeme ale aj dráhu Venuše a dva z nich — 1566 Icarus a 2212 Hephaistos — aj dráhu Merkura. Táto situácia sa, pravda, môže zmeniť planetárnymi poruchami. Napríklad výpočty ukázali, že 1915 Quetzalcoatl, ktorý dnes patrí do skupiny Amor, ešte pred 40 rokmi patril do skupiny Apollo.

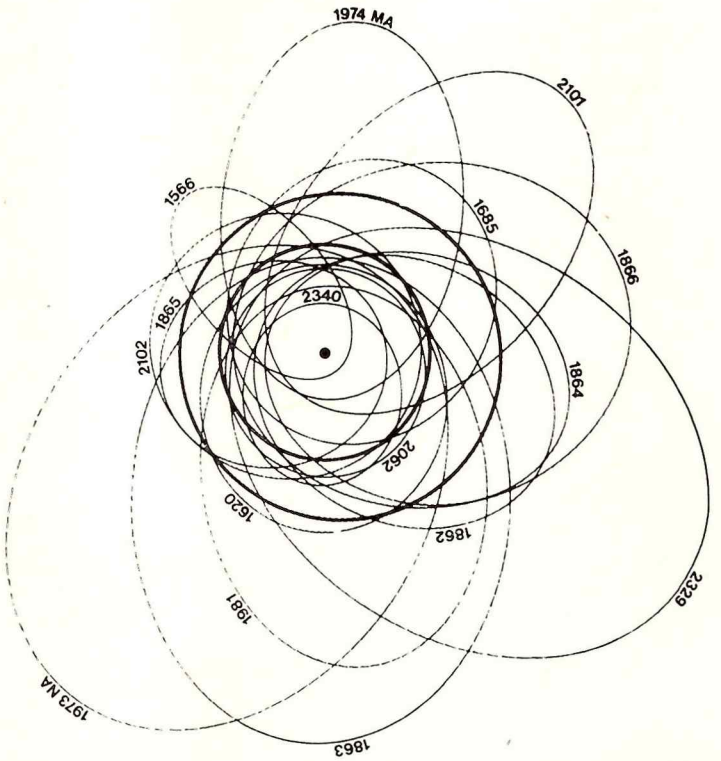
Najmenším očíslovaným asteroidom vôbec je 2340 Hathor, s priemerom sotva väčším ako 300 m. Menší je už iba nepomenovaný asteroid typu Apollo, zachytený na štyroch snímkach palomarskou Schmidtovou komorou v septembri 1960. Podľa jasnosti a vypočítanej vzdialenosti je jeho priemer iba málo nad 100 m, čo zhruba zodpovedá veľkosti telesa, ktoré 30. júna 1908 zrážkou so Zemou vyvolalo známu Tunguzskú katastrófu.

Rozmery asteroidov typu Apollo a Amor (najväčší 1036 Ganymedes 40 km, druhý Eros 20 km s výrazne nepravidelným tvarom) ležia v tom istom rozsahu ako rozmery kometárnych jadier. Majú s nimi spoločnú aj druhú základnú vlastnosť, nestabilný pohyb. Stabilita je síce pojem z teoretickej astrodynamiky, ale pre pôvod a vývoj kozmických telies má veľmi konkrétny význam. Podobne ako kométy, aj asteroidy typu Apollo a Amor križujú dráhy planét, takže po určitom čase ich planetárne poruchy vyvrhnú von zo slnečnej sústavy — pokiaľ sa predtým s niektorou nezrazia. Ich životné doby dosahujú desiatky miliónov rokov. Podľa našich ľudských kritérií to je veľa, no súčasne je to len malý zlomok doterajšej histórie slnečnej sústavy (4,6 miliardy rokov). Ak teda takéto telesá existujú ešte dnes, musia mať vo vnútri slnečnej sústavy trvalý zdroj dopĺňania.

Do úvahy prichádzajú dve možnosti. Buď je tento zdroj v hlavnom pásme asteroidov, v oblastiach rezonancie, kde zrážka dvoch väčších asteroidov stačí dodať ich úlomkom dostatočnú rýchlosť na to, aby sa destabilizoval ich pohyb a umožnili sa ich stretnutia s planétami. Druhú možnosť predstavuje kometárny zdroj na okrajoch slnečnej sústavy, vo vzdialenosti tisíc ráz väčšej ako je vzdialenosť poslednej planéty. Stadiaľ sa po dlhom vývoji niektoré kométy dostávajú do krátkoperiodických dráh a pod kontrolu najväčšej planéty, Jupitera. Ten by si pri čisto gravitačnom pôsobení mal udržať ich afélia v blízkosti svojej dráhy. Malé impulzy unikajúceho plynu a prachu môžu však pri vhodnom smere a rýchlosti rotácie kométy jej väzbu na Jupitera zrušiť. Zo známych komét je na okraji takého procesu jediná kométa Encke a je zaujímavé, že jej dráha je nápadne podobná dráhe asteroidu 2212 Hephaistos. Ak raz v budúcnosti Enckeho kométa vyčerpá celú svoju zásobu ľadov bez toho, že by sa rozpadla, mohla by nadobudnúť aj vzhľad nerozpoznateľný od objektov typu Apollo.

Pre pôvod našich najbližších kozmických susedov máme teda až dve možné vysvetlenia. To, že niektorí astronómi preferujú jedno a iní druhé, spočíva vo vzácnosti oboch požadovaných procesov. Proti asteroidálnemu pôvodu hovorí najmä pomer medzi počtom objektov typu Amor a Apollo; pri preberaní asteroidov z dosahu Jupitera inými planétami malo by byť prvých oveľa viac, čo odporuje pozorovaniu. Proti kometárnemu pôvodu zasa hovorí výnimočný priebeh požadovaného dynamického vývoja a požadovaná pôvodná veľkosť kométy.

Existuje však iný typ medziplanetárnych telies, ktorých súvislosť s objektami typu Apollo je nesporná; niet pochybností, že väčšina meteoritov, ak nie všetky, sú ich úlomkami. To nám dáva unikátnu možnosť laboratórnymi metódami skúmať ich vlastnosti. Ako dokázali B. J. Levin a A. N. Simonenková, nie sú tieto vlastnosti zlučiteľné so súčasnými predstavami o vnútornej stavbe komét. Žiaľ, asteroidy typu Apollo sú príliš malé a prichádzajú do blízkosti Zeme príliš zriedka na to, aby sa ich svetlo dalo skúmať kvantitatívnymi metódami modernej astrofyziky. Iba pre desiatku objektov máme určité fyzikálne merania, a to veľmi hrubé. Poukazujú na podstatné rozdiely medzi jednotlivými objektami, podobne ako sú rozdiely medzi rôznymi meteoritmi. Prvé merania albeda (0,15—0,20) naznačovali, že ide o silikátové objekty podobné kamenným meteoritom a asteroidom z vnútorného okraja hlavného pásma. Potom sa však ukázalo, že 2100 Ra-Shalom a 2212 Hephaistos sú veľmi tmavé (albedo 0,04) skôr podobné uhlíkatým chondritom a vzdialeným asteroidom. Rozmery



Eliptické dráhy polovice známych asteroidov typu Apollo, označené ich poradovými číslami. Všetky dráhy sú sklopené do roviny ekliptiky; v skutočnosti polovica z nich zviera s touto rovinou uhol väčší ako 20° a dve (2102 Tantalus a 1973 NA) dokonca väčší ako 60°. Kotúčik uprostred označuje polohu Slnka v spoločnom ohnisku všetkých dráh, dve hrubé, málo výstredné elipsy patria dráham Zeme a Marsu.

** Prvým pozorovaným objektom typu Aten bol pravdepodobne asteroid 1954 XA. Jeho vypočítaná dráha (vzdialenosť afélia od Slnka iba 1,07 astr. jednotky, obežná doba iba 250 dní!) je však veľmi neistá, pretože sa zakladá na snímkach z dvoch nocí; viac pozorovaní neexistuje.

väčšiny asteroidov na obr. 2 sú vypočítané za predpokladu o vyššom albede. Pre prípadné tmavé telesá bolo by treba zväčšiť ich dvojnásobne.

Podľa odhadu G. W. Wetherilla každoročne vstupuje do zemskej atmosféry asi 400 ton úlomkov z objektov typu Apollo, z čoho asi 100 ton dosiahne zemský povrch v podobe meteoritov. Naše výpočty predpovedajú, že Zem by sa mala raz za 5000 rokov zraziť s asteroidom o priemere nad 100 metrov a raz za 1—2 milióny rokov s asteroidom o priemere nad kilometer. Už prvý prípad, ekvivalentný výbuchu 100-megatonovej jadrovej nálože, by pri dopade na osídlené územie vyvolal veľkú miestnu katastrófu a druhý prípad by mohol byť pre ľudstvo kritický. Na rozdiel od normálnych meteoritov sa zrážka s veľkým telesom v atmosfére neubrzdí. Temer celá pôvodná energia sa uvoľní v obrovskom výbuchu, a to aj ak dôjde k pádu do mora, ktoré pokrýva väčšinu zemegule. Katastrofálne by boli najmä účinky na zemskú klímu: odclonenie slnečného žiarenia obrovským množstvom prachu vyneseným do horných vrstiev atmosféry, nasledované výrazným poklesom teploty a fotosyntézy v rastlinách. Mnohoročné obdobie chladu by neskôr mohlo vystriedať horúce obdobie, vyvolané skleníkovým efektom ako na Venuši.

Najnovšie vzbudila pozornosť hypotéza, že takáto zrážka pred 65 miliónmi rokov mala na svedomí inak ťažko vysvetliteľné vyhynutie celej populácie veľjašterov (dinosaurov a iných druhov). Zrážke s asteroidom o priemere okolo 10 km sa pripisuje vtedajšia, nedávno zistená tzv. irídiová anomália na rozhraní geologických vrstiev kriedy a treťohôr. F. L. Whipple kladie pravdepodobné miesto pádu do mora v oblasti Islandu a spája s ním aj vytvorenie tohto ostrova, ako dôsledok výlevu magmy po vytvorení krátera v pomerne tenkej kôre pod oceánom. S touto hypotézou dobre súhlasí aj podstatne zvýšená koncentrácia irídia z dánskych nálezov v porovnaní s inými lokalitami, na ktorých sa dosiaľ merala.

Možno sa uspokojiť skutočnosťou, že pravdepodobnosť opakovania rovnako veľkej katastrófy v najbližšom tisícročí je iba 1 : 100.000 — približne rovnaká ako tá, že dnešné dopravné lietadlo pri určitom jedinom lete havaruje. Aj tak nás asteroidy ohrozujú viac ako hocktorý iný vonkajší faktor, ako citeľné zmeny slnečného žiarenia alebo výbuch blízkej supernovy. Nebezpečnejšie je iba to, čím si ľudstvo hrozí samo: od jadrových zbraní až po devastáciu životného prostredia. Aj keby sme vychádzali iba z praktických potrieb a neuznávali iné dôvody pre výskum asteroidov, už len možnosť včasného objavu telesa, ktoré raz môže ohroziť život na Zemi, bola by dostatočným dôvodom pre vynakladanie prostriedkov na ich hľadanie a sledovanie.

Hovorí sa, že každé zlo je na niečo dobré, a o blízkych asteroidoch toto pravidlo platí vo vrchovatej miere. Je totiž pravdepodobné, že asteroidy typu Apollo sa stanú cennými pomocníkmi ľudstva pri budúcom rozvoji kozmonautiky. Niektoré výhľadové projekty pre budúce lety s ľudskou posádkou predpokladajú, že logickým krokom medzi pristaním ľudí na Mesiaci a expedíciou na Mars bude práve návšteva blízkeho asteroidu, s technickými požiadavkami a trvaním asi na polceste medzi týmito dvoma veľkými cieľmi. Najľahšie dosiaľ známe ciele, zoradené podľa nárokov na spotrebu energie, sú uvedené v tabuľke. Základom je štúdia E. M. Shoemakera spred štyroch rokov; za ten krátky čas sa do prvej desiatky dostalo päť nových objektov, medzi nimi na treťom mieste asteroid 1980 AA objavený A. Mrkosom na Kleti. To zreteľne naznačuje, že už blízka budúcnosť môže priniesť objavy ešte vhodnejších cieľových objektov. Porovnanie so susednými planétami vychádza ešte oveľa priaznivejšie ak uvážime, že pristanie na asteroidoch typu Apollo nie je oveľa náročnejšie ako spojenie dvoch kozmických lodí na obežnej dráhe. Na planétach s ich oveľa väčšou príťažlivosťou a s atmosférami naopak predstavuje jednu z najnáročnejších fáz celého pokusu.

Až sa raz budú na obežnej dráhe Zeme budovať veľké kozmické stanice — či už pre zachytávanie a prenos slnečnej energie alebo pre iné účely — ponúkajú k tomu objekty typu Apollo najvhodnejší materiál, s dostatkom kyslíka, kremíka, železa, niklu a iných prvkov. Výpočty ukazujú, že doprava materiálu z týchto telies by bola najekonomickejšia (pre malú príťažlivosť lacnejšia ako z Mesiaca) a že by sa ňou súčasne vylúčilo nebezpečie havárií a znečisťovanie atmosféry, ktoré by rozhodne vzniklo pri doprave veľkých nákladov zo Zeme. A kto vie či raz, vo veľmi vzdialenej budúcnosti, nebude ľudstvo schopné s pomocou ovládnutého menšieho asteroidu zabrániť zrážke s väčším, mieriacim na Zem.

NAJĽAHŠIE PRÍSTUPNÉ CIELE MEDZIPLANETÁRNYCH SOND

(Telesá sú zoradené podľa celkových požiadaviek na zmeny rýchlosti od navedenia sondy do parkovacej dráhy okolo Zeme až po stretnutie a prispôsobenie rýchlosti sondy cieľovému objektu. U planét* bez požiadaviek na pristanie.)

Teleso	Priemer (v km)	Dátum objavu	Vzdialenosť perihélia afélia (v astr. jedn.)	Sklon dráhy (v stupňoch)	Maximálna celková zmena rýchlosti (v km/s)
1 Asteroid 1982 DB	0,6	28. II. 1982	0,953 2,009	1,4	5,0
2 Asteroid 1943 Anteros	2,4	10. III. 1973	1,064 1,797	8,7	5,5
3 Asteroid 1959 LM	5,0	5. VI. 1959	0,834 1,852	3,3	5,6
4 Asteroid 1980 PA	0,7	6. VIII. 1980	1,043 2,810	2,2	5,7
5 Asteroid 1980 AA	0,4	13. I. 1980	1,051 2,670	4,1	5,8
6 Asteroid 1977 VA	1,0	3. XI. 1977	1,131 2,633	3,0	6,0
7 Asteroid 433 Eros	20	13. VIII. 1898	1,133 1,783	10,8	6,2
Planéta Venuša	12 104		0,718 0,728	3,4	5,7*
Planéta Mars	6 787		1,381 1,666	1,8	6,4*
Typický asteroid	40		2,400 3,200	8,0	9,1

Má Slnko v našej Galaxii výnimočnú polohu?

Vyznačuje sa miesto v Galaxii, kde leží Slnko so svojou planetárnou sústavou nejakou osobitosťou? Ak áno, núka sa myšlienka, že systémy podobné našej slnečnej sústave mohli by sa predpokladať najmä v tých miestach našej a iných galaxií, ktoré sa vyznačujú tými istými zvláštnosťami ako poloha nášho Slnka.

Článok, ktorý uverejňujeme v stručnom spracovaní, vyšiel v časopise Priroda 6/1982. Autor, prof. Leonid Maročnik, doktor fyzikálno-matematických vied, je vedúci vedecký pracovník Ústavu kozmických výskumov (IKI) Akadémie vied ZSSR a zaoberá sa otázkami fyziky slnečnej sústavy, kozmológie a problematikou pôvodu a evolúcie galaxií. Hypotézu o vzniku slnečnej sústavy, ktorú podáva vo svojom článku, predniesol na VI. Európskom kongrese Medzinárodnej astronomickej únie, ktorý sa konal v Dubrovníku v októbri 1981.

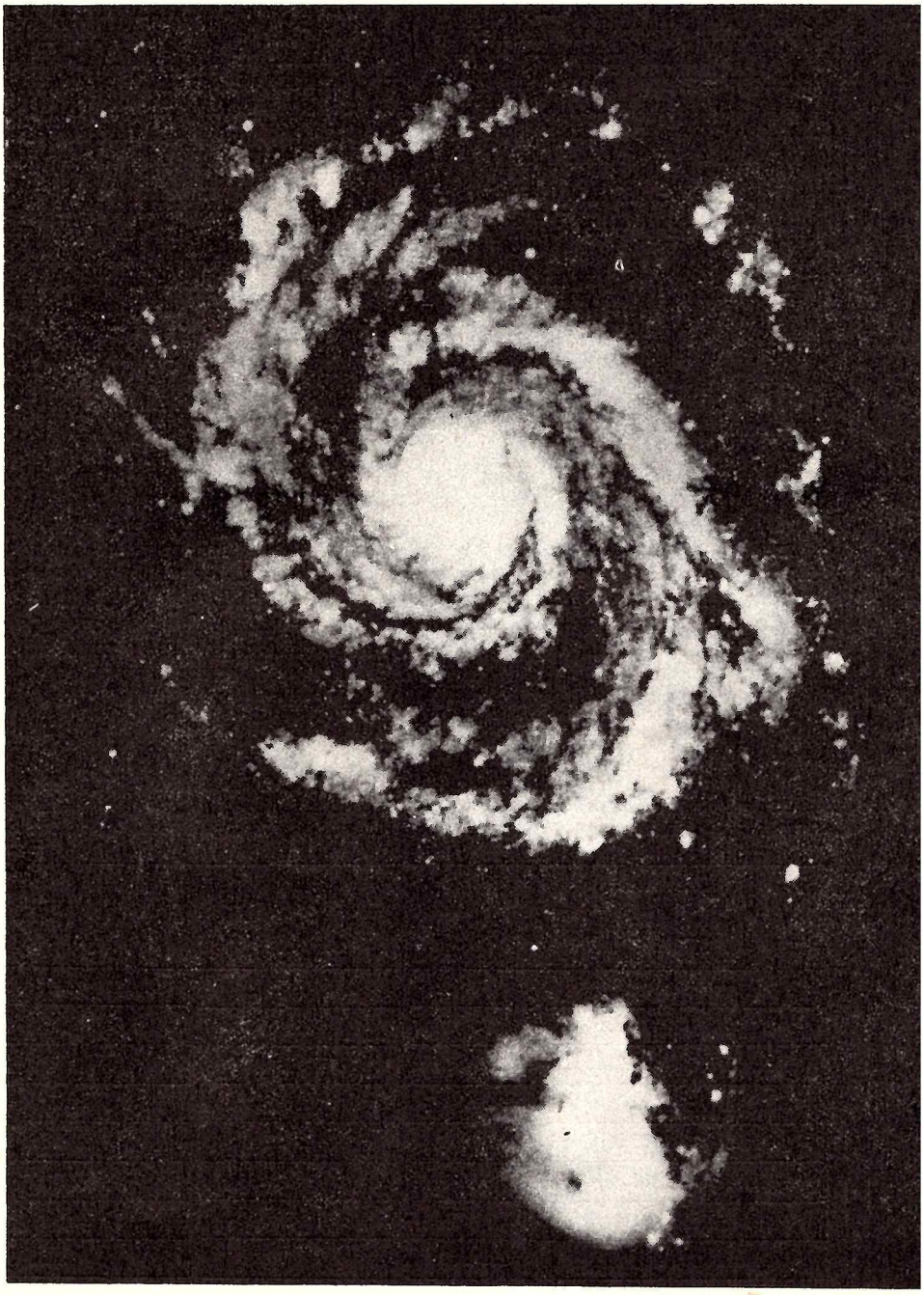
ZAČALO TO METEORITMI

Asi pred desiatimi rokmi vypracoval francúzsky astrofyzik H. Reeves hypotézu, podľa ktorej slnečná sústava vznikla v dôsledku stretnutia protohmloviny so špirálovým ramenom Galaxie. Hypotéza je príťažlivá najmä tým, že prvýkrát dáva do súvislosti globálne procesy prebiehajúce v galaktickom merítku s lokálnym problémom zrodu Slnka a planét. Podnetom k vytvoreniu tejto hypotézy bola snaha vyriešiť paradox, ktorý možno veľmi zjednodušene popísať takto:

Meteority obsahujú väčšie množstvo izotopu xenónu ^{129}Xe než je jeho priemerné zastúpenie v slnečnej sústave. Keďže stabilný izotop ^{129}Xe vzniká ako produkt pri rádioaktívnom rozpade nestabilného izotopu jódu ^{129}I a plutónia ^{244}Pu, ktorých poločas rozpadu poznáme ($0{,}17.10^8$ a $0{,}82.10^8$ rokov), môžeme určiť, aké bolo zastúpenie rádioaktívneho jódu a plutónia v slnečnej sústave v období jej vzniku, keď sa formovali a tuhli dnešné meteority. Vtedy bola koncentrácia ^{129}I (v pomere ku stabilnému izotopu jódu ^{127}I) $\alpha = 10^{-4}$ a koncentrácia ^{244}Pu (voči izotopu uránu ^{238}U) $\beta = 0{,}015$.

Rádioaktívny jód a plutónium sú splodinami supernov. Pri fyzikálnych podmienkach, aké sú charakteristické pre mohutné výbuchy hviezd, kde v dôsledku termojadrovej syntézy vznikajú nové prvky, musel byť vzájomný pomer týchto izotopov približne rovnaký, teda $\alpha \approx 1$, $\beta \approx 1$. Dá sa vypočítať, že rádioaktívny rozpad musel trvať 300 miliónov rokov, aby v čase tuhnutia meteorických telies bolo pomerné zastúpenie izotopov také, ako to zodpovedá množstvu xenónu zistenému v meteoritoch.

Vek slnečnej sústavy je prakticky zhodný s vekom zemských hornín a kamenných meteoritov a dá sa stanoviť na $4{,}6.10^9$ rokov — podľa poločasu rozpadu rádioaktív-



Vírová galaxia M 51 (NGC 5194), na ktorú máme výhľad priamo v smere jej galaktického pólu, a preto krásne vidíme jej špirálové ramená.

nych izotopov ^{238}U ($4{,}5.10^9$ rokov) a ^{232}Th ($1{,}39.10^9$ rokov). Keďže jód a plutónium sa museli dostať do protoslnečného mraku 300 miliónov rokov skôr než začali tuhnúť meteority, možno určiť, že to bolo pred $4{,}9.10^9$ rokmi. Potom, až do počiatku formovania meteoritov musel sa mrak nachádzať v oblasti, kde neprebiehala intenzívna syntéza prvkov, takže sa už ďalej neobohacoval o rádioaktívny jód a plutónium.

Reeves sa pokúsil nájsť súvislosť medzi týmito procesmi. Prv než objasníme jeho myšlienky, treba si však niečo pripomenúť z oblasti galaktickej astrofyziky.

PREČO ŠPIRÁLOVÉ GALAXIE NESTRATIA RAMENÁ?

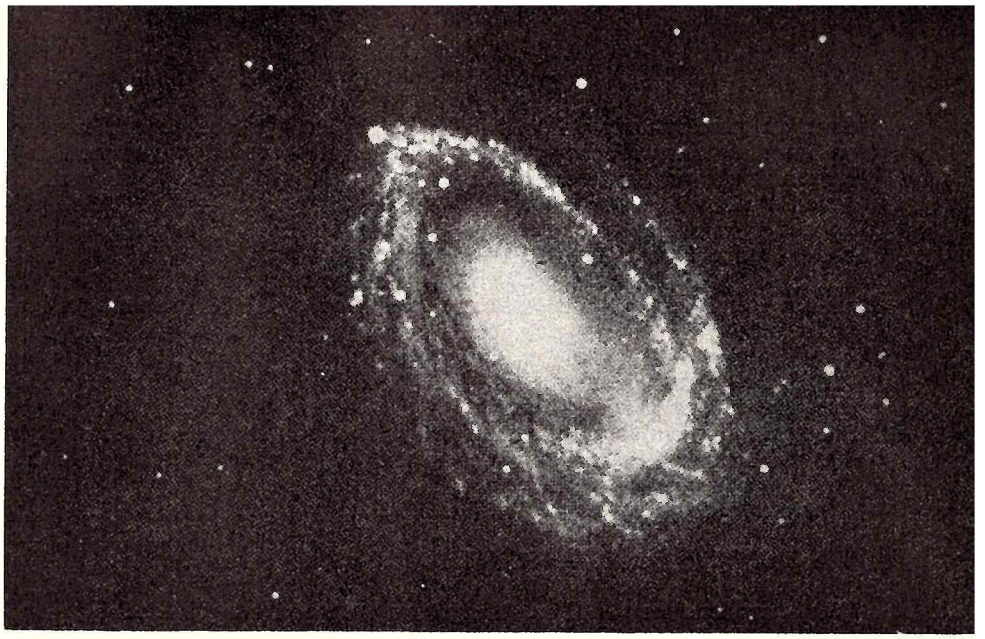
Už vyše pol storočia vzrušuje astronómov otázka, prečo má väčšina galaxií (70—80 %) špirálovú štruktúru. Naša Galaxia (ako aj väčšina iných špirálových galaxií) rotuje totiž diferenciálne, t. j. uhlová rýchlosť jej rotácie nie je konštantná, ale klesá s rastúcou vzdialenosťou od galaktického centra. To by však znamenalo, že postupom času by sa špirálová štruktúra Galaxie mala narušiť a rozpadnúť: výpočty ukázali, že by to malo nastať už za 2—3 otáčky Galaxie okolo jej stredu. Lenže ramená Galaxie vydržali už mnoho otáčok.

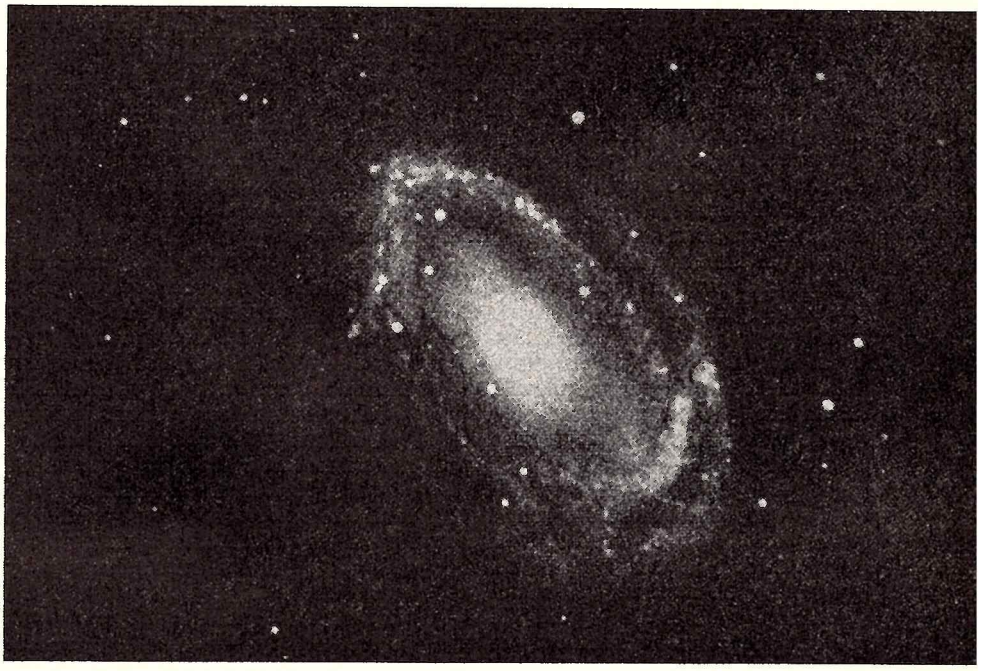
Problém sa podarilo vyriešiť, keď sa ukázalo, že špirálové ramená galaxií sú akési hustotné vlny, šíriace sa v galaktickom „hviezdnom plyne" (úlohu molekúl v takomto plyne nahrádzajú hviezdy). A preto, hoci sa galaktický disk otáča premennou uhlovou rýchlosťou, hustotné vlny, ktoré sa prejavujú ako špirálové ramená, rotujú konštantnou uhlovou rýchlosťou a nemenia podstatnejšie svoj tvar. Teóriu, ktorá špirálové ramená vysvetľuje ako hustotné vlny, vypracoval americký matematik čínskeho pôvodu C. Lin asi pred 15 rokmi. Z predpokladov, ktoré mal k dispozícii vypočítal, že uhlová rýchlosť rotácie špirálových ramien je 13 km/s.kpc a uhlová rýchlosť rotácie galaktického disku, v tom mieste, kde leží Slnko, je 25 km/s.kpc. Z toho vyplynulo, že relatívna uhlová rýchlosť Slnka voči ramenu Galaxie je 12 km/s.kpc. Keďže naša Galaxia má s najväčšou pravdepodobnosťou dve špirálové ramená, možno vypočítať, že Slnko sa stretne s ramenom približne každých $2{,}7.10^8$ rokov.

REEVESOVA HYPOTÉZA

Reeves predpokladá, že protohmlovina — predchodca protoslnečného mraku — sa pri prechode cez špirálové rameno Galaxie „znečistila" rádioaktívnymi izotopmi jódu a plutónia. Keď potom protohmlovina prechádzala priestorom medzi ramenami, izotopy sa voľne rozpadali. Takéto vysvetlenie sa zdá správne, lebo čas, ktorý potrebujú izotopy jódu a plutónia, aby ich rozpadom vzniklo množstvo xenónu zistené v meteoritoch, je prakticky zhodný s časom, ktorý potrebuje protohmlovina na prechod medzi dvoma špirálovými ramenami. Aj predpoklad, že protohmlovina sa obohacuje o rádioaktívne prvky práve v špirálových ramenách je logický: veď práve v ramenách vybuchujú novy a supernovy a vytvárajú sa podmienky pre vznik izotopov jódu a plutónia, ktoré vnikajú do protohmloviny. V priestore medzi špirálovými ramenami sú supernovy veľmi zriedkavou udalosťou, a preto tam môže prebiehať voľný rozpad jódu a plutónia.

Reeves prepracoval svoju hypotézu do detailov a presnejšie určil časové okamžiky, kedy protohmlovina a neskoršie protoslnečný mrak prechádzal cez špirálové ramená. Napriek tomu bolo treba túto hypotézu v rokoch 1974—6 modifikovať, keď sa zistilo, že protohmlovina musela obsahovať aj určité množstvo rádioaktívneho izotopu hliníka ^{26}Al s poločasom rozpadu $0{,}72.10^6$ rokov. Hypotézu sa podarilo zachrániť, ale za cenu niektorých nie celkom pravdepo-





Okraje ramien špirálových galaxií sú miestom, kde veľmi často nastávajú mohutné výbuchy hviezd — supernovy. Takúto udalosť zachytáva aj dvojica snímok z Mt. Wilsonu. Hviezda na ľavom hornom okraji galaxie je na snímke hore v štádiu supernovy. Prudký vzrast jasnosti dobre vidieť pri porovnaní oboch snímok.

dobných predpokladov. Napríklad bolo treba pripustiť, že pri prvom stretnutí protohmloviny so špirálovým ramenom dodali do nej supernovy jód a plutónium, pri druhom stretnutí zas hliník. Toto východisko je dosť umelé, keďže supernovy, ak vznikajú za rovnakých podmienok (v oboch prípadoch v špirálových ramenách) mali by mať rovnaké aj produkty výbuchu. A tak, napriek veľkej príťažlivosti Reevesovej hypotézy problém s izotopom hliníka dosť oslabil presvedčenie o jej úplnej opodstatnenosti.

VÝNIMOČNÁ POLOHA SLNKA

Pripomeňme si, že Lin, ktorý zdôvodnil, že špirálové ramená Galaxie sa nerozpadnú preto, lebo rotujú konštantnou uhlovou rýchlosťou, vypočítal jej hodnotu na 13 km/s.kpc. Z toho vyplývalo, že Slnko, ktoré leží vo vzdialenosti 10 kpc od stredu Galaxie, kde objekty majú uhlovú rýchlosť 25 km/s.kpc, rotuje oveľa rýchlejšie než galaktické ramená, a preto sa s nimi vždy za určité časové obdobie stretáva. Lin vychádzal z predpokladu, že hustotné vlny sa šíria z okrajových oblastí Galaxie smerom ku stredu. Naproti tomu autor článku, prof. Maročnik považuje Linov údaj o rýchlosti rotácie ramien za prekonaný. Upozorňuje na nové výsledky pozorovaní, ktoré svedčia v prospech opačného predpokladu než aký použil Lin, t. j. v prospech toho, že hustotné vlny sa šíria zo stredu Galaxie smerom k jej okrajom. V tomto prípade vychádza, že galaktické ramená rotujú oveľa rýchlejšie — 24 km/s.kpc, čo je hodnota veľmi blízka rýchlosti rotácie Slnka. Vyplýva z toho, že vzájomné stretnutie Slnka a ramena Galaxie musí byť udalosťou oveľa zriedkavejšou než predpokladá Reevesova teória; podľa Maročnika došlo k nej iba raz (dve stretnutia by si vyžadovali predpokladať vek protohmloviny vyšší ako $9{,}2.10^9$ rokov) a k nasledujúcemu stretnutiu dôjde asi za 1 miliardu rokov.

Maročnik prepracoval Reevesovu teóriu s použitím nového údaja o rýchlosti rotácie galaktických ramien a v takejto modifikácii teória získava na presvedčivosti, zbavuje sa rozporných miest. Stačí predpokladať len jediné stretnutie protohmloviny s ramenom, pri ktorom sa protohmlovina obohatila o jód a plutónium. Nasledujúce stretnutie (pri ktorom sa podľa Reevesovej teórie mala protohmlovina obohatiť o hliník) nie je pri novom údaji o rýchlosti rotácie ramien reálne.

Pripomeňme ešte, že objekty, ktoré patria ku galaktickému disku, môžu mať rozličnú uhlovú rýchlosť rotácie — závisí to od ich vzdialenosti ku galaktickému centru. Naproti tomu uhlová rýchlosť pohybu špirálových ramien je na všetkých miestach rovnaká. Preto sa v každej galaxii dá nájsť miesto, prislúchajúce k určitej vzdialenosti k centru, kde majú objekty galaktického disku rovnakú rýchlosť ako špirálové ramená. Kružnica opísaná v takejto vzdialenosti od galaktického centra nazýva sa korotačná (z angl. corotation — rotácia s rovnakou rýchlosťou). Keď porovnáme uhlovú rýchlosť Slnka s pohybom špirálových ramien (25 a 24 km/s.kpc), vidíme, že naša slnečná sústava leží veľmi blízko ku korotačnej kružnici, kde objekty disku a ramena rotujú synchrónne. Maročnik upozorňuje na tento fakt: ak naša planetárna sústava leží tesne na hranici oblasti, kde sú fyzikálne podmienky odlišné než v ostatných častiach galaktického disku, znamenalo by to, že Slnko so svojou planetárnou sústavou sa zrodilo v špeciálnych podmienkach — a to by mohlo viesť k záveru, že systémy podobné našej planetárnej sústave (a možno aj životodarné planéty) je nádejné predpokladať najmä v blízkosti korotačnej kružnice, či už v našej Galaxii alebo aj v iných špirálových galaxiách.

MODIFIKOVANÁ TEÓRIA

Scenár vzniku slnečnej sústavy, kde dôležitú úlohu hrá poloha pri korotačnej kružnici, je podľa Maročnika takýto: Protohmlovina (predchodca protoslnečného mraku) sa dostala do špirálového ramena Galaxie pred $4{,}9.10^9$ rokmi. Na vnútornom okraji tohto ramena prešla oblasťou výskytu supernov a obohatila sa o rádioaktívne izotopy jódu a plutónia. Potom, kým putovala cez vnútornú časť ramena, kde sa predpokladá podstatne menší výskyt supernov, izotopy jódu a plutónia sa rozpadali. (Výpočet, ako dlho trvala cesta cez rameno hrubé 300 pc súhlasí s časom rozpadu izotopov zisteným z analýzy meteoritov: 300 miliónov rokov.) Za celý ten čas bola protohmlovina vystavená vonkajšiemu tlaku hustotnej vlny, s ktorou rotovala takmer synchrónne. V dôsledku toho vzniká v centrálnej časti protohmloviny hustejšia protoslnečná hmlovina. Pri zhusťovaní a fragmentácii pôvodnej hmloviny nastáva výbuch supernovy. Pretože k tomu dochádza vo vnútri špirálového ramena, kde sú iné podmienky než v jeho okrajových častiach, aj produkty termojadrových reakcií môžu byť odlišné — centrálne oblasti protoslnečnej hmloviny sa obohatili o izotop hliníka ^{26}Al. Potom, pred $4{,}6.10^9$ rokmi, vyšla zo špirálového ramena už hotová protoslnečná hmlovina, z ktorej sa formovalo Slnko, planéty, kométy, meteorické telesá — a táto sústava sa odvtedy až dodnes pohybuje v galaktickom priestore medzi špirálovými ramenami Perzea a Strelca a galaktické ramená už nemajú vplyv na jej evolúciu.

Na otázku, či je poloha Slnka v tesnej blízkosti pri korotačnej kružnici náhodná alebo či je táto podmienka nevyhnutná pre výskyt a formovanie systémov podobných našej slnečnej sústave, odpoveď zatiaľ nemáme. Naše vedomosti o procesoch vzniku hviezd v Galaxii a osobitne o procese zrodu Slnka a slnečnej sústavy nie sú zatiaľ natoľko presné, aby sme už dnes mohli odpovedať na tieto vzrušujúce otázky.

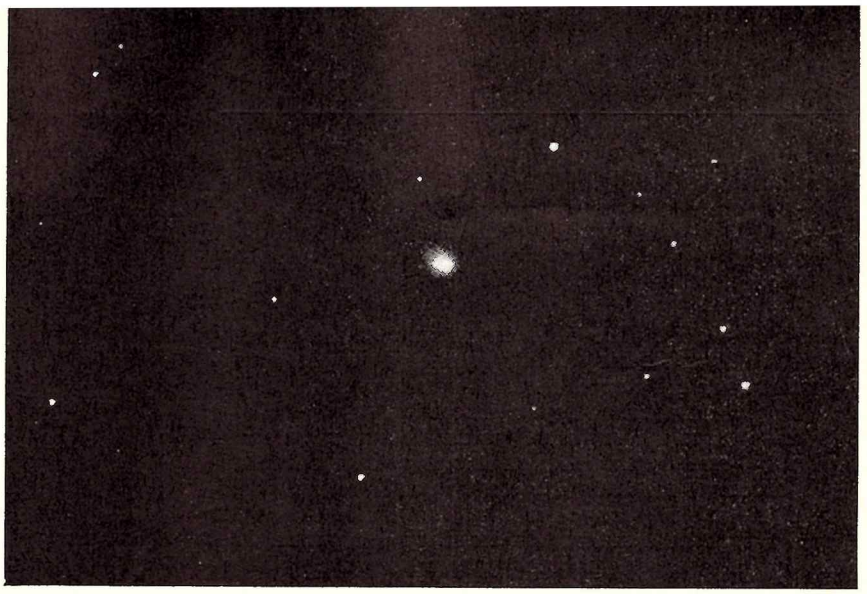
Spracoval: I. K.

Nová komisia IAU
pre výskum mimozemského života

Medzinárodná astronomická únia dlho odolávala tlaku zaradiť problematiku výskumu mimozemského života medzi svoje výskumné oblasti. A dá sa povedať, že dosť oprávnene, pretože mnohé práce, reprezentujúce skupinu nadšencov otázky mimozemského života, organizovanú v rámci Medzinárodnej astronautickej federácie (IAF) nebolo možné považovať za vedecké, ale skôr za špekulácie o možných prejavoch mimozemských civilizácií a o spôsoboch dorozumovania sa s nimi. No časom problematika dozrela a ukázali sa i jej rýdzo astronomické aspekty a tak výkonný výbor IAU utvoril na tomto kongrese komisiu (č. 51) pre výskum mimozemského života, do problematiky ktorej patrí hľadanie planét iných hviezd, výskum podmienok života na planétach v súvislosti s vývojom planét, detekcia a štúdium organických molekúl v medzihviezdnom prostredí, spektroskopický výskum možných prejavov biologickej aktivity, hľadanie rádiových signálov mimozemského pôvodu a koordinácia týchto výskumov s inými vedeckými úniami. Prvým predsedom komisie sa stal prof. M. Papagiannis.

A. H.

Infračervené fotografie centrálnej kondenzácie hlavy kométy Austin 1982 g získané Schmidtovým teleskopom 60/90/180 cm na observatóriu Konkolyho astronomického ústavu Maďarskej akadémie vied na Piszkéstető v pohorí Mátra 25. augusta 1982. Obidve expozície sú 10-minútové na platne Eastman Kodak IN cez Schottov filter RG5—2 mm, z negatívu zväčšené 5,35-krát. Stred expozície hornej snímky je $19^h23^m00^s$ a dolnej $20^h18^m00^s$ UT. Za asistencie Imre Tótha fotografoval Milan Antal.



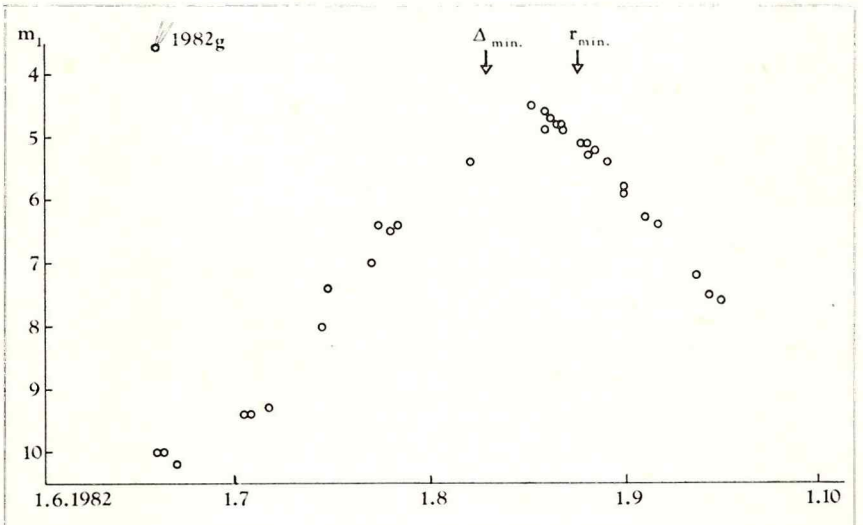
Kométa Austin 1982 g

MILAN ANTAL

Rodney R. D. Austin z New Plymouthu na Novom Zélande objavil 18. júna 1982 v najsevernejšej časti súhvezdia Horologium novú kométu. Celkovú jasnosť difúzneho objektu s centrálnou kondenzáciou odhadol na 10^m. Nasledujúci deň objav potvrdil A. C. Gilmore svojím pozorovaním z observatória Mt. John; 26. a 27. júna určil jasnosť stredového zhustenia kométy na 14^m. Z astrometrických pozorovaní, ktoré robil Gilmore a P. M. Kilmartin od 19. júna do 2. augusta, vypočítal B. G. Marsden parametre parabolickej dráhy Austinovej kométy: T = 1982 Aug. 24.7215 ET, q = 0,647791 AU, ω = 33°8144, Ω = 325.5651, i = 84.4970 (eq. 1950.0).

10. augusta sa kométa priblížila k Zemi na minimálnu vzdialenosť Δ min. = 0,32 a. j. a vtedy, až do 15. augusta, mala dosahovať najvyššiu celkovú jasnosť $4{,}1^m$. V tom čase mala však malú uhlovú vzdialenosť od Slnka, a preto sa ťažko dala pozorovať. Dosiaľ je známe len jediné pozorovanie Austinovej kométy medzi 27. júlom a 19. augustom od de Assis Neta zo Sao Francisco de Oliveira v Brazílii, ktorý 10 cm reflektorom odhadol 7. augusta jej jasnosť na $5{,}4^m$ (zrejme na jasnom pozadí oblohy je jasnosť kométy podcenená). Rad vizuálnych pozorovaní od 19. augusta nasvedčuje tomu, že kométa skutočne mohla v čase maxima dosiahnuť celkovú jasnosť okolo 4^m.

V júni a v júli sa ešte nepozoroval chvost kométy. Až 19. augusta videl Morris ako prvý 2° dlhý chvost a 22. augusta odhadol Bortle dĺžku chvosta na viac ako 5°. S najväčšou pravdepodobnosťou sa chvost Austinovej kométy vytvoril až začiatkom augusta, možno len 7—10 dní pred jej prechodom cez perihélium. O to cennejšie budú poznatky o zložení kométy. V čase písania tohto článku (24. 9.) boli známe len predbežné výsledky zo spektrogramov kométy. Podľa nich boli zistené emisie CN, CH, C_3, C_2, [O I], OH, NH a CO^+.



Graf znázorňuje priebeh celkovej vizuálnej jasnosti Austinovej kométy 1982 g. Sú v ňom vyznačené všetky v tom čase známe pozorovania od autorov: de Assis Neto, R. R. D. Austin, J. E. Bortle, A. C. Gilmore, D. W. E. Green, D. Herald (Kambah pri Canberre), C. S. Morris a M. Antal (pozorovania z observatória Piszkéstető v MĽR a z Piešťan).

Halleyova kométa už pozorovaná

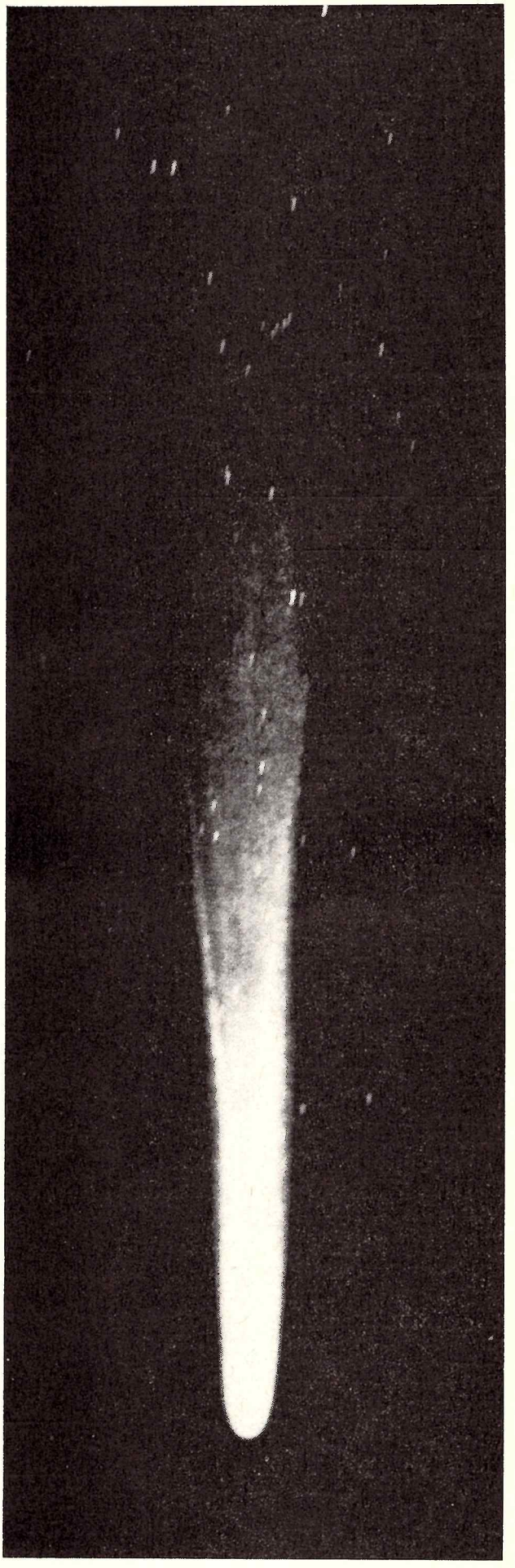
Počas tlače tohto čísla časopisu vydal Ústredný úrad Medzinárodnej astronomickej únie pre astronomické telegramy správu o prvom úspešnom pozorovaní návratu Halleyovej kométy.

Pozorovania uskutočnil kolektív ôsmich pracovníkov 5-metrovým ďalekohľadom montpalomarského observatória. Dňa 16. októbra 1982 sa im podarilo napriek pochybnostiam teoretikov zachytiť v primárnom ohnisku ďalekohľadu, pomocou špeciálnej kamery, vyrobenej pre pripravovaný ďalekohľad na obežnej dráhe, obraz Halleyovej kométy. Kométa sa zobrazila ako nepatrný bod na hranici rozlíšiteľnosti montpalomarského ďalekohľadu s magnitúdou 24,3. Identifikáciu nájdeného objektu s Halleyovou kométou uskutočnili päťnásobným opakovaním expozície, vždy po ôsmich minútach, medzi 11h 25min a 12h 31min svetového času (3h 25min a 4h 31min miestneho pásmového času) v tú istú noc. Poloha kométy na začiatku pozorovaní (s rektascenziou α = 7h 1min 1,9s a deklináciou δ = 9° 33′ 03″) a na konci (α = 7h 11min 1,7s a δ = 9° 33′ 00″) sa líši od vypočítanej polohy, v ktorej sa kométa očakávala, iba o 0,6s a jej pozorovaný pohyb je v súlade s teoretickým. No pozorovania z tak malého časového intervalu, sotva prevyšujúceho hodinu, nestačili na určenie pohybu mimo rámca chýb pozorovania. (Pozorovania sa uskutočnili s presnosťou ± 0,35s v rektascencii a ± 5″ v deklinácii.) Preto o 3 dni neskôr 19. októbra sa uskutočnil pokus znova zachytiť kométu, ale miesto, na ktorom mala byť kométa, bolo na platni presvetlené svetlom blízkej hviezdy. Jednako na pôvodnom mieste, na ktorom sa nachádzala kométa 16. októbra, nebol žiadny objekt, čím sa nepriamo potvrdil pohyb kométy. Zámena s planétkou, ktorá by sa bola premietala práve do tejto oblasti pozície kométy, sa považuje za krajne nepravdepodobnú. V ďalších nociach sa zachytenie kométy stalo beznádejným, pretože jej pohyb smeroval do hustejšieho hviezdneho poľa v Mliečnej ceste v súhvezdí Malého psa. Priaznivejšie podmienky na pozorovanie kométy nastanú až v jarných mesiacoch. Kométa dostala za svojím názvom (Halley) označenie 1982i, nakoľko medzi objavením Austinovej kométy (1982g), o ktorej prinášame článok v tomto čísle časopisu, bola 11. júla 1982 na observatóriu Siding Spring Hartleyom objavená periodická kométa Peters, teraz Peters-Hartley, ktorá dostala označenie 1982h.

V čase objavu 16. 10. 1982 bola Halleyova kométa vzdialená od Zeme 10,93 AU, t. j. 1,635 miliárd km a od Slnka 11,04 AU (za dráhou Saturna). Onedlho po objave pozorovali Halleyovu kométu aj na Kitt Peaku v Arizone 18. a 20. októbra 1982 pomocou 4 m ďalekohľadu a určili jej jasnosť na 24^m.

Potrvá takmer tri roky, kým sa kométa priblíži k Zemi tak, že bude pozorovateľná voľným okom. Perihéliom prejde 9. 2. 1986 po zavŕšení 76 rokov od predchádzajúceho návratu v roku 1910. Podrobnejšie informácie o Halleyovej kométe i o chystaných programoch pozorovaní prinesieme v ďalších číslach Kozmosu.

RNDr. A. Hajduk, CSc.



Halleyova kométa z roku 1910.

Gravitácia a čierne diery

Gravitácia bola hlavnou témou jednodenného krajského seminára pre vedúcich astronomických a svetonázorových krúžkov a učiteľov fyziky stredných škôl Východoslovenského kraja. Usporiadala ho Krajská hvezdáreň v Prešove v spolupráci s Krajským pedagogickým ústavom v Prešove pred začiatkom školského roka, aby účastníci seminára mohli nadobudnuté poznatky vhodne využiť vo vyučovacom procese ako aj v mimoškolskej činnosti v krúžkoch.

O gravitácii, ktorá je jednou zo základných síl v prírode a hrá rozhodujúcu úlohu pri vzniku a vývoji hviezd, planetárnych a hviezdnych systémov, veľmi pútavo prednášal RNDr. Vojtěch Ullmann a dal stručný prehľad súčasného stavu poznatkov o gravitačnom kolapse a fyzike čiernych dier. V našej odbornej literatúre je veľmi málo prameňov, poskytujúcich komplexný a fyzikálne exaktný prehľad základov tejto problematiky. Väčšinou sú k dispozícii len málo konkrétne populárne state alebo naopak úzko zamerané odborné články. Snahou tohto seminára bolo aspoň čiastočne zaplniť túto medzeru v našej edičnej činnosti.

Štefánia Lenzová
riaditeľka KH Prešov

ČO — KDE — KEDY ● ČO — KDE — KEDY ● ČO — KDE —

KH Hlohovec pripravuje:

Prehľad podujatí, ktoré na tento rok pripravuje Krajská hvezdáreň v Hlohovci, uverejňujeme len heslovite. Bližšie informácie o náplni, termínoch a možnostiach účasti na jednotlivých akciách poskytne záujemcom Krajská hvezdáreň, 920 01 Hlohovec.

JANUÁR: 5. ročník Krajskej **astronomickej súťaže** pre stredoškolákov v spolupráci s Pedagogickou fakultou v Nitre a Krajským pedagogickým ústavom v Bratislave. Súťaží sa v dvoch kolách, súťažiaci riešia teoretické i praktické úlohy z astronómie.

FEBRUÁR: Tradičný **Krajský deň astronómov amatérov** spojený so slávnostnou konferenciou a vyhodnotením zaslúžilých a najlepších astronómov amatérov. **Zimné expedície** na horskú pozorovateľňu na Bezovci pre astronomické krúžky, spojené so zimným športom a brannými súťažami.

MAREC: Zimný zraz astronómov pionierov v dňoch 7.—13. marca. Toto tradičné podujatie pre najaktívnejších členov AK zapadá do rámca Jednotného systému brannej výchovy obyvateľstva.

APRÍL: V spolupráci s okresnými astronomickými kabinetmi a pionierskymi domami organizujeme okresné kolá súťaže pre pionierov **Čo vieš o hviezdach.** Veľmi populárna je aj výtvarná súťaž **Vesmír očami detí,** pre ZŠ, SŠ, OU a LŠU, ktorú organizujeme tiež s okresnými astronomickými kabinetmi.

MÁJ: Trojdňový krajský **astronomický seminár** na Bezovci, venovaný otázkam stavby a vývoja hviezd.

JÚN: Jarný **pochod mieru** Piešťany—Havran—Hlohovec, spojený s astronomickými a brannými prvkami.

JÚL: Zraz mladých astronómov v stanovom tábore na Čingove 14.—23. júla. Tradičný, už 12. zraz je odmenou za celoročnú prácu v astronomických krúžkoch.

AUGUST: Týždenný tematický **zájazd po hvezdárňach** a planetáriách ČSR pre vedúcich astronomických krúžkov. V druhej polovici mesiaca **Letná škola astronómie** pre vedúcich AK. Koncom mesiaca týždenný pioniersky astronomický tábor pre najaktívnejších členov astronomických krúžkov. Bude to už **8. zraz mladých astronómov-pionierov.**

SEPTEMBER: Slávnostné otvorenie činnosti astronomických krúžkov v novom školskom roku. **Astronomické praktikum** na hvezdárni v Hlohovci na horskej pozorovateľni na Bezovci pre vedúcich AK, zamerané na fotografické a vizuálne pozorovanie Slnka, pozorovanie premenných hviezd a zákrytov hviezd telesami slnečnej sústavy.

OKTÓBER: Trojdňový seminár pre vedúcich AK na Bezovci, zameraný na **filozofické problémy súčasnej astronómie** a kozmológie.

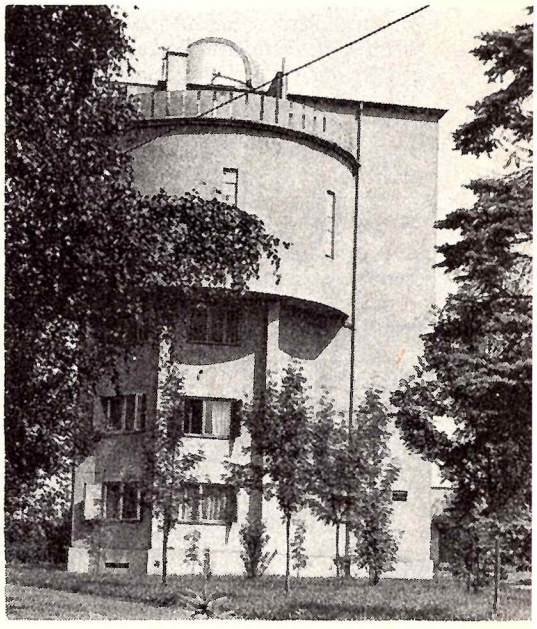
NOVEMBER: Krajský seminár o kozmonautike. **Súťaž Čo vieš o Sovietskom zväze** pri príležitosti 66. výročia VOSR, zameraná na kozmonautiku a astronómiu.

DECEMBER: Krajský astronomický seminár o slnečnej astronómii.

Okrem toho usporiadame ešte jednodňové **semináre o pozičnej astronómii** v januári, marci, júni a septembri, jednodňové **semináre pre učiteľov fyziky** nitrianskeho, senického a topoľčianskeho okresu na hvezdárni v Hlohovci v marci, máji a októbri.

V tomto prehľade sme mohli uviesť len podujatia, ktoré máme naplánované dlho vopred. Tým však nie je zoznam akcií našej hvezdárne vyčerpaný, pomýšľame aj na ďalšie podujatia (napríklad chceli by sme sa venovať záujemcom o astronomické výpočty pomocou kalkulačiek, pripraviť seminár o nových poznatkoch v štúdiu vzniku života) a ďalšie akcie, ktorých náplň a termíny skonkretizujeme v priebehu roka.

RNDr. E. CSERE



Budova Krajskej hvezdárne v Prešove. Foto: dr. J. Humeňanský

● **PRODÁM** tyto optické součásti pro dalekohled: širokoúhlé okuláry f = = 40 mm (3 ks), ortoskopické okuláry f = 12,5 mm (2 ks), Kellnerovy okuláry f = 20 mm (2 ks), okulár 15x s mikrom. šroubem, pár kondenzorových čoček Ø 40 a 60 mm (2+2 ks), slabé filtry různých průměrů, odrazné rovin. skla pro malé Newtony obdélníkové 20×40, malé pravoúhlé hranoly i do triedru (3+6 ks), šikmý střechový hranol větší — lomí pod úhlem 45° (2 ks), objektiv achrom. Ø 55 mm, f = 310 mm (2+2 ks). Jiří Procházka, Meziříčská 1647, 756 61 Rožnov p. R.

● **KÚPIM** objektív na astronomický ďalekohľad s priemerom 100—150 mm a ohniskovou vzdialenosťou 1000—1500 mm. Ďalej kúpim ortoskopický okulár s ohniskovou vzdialenosťou 6—8 mm. Na listy odpoviem. Cena podľa dohody. Ivan Ábel, Družstevná 2023, 901 01 Malacky.

● **PREDÁM** Newtonov reflektor Ø 65 mm s azimutálnou montážou. Prenosný, kufríkový — továrenská výroba. F = 560 a 1350 mm, zväčšenie 33, 88 a 130-krát. Priložená Barlowova šošovka. Cena 1800 Kčs. Adresa: S. Švigár, Sibírska 37, 831 02 Bratislava.

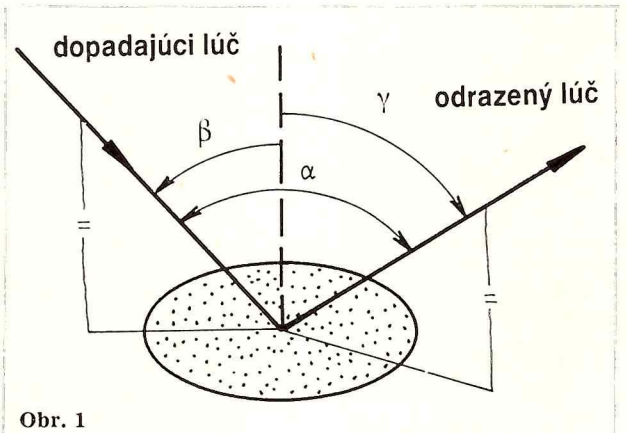
Malý kurz astronómie

Albedo

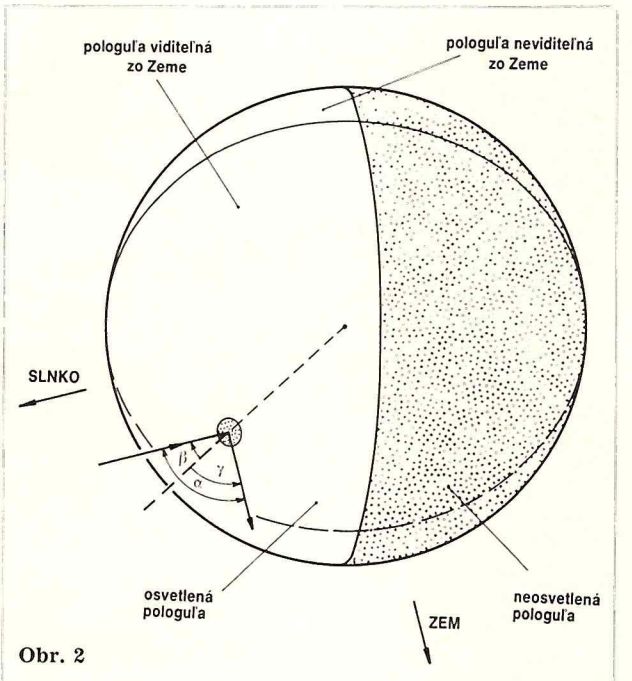
Vo viacerých článkoch v Kozmose, venovaných telesám slnečnej sústavy sme sa stretli s pojmom albedo. Mnohí čitatelia vedia, že albedo popisuje schopnosť povrchu planéty alebo iného telesa odrážať slnečné žiarenie — čím je albedo vyššie, tým väčšia časť dopadajúceho svetla je odrazená a menšia časť je pohltená. Albedo si môžeme definovať ako pomer množstva svetla odrazeného od telesa ku množstvu svetla na teleso dopadajúceho; je to teda bezrozmerné číslo, väčšie ako 0 a menšie ako 1. Albedo je dôležitá charakteristika povrchu vesmírneho telesa — na jeho základe možno usudzovať na zloženie povrchových vrstiev telesa (v prípade, že teleso má atmosféru, je situácia komplikovanejšia a treba uvažovať odraz svetla od povrchu i atmosféry). Potiaľ by sa zdalo byť všetko jasné — až na jeden háčik: niektorí čitatelia sa už iste stretli v literatúre s pojmami geometrické albedo a sférické albedo. Tieto dve veličiny majú pre to isté teleso vo všeobecnosti rozdielne hodnoty a dokonca je možné, že geometrické albedo je väčšie ako 1! Ktorý z týchto pojmov je teda to „pravé" albedo, ktoré popisuje vlastnosti povrchových vrstiev vesmírneho telesa? V mnohých knihách a astronomických ročenkách nájdeme tabuľky fyzikálnych vlastností planét a iných telies slnečnej sústavy, v ktorých sa albedo často vyskytuje — o aké albedo sa tam jedná?

Podstata celého problému je v tom, že pri odraze svetla hrá dôležitú úlohu **smer** dopadajúceho a odrazeného svetla (vzhľadom na rovinu odrážajúceho povrchu). Na obr. 1 máme nakreslenú plôšku, na ktorú dopadá svetlo z daného, pevného smeru a po odraze je rozptýlené do rôznych smerov s rôznou intenzitou. Intenzita rozptýleného svetla je pre daný materiál povrchu plôšky určitou funkciou troch uhlov: uhla dopadu β (ktorý zviera kolmica ku plôške so smerom dopadajúceho svetla), uhla odrazu γ (ktorý zviera kolmica ku plôške so smerom odrazeného svetla) a uhla α medzi smermi dopadajúceho a odrazeného svetla. Táto závislosť je rôzna pre rôzne povrchy, napr. pri ideálne zrkadliacom povrchu sa všetko svetlo odrazí do jediného smeru tak, že uhol odrazu γ sa rovná uhlu dopadu β (pritom $\alpha = \beta + \gamma = 2\,\beta$, pretože odrazený lúč leží v tej istej rovine ako dopadajúci lúč a kolmica ku plôške). Naproti tomu pri ideálne rozptyľujúcom povrchu sa svetlo rozptyľuje úplne rovnomerne do všetkých smerov. Ak sčítame (zintegrujeme) intenzity svetla, rozptýleného do všetkých smerov a výsledok vydelíme intenzitou dopadajúceho svetla, dostaneme **pravé (Lambertovo) albedo.** Je to bezrozmerné číslo, väčšie ako 0 a menšie ako 1, ktoré charakterizuje celkovú (integrálnu) odrazivosť povrchu (pravé albedo pritom môže závisieť na uhle dopadu β). Celkom inú charakteristiku povrchu dostaneme, ak uvažujeme pomer intenzity svetla odrazeného kolmo ku plôške (teda uhol odrazu $\gamma = 0$) ku intenzite kolmo dopadajúceho svetla (uhol dopadu $\beta = 0$). Výsledná veličina sa nazýva kolmá odrazivosť (má rozmer steradián $^{1-}$ a môže byť menšia ale i väčšia ako 1 sr^{-1}. Súvisí to s tým, že pri odraze od povrchu sa môže intenzita odrazeného svetla rozdeliť na rozličné smery rôznymi spôsobmi — niektoré povrchy budú rozptyľovať svetlo viac do strán (výsledkom je menšia kolmá odrazivosť), iné zasa rozptyľujú svetlo prevažne do smeru opačného ako smer dopadajúceho svetla (potom môže byť kolmá odrazivosť veľká). Ideálne rozptyľujúci povrch, ktorý nepohlcuje žiadne svetlo (pravé albedo sa rovná 1) sa nazýva ideálne matný povrch a príslušný zákon rozptylu sa nazýva Lambertov zákon. Plochy odrážajúce podľa Lambertovho zákona sa považujú za normály, s ktorými sa porovnávajú reálne odrážajúce povrchy.

Pozrime sa teraz, ako rozptyľuje svetlo povrch telesa **tvaru gule** (predpokladáme, že povrch je homogénny, teda v každom bode rozptyľuje svetlo rovnako). Celý povrch telesa si rozdeľme na malé plôšky, o ktorých môžeme predpokladať, že sú s dobrým priblížením rovinné. Jednu takúto plôšku máme vyznačenú na obr. 2. Svetlo (zo Slnka) dopadá na teleso v smere, vyznačenom šípkou a na vybranú plôšku dopadá pod uhlom dopadu β. Odrazené svetlo je rozptýlené do všetkých smerov, ale my môžeme pozorovať len lúče smerujúce k Zemi (pre vybranú plôšku je uhol odrazu γ). Uhol α medzi dopadajúcim a odrazeným svetlom tu má dôležitú úlohu — je to fázový uhol, z ktorého môžeme určiť, aká časť zo Zeme viditeľného povrchu telesa je osvetlená (pre $\alpha = 0$ je pre nás teleso v „splne", pre $\alpha = \frac{\pi}{2}$ v „prvej" alebo „poslednej štvrti", pre



Obr. 1



Obr. 2

$\alpha = \pi$ v „nove" – podľa analógie s Mesiacom). Pre rozličné vybrané plôšky povrchu telesa môžu mať uhly β a γ rôzne hodnoty, fázový uhol α je však nemenný (je daný len vzájomnou polohou Slnka, telesa a Zeme). Celkovú intenzitu svetla, ktoré k nám prichádza od telesa, získame sčítaním (zintegrovaním) jednotlivých intenzít všetkých plošiek, na ktoré sme si povrch telesa rozdelili (v skutočnosti sčítaním len cez pologuľu telesa privrátenú k Zemi). Celková intenzita svetla od telesa je funkciou len fázového uhla α (ak sú splnené predpoklady uvedené na začiatku odseku).

Podiel celkovej intenzity svetla prichádzajúcej od telesa k celkovej intenzite svetla dopadajúcej zo Slnka na teleso je veličina, ktorú si označíme f (α) a ktorá napodiv nemá žiadne pomenovanie. Ak poznáme zákon odrazu svetla pre malú rovinnú plôšku na povrchu telesa, môžeme odtiaľ vypočítať funkciu f (α). Napríklad pre guľu s dokonale matným povrchom platí

$$f(\alpha) = \frac{2}{3\pi^2}[\sin\alpha + (\pi - \alpha)\cos\alpha]$$

pre guľu s dokonale zrkadliacim povrchom

$$f(\alpha) = \frac{1}{4\pi}$$

atď. Vo fotometrii sa však nepoužíva veličina f (α) (hoci je veľmi prirodzene definovaná), ale veličina p (α), daná vzťahom p (α) = π f (α). Súvisí to s tým, že odrazová schopnosť telies sa porovnáva s odrazovou schopnosťou dokonale matnej plochy, ale nie tvaru gule, ako by sme očakávali, lež tvaru kruhu (nekonečne tenkého disku), postaveného kolmo na slnečné lúče. Pre takýto disk platí

$$f(\alpha) \equiv f_0(\alpha) = \begin{cases} \frac{1}{\pi}\cos\alpha; & 0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2} \\ 0 & ; \frac{\pi}{2} \leq \alpha \leq \pi \end{cases}$$

Vzhľadom na to, že vo väčšine prípadov pozorujeme telesá slnečnej sústavy len pri malých fázových uhloch, normuje sa veličina f (α) na hodnotu f_0 (α) pri $\alpha = 0$, čím dostaneme veličinu p (α):

$$p(\alpha) = \frac{f(\alpha)}{f_0(0)} = \frac{f(\alpha)}{\frac{1}{\pi}} = \pi f(\alpha)$$

Ak položíme $\alpha = 0$, dostaneme **geometrické albedo** p = p (0), ktoré si potom môžeme definovať takto: geometrické albedo je pomer množstva svetla, ktoré k nám prichádza od telesa pri nulovom fázovom uhle ku množstvu svetla, ktoré by k nám prichádzalo od kruhového disku s dokonale matným povrchom rovnakého priemeru ako teleso, umiestneného kolmo na smer k Slnku v tom istom bode ako teleso. Geometrické albedo je bezrozmerná veličina, ktorá môže byť menšia i väčšia ako 1. Nepopisuje teda celkovú odrazovú schopnosť telesa, ale len tú časť odrazeného svetla, ktorú pozorujeme na Zemi, ak je teleso v opozícii.

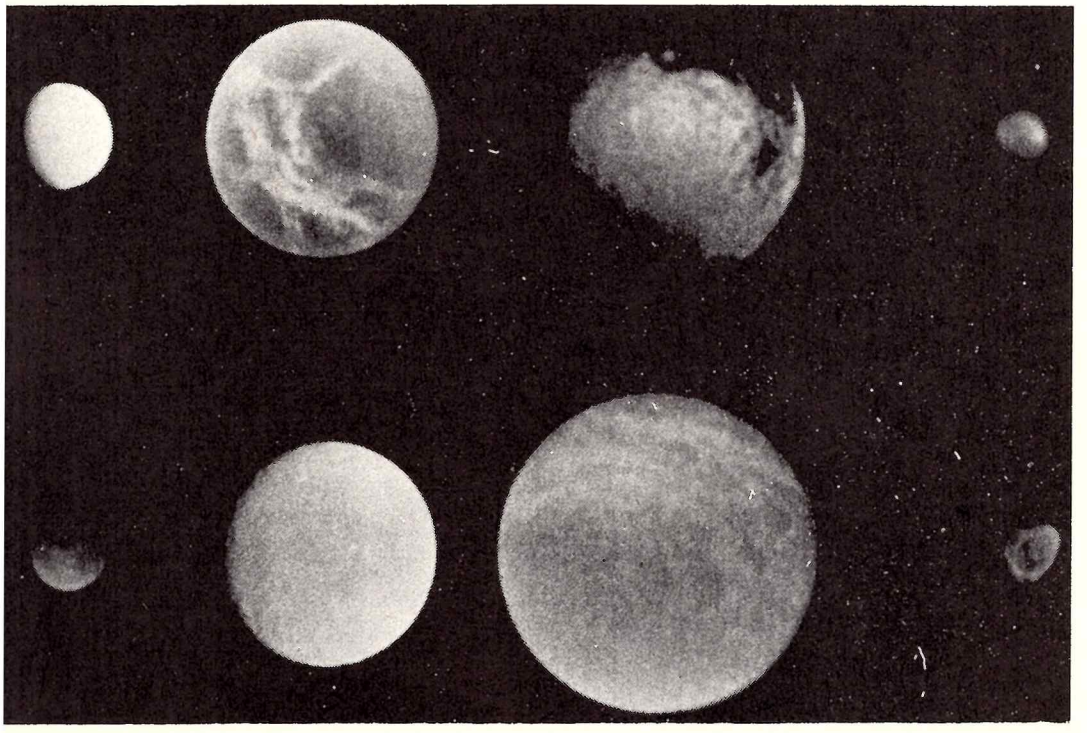
Ak sčítame (zintegrujeme) svetlo, odrazené od telesa do **všetkých** smerov a delíme ho množstvom svetla, ktoré na teleso dopadá, dostaneme **sférické (alebo Bondovo) albedo.** V prípade, že Lambertovo albedo (pre rovinnú plôšku) nezávisí od uhla dopadu a povrch telesa je homogénny, rovná sa Bondovo albedo telesa Lambertovmu albedu. Z definície sférického albeda vyplýva, že je to bezrozmerné číslo (pričom vždy $0 \leq A \leq 1$), ktoré charakterizuje **celkovú** (integrálnu) **odrazivosť** povrchu telesa. Toto je teda to **„pravé"** albedo.

Napriek tomu vo väčšine tabuliek nájdeme pre telesá slnečnej sústavy nie sférické, ale geometrické albedo, a to preto, že väčšinu telies slnečnej sústavy môžeme pozorovať zo Zeme len pri malých fázových uhloch (napr. Mars pri menej ako 42°, Jupiter len 11° a Saturn dokonca 6°). Ak nepoznáme veličinu p(α) pre všetky uhly α, nemôžeme priamo určiť sférické albedo. Prakticky jediné telesá, ktorých sférické albedo môžeme určiť pozorovaním zo Zeme, sú Mesiac a Venuša (môžeme ich pozorovať pri takmer ľubovoľnej hodnote fázového uhla). Preto si definujeme veličinu q, nazvanú fázový faktor, ktorá sa rovná

$$q = \frac{A}{p} \quad \text{teda } A = pq.$$

Ak zistíme fázový faktor pre teleso s určitým druhom povrchu, môžeme z tohto vzťahu určiť z geometrického albeda aj sférické albedo pre iné telesá, u ktorých predpokladáme podobný povrch.

V. POHÁNKA

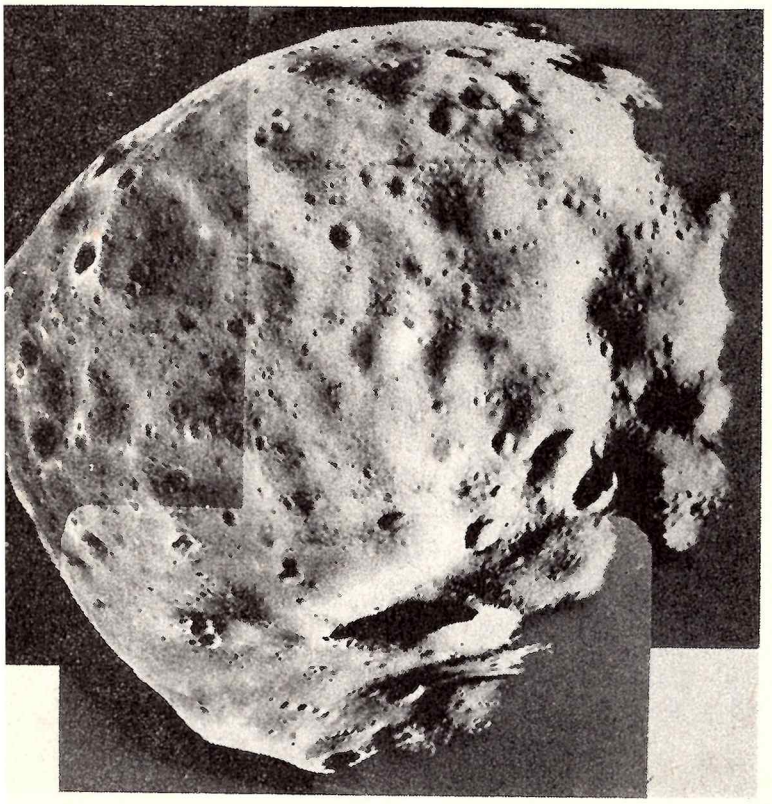


Montáž fotografií ôsmich mesiacov Saturna, získaných sondami Voyager 1 a 2 zľava doprava v hornom rade sú Enceladus, Dione, Japetus a Phobe, v dolnom rade Mimas, Tethys, Rhea a Hyperion. Obrázok zachováva relatívne veľkosti i albedá jednotlivých mesiacov, len pri Phobe bolo potrebné umele zvýšiť jej jasnosť, pretože má taký tmavý povrch (také nízke albedo), že by ju nebolo na obrázku vidieť. Väčšina zobrazených telies má vysoké albedo a Enceladus má snáď najvyššie albedo so všetkých známych telies slnečnej sústavy. Veľmi nehomogénny povrch má Japetus, ktorého tmavá pologuľa (na obrázku vidieť jej časť hore) má asi desaťkrát nižšie albedo ako svetlá pologuľa. (Pod albedom tu rozumieme vždy geometrické albedo).

Prečo je Zem guľatá?

RNDr. E. CSERE

V starom Grécku by sa odpoveď na túto otázku opierala o argumenty filozofické a estetické: guľa je najdokonalejší geometrický útvar, a preto je prirodzené, že nebeské telesá, keďže sú dokonalé, musia mať tvar gule. Lenže od čias Starých Grékov sme bližšie spoznali aj také telesá v slnečnej sústave, ktoré nie sú guľaté: Marsove mesiace Fobos a Deimos prekvapili svojím pretiahlym tvarom a na snímkach kozmických sond vidíme, že niektoré Saturnove a Jupiterove mesiace majú tvar úplne nepravidelný. Predpokladáme, že väčšina asteroidov má tiež nepravidelný tvar. Nie preto, že by to boli telesá nedokonalé, ale jednoducho — sú pomerne malé. A tým je otázka, prečo je Zem guľatá, formulovaná presnejšie: aké rozmery musí mať teleso podobného zloženia ako Zem aby malo tvar gule? Výpočet nie je zložitý, úplne stačí stredoškolská matematika. Riešenie tejto zaujímavej úlohy uverejňujeme tak, ako ho preberali na Letnej škole astronómie, ktorú v lete poriadala hlohovecká krajská hvezdáreň.



Marsov väčší mesiac — Fobos — bol prvým telesom, ktorého nepravidelný tvar sme uvideli na snímke z kozmickej sondy.

Zatiaľ čo veľké nebeské telesá — ako sú planéty — majú vždy guľový tvar, malé telesá, o priemere niekoľko km a menšie sú takmer vždy nepravidelného tvaru. Súvisí to predovšetkým so stavbou a zložením pevných látok, väzbovými silami medzi atómami a pomerom gravitačných síl voči silám väzby.

Gravitačné sily, ktoré pôsobia medzi jednotlivými časticami (napríklad kameňa) sú natoľko nepatrné, že ich účinok voči väzbovým silám je celkom zanedbateľný. Zdá sa, akoby medzi časťami kameňa gravitácia ani neexistovala. Je to pravda len potiaľ, kým má kameň bežné rozmery. Keď ho budeme stále zväčšovať a pridávať ďalšie kamene, pomaly narastá príťažlivá sila natoľko, že kamene sa začnú približovať pôsobením vlastnej gravitácie. Pri tom sa potenciálna gravitačná energia bude stále zmenšovať a keďže sa nemôže strácať, bude sa meniť v teplo. Ak kameňom, horninám, dodáme dostatočné množstvo tepla, začnú horniny mäknúť, a deformovať sa. Množstvo tepla, ktoré ich roztaví, voláme skupenské teplo topenia Q.

Bežné horniny majú skupenské teplo topenia približne rovné 10^5 J/kg horniny. Teda $Q = 10^5$ J/kg. Vieme, že gravitačná potenciálna energia je:

$$E_{pot} \frac{G \cdot M_0 \cdot m}{R}$$

kde R je polomer nebeského telesa a M_0 predstavuje hmotnosť vnútorných vrstiev nebeského telesa a m je hmotnosť nad ňou ležiacich vrstiev, ktoré sa práve roztápajú, pričom uvoľnené teplo Q sa využije na roztopenie tejto vrstvy. Aby sa všetky horniny roztavili, potrebná je tepelná energia

$$E_{tep} = Q \cdot m$$

Ak bude gravitačná potenciálna energia práve rovná tepelnej energii, potom sa celá vrstva roztaví. A tak to pokračuje smerom navonok, až sa celé nebeské teleso pretaví. Pretože teraz pôsobia všetky sily rovnomerne a symetricky smerom do stredu telesa, musí nakoniec vzniknúť pretavené teleso gule. To sa stane ak

$$E_{pot} = E_{tep} \text{ čiže } \frac{G \cdot M_0 \cdot m}{R} = Q \cdot m, \text{ z toho}$$

$$Q = \frac{G \cdot M_0}{R} \text{ pretože } M_0 = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho$$

kde ρ je (m e r n á) h u s t o t a nebeského telesa. Do vzorca dosadíme za M_0 a dostaneme:

$$Q = \frac{4 \pi G \rho R^3}{3R} \qquad Q = \frac{4}{3} \pi G \rho R^2$$

a z tohto vzorca vypočítame R:

$$R^2 = \frac{3}{4\pi} \cdot \frac{Q}{G \rho}$$

pričom $Q = 10^5$ J/kg a $G = 6{,}672 \cdot 10^{-11}$ $Nm^2 kg^{-2}$

$$R = \sqrt{\frac{3}{4\pi} \cdot \frac{Q}{G \rho}} = 0{,}4886 \cdot \sqrt{\frac{Q}{G \rho}}$$

Najmenší polomer nebeského telesa typu našej Zeme ($\rho = 5560$ kg/m^3), ktoré už má tvar gule je:

$$R_1 = 0{,}4886 \cdot \sqrt{\frac{10^5}{6{,}672 \cdot 10^{-11} \cdot 5560}}$$

$$R_1 = 0{,}4886 \cdot \sqrt{\frac{10^{16}}{6{,}672 \cdot 5560}}$$

$$= 2{,}537 \cdot 10^5 \text{ m} = 253{,}7 \text{ km}$$

Všetky telesá podobného zloženia ako Zem, ktoré majú polomer väčší ako 254 km, musia byť guľaté. Menšie telesá môžu zostať nepravidelné, a to tým viac, čím sú menšie. Pretože naša Zem má polomer R = = 6371 km, musí byť guľatá.

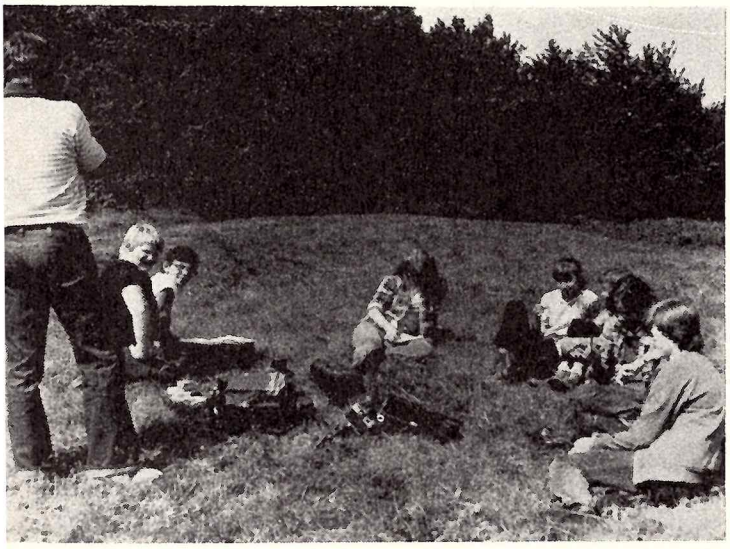
Podobne si môžeme vypočítať, aký najmenší polomer musí mať teleso typu niektorých asteroidov (ktoré majú hustotu $\rho = 2000$ kg/m^3), aby malo tvar gule (dostaneme 423 km) a pre teleso, ktoré má zloženie ako Mars, ($\rho = 3930$ kg/m^3)), výjde minimálny polomer asi 300 km.

Zraz na Čergove

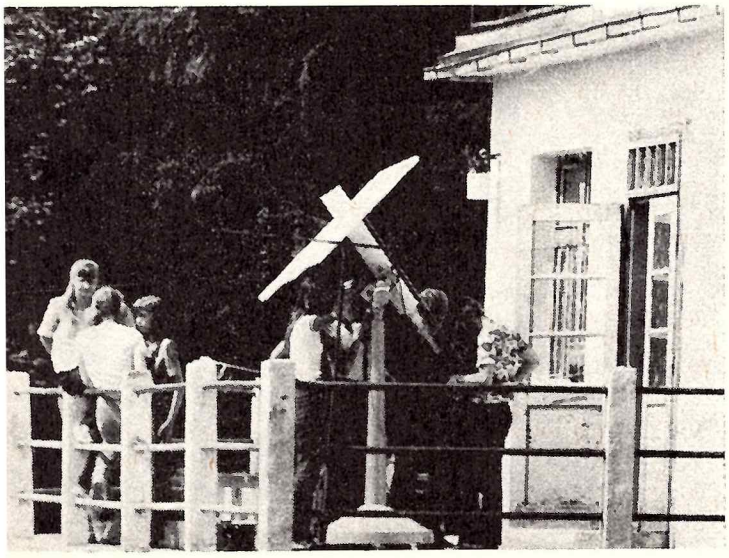
Naše zábery ukazujú činnosť štyroch sekcií na zraze členov astronomických krúžkov Východoslovenského kraja, na ktorom sa zúčastnilo 30 vybraných krúžkárov vo veku 12–15 rokov. Zraz sa konal v rekreačnej oblasti Čergov na chate Vojenského leteckého učilišťa od 4. do 9. augusta 1982 a poriadala ho Krajská hvezdáreň v Prešove v spolupráci s odbočkou SAS pri SAV.

Zraz mal za cieľ dať mladým záujemcom o astronómiu základné odborné poznatky a naučiť účastníkov zaobchádzať s pozorovacou technikou. Nezabúdalo sa však ani na športovo-branné podujatia (hod granátom na cieľ, cezpoľný beh, poldenný turistický pochod, volejbalový turnaj) a na výchovu k ochrane prírody: na túto tému bola aj zaujímavá prednáška spojená s premietaním diapozitívov o prírodných rezerváciách východného Slovenska, ktorú predniesol RNDr. Ščavnický, vedúci Stanice mladých prírodovedcov v Prešove.

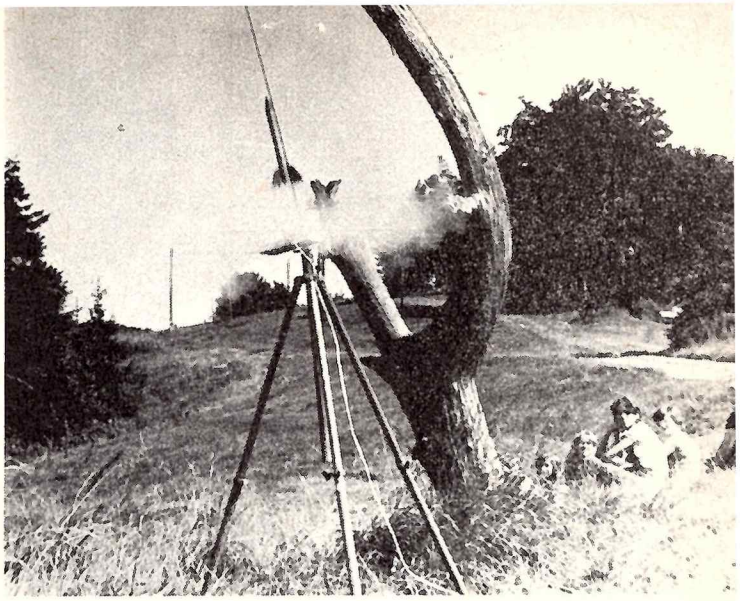
Podujatie deťom príjemne spestrilo prázdniny, prospelo k upevneniu ich zdravia a umožnilo im získať mnohé poznatky. Možno ho hodnotiť ako užitočnú akciu, ktorá v nemalej miere splnila požiadavky socialistickej výchovy mládeže. **Peter Šulek**



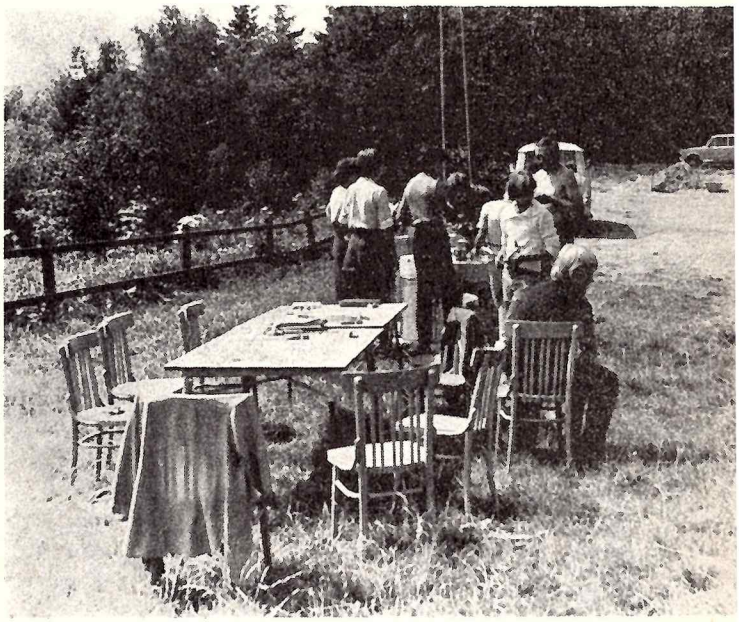
V sekcii fotografickej sa členovia krúžkov naučili ovládať fotografický prístroj a zhotovili niekoľko fotografií. Sekciu viedol dr. J. Humeňanský.

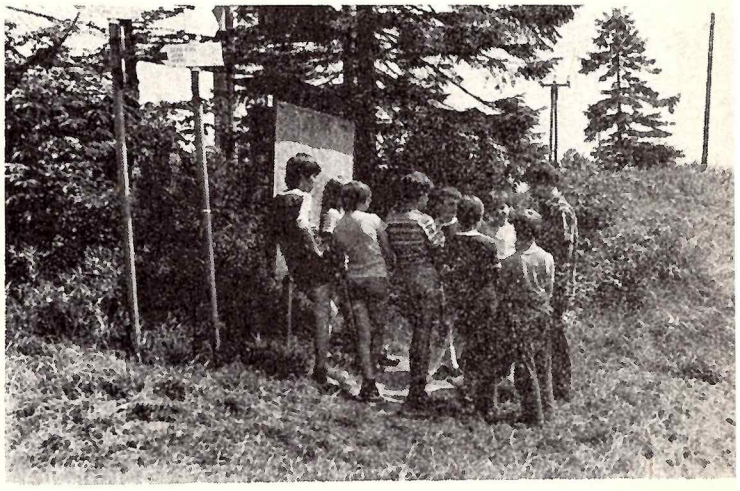


V sekcii pozorovania Slnka, ktorú viedol P. Ivan, pracovník KH v Prešove, urobil každý účastník samostatné pozorovanie Slnka projekčnou metódou a spracoval zákres. Získal tu aj základné poznatky o Slnku a základy práce s heliografickými sieťkami.



V sekcii kozmonautiky získali účastníci nielen teoretické poznatky, ale mali aj možnosť overiť si svoju zručnosť a šikovnosť: pod vedením P. Šuleka zhotovovali funkčné modely malých rakiet a súťažili o najdlhší let rakety. Foto: J. Humeňanský





V meteorologickej orientácii v prírode, ktorú viedli s. Maľarová a s. Csatáry sa účastníci naučili pracovať s mapou, určovať azimut a tieto poznatky využili aj pri cezpoľnom behu. Oboznámili sa so základnými prístrojmi na pozorovanie počasia a určovali samostatne meteorologické prvky.

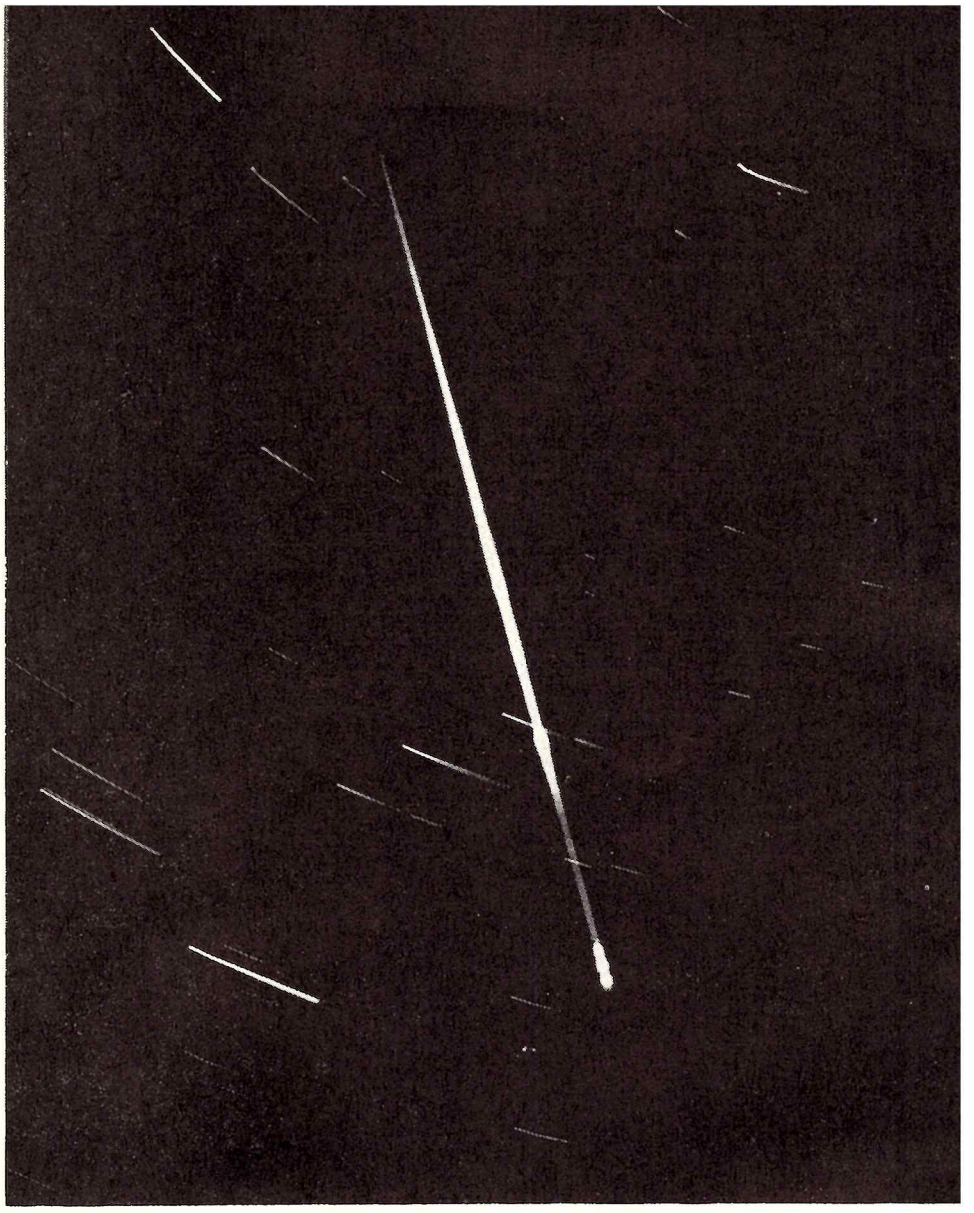
XIII. VÝCHODOSLOVENSKÁ METEORICKÁ EXPEDÍCIA

Perzeidy 1982

Východoslovenská meteorická expedícia, ktorá sa konala od 9. do 18. augusta 1982 v peknom prostredí rekreačnej oblasti Čergov, mala na programe pozorovanie Perzeíd. Už vlani sa očakávala zvýšená činnosť tohto roja, a preto záujem o účasť na expedícii bol obzvlášť veľký a bolo treba urobiť výber pozorovateľov na základe testov a praktických cvičení na hvezdárni v Prešove a Humennom. Celkove sa na expedícii zúčastnilo 36 pozorovateľov. Okrem meteorárov, ktorých bola väčšina, bola na expedícii aj malá skupinka pozorovateľov premenných hviezd.

Pozorovatelia meteorov sa na expedícii rozdelili do troch skupín, ktoré pracovali nezávisle, s jednotným časom. V dvoch skupinách — vizuálnych — pozorovatelia hlásili údaje o prelete meteorov, ktoré sú podkladom pre zistenie frekvencie roja a tretia skupina meteory aj zakresľovala. Celé pozorovanie sme zamerali na zistenie hodinových a denných frekvencií roja Perzeíd, na overenie zákresov a ich vyhodnotenie pre polohu radiantu roja. Nezabudli sme ani na overovanie odhadov magnitúd, ich porovnávanie s dlhodobým štandardom, čo je dôležité pre zistenie osobnej chyby v odhade u jednotlivých pozorovateľov.

Výsledky sú zatiaľ spracované len čiastočne, ale napriek tomu možno povedať, že napozorovaná frekvencia sa nezdá vyššia než v iné roky. Napríklad 11. 8. je frekvencia meteorov za hodinu 73; o deň neskôr napozorovali obe vizuálne skupiny dvojnásobný počet — 148 meteorov za hodinu. V tretej skupine, zakresľovacej, zachytili vtedy 84 meteorov za hodinu, čo však pripisujeme tomu, že pozorovateľ, ktorý aj kreslí, nemôže sledovať oblohu nepretržite, a preto mu niekoľko meteorov „ujde". Zakresľovacia skupina má však hlavnú úlohu presne zaznamenať dráhu meteorov, aby bolo možné určiť polohu plochy radiantu čo najpresnejšie. Podľa čiastočne spracovaných údajov zakresľovacej skupiny (kde každé pole pozorovali súčasne dvaja pozorovatelia) vychádza poloha radiantu v porovnaní s astronomickou ročenkou s presnosťou na ±1,5—2° v rektascenzii a ±2,1—2,8° v deklinácii.

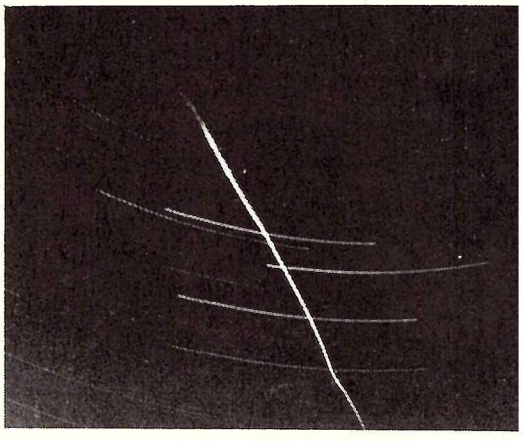


Krásny meteor roja Perzeíd s jasnosťou asi —0,5^m podarilo sa vyfotografovať počas meteorickej expedície na Čergove. Meteor preletel 12. 8. 82 o 21,59 zo súhvezdia Cephea cez súhvezdie Labute a troma po sebe idúcimi výbuchmi ukončil svoju dráhu v súhvezdí Draka. V ľavom hornom rohu snímky je stopa hviezdy alfa Cephei a najjasnejšia stopa vľavo dolu je delta Cygni. Fotografované aparátom Exakta RTL-1000 na film Fomapan 21 Din. Snímka: Michal Havriľák.

Expedícia nám vyšla výborne, pozorovalo sa 7 nocí. Počet napozorovaných meteorov je 3229, teda asi tisícka na jednu skupinu počas expedície. Skupina premenárov pozorovala 17 premenných zákrytových dvojhviezd.

Východoslovenské meteorické expedície organizuje Krajská hvezdáreň v Prešove v spolupráci s Okresnou ľudovou hvezdárňou v Humennom a odbočkou SAS pri SAV v Prešove. Sme radi, že medzi mladými je veľa nádejných a dobrých pozorovateľov, ktorí sa vedia nadchnúť za prácu na expedíciách a tešíme sa, že sa tento rok v lete opäť stretneme pri pozorovaní meteorov v romantickom prostredí Čergovského pohoria.

Dr. J. Humeňanský, KH Prešov
M. Havriľák, OĽH Humenné



Že by krivý meteor? Ale nie, je to fotomontáž, ktorú nám poslal dr. J. Humeňanský. Keď sa mu nepodarilo „uloviť" nijaký meteor, tak si aspoň vyrobil tento krivý: hviezdne pozadie skombinoval so štartom modelu rakety.

ZAUJÍMAVÉ OBJEKTY OBLOHY

Plejády

Skupina Plejád v súhvezdí Býka je jediná otvorená hviezdokopa, v ktorej sú jednotlivé hviezdy viditeľné aj voľným okom. Zoskupenie piatich až deviatich hviezd na ploche iba štyrikrát väčšej ako priemer Mesiaca inšpirovalo k rôznym názvom skupiny, vyjadrujúcim početnosť: Kuriatka, Včelí úľ (staré maďarské báje), Prasiatka (starorímske báje) a podobne. Najčastejšie sa však užíval pôvodný grécky názov Sedem sestier. Pravda, hviezdokopa zahrnuje asi 400 doteraz zaradených hviezd a možno ešte niekoľko tisíc ďalších hviezd, ktoré vznikli naraz pred necelými 100 miliónmi rokov z oblaku medzihviezdneho plynu a prachu. Dodnes môžeme pozorovať zvyšky tohto prachu v podobe vláknitej reflexnej hmloviny okolo jasných hviezd. Vzdialenosť hviezdokopy je asi 126 pc (410 svetelných rokov), čomu zodpovedá skutočný priemer menší ako 10 pc.

O Plejádach sa síce zmieňujú učenci už v starovekej Číne, ale ich astronomický výskum ako prvý začal uskutočňovať G. Galilei, a to pozorovaním cez ďalekohľad. V Galileiho spise Sidereus nuncius nachádzame mapku s 39 hviezdami. Spolu so zhotovovaním stále dokonalejších teleskopov s väčším priemerom rástol i počet objavených Plejád. No zo začiatku bolo ťažké odlíšiť hviezdy patriace do hviezdokopy od hviezd na pozadí. Až v 18. a 19. storočí Bradley, Bessel a Mädler odvodili z presných meraní polôh hviezd spoločný, vlastný pohyb Plejád (53 hviezd) vzhľadom na hviezdne pozadie — asi 6″ za 100 rokov. Spektroskopický výskum, ktorý začal v deväťdesiatych rokoch minulého storočia americký astronóm Pickering, ukázal, že asi 20 najjasnejších hviezd sú veľmi horúce modré hviezdy (spektrálny typ B). Najjasnejšia z nich — η Tauri (Alkyone) — má povrchovú teplotu vyše 20 000 K a je 1400-krát žiarivejšia ako Slnko. Slabšie hviezdy sú žlté (typ A a F, prípadne podobné na Slnko, teda typ G) a najslabšie, červené sú často premenné — eruptívne trpaslíky typu UV Ceti. Dnešná rozmanitosť hviezd vo hviezdokope ukazuje na ich rozdielne vývojové cesty v závislosti od ich hmotnosti. Vek hviezd je totiž rovnaký a tiež chemické zloženie mali na počiatku zrejme rovnaké. Hertzsprungov-Russellov diagram Plejád teda ukazuje, ako vyzerá hlavná postupnosť hviezd starých asi 100 miliónov rokov a umožňuje porovnávať teoretické modely hviezd s výsledkami pozorovania.

V okolí hviezdy Merope objavil Wilhelm Tempel r. 1859 pozoruhodnú hmlovinu. Objav urobil štvorpalcovým refraktorom a veľkosť hmloviny odhadol na 35′×20′ s juhozápadným smerovaním. Na fotografiách bratrov Henryov z Paríža sa objavila hmlovina aj okolo hviezdy Maia. A Barnardove snímky z r. 1893 — expozícia trvala viac než 10 hodín! — ukázali, že do hmlovitého závoja neobyčajného tvaru sú ponorené celé Plejády. To, že hmlovina svieti svetlom odrazeným respektíve rozptýleným na drobučkom prachu veľkosti okolo 1 mikrometra, dokázal v r. 1912 tiež americký astronóm Slipher. Podarilo sa mu získať spektrum hmloviny, ktoré bolo prakticky zhodné so spektrom ožarujúcich hviezd.

Plejády môžu slúžiť ako test zraku a ďalekohľadu. Keď sú dobré podmienky na pozorovanie, vidno v Plejádach až 9 hviezd— tie, ktoré dostali názvy — a niektorí pozorovatelia vidia dokonca až 15 hviezd. Keplerov učiteľ Michael Mästlin prvý zaznamenal počet 11-ich hviezd v roku 1579, teda ešte pred vynálezom ďalekohľadu. No existujú aj ďalšie náznaky, že dobrí pozorovatelia už v dávnej minulosti videli v Plejádach väčší počet

Periférne videnie

Ľudské oko je neobyčajne dokonalý detektor žiarenia. Dokáže reagovať na slabý tok svetla 4.10^{-17} W, ktorému zodpovedá osvetlenie 5.10^{-10} luxov (najslabšie hviezdy), a na druhej strane znesie silné svetlo o toku až 2.10^{-5} (Slnko). Tokom tu rozumieme množstvo svetelnej energie, ktoré prejde za sekundu pupilou oka.

Pre astronomické pozorovanie sú dôležité najmä vlastnosti oka pri nízkych osvetleniach. Pri vzniku zrakového vnemu majú podstatnú úlohu tyčinky a čípky, ktoré pokrývajú zadnú stenu oka — sietnicu, na ktorú sa premieta pozorovaný obraz. Čípky sa sústreďujú hlavne okolo stredu sietnice na optickej osi oka, na mieste nazývanom žltá škvrna. Táto škvrna výhradne obsahuje len čípky, ktorých celkový počet v oku presahuje 6 miliónov. Bližšie k okraju sietnice sú uložené prevažne tyčinky a ich počet je vyšší ako 100 miliónov. Čípky reagujú tak na množstvo, ako aj na energiu dopadajúcich fotónov — avšak len pri dobrom osvetlení. V centre nášho zorného poľa, teda na mieste, na ktoré sústredíme svoj pohľad, preto rozlišujeme aj farby. No pri slabom osvetlení čípky prestávajú reagovať a farebné videnie slabne. Tyčinky síce nerozlišujú farby, ale sú oveľa citlivejšie i na slabšie svetlo. Preto vidíme slabé svetelné zdroje čiernobiele.

Keďže tyčinky sú najhustejšie rozložené pri krajoch sietnice, naše oko vníma slabé zdroje svetla najlepšie vtedy, keď tieto zdroje ležia mimo optickej osi oka. To znamená mimo smeru nášho pohľadu. Takéto videnie sa nazýva periférne a používame ho na pozorovanie slabých hviezd: oko sa zameria na niektorú jasnejšiu hviezdu a periférnym (bočným) videním súčasne pozoruje oveľa slabšie hviezdy v okolí, ktoré by pri priamom pohľade ani nezaznamenalo. Najskôr však treba zrak adaptovať na tmu — asi 20 až 40 minút.

Prah citlivosti oka je taký nízky, že sa pri pozorovaní slabých hviezd prejavuje kvantová povaha svetla ako prúd jednotlivých fotónov. V zelenožltej oblasti spektra — okolo vlnovej dĺžky 550 nm — prahovému toku zodpovedá asi 100 fotónov za sekundu. To je však množstvo, ktoré dopadá na rohovku oka, zatiaľ čo v tyčinkách na sietnici je pohltené množstvo zmenšené o fotóny absorbované na iných miestach v oku a o odrazené fotóny. Ak prúd fotónov nemá stálu mohutnosť, potom v niektorých okamihoch môže klesnúť pod prah citlivosti oka a pozorovateľ hviezdu neuvidí. Takéto „strácanie sa“ slabých hviezd dobre poznajú všetci pozorovatelia. Prvý raz ho vedecky opísal S. I. Vavilov a výsledky jeho laboratórnych pokusov prispeli k presadeniu sa kvantovej teórie žiarenia.

hviezd. Učenec Kazwini píše vo svojej kozmografii z 13. storočia o množstve tmavých hviezd v Plejádach pravdepodobne pod vplyvom katalógu hviezd arabského astronóma Al Sufiho. A tento katalóg sa zmieňuje aj o hmlovitých útvaroch hviezd, známych dnes ako hmlovina v Andromédе a Magellanove mračno. Zjasnenie oblohy počas súmraku alebo umelé osvetlenie však znižuje počet viditeľných Plejád na 5–7. Podľa nich sa dá stanoviť limitná magnitúda teleskopu. Na dosiahnutie dobrých výsledkov musíme používať periférne videnie (pozri článok) a vyhýbať sa oslneniu niektorou jasnejšou hviezdou. (V Plejádach je 28 hviezd jasnejších ako 7,5 magnitúdy).

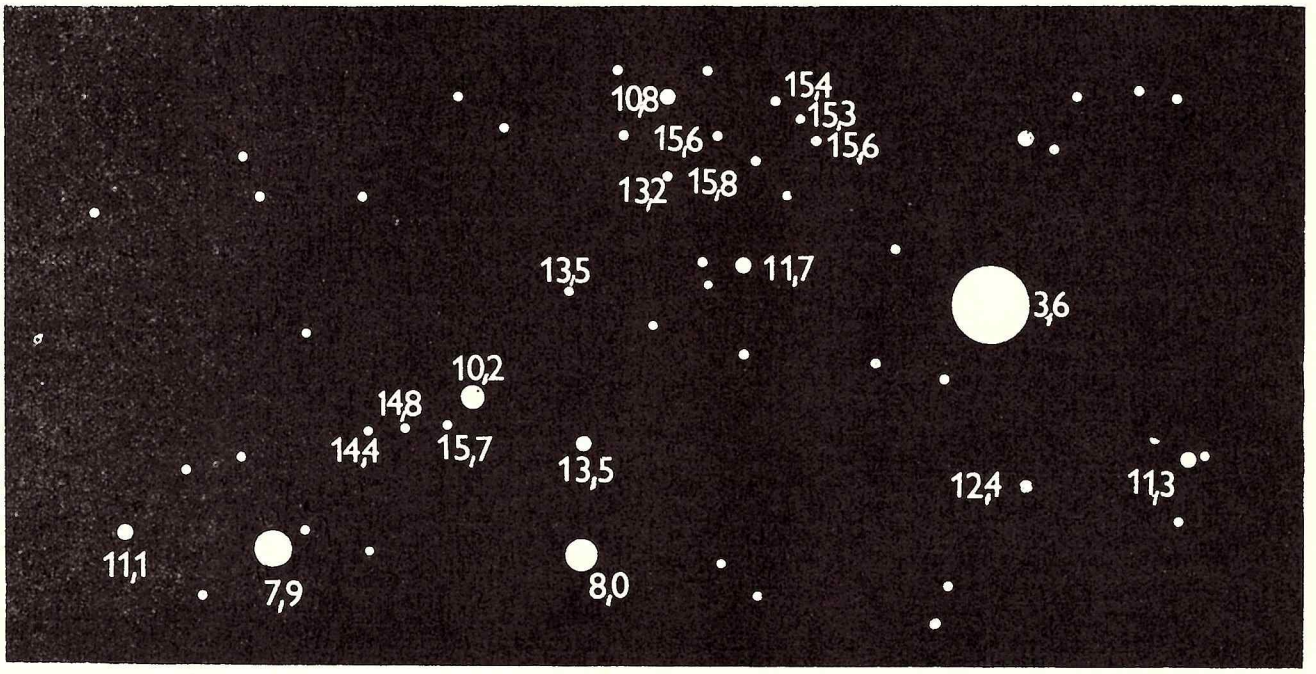
Výrazná skupina hviezd nemohla uniknúť dávnym pozorovateľom. Mnohým národom ešte dnes slúžia Plejády za kalendárny ukazateľ. Pred 4300 rokmi nastávala rovnodennosť v čase, keď sa Slnko na ekliptike nachádzalo v blízkosti Plejád. Východ Plejád tesne pred svitaním znamenal začiatok jari a západ Plejád po večernom zotmení začiatok jesene. S týmito úkazmi boli spojené rôzne slávnosti, zvyšky ktorých sa dochovali až do dnešných čias napriek tomu, že pod vplyvom precesie sa čas východu Plejád nad ránom posunul k letu a ich západ v podvečer k zime.

Pomenovanie Plejád pochádza z gréckeho bájoslovia. Sedem nýmf — Plejád — bolo dcérami Atlasa, nositeľa nebeskej klenby, a matky Pleiony. Doprevádzali bohyňu Artemis na love a na úteku pred divokým lovcom Oriónom sa premenili najskôr v holubice a potom na hviezdy. Ešte aj na oblohe ich pri dennom pohybe nebeský Orión naďalej prenasleduje — ako môžeme vidieť v zimných mesiacoch. Hoci podľa báje bolo sedem sestier — Alkyone, Merope, Maia, Taygete, Elektra, Kelaino a Sterope (Asterope), Homér sa zmieňuje len o šiestich Plejádach nazývaných tiež Atlantídy. Hipparchos, Plinius a Ptolemaios ich síce napočítali sedem, ale neskoršie sa zase hovorilo len o šiestich a jednej stratenej Plejáde. Podľa báje sa skutočne jedna z nich pri lete medzi skalami stratila, no Zeus ju umiestnil opäť na oblohu medzi ostatné hviezdy. Tento príbeh zodpovedá aj pozorovaniu: slabšia hviezda sa môže v dôsledku extinkcie na obzore stratiť, ale vysoko na oblohe je zreteľná. Povesti a báje ovšem nie sú jednotné a kandidátok na stratenú Plejádu je viacej: mohla by to byť Alkyone, ktorá sa vydala za Poseidóna, alebo Maia, matka boha Herma, ktorému otcom bol sám Zeus. Mohla by to byť aj Merope, ktorá podľa báje utiekla od hanby preto, že ako jediná zo sestier si vzala za muža pozemšťana — kráľa Syzifa z Koryntu. Jej syn Belerofon v snahe vyrovnať sa bohom chcel na Pegasovi vyletieť na nebesá, ale Zeus ho zrazil naspäť. Podľa rímskeho básnika Gaia Julia Hygina sa na nebesá vraj nevrátila Elektra, matka Dardana — zakladateľa Tróje, a to zo zármutku nad troskami tohto slávneho mesta.

Pomenovanie hviezd podľa nýmf pochádza ovšem z novoveku, od neznámych astronómov. Iba mená rodičov nýmf, Atlanta a Pleiony, použil na pomenovanie hviezd už Michel Florent Langren z Antverp (Langrenus). Hovorí o tom Riccioli vo svojom spise Almagestum novum.

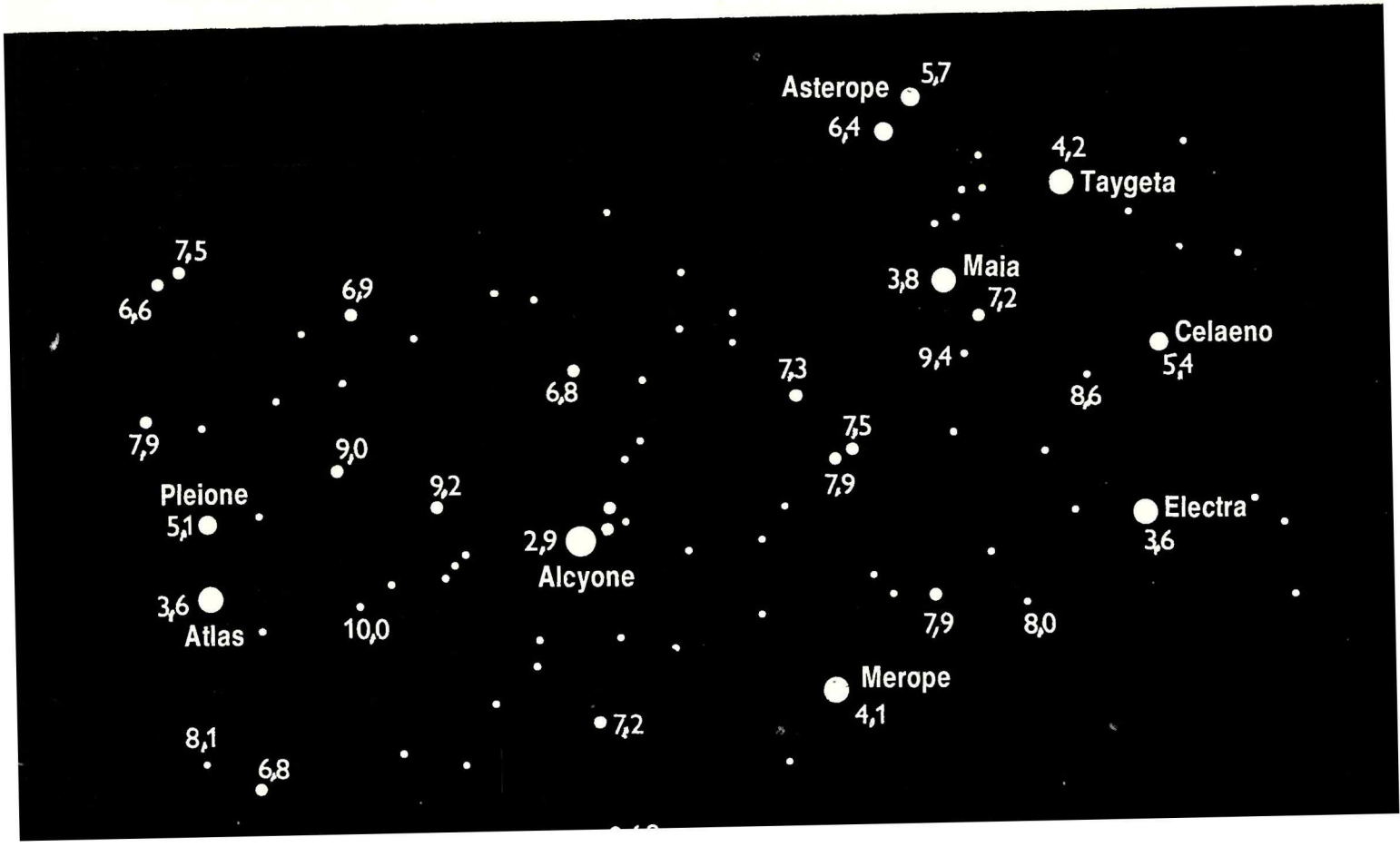
Otázku stratenej Plejády môžeme skúmať aj z astrofyzikálneho hľadiska. Bolo by možné, že dávni pozorovatelia naozaj videli vo hviezdokope viacej jasných hviezd, ako ich vidíme dnes? Ak áno, tak by to znamenalo, že niektorá z nich musí byť premenná. V takom prípade by to mala byť slabšia Pleione, ktorá je ako premenná označená BU Tauri. Jej magnitúda sa nepravidelne mení v rozmedzí hodnôt 4,9 a 5,5. Táto hviezda má priestrannú obálku, ktorá na všetky strany expanduje. V jej profile sa vyskytujú čiary s tzv. profilom typu P Cygni, teda absorpčné čiary preložené cez krátkovlné krídlo širokej emisnej čiary. Absorpčná zložka čiary vzniká v tej časti obálky, ktorá sa premieta na hviezdny disk a pohybuje sa smerom k pozorovateľovi. Dopplerovým javom je takto posunutá ku kratším vlnovým dĺžkam na rozdiel od prípadu, keby obálka zostávala v pokoji. Tieto hviezdy s obálkou môžu občas vzplanúť ako nova, čo bolo pozorované práve u hviezdy P Cygni okolo r. 1600. No keďže takéto vzplanutie sa dá dokumentovať nanajvýš povesťou, prenecháme mytológii aj úlohu hľadať stratenú Plejádu.

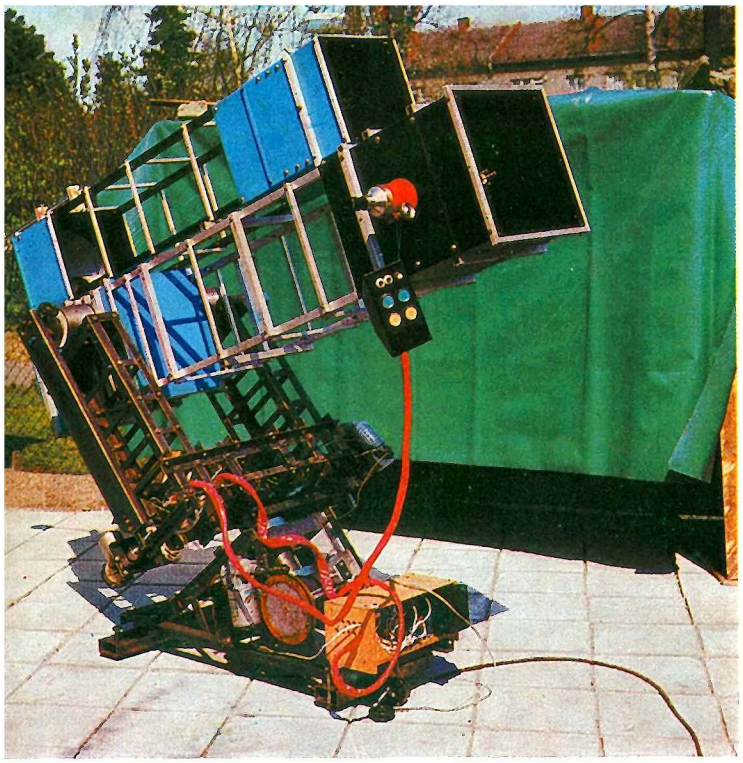
—mš—

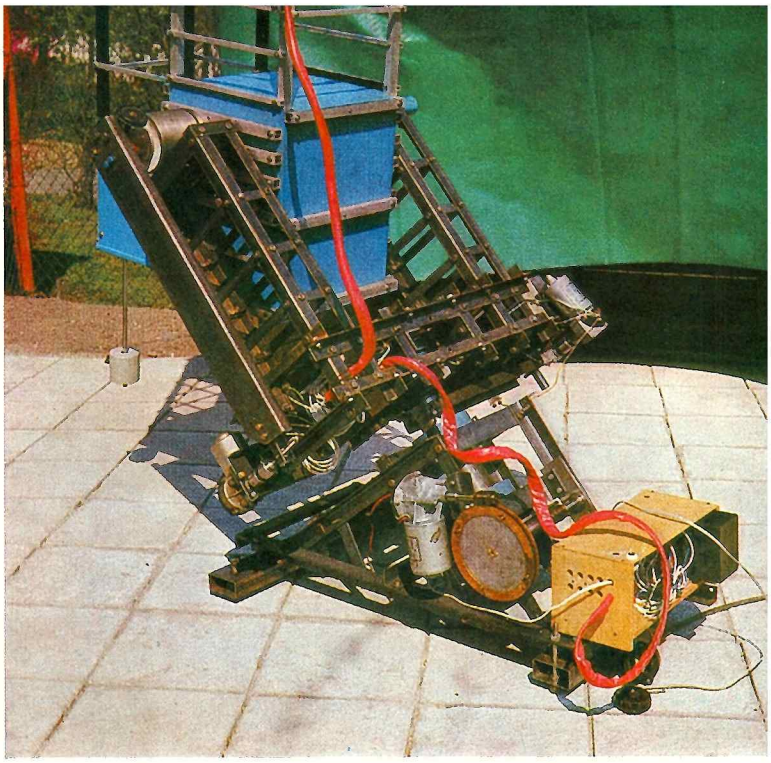


Mapka okolia hviezdy Electra.

Plejády na snímke cez veľkú Maksutovovu komoru observatória na Kleti. Expozícia 1 hod. 20 min. na platňu NP 27. Foto: A. Mrkos. Na obrázku dolu sú mená najjasnejších hviezd z Plejád a vizuálne magnitúdy jasnejších hviezd tejto otvorenej hviezdokopy.







Dnes nám predstavuje svoj ďalekohľad 24-ročný Jan Soldán. Postavil ho vlani, ako študent posledného ročníka Vysokého učení technického v Brne. Jeho dvojitý ďalekohľad vyzerá tak netradične, že stojí za to obzrieť si ho so všetkými detailami.

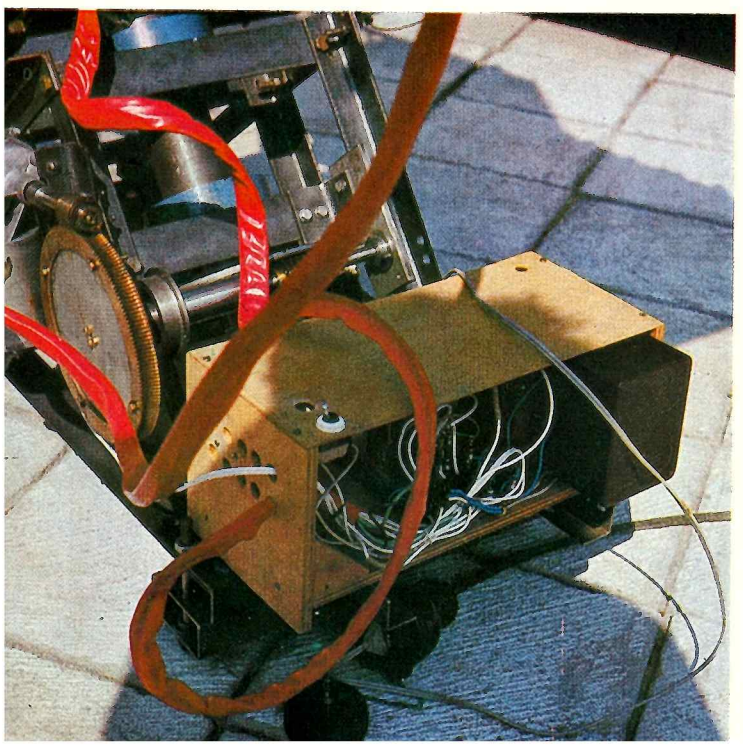
Na priehradovej paralaktickej montáži vidlicového typu sú dva Newtonove ďalekohľady s kvalitnou optikou. Ten väčší slúži na vizuálne pozorovanie alebo ako pointer pre menší ďalekohľad, na ktorý je možné upevniť fotokomoru pre fotografovanie v primárnom ohnisku.

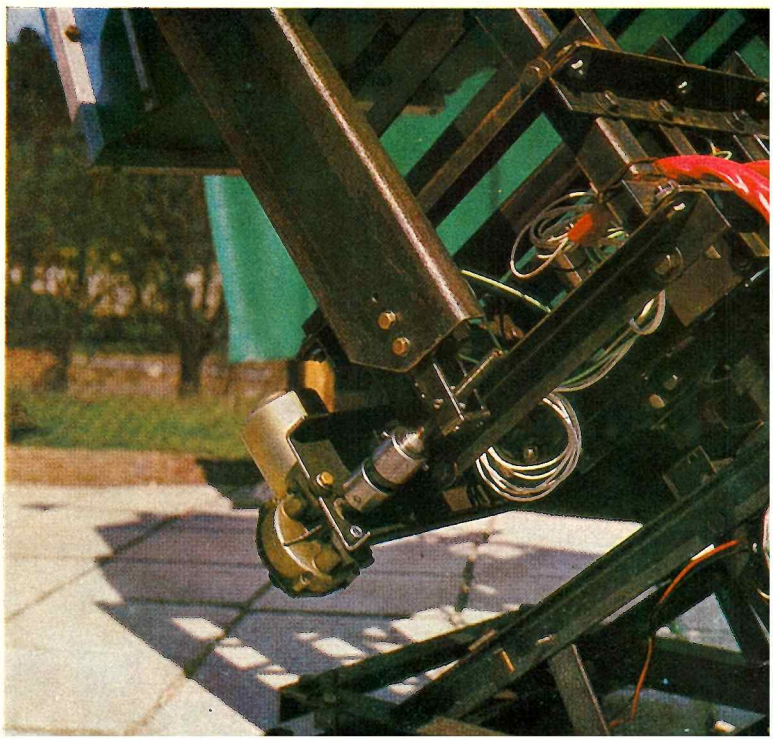
Na detaile vidlicovej montáže (snímka vpravo hore) vidno všetky pohony ďalekohľadu: v strede je hlavný pohon polárnej osi, vpravo jemný korekčný pohon polárnej osi a vľavo je zariadenie pre jemný pohyb v deklinácii.

Ovládacia testatúra (ktorú drží v rukách sestra Jana Soldána) slúži na reguláciu chodu hlavného pohonu a na obojsmerné ovládanie jemných pohybov ďalekohľadu.

Na detailných snímkach dolu vidíme vľavo hlavný pohon polárnej osi; v skrinke je usmerňovač, stabilizátor a regulátor napätia pre motor hlavného pohonu. Na snímke vpravo je detail zariadenia pre jemný pohyb v deklinácii.

Jan Soldán v sprievodnom liste píše, že svojím ďalekohľadom začal pozorovať vlani 1. mája, takže zatiaľ nám poslal iba prvú skúšobnú (a veľmi peknú) snímku Mesiaca. Po čase iste bude zaujímavých pozorovaní viac a radi ich uverejníme v Kozmose.





Napíšte o svojom ďalekohľade!

Dalekohled, který vidíte na snímcích, mám na zahradě na upravené ploše o rozměru 4×4 metry. Umístěn je v malém domečku, který se při pozorování odsouvá stranou. Tento domeček není ještě dokončen, ale bude se pohybovat po dvou profilech průřezu T.

OPTIKA

Větší parabolické zrcadlo má Ø 305 mm, f = 1800 mm a hmotnost 9 kg. Disk je plný kotouč s tloušťkou 50 mm. Toto zrcadlo mi zhotovil pan Vaigl z Valašského Meziříčí, o jehož dovednosti jste psali v Kozmosu 4/77. Zrcadlo je uloženo v kovové podložce na kotoučích z kůže. Protože podložka je většího průměru (Ø 315 mm), je zrcadlo po obvodě utěsněno opět kůží. Vypadnutí zrcadla z podložky pak brání kovový kroužek o vnitřním průměru Ø 300 mm. Aby nedocházelo k dotyku zrcadla s kovem, je kroužek opět potažen kůží. Tímto utěsněním pak nedochází k deformacím optické plochy. Druhé parabolické zrcadlo má Ø 240 mm, f = 1435 mm a je uloženo stejným způsobem. Toto zrcadlo zhotovil ing. Gajdůšek. Obě zrcadla jsou použita v Newtonově uspořádání spolu s eliptickými rovinnými zrcátky. Pomocné zrcadlo je uloženo běžným způsobem.

MONTÁŽ

Dalekohledy jsou umístěny nad sebou, na paralaktické vidlicové montáži. Montáž je celokovová, jejíž jednotlivé části jsou spojeny šrouby. Na montáži není ani jeden svarový spoj. **Vidlice** je zhotovena z ocelových úhelníků 30/30/2 a 45/45/5. Jako výztuhy je použito páskové oceli 20/5 mm. Díly jsou spojeny celkem 180 šrouby M8. K vidlici je přišroubována deklinační osa, jejíž pouzdro má vyfrézovanou rovinnou dosedací plošku. Deklinační osa je uchycena celkem čtyřmi ložisky 6212. **Polární osa** je uložena ve dvou ložiscích 6212. V dolní části je připojeno šnekové kolo hlavního pohonu, ve vrchní části pak dvě ložiska 6310, na jejichž pouzdru je přišroubována vidlice. Toto pouzdro umožňuje nezávislé otáčení dalekohledu kolem polární osy. Vidlice je spojena s pákou pro jemný pohyb v rektascenzi. Podstavec polární osy je opět sešroubován z ocelových úhelníků 35/35/3 a 45/45/5, dále pak vyztoužen páskovou ocelí. Celá montáž leží na profilech 100/40/3. V těchto profilech jsou taktéž tři stavěcí šrouby.

TUBUS

Tubusy mají čtvercový průřez a jsou zhotoveny z hliníkových profilů 20/20/2, menší tubus je pak příčně vyztužen Al-profily 10/10/1.5. Tubusy jsou v místě zrcadel potaženy překližkou tloušťky 2 mm. Velkou výhodou těchto tubusů je jejich velmi malá hmotnost, v porovnání např. s tubusem z plastické hmoty. Původně jsem takový tubus sestrojil (novodur Ø 380 mm tloušťka stěny 1 mm), ale jeho hmotnost bez podložek a zrcadel byla 35 kg. Nyní je hmotnost samostatných tubusů mnohem nižší, a to 5 a 8 kg.

POHON

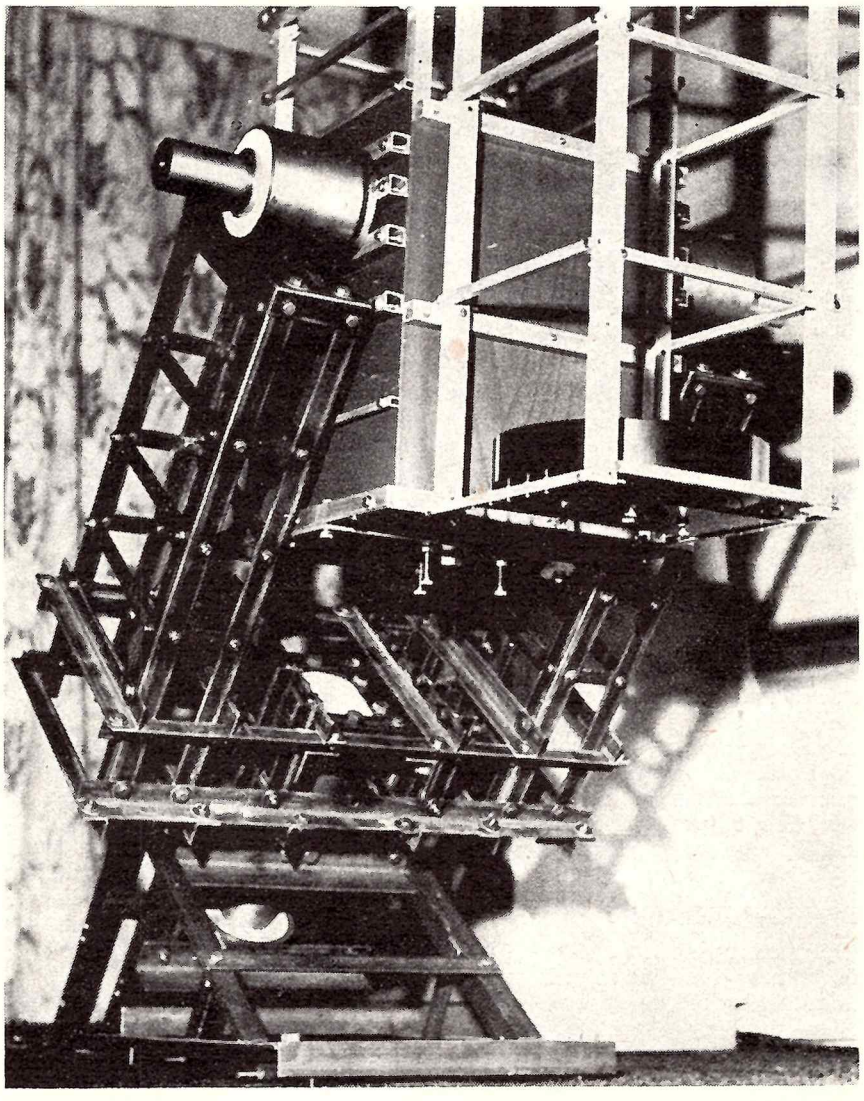
Elektrické vybavení dalekohledu zkonstruoval můj kamarád Václav Kluz. Pro hlavní pohon sestrojil usměrňovač na 24 V z transformátoru a diod KY 12, dále stabilizátor napětí a regulátor napětí s výkonovým tranzistorem TD 503. Z druhého transformátoru jsou přes usměrňovač napájeny motory pro jemný pohyb v deklinaci a rektascenzi. K pohonům jsou použity motorky k autostěračům, které se nám zatím velmi dobře osvědčili. Jsou již částečně zpřevodované. Převod na polární osu sestává z dvou šnekových kol se 116 a 180 zuby. Potřebných 14,5 ot/min se nastaví regulátorem na ovládací testatuře. Motory pro jemné pohyby jsou pevně spojeny s vidlicí a pomocí kardanových hřídelů, na kterých je vysoustružen závit, jsou spojeny s pákama příslušných jemných pohybů, jak je vidět na fotografiích.

POZOROVÁNÍ

K pozorování slouží ortoskopické okuláry Zeiss f = 16 mm a f = 25 mm. Protože se mi nepodařilo v NDR zakoupit silnější okuláry, používám pro větší zvětšení rozptylku jako Barlowovu čočku (Říše hvězd 11/78). K okulárovému výtahu je možno připojit fotoaparát Pentacon six. Chtěl bych se také pokusit fotografovat v Newtonově ohnisku s použitím uvedeného fotoaparátu, přičemž větší z dalekohledů by sloužil jako pointér.

Závěrem bych chtěl poděkovat všem, kteří mi se stavbou pomáhali — pani Vaiglovi, V. Kluzovi, dílně Katedry strojírenské technologie VUT v Brně, kde mi zhotovili všechny soustružnické práce a za cenné rady pak ing. Němčekovi.

Jan Soldán
Paskovská 19
Hrabová
720 00 Ostrava



Na tejto snímke, kde je vidlicová montáž ešte bez pohonu, dobre vidieť jej konštrukciu: ľahký a tuhý priehradový systém, zoskrutkovaný z profilov a pásnic. Na konštrukcii nie je jediný zvar; je spájaná jedine skrutkami.

Ilúzia skutočnosti

Na našej ceste po hvezdárňach zastavili sme sa v planetáriu. Na Slovensku je zatiaľ jediné, v Košiciach, v budove Technického múzea. Tomu, kto pozná planetárium pražské alebo brnenské, mohlo by to naše, košické pripadať maličké: kruhová miestnosť má priemer 8 metrov, výška stredu kupoly nad podlahou je kúsok nad dva metre (205 cm). Zmestí sa sem 40 kresiel a to stačí na jednu triedu žiakov.

HVEZDÁRNE SLOVENSKA

Ale aj v takomto maličkom (ako sa vraví, komornom) planetáriu získate pocit priestoru len čo zhasnú svetlá a klenba sa zmení na oblohu plnú hviezd (človek sa mimovoľne pozrie, či niekde neletí družica alebo meteor). Pravda, na umelej oblohe sa všetko deje zrýchleným tempom: pár sekúnd sa zmráka a už nám vychádza Mesiac, zjasňuje sa Venuša — a planéty, naprogramované tak, ako ich po tieto dni vidíme na oblohe, prechádzajú poklusom pomedzi súhvezdia.

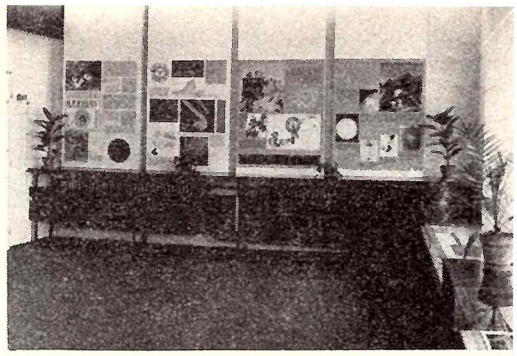
Na rozdiel od skutočnosti sa tu obloha pohybuje podľa nášho želania: môžeme si v lete urobiť prehliadku zimnej oblohy a nemusíme čakať až do rána, aby sme videli, ako súhvezdia blednú pri úsvite. Potom sme vyskúšali ďalšie možnosti košického planetária a pozreli sme si, aký je výhľad na oblohu zo všetkých končín zemegule: dívali sme sa na oblohu zo severného pólu, potom z rovníka a cestovali sme stále ďalej k našim protinožcom a dívali sa na oblohu, kde dominuje Južný kríž a nakoniec sme zastali na južnom póle, kde vysoko nad obzorom žiaria Magellanove oblaky. Cestovať sa dá aj do minulosti a pozrieť si, aký bol z našich končín výhľad na oblohu pred 13 tisíc rokmi a tak isto si môžeme ukázať, ako sa vplyvom precesie zemskej osi zmení naša hviezdna obloha v budúcnosti.

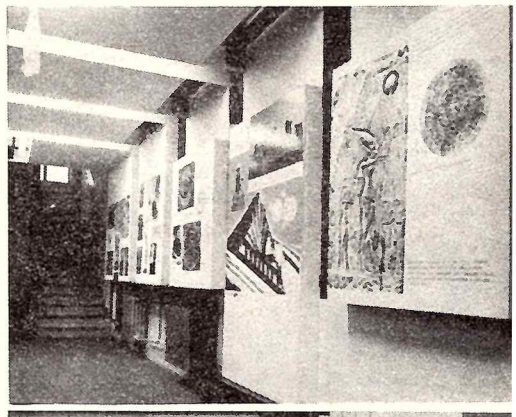
— Tento prístroj nášho planetária nám umožňuje premietať 5 tisíc hviezd; jedna projekčná hlava slúži na premietanie severnej, druhá južnej oblohy, — vysvetľuje Jana Belešová, prom. fyz., vedúca planetária. Predtým sme mali prístroj len s jednou hlavou, takže sa dala robiť iba prehliadka severnej oblohy. Nový prístroj nášho planetária, ZKP—2 nám inštalovali v júni minulého roku. Nový máme aj projektor slnečnej sústavy. Dráha planét je tu naprogramovaná na niekoľko rokov dopredu: tým, že na patričný dátum nastavíme Slnko, máme správne nastavený na príslušný deň aj pohyb planét. Obe zariadenia sú vyrobené v NDR, v podniku Zeiss Jena, ktorý je jediným dodávateľom planetárií v rámci RVHP.

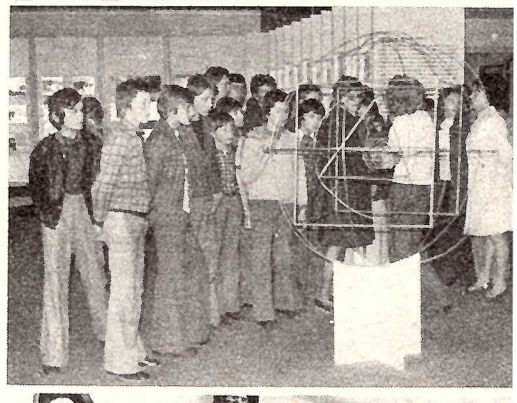
Okrem hlavného prístroja a projektora slnečnej sústavy používame pri našich programoch aj diaprojektor, aby sme mohli súbežne premietať aj doplňujúce obrazy: keď robíme prehliadku oblohy a ukazujeme, kde ležia zaujímavé objekty, môžeme súčasne premietnuť, ako vyzerajú v detailnom pohľade, cez veľký ďalekohľad. Najmenším návštevníkom zas cez diaprojektor premietame astronomické rozprávky, napríklad o Mesiačku, ktorý si stále musel dávať šiť nové šaty, lebo raz bol uzučký a potom zas okrúhly... Väčším deťom, ktoré už vedia, že Mesiac býva v rôznych fázach, možno už vysvetliť podstatu tohto úkazu — a v planetáriu sa to dá podať názorne a zaujímavo.

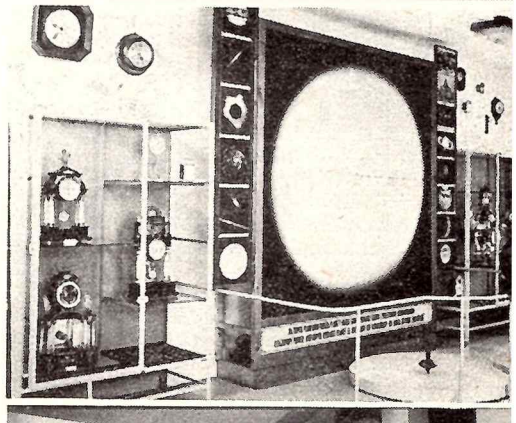
Možností, ako využiť techniku planetária, je množstvo a určite je ešte čo objavovať. Planetárium — to už dávno nie je len prechádzka po oblohe spojená s náučným výkladom, ale program, starostlivo vypracovaný vopred tak, aby bol názorný a pôsobivý.

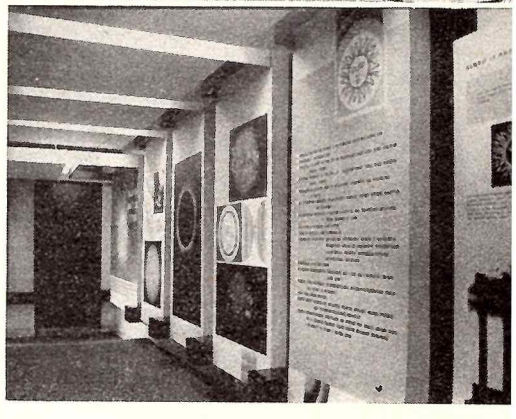
— Dnes už máme vypracované programy pre jednotlivé vekové a záujmové skupiny návštevníkov, — hovorí s. Belešová, — pre najmenších astronomické rozprávky, žiackym návštevám dávame programy, ktoré názorne a zaujímavo podávajú príslušnú partiu učiva (slnečná sústava, striedanie ročných období, deň a noc), osobitný program máme pre vysokoškolákov alebo pre ateistické krúžky (ktorých iba v Košiciach je už 15). Avšak na rozdiel od kina, kde film beží na všetkých predstaveniach úplne rovnako, v malom komornom planetáriu je možnosť kontaktu s návštevníkmi; keď sa vytvorí



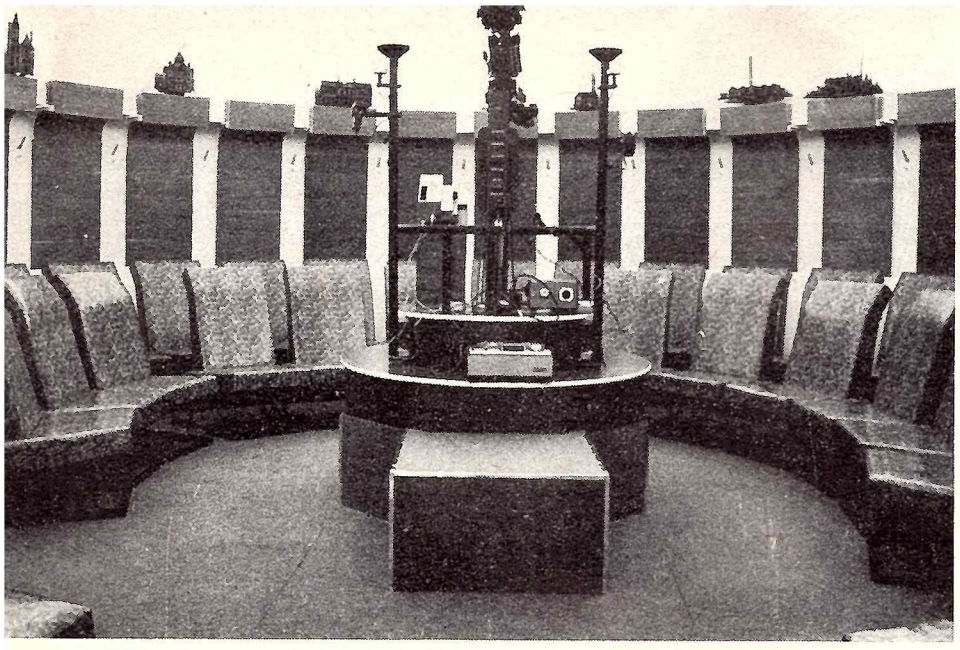




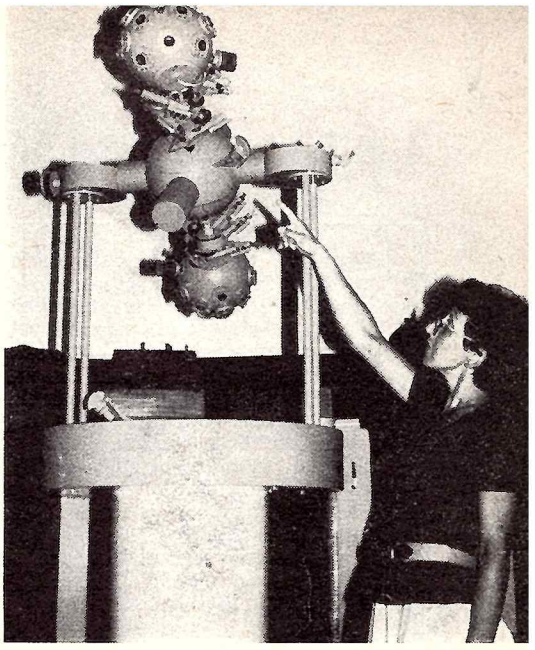




Stála astronomická výstava vo vstupnej hale košického planetária.
Foto: J. Polák



Pôvodný prístroj planetária, ktorý mal len jednu projekčnú hlavu.



Nový prístroj košického planetária ZKP-2 má dve projekčné hlavy; jedna slúži na premietanie severnej, druhá južnej oblohy. Každá hlava má 32 päťuholníkových otvorov. Prístroj ZKP-2 je výrobkom podniku Zeiss, NDR, stojí 865 tisíc Kčs a kupola planetária zhruba 250 tisíc Kčs (tú však v Košiciach nemajú z dovozu, ale dali si ju vyrobiť na zakázku).

Projektor slnečnej sústavy.

Snímky: G. Krajčovičová

atmosféra natoľko bezprostredná, že otázky z pléna ovplyvnia smer i spôsob výkladu, určite je to najkrajší zážitok.

Košické planetárium je pomerne mladé, vybudovali ho pred ôsmimi rokmi (prevádzka začala 4. 12. 1975). Počet návštevníkov sa stále zvyšuje. Ročne sem prichádza do 25 tisíc ľudí. A pretože možnosti, ktoré poskytuje planetárium pre názorné vyučovanie, doceňujú najmä učitelia, väčšinu návštev tvoria školy. Najväčší nával je začiatkom školského roka, v septembri a októbri, keď sa v štvrtých a piatych triedach základných škôl preberá slnečná sústava a pohyby Zeme. — Sú to partie, ktoré sa v planetáriu dajú veľmi krásne podať. Napriek tomu chcela by som učiteľov poprosiť, aby pri preberaní tejto látky nespoliehali len na planetárium, — pokračuje s. Belešová. — Žiaci získajú návštevou planetária nepomerne viac, keď sa látka najprv vysvetlí v škole: naše programy nie sú zatiaľ stavané tak, aby si žiak stihol všetky súvislosti ozrejmiť a zároveň zapamätať na prvé počutie. Možno by bolo ideálne, keby sa látka mohla aj vysvetliť, aj zopakovať v planetáriu — zakaždým pri ináč zostavenom programe, lenže na to zatiaľ naša kapacita nestačí.

Dostávame sa k otázke tvorby nových programov. Žiadalo by sa, aby boli na profesionálnej úrovni aj čo do spôsobu podania — a pritom správne z hľadiska didaktického. A samozrejme, poznatky z astronómie mali by byť aktualizované o najnovšie objavy. Mali by mať bohatý obrazový materiál (ktorý treba vyhľadať, prefotografovať či nakresliť) a komentár by mal byť citlivo zladený s ozvučením. Je to práca, ktorú v plnom rozsahu sotva môžu zvládnuť tri pracovníčky planetária.

— Kým sa aj u nás nájdu autori programov pre planetáriá (resp. skupiny, pretože túto prácu sotva zvládne jednotlivec) vypomáha nám najmä pražské a brnenské planetárium (práve teraz prekladáme text astronomickej rozprávky o Perzeovi), — hovorí s. Belešová. Oblasť tvorby programov pre planetáriá zatiaľ u nás nemá autorské zázemie — avšak nepochybne, našli by sa ľudia, ktorí by sa pustili do tejto práce: je náročná, ale krásna a nesmierne užitočná.

Na otázku, čo je vlastne planetárium, dalo by sa odpovedať viacerými spôsobmi. Je to špecializovaná učebňa pre názorné vyučovanie astronómie, akej by Komenský zatlieskal. Miesto pre astronomické rozprávky i spontánne diskusie. Účinný prostriedok výchovy k vedeckému svetonázoru i scéna pre náročnú literatúru faktu. Je to miesto, kam sa chodí za náročnou zábavou i za novými informáciami. Ak do oblasti kultúry zahŕňame aj potrebu vzdelávania, potom planetárium má v modernej kultúre veľké opodstatnenie.

Vyučovanie astronómie v Juhoslávii

Význam poznatkov z astronómie jednak pre rozvíjanie exaktných vedomostí, jednak pre upevňovanie základov vedeckého svetového názoru je natoľko zrejmý, že v socialistických krajinách sa čoraz usilovnejšie hľadajú cesty k tomu, aby sa astronomické disciplíny stali fixnou súčasťou učebných osnov a bežného vyučovania už na nižších stupňoch vzdelávacej sústavy. Vychádza sa pritom i zo skutočnosti, že mnohé tradične vyučované prírodovedné predmety — matematika, fyzika atď. — sú pre žiakov oveľa príťažlivejšie práve svojou aplikáciou v astronomických predmetoch, vyučovaných takisto samostatne.

Aby sme si mohli urobiť komplexnejší obraz o tom, akým smerom sa uberá organizácia vyučovania s prihliadnutím na astronomické predmety už na základných a stredných školách, budeme publikovať prehľadné materiály tohto druhu postupne zo všetkých socialistických štátov. V tomto čísle Kozmosu uverejňujeme stručný výťah z obsiahleho materiálu, ktorý nám o organizácii školskej výuky v SFRJ zaslala DR. SOFIA SADŽAKOV z Belehradu.

V Juhoslávii má každá zo šiestich zväzových republík vlastný systém vyučovania, čiastočne sa odlišujúci od systému v iných republikách. Odlišnosti sú aj vo vyučovaní astronómie, a to dokonca i v rámci niektorých zväzových republík. Pravdaže, vo všetkých podstatných otázkach výchovy, vzdelávania a cieľov výuky sa všade opierajú o spoločne prijaté zásady a princípy.

V Srbsku sa astronómia učí vo 4. ročníku stredných škôl s matematickou špecializáciou, na stredných školách s prírodovednou špecializáciou v autonómnom kraji Vojvodina už v 3. ročníku ako samostatný predmet. V Chorvátsku vyučujú základy astronómie v rámci zemepisu a na hodinách fyziky, kde sa v prvých dvoch ročníkoch strednej školy stretnú žiaci s tromi astronomickými témami: ďalekohľad, astronomické metódy merania rýchlosti svetla, jadrové procesy na Slnku. Okrem toho na stredných odborných školách si žiaci môžu zvoliť program Vybrané kapitoly z astronómie a astrofyziky, ktorý obsahuje 21 tém a na jeho zvládnutie je naplánovaných 140 vyučovacích hodín (2 hodiny týždenne). No i žiaci, ktorí si spomedzi voliteľných predmetov vyberú fyziku alebo geografiu, stretnú sa tiež s niektorými témami z astronómie. Napríklad do programu fyziky je zaradená téma Vesmír.

Na všeobecných stredných školách sa žiaci posledných dvoch ročníkov môžu takisto rozhodnúť pre astronómiu a zvoliť si spomedzi voliteľných predmetov Vybrané kapitoly z astronómie a astrofyziky. Osnovy sú tie isté, ako v prvých dvoch ročníkoch odborných škôl, ale v záujme prehĺbenia výuky sa ráta s väčším počtom vyučovacích hodín — až do 210.

Kvôli predstave o rozsahu a náplni vyučovania v rámci predmetu Vybrané kapitoly z astronómie a astrofyziky uvádzame aspoň skrátene obsah 21 tematických okruhov, z ktorých sa skladá:

1. Astronómia ako exaktná veda.

Astronomické poznatky v boji proti zaostalosti, mystike a nevedeckým ideológiám. Dôkazy o guľatosti Zeme (Eratostenove merania obvodu Zeme), heliocentrická sústava a jej význam (G. Galilei, G. Bruno).

2. Poznávanie hviezdnej oblohy.

Orientácia na oblohe, cirkumpolárne súhvezdia, zvieratníkové súhvezdia, Mliečna cesta. Astronomické súradnicové sústavy. Praktické pozorovania pomocou mapy oblohy.

3. Miesto Zeme vo vesmíre.

Vzdialenosť Slnka od Zeme. Vzdialenosti hviezd (meranie paralaxy, svetelný rok a parsek ako jednotky vzdialeností v astronómii). Tvar a rozmery Galaxie. Poloha Slnka v Galaxii. Vzdialenosť od iných galaxií.

4. Pohyby nebeských telies.

Denný pohyb oblohy a ročný pohyb Slnka ako prejav rotácie a obehu Zeme. Kulminácia nebeských telies. Sklon roviny rovníka k rovine ekliptiky a ročné obdobia. Zimný a letný slnovrat, rovnodennosť. Precesia zemskej osi. Tému možno rozšíriť aj o vysvetlenie náväzných pojmov: stredný slnečný deň, hviezdny deň, časové zóny a dátumová hranica. Tropický rok, sidenický rok. Kalendár.

5. Keplerove zákony, Newtonov gravitačný zákon.

Dráha Zeme, veľká a malá poloos. Prvá a druhá kozmická rýchlosť. Dráhy planét a prehľad ich stredných vzdialeností od Slnka. Určenie hmotnosti Slnka zo zrýchľovania pohybu planét. Tretia kozmická rýchlosť. Mesiace planét. Dynamika sústav dvojhviezd, vzťah medzi hmotnosťou hviezd a ich strednou vzdialenosťou od ťažiska sústavy.

6. Mesiac.

Pohyb okolo Zeme, synodický-sidenický mesiac, zatmenie Slnka a Mesiaca. Základné údaje o Mesiaci a jeho výskume — priamom i nepriamom, mesačné sondy a pilotované lety.

7. Planéty podobné Zemi.

Základné údaje o Merkúre, Venuši, Zemi a Marse, výnimočnosť zemskej atmosféry a hydrosféry.

8. Planéty Jupiterovej skupiny.

Základné fyzikálne a astronomické údaje, oblačné pokrývky a zloženie atmosfér, výskum rádioteleskopmi a kozmickými sondami. Saturnov prstenec a mesiace planét Jupiterovej skupiny.

9. Meteory, kométy.

Sporadické meteory, meteorické roje, radianty. Radarové pozorovania meteorov. Kométy, dráhy komét.

10. Slnko.

Javy na povrchu Slnka — škvrny, protuberancie, granule, fakule. Vplyv Slnka na Zem.

11. Zemská ionosféra a magnetosféra.

Troposféra, stratosféra, ionosféra, exosféra, ozónová vrstva. Význam ionosféry pre rádiové spojenie. Polárna žiara. Magnetosféra, slnečný vietor, výskum pomocou kozmonautiky.

12. Astronomické prístroje.

Optické ďalekohľady, rádioteleskopy, rádiointerferometria.

13. Fotometria.

Základné fotometrické veličiny a ich meranie. Zdanlivé a absolútne hviezdne veľkosti.

14. Slnko ako zdroj energie.

Prenos energie žiarením. Spektrum Slnka, slnečná konštanta. Stefan-Boltzmannov zákon.

15. Spektrálna analýza.

Základné princípy, emisné a absorpčné spektrá; použitie spektrálnej analýzy na určenie chemického zloženia hviezd. Objav hélia na Slnku. Rozdelenie prvkov vo vesmíre. Typ spektra a teplota povrchu hviezdy. Wienov zákon.

16. Dopplerov jav.

Nerelativistické a relativistické dôsledky Dopplerovho javu. Radiálne rýchlosti hviezd. Spektroskopické dvojhviezdy. Rotácia planét. Rotácia hviezd. Cefeidy. Radiálne rýchlosti galaxií. Expanzia vesmíru.

17. Hviezdy.

Hertzsprungov-Russellov diagram. Rozmery, hustota hviezd, hydrostatická rovnováha. Typy hviezd — obri, nadobri, trpaslíci, pulzary, premenné hviezdy.

18. Jadrová fúzia ako zdroj energie hviezd.

Protón-protónový cyklus, uhlík-dusíkový cyklus. Energia jadrových väzieb, hmotnostný defekt. Jadrové procesy na Slnku.

19. Vznik a vývoj hviezd.

Vlastnosti medzihviezdnej hmoty. Fyzikálne vlastnosti hviezdy v závislosti na jej hmotnosti. Teplota v jadre — zapálenie termojadernej reakcie. Vývoj hviezd v H—R diagrame.

20. Mliečna cesta — Galaxia.

Špirálová štruktúra, disk, zoskupenia hviezd (asociácie, hviezdokopy). Medzihviezdny vodík a prach. Symbiotické hviezdy, planetárne hmloviny, niektoré typy premenných hviezd, zvyšky po novách a supernovách. Kozmické žiarenie.

21. Mimogalaktické sústavy, teórie vzniku vesmíru.

Kopy galaxií, miestna skupina galaxií. Rádiové galaxie a kvazary. Expanzia vesmíru. Teórie o vzniku vesmíru. Stacionárny, expandujúci, pulzujúci vesmír. Alfvénova teória o hmote a antihmote.

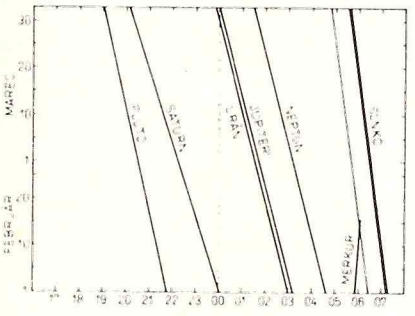
DUŠAN KALMANČOK

POZORUJTE S NAMI

VOĽNÝM OKOM
ĎALEKOHĽADOM
FOTOAPARÁTOM

Planéty

Merkúr je počas oboch mesiacov na rannej oblohe. 8. II. bude v najväčšej západnej elongácii (26° od Slnka). Planéta sa dosť ťažko nájde nízko nad juhovýchodným obzorom (pozri obr. č. 1) asi 45 minút



pred východom Slnka. Merkúr sa rýchlo približuje k Slnku a 12. III. bude s ním v hornej konjunkcii. V období viditeľnosti planéty je jej jasnosť $+0{,}3^m$.

10. II. prejde neďaleko Merkúra aj Mesiac, ktorý je práve tri dni pred novom. Jeho poloha v to ráno je vyznačená na obrázku.

Venuša je vo februári a v marci na večernej oblohe veľmi blízko Slnka, takže zo začiatku je nepozorovateľná. Pomaly sa však od neho vzďaľuje a koncom marca už ju môžeme večer, krátko po západe Slnka uvidieť ako Večernicu.

Mars je taktiež nepozrovateľný, je na večernej oblohe pri Slnku, ale podmienky na jeho pozorovanie sa nezlepšia až do októbra, kedy prejde na rannú oblohu.

Jupiter je počas oboch mesiacov na rannej oblohe, vychádza až po polnoci. Jeho jasnosť sa postupne zvyšuje z $-1{,}5^m$ na $-1{,}8^m$, takže okrem Mesiaca je najjasnejším objektom na rannej oblohe.

Saturn sa nachádza asi 30° západne od Jupitera a vychádza o 3 hodiny skôr ako Jupiter. Koncom marca už bude na oblohe temer po celú noc a bude žiariť ako hviezda $+0{,}6^m$.

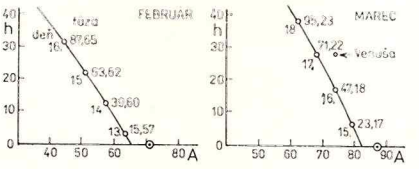
Urán sa blíži do konjunkcie s Jupiterom a preto sa nachádza neďaleko od neho. Veľmi ľahko ho nájdeme necelý stupeň západne od Jupitera ako hviezdu $+5{,}8^m$.

Neptún vychádza až nad ránom, ako prvá planéta po Merkúrovi. Jeho jasnosť je $+7{,}8^m$, ale podmienky na jeho pozorovanie sa stále zlepšujú, lebo uhlová vzdialenosť planéty od Slnka stále rastie. Koncom marca už vychádza hodinu a pol po polnoci.

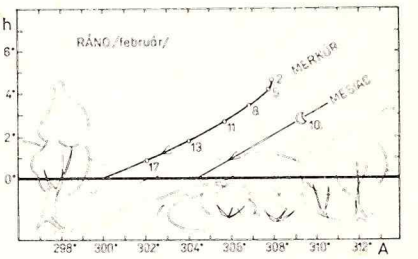
Pluto je na oblohe temer po celú noc. Jeho jasnosť je však len $+14{,}2^m$, takže je pre väčšinu amatérskych ďalekohľadov temer nedostupný.

Mesiac

Vo februári i v marci sú pomerne dobré podmienky na pozorovanie Mesiaca krátko po nove. Jeho poloha počas jednotlivých dní je vyznačená na obr. č. 2 (fáza je vek Mesiaca v hodinách). V marci už bude viditeľná i Venuša a 17. III. sa bude nachádzať asi 7° od Mesiaca západným smerom. Mesiac je vtedy už 3 dni starý a jeho kosáčik je dosť výrazný, takže s Venušou bude vytvárať na oblohe peknú dvojicu.

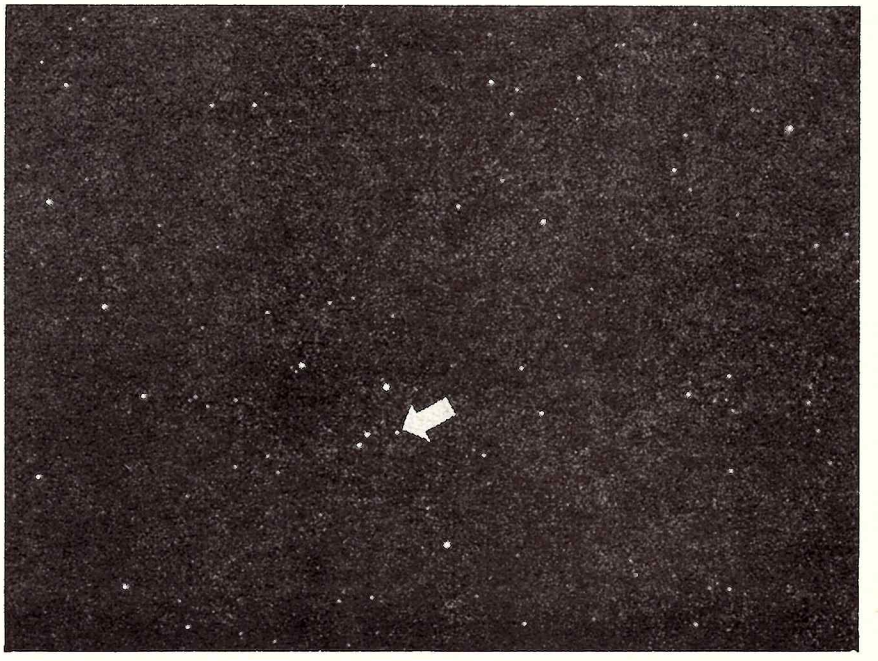


Poloha Mesiaca na obrázkoch je udaná pre čas západu Slnka. Ak by sme chceli fotografovať tento úkaz, musíme asi 45 minút až hodinu počkať, kedy bude obloha dostatočne tmavá. Najlepšie urobíme, ak použijeme diapozitívny film citlivosti 18°DIN a objektív so zorným poľom okolo 15° (ohnisko asi 300 mm). Expozíciu zmeriame expozimetrom, alebo odhadneme zhruba okolo 1 až 2 sekúnd. Musíme preto použiť pevný statív.



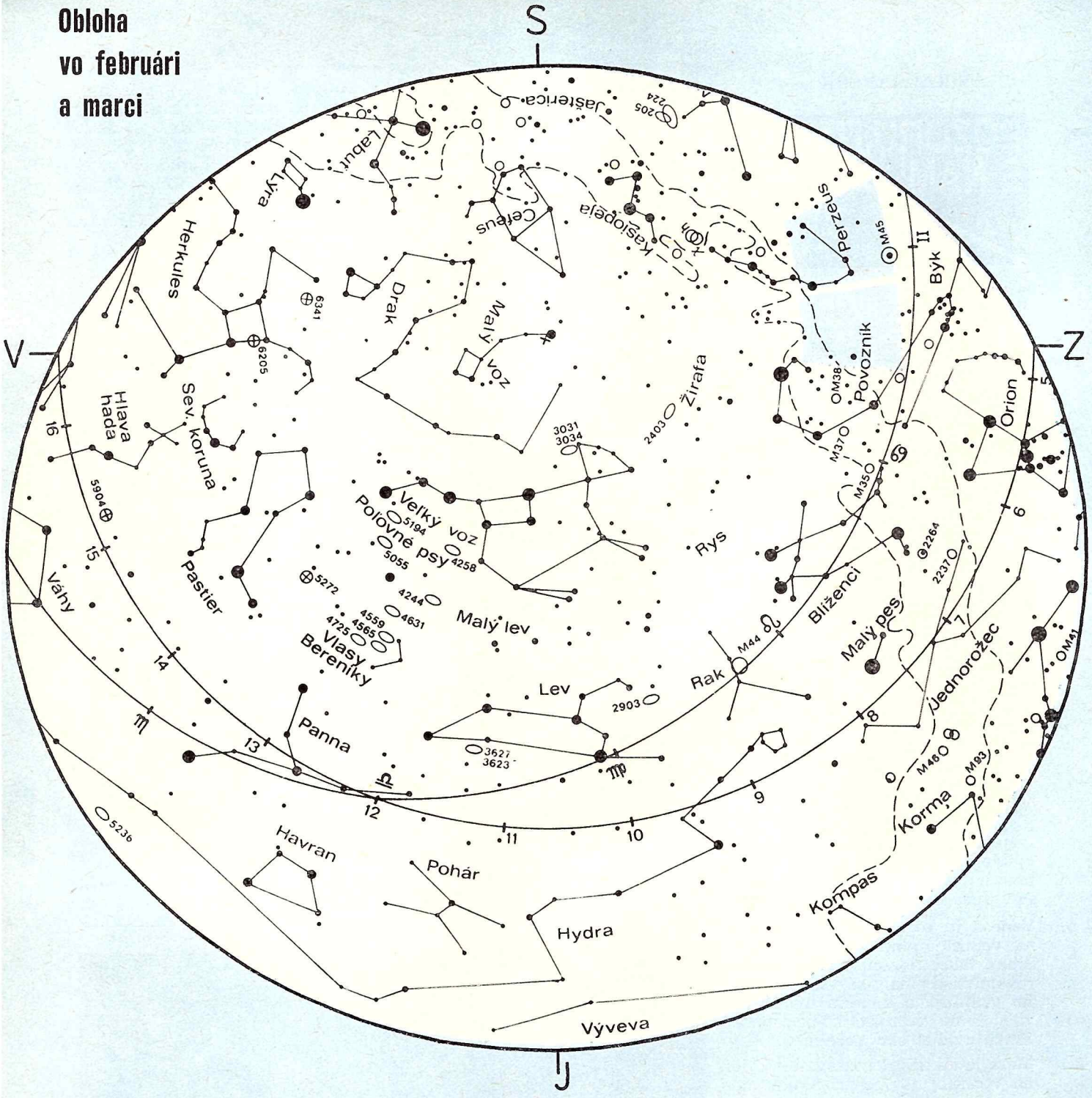
Na obrázku sú znázornené východy planét počas februára a marca. Hrubá čiara vpravo je východ Slnka, tenšia asi 45 minút vľavo označuje čas, kedy sa už dajú niektoré planéty pozorovať.

8. 2. o 21 h 12 min: Merkúr v najväčšej západnej elongácii od Slnka (26°).
13. 2. o 08 h 36 min: Saturn v zastávke
6. 3. o 03 h 42 min: Jupiter 1° južne od Mesiaca
14. 3. o 13 h 48 min: Urán v zastávke
26. 3. o 12 h 18 min: Merkúr v hornej konjunkcii so Slnkom
28. 3. o 02 h 12 min: Jupiter v zastávke.



Urán v súhvezdí Škorpióna dňa 20. 5. 1982 o 24. hod. Expozícia 10 minút cez objektív INDUSTRIAL 1:3,5/105 mm na film ORWO NP 27. Spracované vo vývojke ORWO A 49. Foto: Milan Kamenický

Obloha vo februári a marci



VÝCHODY A ZÁPADY SLNKA

deň	východ h	východ m	západ h	západ m
4. 2.	7	09	16	45
8. 2.	7	03	16	52
12. 2.	6	57	16	58
16. 2.	6	50	17	05
20. 2.	6	43	17	11
24. 2.	6	36	17	18
28. 2.	6	28	17	24
4. 3.	6	20	17	30
8. 3.	6	12	17	37
12. 3.	6	04	17	43
16. 3.	5	56	17	49
20. 3.	5	47	17	55
24. 3.	5	39	18	01
28. 3.	5	31	18	07

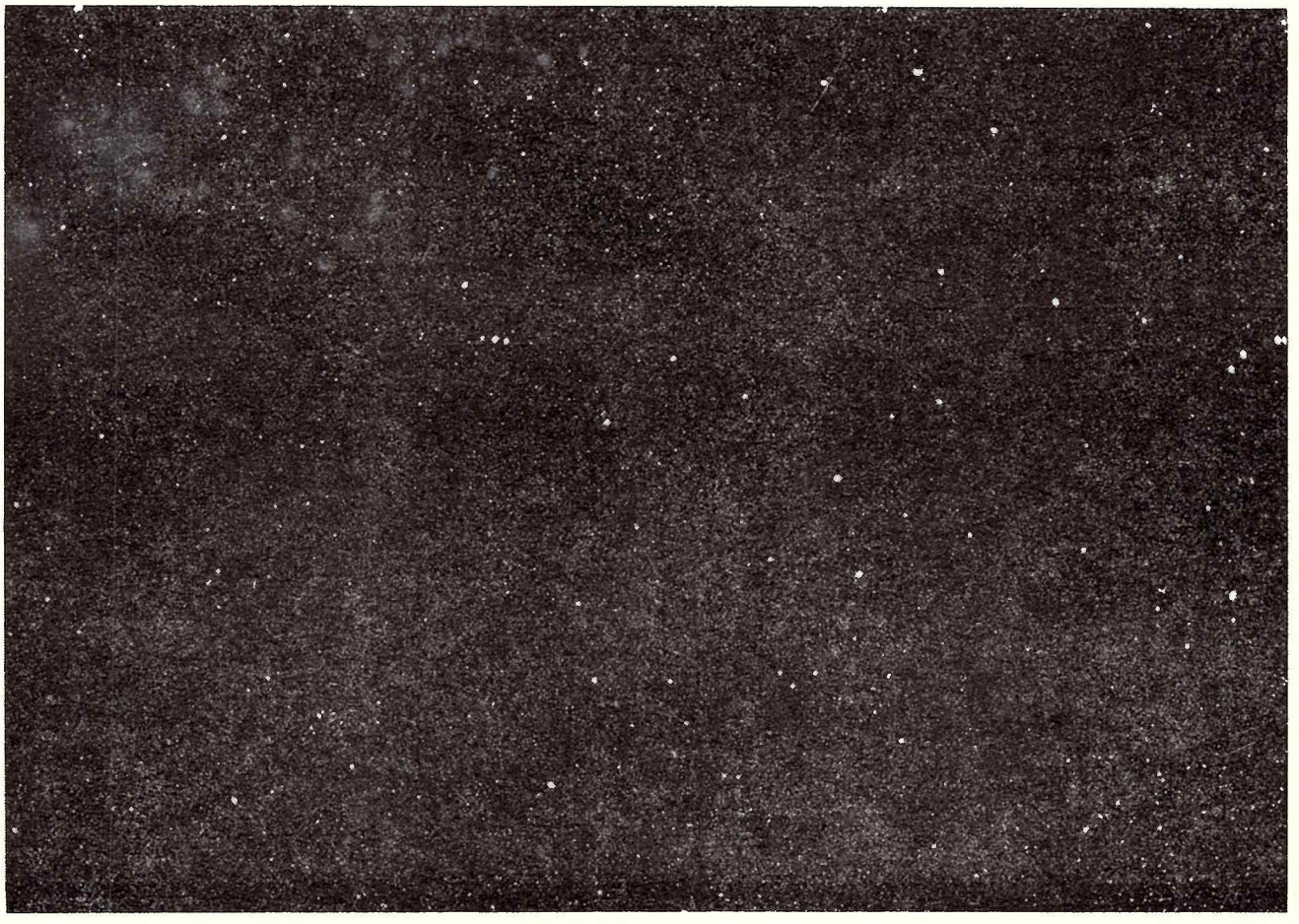
Údaje sú v SEČ a platia pre stredné Slovensko (1^h17^m, 48°40′)

MESAČNÉ FÁZY

deň	h	m	fáza
4. 2.	20	18	III
13. 2.	1	33	nov
20. 2.	18	33	I
27. 2.	9	59	spln
6. 3.	14	17	III
14. 3.	18	44	nov
22. 3.	3	26	I
28. 3.	20	28	spln

VÝCHODY A ZÁPADY MESIACA

deň	východ h	východ m	západ h	západ m
4. 2.	—	—	10	34
8. 2.	4	08	12	34
12. 2.	7	04	16	14
16. 2.	8	38	20	41
20. 2.	10	07	0	14
24. 2.	13	25	4	55
28. 2.	18	49	7	25
4. 3.	23	48	8	57
8. 3.	2	59	11	14
12. 3.	5	36	15	08
16. 3.	7	03	19	42
20. 3.	8	40	—	—
24. 3.	12	20	3	39
28. 3.	17	41	5	49



Snímky zhotovené z originálnych platní fotografického atlasu Skalnaté Pleso (ktoré exponovali v rokoch 1947–1949 Mrkos a Pajdušáková) zachytávajú tú časť oblohy, ktorá je na mapke označená modrou farbou. Najvýraznejším objektom na hornej snímke sú Plejády. Horná šípka smeruje na otvorenú hviezdokopu NGC 1342, dolná ukazuje polohu plynnej hmloviny NGC 1499 — California. Najjasnejšia hviezda v strede dolu je ζ Persei, nad ňou σ Per. Vľavo hore je známa zákrytová premenná Algol (β Per). Dolná snímka zachytáva oblasť rozsiahlych temných hmlovín v súhvezdí Býka (pravá polovica snímky) a Povozníka. Jasná hviezda v strede dolu je ι Aurigae, naľavo od nej ω Aurigae. Vpravo v dolnej tretine je τ Tauri. V pravom dolnom rohu je časť rozsiahlej otvorenej hviezdokopy NGC 1746.

Časopis	Počet výtl.	Dátum	Kat. číslo 92982
KOZMOS			

Meno a priezvisko: .....

.....

ulica .....

číslo ..... posch. ..... č. bytu .....

miesto PSČ .....

....

dátum podpis

Objednávku vložte do obálky s adresou:

Vydavateľstvo Obzor, n. p.,
ul. Čs. armády 35
815 85 Bratislava

PREDNÁ STRANA OBÁLKY

Košické planetárium — zatiaľ jediné na Slovensku. Iba farebná snímka môže zachytiť dojem, ktorý má návštevník planetária, keď zhasnú svetlá a začína putovanie hviezd po umelej oblohe. Ročne prichádza do košického planetária vyše 24 tisíc návštevníkov. Využívajú ho najmä školy ako nenahraditeľnú učebnú pomôcku pre vyučovanie základov astronómie, ktoré je v osnovách prírodovedy (už na základných školách) a fyziky (na stredných školách). Onedlho sa ukončí stavba ďalších dvoch planetárií na Slovensku, a to v Prešove (v novom areále Krajskej hvezdárne) a v Hurbanove. Avšak ani tento počet planetárií zďaleka nebude stačiť požiadavkám názorného vyučovania a svetonázorovej výchovy: ak to porovnáme s NDR, kde majú 32 planetárií (a stavajú ďalšie), potom sotva môžeme byť so súčasným stavom spokojní.

Foto: GABRIELA KRAJČOVIČOVÁ

ZADNÁ STRANA OBÁLKY

Z amatérskych snímok Josefa Vnučku, ktorý nám predstavil svoju pozorovateľňu a ďalekohľad v Kozmose č. 4/1982, vybrali sme objekty, ktoré dobre pozná každý astronóm-amatér. Orion je snímkovaný cez objektív 1,8/50 pri expozícii 5 minút. Veľká hmlovina v Orióne sa veľmi pekne vykreslila počas 40 minútovej expozície. Snímka je urobená cez ďalekohľad so zrkadlom o priemere 200 mm a s ohniskovou vzdialenosťou f = 800 mm. Na dolnom zábere vidíme centrálnu časť súhvezdia Býka s otvorenou hviezdokopou Hyády. Medzi stromami prebleskujú aj Plejády. Všetky diapozitívy sú na kinofilme.

KOZMOS — populárno-vedecký astronomický dvojmesačník
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), Gabriela Krajčovičová, grafická úprava Milan Lackovič. Redakčná rada: RNDr. Anton Hajduk, CSc. (predseda), Ivan Molnár, prom. fyz. (podpredseda), RNDr. Elemír Csere, PhDr. Ján Dubnička, CSc., Dušan Kalmančok, Ing. Štefan Knoška, CSc., PhDr. Štefan Kopčan, JUDr. Štefan Kupča, Štefánia Lenzová, prom. ped., RNDr. Bohuslav Lukáč, Ján Mackovič, RNDr. Daniel Očenáš, RNDr. Matej Škorvanek, CSc., RNDr. Juraj Zverko, CSc. Príspevky posielajte na adresu: Redakcia Kozmos, Hanulova 11, 841 01 Bratislava. Telefón do redakcie: 321-800. Neobjednané rukopisy sa nevracajú. Tlačia: Tlačiarne SNP, n. p., Martin. Vychádza 6-krát do roka, v každom nepárnom mesiaci. Cena jedného čísla 4,— Kčs, ročné predplatné 24,— Kčs. Rozširuje, objednávky a predplatné prijíma PNS — ÚED, Bratislava, každá pošta a doručovateľ. Objednávky do zahraničia vybavuje PNS — Ústredná expedícia a dovoz tlače, Gottwaldovo nám. č. 6, 813 81 Bratislava. Číslo zadané do tlače 5. 10. 1982.
Index. číslo 46257 Reg. SÚTI 9/8

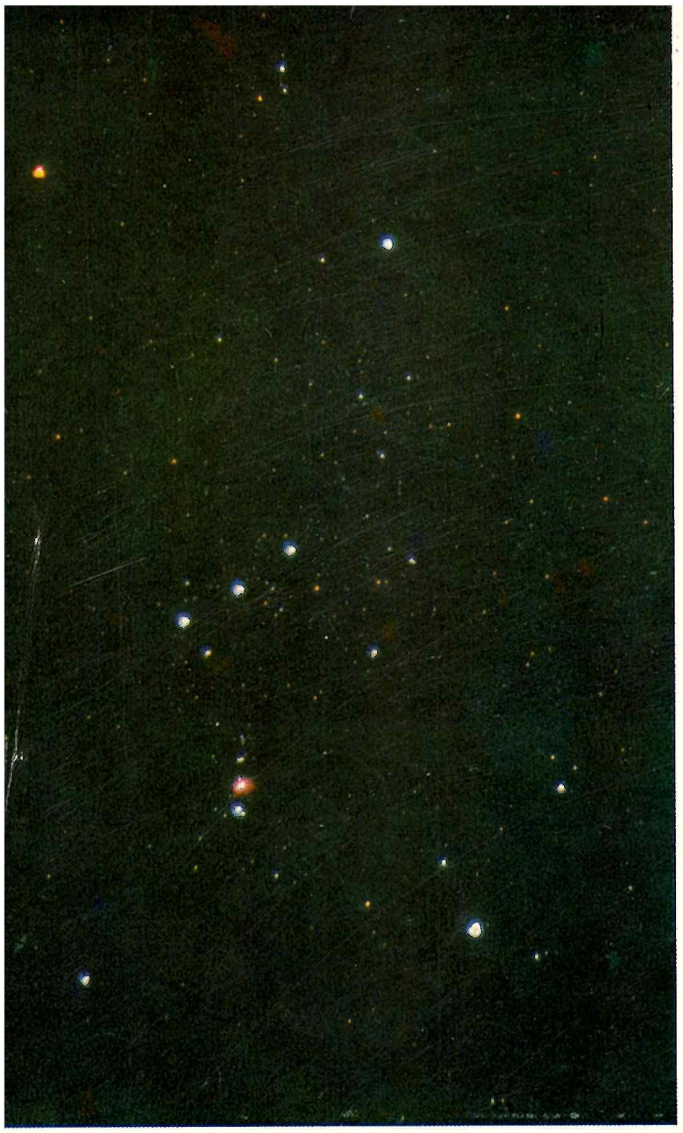
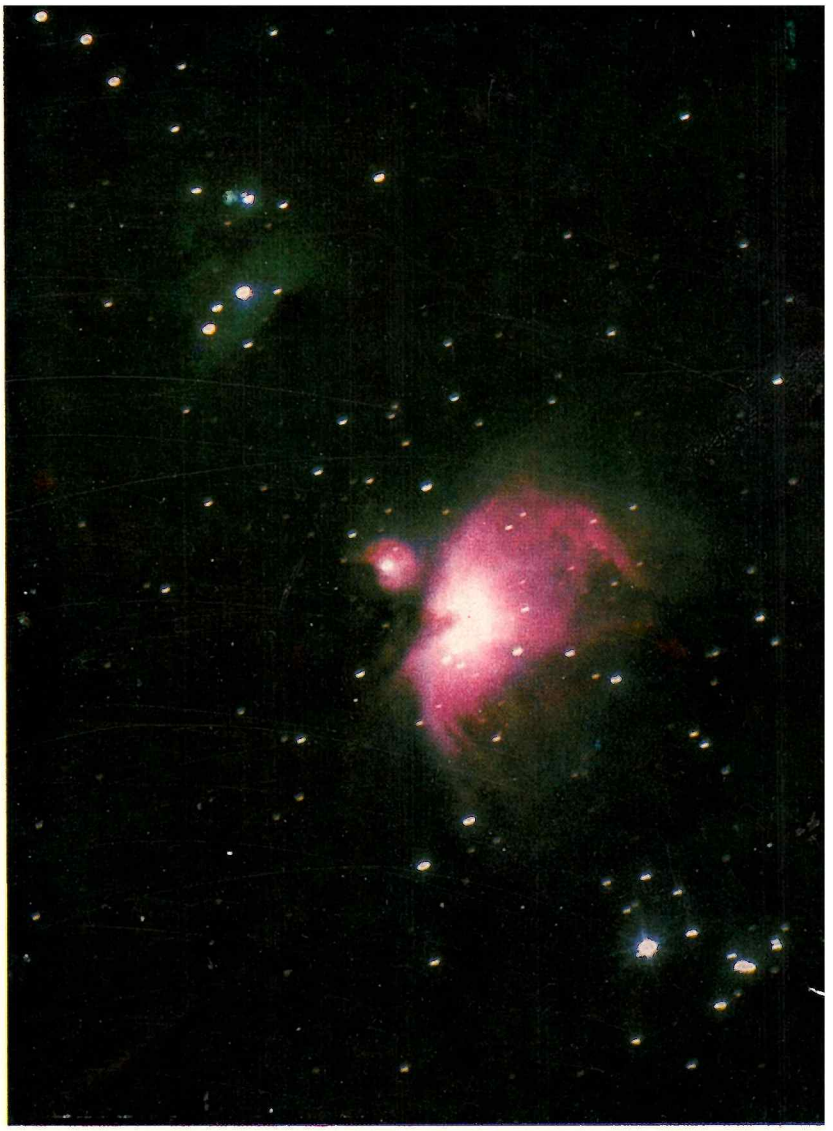
OBSAH

Amatérska astronómia — retrospektíva a perspektívy — M. Bélik 1
Novinky z kongresu IAU — A. Hajduk 2
Ako to vlastne je s vekom vesmíru? — J. Štohl 3
Najbližší susedia Zeme — Ľ. Kresák 7
Má Slnko v našej Galaxii výnimočnú polohu? 14
Kométa Austin 1982g — M. Antal 17
20 rokov handlovskej pozorovateľne — J. Fabricius . . . 18
Malý kurz astronómie — Albedo — V. Pohánka 20
Prečo je Zem guľatá? — E. Csere 22
Zaujímavé objekty oblohy — Plejády 25
Napíšte o svojom ďalekohľade! 29
Vyučovanie astronómie v Juhoslávii 32
Pozorujte s nami — D. Kalmančok 33

CONTENTS

Amateur Astronomy: Retrospekt and Prospects — M. Bélik . . 1
News from the IAU General Assembly — A. Hajduk . . 2
What is the Matter with the Age of the Universe? — J. Štohl 3
The Closest Neighbours of the Earth — Ľ. Kresák 7
Is the Sun's Location in our Galaxy Exceptional? . . . 14
Comet Austin 1982g — M. Antal 17
20 Years of the Handlová Observatory — J. Fabricius . . 18
The Beginner's Course of Astronomy: Albedo — V. Pohánka 20
Why is the Earth Spherical? — E. Csere 22
Interesting Sky Objects — The Pleiades 25
Tell us about your Telescope 29
Teaching of Astronomy in Yugoslavia 32
Let us Observe Together — D. Kalmančok 33

Содержание

Любительская астрономия — взгляд в прошлое и перспективы — М. Белик 1
Новости с конгресса МАС — А. Гайдук 2
Как собственно обстоит дело с возрастом вселенной — Я. Штол 3
Ближайшие соседи Земли — Л. Кресак 7
Присуще ли Солнцу особое положение в нашей Галактике: . 14
Комета Аустин 1982 г. — М. Антал 17
20 лет наблюдений в Гандловой — Я. Фабрициус 18
Краткий курс астрономии — Альбедо — В. Поганка . . 20
Почему Земля круглая? — Е. Чере 22
Интересные объекты на небосводе — плеяды 25
Напишите о своем телескопе! . 29
Преподавание астрономии в Югославии 32
Наблюдайте с нами — Д. Калманчок 33

Veľká hmlovina v Orióne — M 42 a M 43. Na snímke cez veľkú Schmidtovu komoru observatória v Tautenburgu NDR. V hornej časti obrázka je prachová hmlovina NGC 1977. Jasná hviezda dole je ι Orions — Hatysa. Hmlovina leží pod trojicou hviezd, ktoré tvoria pás Orióna. Štvorica hviezd Trapéz vo vnútri hmloviny je pravdepodobne stred k nám najbližšej hviezdnej asociácie, do ktorej patria aj všetky najjasnejšie hviezdy súhvezdia Orión.