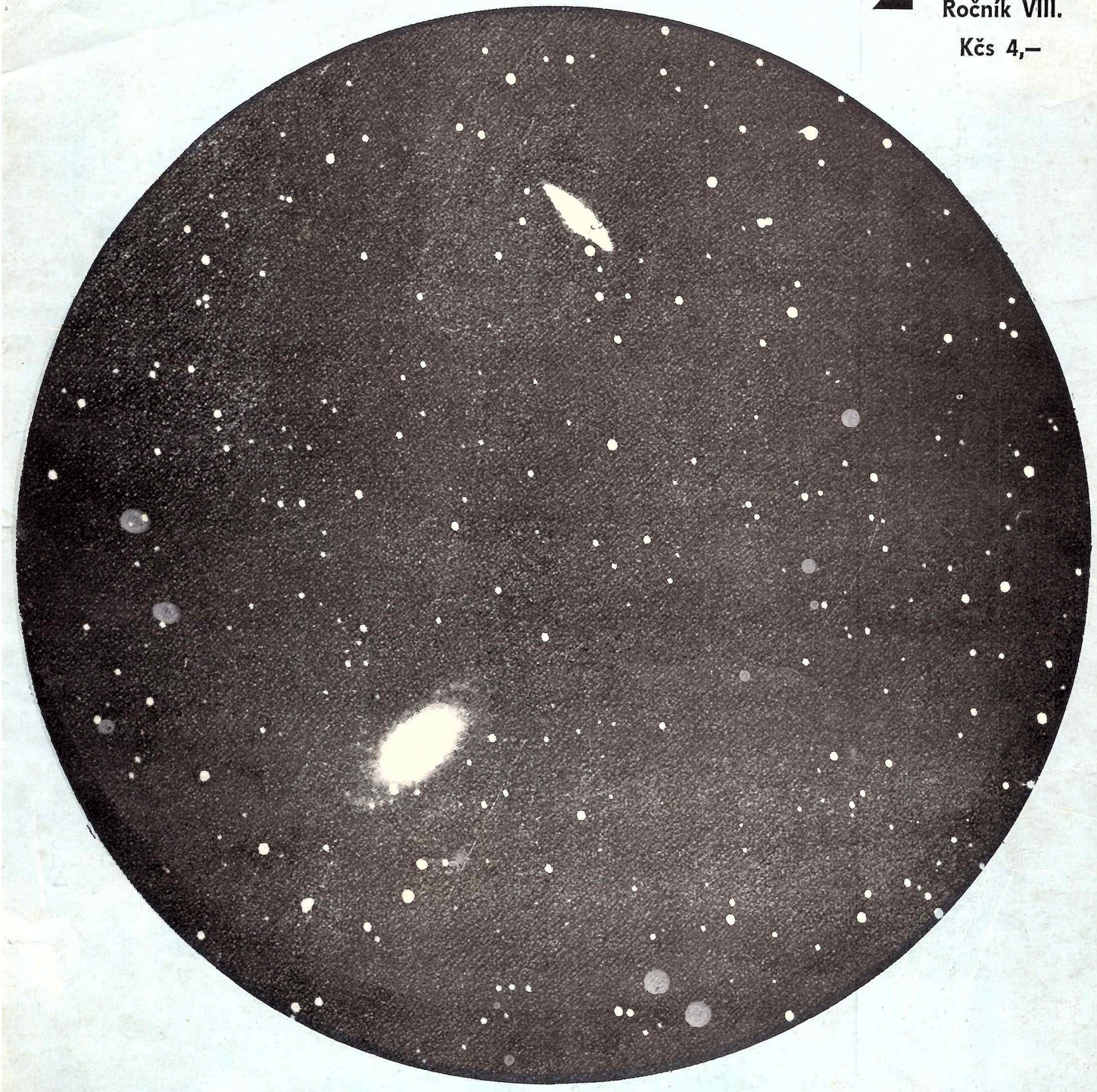
KOZMOS

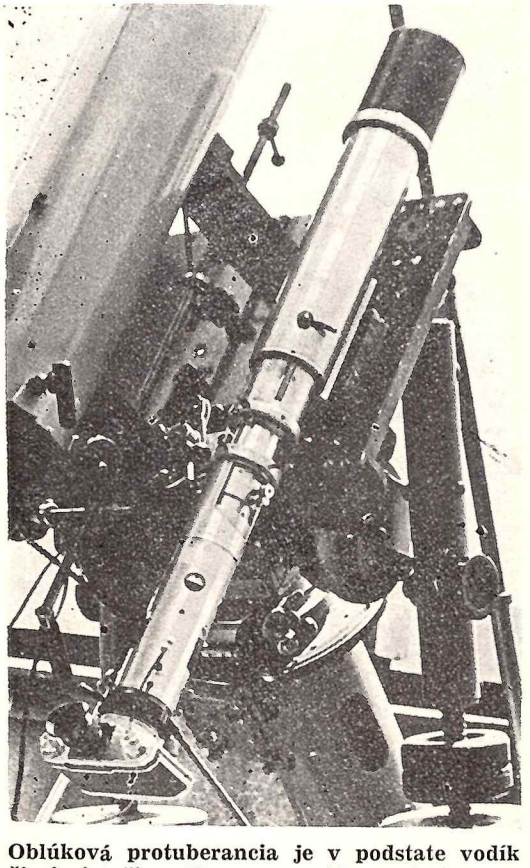
2 1977
Ročník VIII.
Kčs 4,–



POPULÁRNO-VEDECKÝ ASTRONOMICKÝ ČASOPIS SLOVENSKÉHO
ÚSTREDIA AMATÉRSKEJ ASTRONÓMIE V HURBANOVE

Karel Herman-Otavský 4. novembra 1976

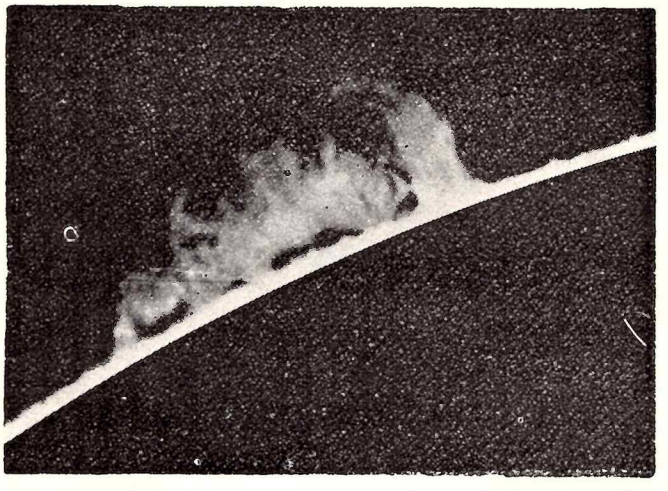
Na stole paralaktickej montáže je vpravo umiestnený teleobjektív 80 mm s ohniskom 160 cm; na spodnej časti veľký filter na sledovanie slnečnej chromosféry v oblasti vlnových dĺžok asi 0,1 nm.



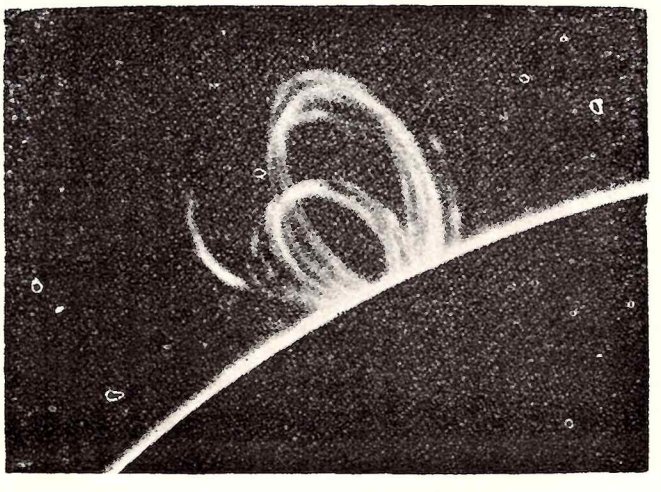
Oblúková protuberancia je v podstate vodík žiariaci v čiare Hα a uzavretý v mohutnej silovej trubici slnečného magnetického poľa. Snímka dr. Otavského z 28. 6. 1976 o 14,05 SEČ. ▶

Koronografy dr. Otavského

(k rozhovoru na str. 35)



Za mimoriadne dobrých pozorovacích podmienok možno sledovať aj jemnejšiu štruktúru protuberancií a okraj chromosféry. 28. 3. 1958, 8,43 UT. ▲



Astronómia a výchova k vedeckému svetonázoru

EMIL LATTA, tajomník Západoslov. KV KSS

Materialistický svetový názor znamená chápať prírodu takú, aká je a nič cudzieho jej nepridávať.

F. Engels

Výchova k vedeckému svetovému názoru sa na terajšom stupni rozvoja našej spoločnosti dostáva — v spojení s ďalšími súčasťami komunistickej výchovy, najmä s výchovou k proletárskemu internacionalizmu a socialistickému vlastenectvu, ako aj s výchovou ku komunistickej morálke — celkom zákonite do pozornosti všetkých výchovných a vzdelávacích zariadení. Ich cieľom je vychovať človeka všestranne vyspelého, ideovo a politicky vyzbrojeného, tvorivého, uvedomelého budovateľa socialistickej spoločnosti, ovládajúceho zákonitosti vývoja sveta a jeho materiálnej jednoty.

V procese utvárania vedeckého svetového názoru u našich detí a mládeže hlavnú zodpovednosť nesie škola, pretože koordinuje svoju činnosť s rodinou, verejnosťou, s masovokomunikačnými prostriedkami a kultúrno-výchovnými ustanovizňami. **Dôležitou formou svetonázorovej výchovy a výchovy k vedeckému ateizmu je aj záujmová činnosť mládeže.** Pokladáme ju za veľmi významného pomocníka pri výchove mladej generácie, pretože vychádza z jej záujmov a pri správnom vedení má veľmi pozitívny vplyv na formovanie svetonázoru mladých ľudí.

■

Na školách a vo výchovných zariadeniach v našom Západoslovenskom kraji zaznamenala záujmová činnosť mládeže pod vedením skúsených učiteľov, pedagógov, výchovných pracovníkov v posledných rokoch nebývalý rozvoj.

Z roka na rok stúpa počet prírodovedných, technických a ateistických krúžkov, skvalitňuje sa ich činnosť a zdokonaľujú sa metódy ich práce, ich náplň sa stáva zaujímavejšou, príťažlivejšou a rastie aj ich vplyv na formovanie názorov mladého človeka.

Na mnohých našich školách, v kluboch mládeže, v kultúrnych domoch pristúpili k priamym formám vedecko-ateistickej činnosti, ktoré si vyžadujú mnoho času na prípravu, vyžadujú si špecifické znalosti, ale o to viac sú účinné a presvedčivé. Možno sem zaradiť ateistické krúžky a kluby, ktoré majú niekedy i veľmi zaujímavé názvy, ako napríklad **Dialektický kľúč, Svet okolo nás, Svet a my** a pod.

Je potešiteľné, že počet týchto krúžkov neustále rastie. V porovnaní s predchádzajúcim školským rokom vzrástol počet ateistických krúžkov v našom kraji zo 155 na 231 a počet ich členov zo 4130 na 5966.

V rámci prírodovedných krúžkov sa na školách a výchovných zariadeniach v našom kraji najmä v posledných rokoch veľmi intenzívne rozvíja **práca astronomických krúžkov.** Ich počet neustále rastie. Úspešne u nás pracuje a rozvíja svoju činnosť vyše 280 astronomických krúžkov. Najviac ich je na školách, ale pracujú aj na odborných učilištiach, učňovských školách a v závodných kluboch i osvetových zariadeniach. **Najlepšiu činnosť vyvíjajú krúžky v okrese Topoľčany, kde ich pôsobí vyše 40 a v okrese Levice, kde ich pracuje 35.**

Hlavnou ideovou náplňou činnosti astronomických krúžkov je poznávanie stavby vesmíru, vytváranie predstáv o mieste našej Zeme a človeka v ňom. Mládež sa v nich zoznamuje nielen so základnými astronomickými poznatkami, vývojom predstáv o vesmíre, ale i s najnovšími objavmi, modernou pozorovacou technikou a v neposlednom rade aj s úspechmi sovietskej astronómie, kozmonautiky a výskumu vesmíru. Významné je tiež to, že mladí ľudia získavajú aj poznatky o tom, ako sa naša vlasť podieľa na výskume vesmíru a prispieva tak k rastu poznatkov ľudstva.

Formy práce astronomických krúžkov sú veľmi rozmanité. Organizujú prednášky, besedy, premietanie filmov a diafilmov, programové listy tzv. astrotesty, tématické a popularizačné pozorovania, zhotovovanie učebných názorných pomôcok, exkurzie, súťaže, stretnutia mladých astronómov a iné.

■

Vo veľmi významnej miere prispieva k rozvoju týchto krúžkov práca Krajskej hvezdárne v Hlohovci. Všetci vedúci astronomických krúžkov na školách sú s ňou v stálom styku, v stálom kontakte. Každý mesiac sa pre nich konajú jednodňové semináre, v priebehu roka zas krajské astronomické semináre, exkurzie, praktiká a ďalšie akcie.

Veľmi osvedčenou a pôsobivou formou sú letné akcie pre členov astronomických krúžkov: krajský zraz mladých astronómov, pozorovateľské expedície, letná škola mladých astronómov a iné veľmi zaujímavé podujatia.

Školy a výchovné zariadenia u nás v Západoslovenskom kraji sa v tomto roku zapájajú aj do krajskej výtvarnej súťaže z astronómie a kozmonautiky „Aurora" tématicky zameranej k 60. výročiu Veľkej októbrovej socialistickej revolúcie a popularizujúcej výsledky sovietskej vedy a techniky v oblasti výskumu vesmíru. V spolupráci s Krajským domom pionierov a mládeže sa organizuje súťaž pre pionierov „Čo vieme o hviezdach", do ktorej sa zapájajú predovšetkým členovia astronomických krúžkov. Na školách v tomto školskom roku prebieha putovná výstava „Úspechy sovietskej kozmonautiky" a „Tisícročný boj o vedecký svetový názor".

Významne sa na formovaní vedeckého svetového názoru podieľajú školy a výchovné zariadenia aj tým, že organizujú a umožňujú exkurzie žiakom všetkých ty-

pov škôl do hvezdární v Hlohovci, v Hurbanove a v Leviciach.

Pre učiteľov a vedúcich astronomických a ateistických krúžkov na školách sa každoročne poriadajú dva semináre s astronomicko-svetonázorovým zameraním, ktoré pomáhajú lepšie organizovať náplň astronomických a ateistických krúžkov priamo na školách.

Školy pri svojej výchovnej práci nezabúdajú ani na oblasť názornej agitácie a propagandy. V priebehu roka pri príležitosti významných jubileí i pri ďalších príležitostiach popularizujú a sprístupňujú žiakom úspechy sovietskej kozmonautiky, spoluprácu socialistických krajín pri výskume a poznávaní vesmíru a účasti našej vlasti na spoločnej práci v tejto oblasti.

■

Treba s uznaním hodnotiť prácu Krajskej hvezdárne v Hlohovci, ktorá využíva všetky formy a prostriedky, aby sa vlastnou činnosťou aktívne podieľala na svetonázorovej a ateistickej výchove našej mládeže. Školám pravidelne zasiela dokumentačný materiál pre prácu krúžkov, umožňuje organizovať exkurzie, poriada súťaže a putovné výstavy a svojou činnosťou umožňuje skvalitňovať prácu astronomických krúžkov tak, aby bola pre mládež pútavá, príťažlivá a aby umocňovala výchovné pôsobenie na žiakov.

Zatiaľ je ťažisko vedecko-ateistickej výchovy mimo vyučovacej činnosti našich škôl. **Mnoho rezerv je ešte v didaktickom procese.** Realizácia výchovných cieľov prostredníctvom práce na vyučovacích hodinách sa postupne dostáva na úroveň sústavnosti a systematičnosti. V tomto období usilujeme o to, aby v rámci ďalšieho rozvoja nášho školstva svojou úrovňou ich činnosť zodpovedala novým úlohám, aby sa ešte výraznejšie v ich práci prejavil vedecko-ateistický charakter.

Možno povedať, že ateistická výchova na našich školách sa sústavne rozširuje a prehlbuje zásluhou skvalitňovania výchovného pôsobenia vo výchovno-vzdelávacom procese, ale aj v mimotriednej a mimoškolskej činnosti pôsobením svetonázorovo zameraných ateistických a astronomických krúžkov. Stala sa teda významnou zložkou výchovno-vzdelávacej záujmovej činnosti mládeže.

■

A čo povedať na záver? **V žiadnej vede nebolo toľko zdanlivých protikladov a toľko bojov o uznanie toho-ktorého názoru ako práve v astronómii. Veď za názory, ktoré sa nezhodovali s cirkevným učením, s cirkevnými dogmami, sa platilo životom.** A dnes, keď sa doširoka otvorili dvere pre vedu, pre pravdu, pozorovanie jasnej, hviezdami sa trblietajúcej oblohy zanecháva v človeku nielen tisíce dojmov, ale aj pochopenie vecí, o ktorých sa mu predtým zdalo, že sú mimo jeho pochopenia, že sú nedosiahnuteľné a nevysvetliteľné.

Ak našej mládeži dáme možnosť cez pozorovaciu techniku poznávať neznáme svety, umožňujeme jej vniknúť do tajomstiev vesmíru a naplňať ich hrdosťou nad tým, že človek, aj keď je taký nepatrný, predsa len svojím umom dokáže pochopiť tieto veľké rozmery, sily a poznávať deje odohrávajúce sa v nesmiernych vzdialenostiach. Tieto argumenty pomáhajú tiež v ateistických krúžkoch, v krúžkoch astronómie dokazovať našej mládeži prirodzenosť sveta, zákonitosti a sily, ktoré človek už dnes dobre pozná a k vysvetleniu ktorých dnes už nepotrebuje žiadne náboženské legendy.

Objav dosiaľ neznámych svetov, pozorovanie meteorov, komét a mnohých javov na oblohe umožňuje človeku vniknúť do tajomstiev vesmíru a pochopiť zákonitosti, o ktorých sa mu predtým ani nesnívalo. Najmä pre mládež majú večery strávené pod kupolou hvezdární nenahraditeľnú hodnotu, pretože zanechávajú nielen nezabudnuteľné dojmy, ale aj presvedčenie, že svet je poznateľný, že idealistický svetový názor je nesprávny, prekonaný a zastaraný.

Áno, astronómia nám dáva dostatok vedeckých argumentov, aby sme v súlade s marxizmom-leninizmom ďalej šírili pravdu o tom, že hmota je v neustálom pohybe, že je nezničiteľná, večná, že to, čo vidíme, sú len rôzne premeny, rôzne formy tej istej hmoty, ktorá tvorí jednotnosť a nedeliteľnosť vesmíru.

Dočasný sused Zeme

Do skupiny 20 známych asteroidov typu Apollo — t. j. takých, ktoré sa približujú k Slnku na menšiu vzdialenosť ako Zem — pribudol nový veľmi zaujímavý člen, predbežne označený 1976 UA. Objavili ho na snímkach, exponovaných 25. októbra 1976 v rozpätí pol hodiny dvoma Schmidtovými komorami Palomarského observatória: veľkou 122-centimterovou W. Sebok a malou 46-centimetrovou E. Helinová. Ešte v ten istý deň, o 13 hodín neskôr, ho nezávisle objavil N. S. Černych 40-centimetrovým astrografom Krymského observatória. Dodatočne sa našla stopa asteroidu, pretiahnutá rýchlym pohybom, aj na snímke Ch. Kowala zhotovenej malou palomarskou Schmidtovou komorou ešte 22. októbra.

Výpočet dráhy ukázal, že asteroid 1976 UA prešiel 20. októbra večer okolo Zeme vo vzdialenosti iba 0,0077 astr. jednotky (= 1,15 milióna km = trojnásobná vzdialenosť Mesiaca). Vieme dosiaľ iba o jedinom medziplanetárnom telese, ktoré sa k Zemi priblížilo ešte viac; bol to asteroid 1937 UB Hermes, ktorý 30. októbra 1937 okolo nás prechádzal vo vzdialenosti 0,0050 astr. jednotky, čiže v dvojnásobnej vzdialenosti Mesiaca. Zdanlivý pohyb asteroidov po oblohe pri takýchto priblíženiach je veľmi rýchly, čo sťažuje ich sledovanie. Napr. 1976 UA ešte pred objavom prebehol za jediný deň 53° (štyri razy viac ako Mesiac), hoci jeho relatívna rýchlosť voči Zemi, 13,2 km/s, bola pomerne malá.

Nový asteroid má zo všetkých dosiaľ známych najkratšiu obežnú dráhu, iba 283 dní. Jeho perihélium leží medzi dráhami Merkúra a Venuše (q = 0,467), afélium medzi dráhami Zeme a Marsu (Q = 1,221). Je pozoruhodný aj tým, že z tisícov známych asteroidov je druhý najmenší. Podľa jasnosti možno jeho priemer odhadnúť na 250 metrov. Pretože je taký malý, dá sa pozorovať iba pri priblíženiach k Zemi. Podľa výpočtov B. G. Marsdena nie je vylúčené pozorovanie najväčšími ďalekohľadmi koncom budúceho roka (vzdialenosť 0,5 a. j.). Nasledujúce priblíženia pripadnú na január 1981 (0,18 a. j.) a na október 1983 (0,12 a. j.). Vyhľadanie asteroidu podľa výpočtov je však podmienené dostatočne dlhým sledovaním pri terajšom priblížení, na ktorom sa už podiela šesť veľkých svetových observatórií.

Rok 1976 bol dosiaľ vôbec najbohatší na pozorovanie zaujímavých objektov v blízkosti Zeme. Asteroid 1976 AA, objavený ešte v januári, stal sa prvým známym telesom okrem Merkúra a Venuše s obehom okolo Slnka kratším ako 1 rok; asteroid 1976 UA druhým. Ďalší asteroid, 1976 WA, objavený v novembri, zdá sa byť podľa prvých fotometrických meraní najväčším známym asteroidom typu Apollo.

Ľ. KRESÁK

SLNKO BOLO ŠTEDRÉ

Náš rozhovor

S dr. Karolom Hermanom-Otavským

Amatérsky skonštruované koronografy špičkovej kvality — to je československá špecialita. Keď Josef Klepešta pred siedmimi rokmi počas svojej návštevy Spojených štátov ukázal celé série vynikajúcich záberov protuberancií, ktoré vyfotografovali amatéri a navyše amatérsky zhotovenými koronografmi, vyvolalo to senzáciu: amatérsky postavený prístroj, ktorý umožňuje takúto kvalitu pozorovaní — to je skutočne niečo nevšedné.

Na našich ľudových hvezdárňach máme desať amatérsky zhotovených protuberačných koronografov. Všetky sú dielom jediného konštruktéra: Karla Hermana-Otavského, jedného z našich najznámejších a najzaslúžilejších astronómov-amatérov. Žije v Černošiciach pri Prahe. Tu, v idylickom prostredí storočných stromov, rozprával mi o Slnku, o verneovkách, ktoré čítaval ako malý chlapec, keď ešte netušil, že sa dožije doby televízorov a mesačných výprav, doby, v ktorej je však ovzdušie natoľko znečistené, že aj tu, v Černošiciach môže už len zriedkakedy pozorovať slnečné protuberancie, ktorým sa venoval celý život.

● **Hovoríme o koronografoch: v odbornej literatúre sa píše, že je to prístroj náročný a pre amatéra cenove vonkoncom neprístupný.**

— Je to veľmi mylný názor a čudujem sa, že prežíva až dodnes, — oponuje dr. Otavský. Pri troche zručnosti si môže protuberačný koronograf postaviť hocktorý amatér: neraz som už pred dvadsiatimi rokmi písal o tom v našich časopisoch.

● **Treba sa teda pokúsiť. Ale ako ste na myšlienku postaviť koronograf amatérsky prišli vy?**

— Posmelil má článok dr. Maxa Waldmeiera uverejnený v Die Sterne v roku 1943: nabádal amatérov, aby sa pokúsili zhotoviť si koronograf, pretože je to prístroj pomerne jednoduchý. Myšlienka ma hneď zaujala, ale k realizácii som sa dostal až o 10 rokov neskôr. Postavil som svoj prvý koronograf, ktorý mal priemer objektívu 50 milimetrov a ohniskovú vzdialenosť 860 mm: ukázalo sa, že to naozaj ide.

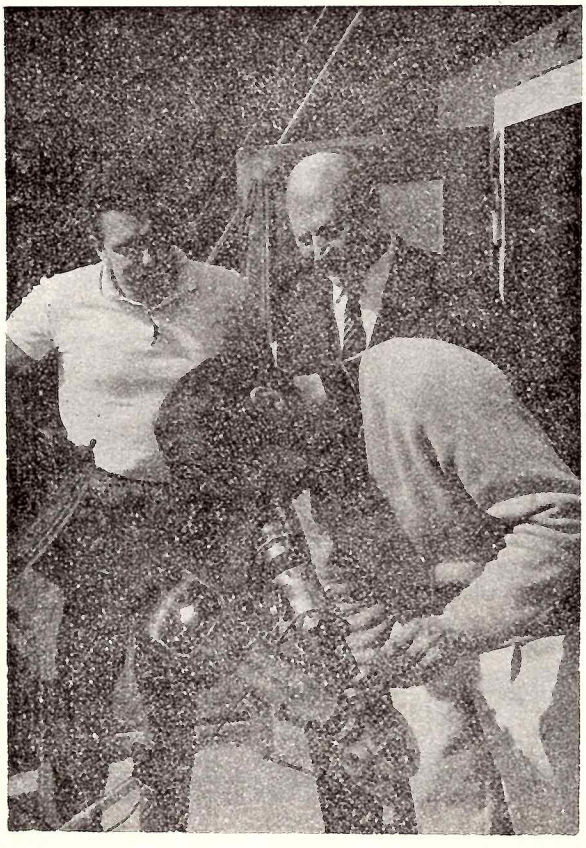
● **Možno amatérov odradzuje aj to, že sa domnievajú, že koronograf im ukáže javy v slnečnej chromosfére len pri pozorovaní z vysokohorských polôh, kde je ovzdušie priezračnejšie.**

— Ak majú na mysli pozorovanie koróny, potom majú z prevažnej miery pravdu. Nie však ak ide o protuberancie. Táto ďalšia mylná predstava o koronografe sa traduje od roku 1930, keď jeho vynálezca Lyot robil prvé pokusy o pozorovanie koróny a protuberancií na Pic du Midi v Pyrenejách v nadmorskej výške 2860 m.

● **Keď sme už pri tom, ozaj, kto prvý porušil túto tradíciu?**

— Boli to amatéri, bratia Porretovci v roku 1950. Pozorovali protuberancie z mestečka Creteil pri Paríži, ktoré leží v nížine. V roku 1952 začal pozorovať protuberancie bavorský amatér O. Nögel a o rok na to pribudol k týmto dvom aj môj koronograf v Černošiciach v nadmorskej výške 268 m. Približne v tom čase začali pozorovať protuberancie v nížinách aj profesionálni astronómovia, Prokofjevová v Pulkove a Öhman na Capri. Ukázalo sa, že pre viditeľnosť okrajových slnečných javov je smerodajný stav vyššej troposféry; nižšie a prízemné vrstvy spôsobujú len väčšiu alebo menšiu extinkciu.

● **Podstata koronografu je jednoduchá: v prístroji sa umelo vytvára akési úplné zatmenie Slnka. V ohniskovej rovine objektívu je upevnená clonka, ktorej priemer je trošku väčší ako priemer slnečného kotúča a pôsobí tak, ako keby Mesiac zakryl Slnko. Rozptyl svetla, ktorý vzniká ohy-**



Na tejto snímke dr. Otavského vidíme trojicu jeho priateľov z petřínskej hvezdárne pri pozorovaní „farebných protuberancií". Fotografia je z r. 1971, keď ešte medzi nami bol Josef Klepešta (v strede). Zľava: prof. O. Hlad, pri objektíve O. Procházka.

bom svetla na okraji hlavného objektívu sa dá odstrániť namontovaním irisovej clony. Ešte je nutné filtrom vymedziť tú časť spektra, v ktorej protuberancie žiaria najviac a obloha najmenej. Ak toto všetko amatér vie, čo má ešte vedieť, aby protuberancie mohol naozaj pozorovať?

— Na konštrukciu koronografu sa hodí každý refraktor na paralaktickej montáži s dobrým hodinovým strojom. Dokonca objektív nemusí byť ani drahý achromát, pretože úplne postačí aj objektív s farebnou chybou, len nesmie mať ďalšie optické chyby. Ako filter môžeme použiť dostatočne hustý planparalelný červený filter. Na prvom koronografe som mal obyčajný sklenený RG 5. Za priaznivých poveternostných podmienok sa dajú takýmto jednoduchým zariadením spoľahlivo pozorovať protuberancie, ale i chromosferický spikulový „trávnik". Aj takto skromne vybavený koronograf nám poskytne príležitosť pozorovať protuberancie nielen pre vlastné potešenie, ale aj pre vedecké účely.

● **Aký je potom rozdiel medzi jednoduchým koronografom so skleneným filtrom RG 5 a koronografom, ktorý má osadený filter s úzkou priepustnosťou okolo čiary Hα, akým pozorujete od r. 1955?**

— Rozdiel je iba v tom, že koronograf s filtrom o priepustnosti niekoľkých desiatok alebo stoviek angströmov (napríklad RG 5), je viac závislý na dobrom stave ovzdušia.

● **Počas Medzinárodného geofyzikálneho roka (MGR) a tiež neskôr získali ste veľa pozorovaní slnečnej chromosféry, ktoré nadobudli veľkú váznosť aj medzi profesionálnymi astronómami u nás i za hranicami.**

— Za to vďačím predovšetkým priateľovi prof. V. Gajduškovi, ktorý pre mňa vybrúsil perfektný objektív s priemerom 155 mm a ohniskovou vzdialenosťou 2360 mm. Zaviazaný som však najmä dr. Ivanovi Šolcovi z Výskumného ústavu minerálov v Turnove: v roku 1955 mi požičal dva prototypy nového druhu filtra o úzkej priepustnosti v oblasti spektrálnej čiary Hα (656,3 nm), ktorý sám vynašiel. Nebyť tejto láskavosti, sotva by som si mohol zadovážiť podobný kvalitný filter, veď jeho cena sa počíta na desaťtisíce. Moja najväčšia vďaka však patrí mojej žene, ktorá nielenže pokračovala vo výchove našich detí v našej rodinnej tradícii vedeckého realizmu, ale snažila sa vždy zachovať i slnečné životné prostredie. Obzvlášť mi pomáhala na začiatku MGR zvládnuť a zorganizovať administratívu pozorovaní a pravidelné 14denné zasielanie hlásení a filmov na Astronomický ústav ČSAV do Ondřejova.

● **Ako vznikla myšlienka zhotoviť koronografy pre ľudové hvezdárne?**

— Otcom tejto myšlienky bol dr. Alexander Duchoň z Prešova, ktorý si v roku 1955 prial síce malý, ale výkonný prístroj. Po porade s prof. Gajduškom sme vybrali za typický objektív pre koronografy monarovskú spojku o priemere 100 mm, ktorá sa ale musela prebrúsiť, aby dostala optimálny tvar — približne plankonvexný s dokonalou sférickou korekciou. Celkove sme zostavili desať koronografov, z nich štyri sú na Slovensku. V podstate sú všetky rovnakej konštrukcie, ale každý má svoje osobitné črty — veď ani deti tých istých rodičov nie sú všetky rovnaké. Prvé koronografy sa ladili na patričnú vlnovú dĺžku púhym sklonom filtra, tie najnovšie majú na ladenie aj termostat. Pokiaľ viem: iba koronografy na Petříně a vo Valašskom Meziříčí sú v ostatnom čase plne využité aj na odborné pozorovanie. Niektoré ďalšie slúžia predovšetkým na popularizáciu...

● **A žiaľ, sú i také, ktoré zaháľajú. Dúfajme však, že ich zobudí zo zimného spánku nastávajúci nový cyklus slnečnej aktivity. Zaujímalo by nás, či ste sa niekedy pokúsili aj o pozorovanie koróny, alebo aspoň niektorej koronálnej čiary, spektroskopicky?**

— Na vysokohorských observatóriách možno korónu za priaznivých podmienok pozorovať aj vcelku a to jednak vo svetle do istej miery integrálnom a taktiež v zelenom monochromatickom svetle (520, 3 nm), prípadne tiež v červenom (637,4 nm) pri použití patričných dvojlomných filtrov s úzkou priepustnosťou. V nížinách prichádza do úvahy iba spektroskopické pozorovanie zelenej koronálnej čiary. Prvé pokusy o toto pozorovanie sme začali v roku 1955 na Skalnatom Plese s koronografom určeným pre dr. Duchoňa, (ak sa nemýlim, tento koronograf je teraz majetkom Technického múzea v Košiciach). Na „Pleso" ma pozval vtedajší riaditeľ a priateľ z detstva dr. Vladimír Guth. Koronograf sme nasadili na montáž veľkého ďalekohľadu a protuberancie sa temer vždy dali dobre pozorovať. Poruke sme mali tiež vysokodisperzný spektroskop od Zeissa. V dielni sme napochytre spravili redukciu a skúšali korónu, ale bezvýsledne. Raz sme s tým zašli aj na Lomnický štít a namontovali to na Mrkosov prístroj, ale počasie nám nedovolilo zistiť ani len stopy koronálnej emisie. Temné, skoro čierne „pozadie" sľubovalo, že by to malo byť možné aspoň v najsilnejších oblastiach koronálnej emisie, teda nad mohutnými škvrnovými poľami. Tu sme však nepochodili. Koronálnu emisiu som napokon po prvý raz pozoroval v januári 1956 doma v Černošiciach spektroskopom vyvinutým z „vreckového" a pridaním ďalších troch disperzných priamohľadných hranolov. Odvtedy som ju pozoroval pravidelne asi tak stokrát ročne až do konca MGR a jej intenzitu som odhadoval v päťstupňovej škále.

● **Ako ste sa vlastne dostali k záujmu o astronómiu?**

— Už v detstve ma uviedla do astronómie verneovka „Do Měsíce", ktorú mi večerami čítavala moja teta, učiteľka. S otcom sme potom vášnivo diskutovali, čo by sa z tej Verneovej myšlienky mohlo uskutočniť. Vtedy sa nám ani len neprisnilo, že to bude tak skoro, že budem mať to šťastie byť pri tom cez čosi také ako je televízna obrazovka. Spomínam si, že vynález televízie už v tom čase predvídal Camille Flammarion v knihe „Koniec sveta".

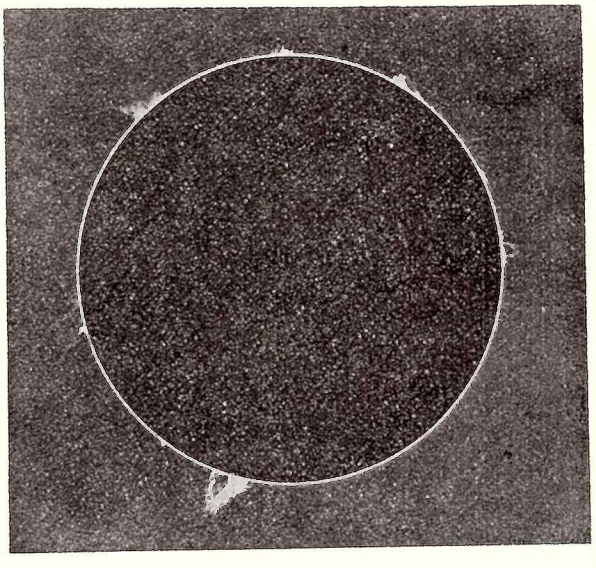
Prvé pozorovanie, ktoré podnietilo môj záujem o Slnko, bolo zatmenie 17. apríla 1912. Pozorovali sme ho s otcom od Kinského záhrady na Petříne. Mal som vtedy niečo cez sedem rokov. Možno sa začudujete, ako som ja, decko školopovinné mohol byť predpoludním na Petříne a pozorovať Slnko. Ale bola to náhoda: v deň zatmenia bolo Rudolfa a pretože náš učiteľ mal meniny, tak to trošičku viac oslávil a my sme mali voľno.

V tom čase sa mi dostala do rúk nemecká vedecká encyklopédia „Weltall und Menschheit", kde som prvý raz videl obrázky protuberancií a koróny. Bol som očarený.

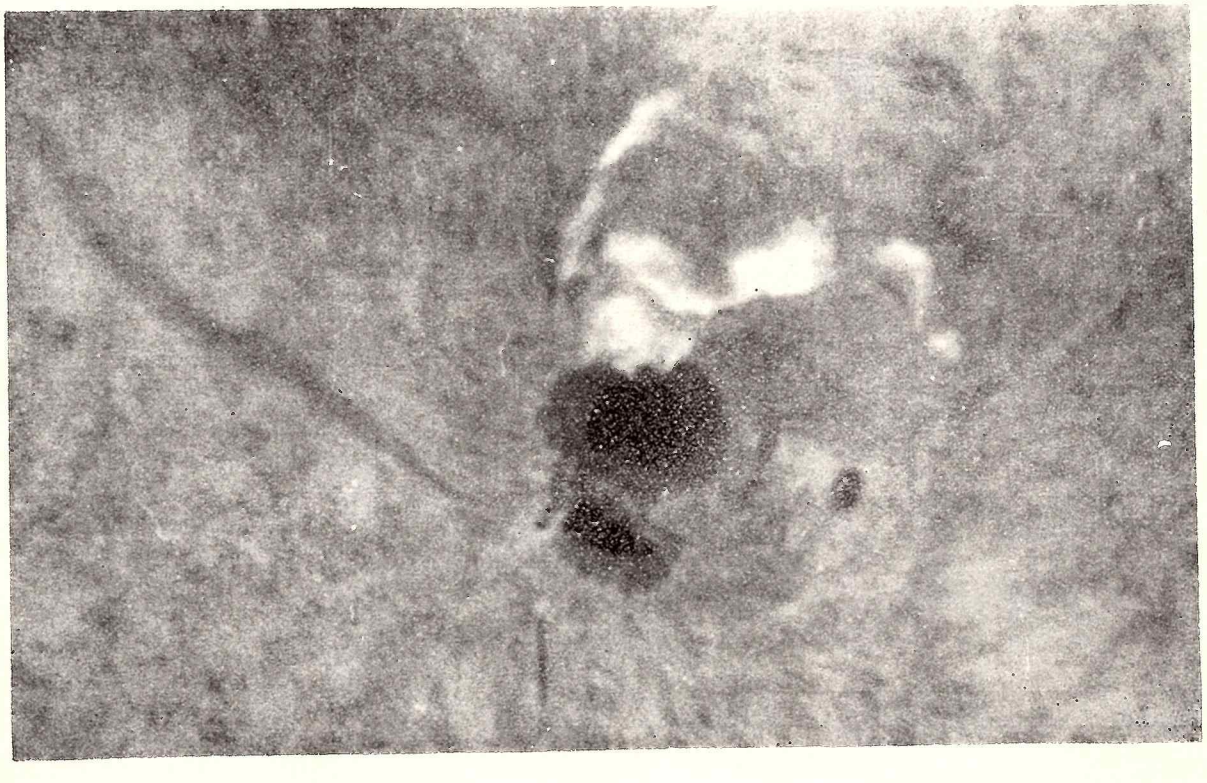
Pamätám si, že v gymnaziálnych rokoch som často navštevoval optika v Mosteckej ulici. Raz mi ten milý starý pán ukázal dvojšošovkový achromát s ohniskom 65 cm. Poprosil som strýka Jaroslava Heyrovského (neskoršie slávneho fyzikálneho chemika a nášho jediného nositeľa Nobelovej ceny, poznámka M. D.), aby mi optiku prezrel a odskúšal — a bola moja. Rýchlo som to dal dohromady a večer hrdo predstúpil pred rodičov aby som im ukázal pribúdajúci kosáčik Mesiaca s Mare Crisium.

Keď som ukončil na vysokej škole štúdium práva (v roku 1928), boli sme s rodičmi a tetou na niekoľko dní v Ríme a Neapoli. Tam som s otcom zažil jeden z „divov sveta". Naplánovali sme si návštevu na Vezuvu ako nočný výlet a vybrali sme sa so sprievodcom až k samotnému kráteru, kde sme každé tri minúty pozorovali oslepujúce erup-

Protuberancie možno snímkovať alebo na celom obvode Slnka naraz alebo aj po úsekoch pri väčšom zväčšení. Slučková protuberancia bola pozorovaná aj spektroskopom: v plnom tvare bola viditeľná skoro vo všetkých vlnových dĺžkách, napr. v zelenej koróne (530,3 nm) a na niekoľko sekúnd zažiarila aj v bielom integrálnom svetle. Snímka dr. Otavského z 28. 8. 1958.



Vo svetle čiary Hα vidíme nad tmavou skupinou slnečných škvŕn výraznú erupciu. Protuberancie pozorujeme na slnečnom kotúči ako dlhé, tmavé pásy — filamenty. Takýto filament sa tiahne od skupiny škvŕn doľava. Snímka dr. Otavského z 20. 9. 1966.



cie, červený dym a hrmot kamenia. To vám len bola nádhera! Bol to dojem takpovediac kozmický a pripomínal mi slnečný okraj s protuberanciami, aké som videl vo Weltall.

Dr. Otavský mi ukazuje známy obraz Slnka zo Scheinerovho diela Rosa Ursina. Je z roku 1635 a dodnes je pre astronómov do istej miery záhadou. Naznačuje totiž, aj keď na vtedajšiu dobu symbolicky, okrem škvŕn a „fakiel" aj protuberancie, ba dokonca chromosféru.

— Scheiner bol neúnavný pozorovateľ Slnka a Galileiho rival. Na pozorovanie si zostrojil „Machinu solaris", ďalekohľad na paralaktickej montáži. Tento prístroj mu však sotva ukázal protuberancie či slnečné erupcie. Prvé pozorovanie protuberancií vykonal Švéd Vasenius pri úplnom slnečnom zatmení asi sto rokov neskoršie a erupcie sa pozorujú od polovice 19. storočia. Odkiaľ nabral Scheiner infromácie o javoch vo chromosfére, to nám zostáva záhadným...

● Ktoré obdobie svojho života pokladáte po astronomickej stránke za najkrajšie?

— Považujem za šťastie, že moje najplodnejšie roky pripadli na Medzinárodný geofyzikálny rok, keď Slnko bolo mimoriadne štedré a dalo mi možnosť zhliadnuť ho v plnej aktivite. Úžasne na mňa zapôsobila veľká slučková protuberancia z 28. VI. 1957, ktorou Slnko akoby slávnostne otvorilo MGR. „Loops" bol vytrvalý, špirály tvarove dokonalé a slučkový tvar sa na tomto mieste udržal niekoľko slnečných rotácií.

Jedinečnými zážitkami boli i stretnutia s poprednými expertmi zo slnečnej fyziky, našimi i z ďalekých krajín, ktorých k nám domov priviedli ondřejovskí priatelia. Zaujímavé boli i náhodné pozorovania — veľkolepá polárna žiara 25. I. 1938, perleťové oblaky v stratosfére 26. VII. 1943, ktoré hýrili pestrou paletou farieb a napokon aj vzácne prípady ďalekej dohľadnosti: na jar 1938 sme až z Boubína mohli dlhší čas pozorovať Alpy so zasneženými končiarmi, ktoré ako fatamorgána vyrastali blízučko za hraničným hrebeňom Šumavy.

Teraz pozorujem iba príležitostne s normálnym objektívom refraktora a aparatúrou síce novej koncepcie, ale ktorá má ešte niektoré provizóriá. Určitým zlepšením je pohodlná poloha pozorovateľa, ale aj možnosť pozorovania červených protuberancií na zelenomodrej oblohe — avšak len za dobrých podmienok, ktoré bývajú teraz vďaka znehodnocovaniu životného prostredia zriedkavé. Aj pozorovanie vzdialených a prekrásnych protuberancií nám ukazuje, ako nerozumne neraz zasahuje človek do prírody. Ponad Černošice teraz vedú parkovacie aerostrády dopravných lietadiel, čo tiež prispieva k zhoršeniu viditeľnosti; preto som sa nedávno upriamil na opačnú stranu nekonečna — na mikrokozmos.

Vo vitríne veľkých nástenných hodín si všímam „Rad Slnka" a sprievodný list od Josefa Klepeštu — napísaný humorne a trochu recesisticky, preňho tak príslovečne:

„Milý příteli,

protože v současné době jsou udělována uznání za zásluhy o astronomii jiným hvězdným asociacím a protože byla zrušena Nušlova cena pro zasloužilé členy Československé astronomické společnosti, přijměte prosím ode mne, jako posledního dinosaura bývalého výboru, symbolický řád „žhavého Slunce" za Vaše zásluhy o viditelnost protuberancií..."

Zhovával sa: MARIÁN DUJNIČ

Zelenčukskaja: 6 metrový ďaleko hľad

V decembri 1975 sa získali prvé snímky pomocou veľkého azimutálneho ďalekohľadu na novom observatóriu AV ZSSR neďaleko dedinky Zelenčukskaja v nadmorskej výške 2070 m. O tejto významnej udalosti v sovietskej astronómii prednášal 24. marca 1976 riaditeľ observatória I. M. Kopylov na vedeckej konferencii Oddelenia všeobecnej fyziky a astronómie AV ZSSR. Povedal, že už na prvých snímkach štandardných oblastí s dobre premeranými jasnosťami hviezd možno nájsť objekty až 24. zdanlivej hviezdnej magnitúdy.

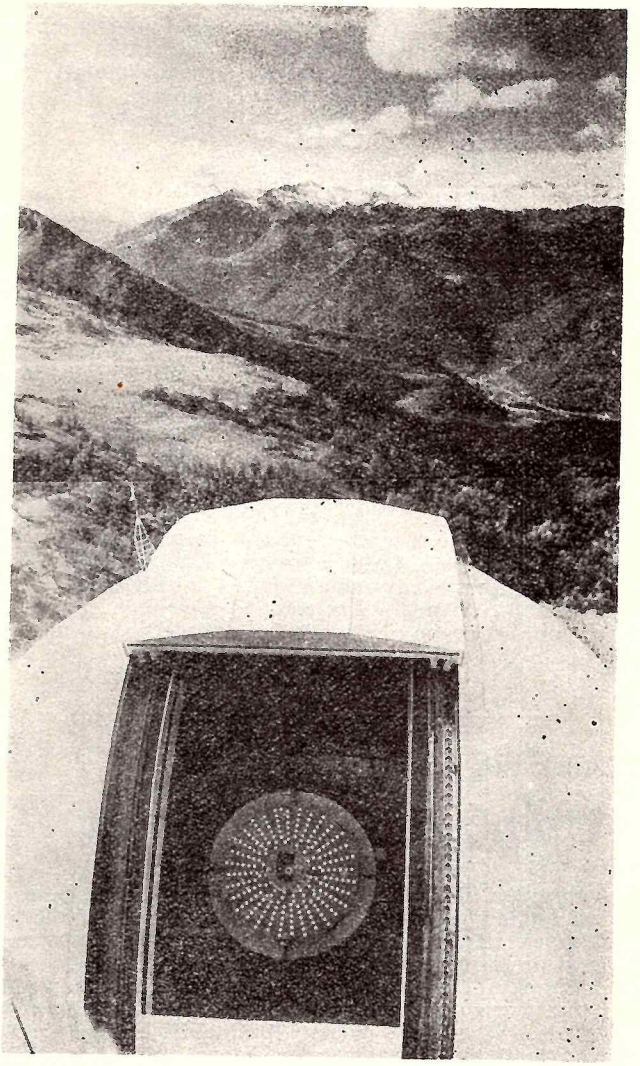
Týmto bola v podstate ukončená práca na výstavbe najväčšieho optického ďalekohľadu

sveta s priemerom zrkadla 6 m (pripomíname, že priemer palomarského zrkadlového ďalekohľadu v USA je 5 m). V súčasnosti pokračujú ešte práce na odladení zariadenia a vylepšení jeho citlivosti využitím najmodernejších prijímacích zariadení.

Prv, než bolo prijaté konečné rozhodnutie, dlho sa diskutovalo o výbere konštrukcie a vhodného miesta pre šesťmetrový ďalekohľad. Aby sa pre budúce observatórium našla skutočne optimálna poloha, bolo vyslaných pätnásť expedícií do najrôznejších oblastí Sovietskeho zväzu: do Strednej Ázie, Zakaukazska, na Severný Krym, na Kaukaz. Bolo treba nájsť také miesto, kde by sa priezračnosť atmosféry spájala s čo najväčším počtom jasných nocí a kde by v okolí neboli osvetlené a husto osídlené priestory, pričom však bolo nutné, aby toto miesto bolo prístupné aj pre ťažkotonážne nákladné autá na prepravu objemných, neštandardných nákladov.

Miesto neďaleko osady Zelenčukskaja spĺňa tieto podmienky a naviac má ešte jednu výhodu: umožňuje robiť komplexný optický a rádioastronomický výskum súčasne, nakoľko v blízkosti stanice Zelenčukskaja je unikátny rádioastronomický ďalekohľad RATAN-600. Môžu sa teda študovať objekty žiariace v rádiovej i optickej oblasti vlnových dĺžok.

■



Zelenčukskaja — pohľad na časť observatória a výhľad do okolia.

Svojou konštrukciou sa veľký astronomický ďalekohľad líši od všetkých iných veľkých prístrojov. Bežne sa nastavenie ďalekohľadu na hviezdu a jej sledovanie uskutočňuje otáčaním okolo dvoch osí: polárnej, rovnobežnej s osou zemskej rotácie a osi na ňu kolmej, ktorá umožňuje nastavenie tubusu na pozorovaný objekt podľa jeho sklonu. Tento systém (montáž) sa nazýva ekvatoriálny. Keby mal veľký astronomický ďalekohľad túto montáž, bola by celková váha celého mechanického systému 2,5 krát väčšia, ako je váha palomarského ďalekohľadu a v skutočnosti je približne rovnaká, pretože v prípade veľkého astronomického ďalekohľadu sa použila alt-azimutálna (výška-azimut) montáž. Mechanická deformácia tvaru zrkadla je pri takejto montáži podstatne menšia než pri montáži ekvatoriálnej: ohybový moment je totiž najmenší možný, pretože základná os ďalekohľadu (vertikálna) má súhlasný smer so smerom zemskej tiaže. Súvisí to s tým, že zvolená alto-azimutálna montáž umožňuje otáčanie ďalekohľadu okolo osí zvolených iným spôsobom: jedna os má smer vertikálny a druhá horizontálny. Sledovanie hviezdy, ktorá sa pohybuje v dôsledku zdanlivej dennej rotácie nebeskej klenby, stáva sa však pritom omnoho zložitejším a môže sa uskutočniť iba vďaka samočinným počítačom skonštruovaným špeciálne pre observatórium. Pre tieto počítače boli vytvorené osobitné programy. Jeden z nedostatkov alto-azimutálnej montáže je rotácia zorného poľa: aby sme obraz hviezdy nedostali v tvare oblúka kružnice (namiesto bodu), treba kazetu s fotografickou platňou otáčať za hviezdami. Toto sa tiež robí pomocou samočinných počítačov.

Celková váha pohyblivej časti montáže je 650 ton a váha tubusu 300 ton. Plynulosť otáčania nutná pre astronomické pozorovania, ktoré vyžadujú presnosť nastavenia na zlomky oblúkovej sekundy, je zabezpečená tým, že celá pohyblivá časť obrovskej konštrukcie akoby plávala na tenučkej vrstve oleja (0,10—0,15 milimetrov). Otáčajúca sa kupola váži 1000 ton.

Asi v polovici tubusu je plošinka, kde je umiestnený spektrograf s troma kamerami rôznej svetelnosti a disperzie. Týmto spektrografom sa už získali spektrá rôznych hviezd. Pozorovateľská kabína je v hornej časti tubusu.

Ešte keď sa začínala výstavba ďalekohľadu, vytvoril kolektív observatória unikátnu vedeckú aparatúru — prístroj „MANIA" (podľa ruského: mnogokanalnyj analyzator nanosekundnych izmerenij jarkosti, t. j. viackanálový analyzátor nanosekundových meraní jasnosti), ktorý umožňuje merať premennosť jasu hviezd v perióde od 10^3 do 10^{-7} s; ďalej bol vytvorený magnetometer, na ktorom možno pomocou interferometra študovať magnetické polia magnetických a iných hviezd.

Najdôležitejšia však bola výroba zrkadla dosiaľ nevídaných rozmerov: hrúbku má 65 cm a váži 42 ton. Jeho ohnisková vzdialenosť je 24 m. Kvôli týmto veľkým rozmerom bolo rozhodnuté opracovať zrkadlo priamo na mieste jeho odliatia. Na leštenie povrchu a kontrolu brúsenia bolo treba skonštruovať zvláštne stroje, pretože pri priemere 6 m musí byť povrch zrkadla vyleštený s presnosťou na zlomky mikrónu.

Pri pozorovaniach na ďalekohľade je treba venovať osobitnú pozornosť zmenám tvaru zrkadla teplom: tieto deformácie menia ohniskovú vzdialenosť. Preto je na samotnom ďalekohľade, na povrchu zrkadla, na tubuse i v priestoroch pod kupolou inštalované veľké množstvo detektorov teploty. Pretože zrkadlo má značnú tepelnú zotrvačnosť, treba, aby v momente začiatku pozorovania nebol veľký rozdiel medzi teplotou zrkadla a okolitého vzduchu. Preto je na observatóriu chladiace zariadenie, ktorým sa postupne dosiahne taká teplota zrkadla, akú predpovedali meteorológovia podľa predchádzajúcej noci.

Hliníkový povrch zrkadla s hrúbkou približne 0,1 μm sa časom v dôsledku rôznych vonkajších vplyvov poškodzuje, a preto ho treba periodicky obnovovať. Za týmto účelom je vytvorené špeciálne vákuové zariadenie na pohliníkovanie povrchu zrkadla.

Zložitým technickým problémom bolo aj premiestnenie zrkadla z Moskvy do osady Zelenčukskaja.

■

Aké nové možnosti poskytuje pre astronómiu nový gigantický ďalekohľad? Každý objekt, ktorý sa podarí objaviť pomocou rádiovej, rentgenovej a infračervenej astronómie, snažia sa odborníci stotožniť s optickými objektami. Ale aby sa pozorovali tieto spravidla veľmi vzdialené a v optickej oblasti slabé objekty, treba silné ďalekohľady (efektívnosť pozemných optických ďalekohľadov rastie úmerne s plochou ich zrkadiel). Preto sa v posledných rokoch v mnohých krajinách stavajú nové veľké ďalekohľady. Predsa však ešte po mnohé roky bude šesťmetrový ďalekohľad najväčším.

Hlavný konštruktér ďalekohľadu B. K. Ioannisian a predseda Astrosovietu E. R. Mustel píšu: „...nehľadiac na pokrok mimoatmosferickej astronómie, zostanú veľké pozemské ďalekohľady dlhý čas významným prostriedkom detailného štúdia nebeských objektov. Prvoradé miesto v navrhovanom pozorovacom programe má ďalšie štúdium povahy a evolúcie kvazarov, nestacionárnych galaxií a galaxií vo vzájomnej interakcii, štúdium ich jadier, skupín a kôp galaxií. Veľká pozornosť sa bude venovať výskumu najrozličnejších a najzaujímavejších tesných dvojhviezd, ktoré sa nachádzajú v kritických štádiách svojho vývoja a rýchlo strácajú hmotu, hviezd so silnými magnetickými poľami, zvláštnym chemickým zložením a ďalších zaujímavých objektov.

Podľa čas. Priroda —ik—

Austrália, 23. X. 1976

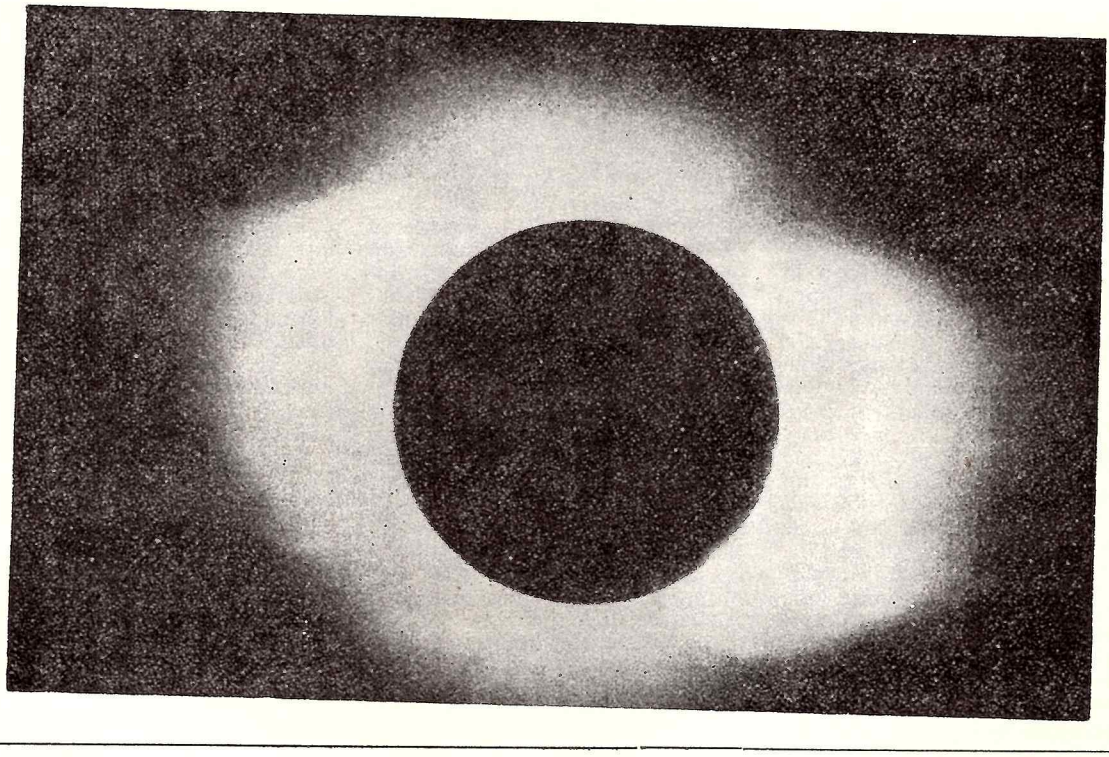
Úplné zatmenie Slnka

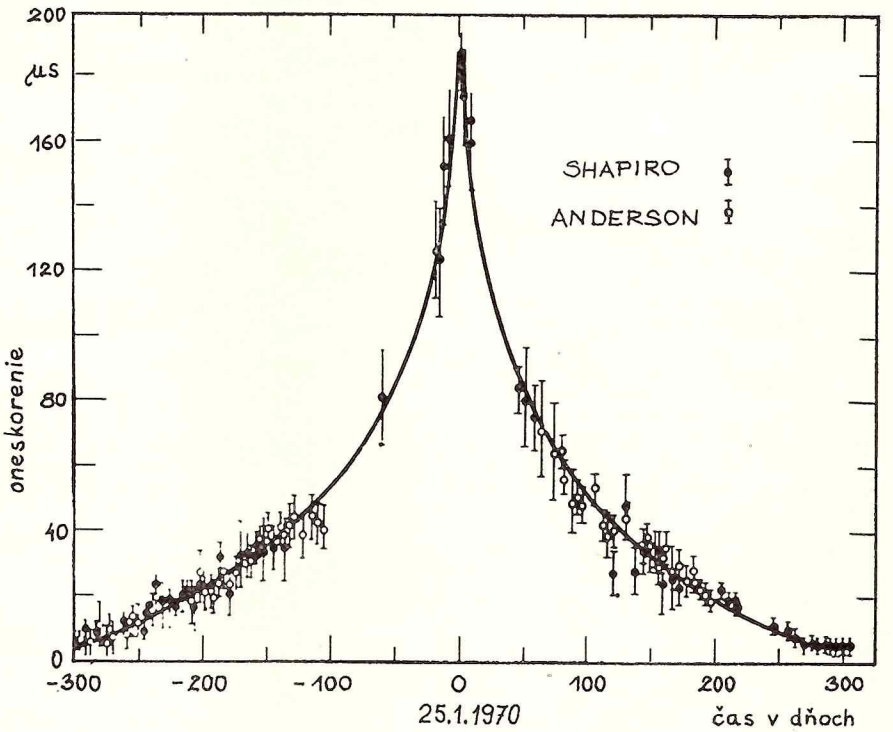
Desiatky vedeckých výprav a tisícky amatérov zo všetkých končín sveta prilákala vlani do Austrálie možnosť pozorovať úplné zatmenie Slnka. Október je však v južnej Austrálii typický jarný mesiac s najväčšou oblačnosťou v roku a tak vyhliadky na dobré pozorovanie boli malé. Najviac výprav sa zišlo v meste Bombala: do 6 tisíc pozorovateľov bolo však sklamaných, lebo obloha sa asi hodinu pred totalitou úplne zatiahla. Zamračené bolo aj v trojmiliónovom Melbourne. Na niektorých miestach sa síce totalita dala dobre pozorovať, ale vysoká riasovitá oblačnosť rušila pozorovania koróny.

Snímku, ktorú reprodukujeme, získala skupina Maxa Waldmeira zo Štátnej hvezdárne v Zürichu, ktorá pozorovala zatmenie z okolia mesta Ballarat (asi 140 km západne od Melbourne), kde totalita trvala 181 sekúnd. Použitý bol teleobjektív Tele-Tessar s ohniskovou vzdialenosťou 500 mm a expozícia trvala $^1/_4$ sekundy pri clone 11 na film ILFORD FP4 o citlivosti 22 DIN. Koróna na obrázku má podlhovastý tvar, typický pre roky okolo minima slnečnej činnosti.

Najbližšie úplné zatmenie Slnka bude tohto roku v Južnej Amerike a Tichom oceáne 12. októbra. V Československu bude pozorovateľné zatmenie Slnka až v roku 2135 a nasledujúce v roku 2151.

zš





Obr. 1. Oneskorenie radarového signálu prechádzajúceho gravitačným poľom Slnka.

Experimentálne overovanie všeobecnej teórie relativity III.

RNDr. JÁN ŠTOHL, CSc.

Tri klasické testy na overenie všeobecnej teórie relativity, ktoré navrhol sám Einstein — menovite meranie gravitačného červeného posunu, ohybu svetla v gravitačnom poli Slnka a stáčania perihélia planét — prešli od jeho čias viacerými vylepšeniami a určite sa bude i naďalej pokračovať v ich zdokonaľovaní. Presnosť merania gravitačného červeného posunu sa môže napr. zvýšiť až o niekoľko rádov pomocou presných hodín na dráhe okolo Zeme — o jednom takomto experimente si čoskoro povieme podrobnejšie. Pre spresnenie testu stáčania perihélia planét rozhodujúce budú ďalšie merania sploštenia Slnka a údaje o pohybe planét. Zdokonalenie meraní ohybu svetla v gravitačnom poli Slnka si vyžiada ďalšie experimenty metódou dvojitej frekvencie, aby sa mohli vylúčiť neželateľné vplyvy slnečnej koróny.

Novšie boli však navrhnuté aj celkom nové druhy experimentov na overenie Einsteinovej teórie. Teoreticky by sa dalo nájsť vlastne neobmedzené množstvo efektov, ktorými by sa mala dať táto teória overiť, pretože v Einsteinovej všeobecnej teórii relativity, na rozdiel od Newtonovej teórie, gravitačné pole ovplyvňuje všetky fyzikálne deje. Pravda, prevažná väčšina týchto efektov je natoľko malá, že sa nedá zistiť dnešnými meraniami. Klasické testy sa preto opierali výlučne o tvar dráhy svetelných fotónov a planét, čo bolo vzhľadom na vtedajšie možnosti merania experimentálne dostupné.

Moderná elektronika a vysoko účinné rádiolokačné zariadenia umožňujú dnes merať pohyb v závislosti od času s presnosťou tak vysokou, že poskytujú celkom nové metódy na overenie Einsteinovej teórie. Jedným z takýchto celkom nových testov je meranie časového oneskorenia radarového signálu, prechádzajúceho gravitačným poľom Slnka.

■ ONESKORENIE RADAROVÝCH SIGNÁLOV

Tento nový test na overenie všeobecnej teórie relativity, ktorý Einstein nenavrhol, odvodil r. 1964 I. I. Shapiro. Experiment spočíva vo veľmi presnom meraní nadbytočného oneskorenia radarových signálov v slnečnej sústave, spôsobeného zmenou rýchlosti signálov pri ich prechode gravitačným poľom Slnka.

Ak sa vyšle radarový signál zo Zeme napr. k Venuši alebo k Merkúru tak, aby musel prejsť v blízkosti Slnka, potom sa dráha tohto signálu v gravitačnom poli Slnka zakriví presne rovnako ako svetelné lúče. Shapiro dokázal, že zo všeobecnej teórie vyplýva aj iný efekt, ktorý sa musí prejaviť na radarovom signáli, a to jeho oneskorenie pri prechode gravitačným poľom Slnka. Pre-

konanie celej vzdialenosti od Zeme k planéte a späť mu bude preto trvať dlhšie než pri prechode mimo gravitačného poľa Slnka. Z teórie relativity vyplýva, že ak bude signál prechádzať v tesnej blízkosti slnečného okraja, potom sa oneskorí o čas

$$\Delta t \approx \frac{4MG}{c^3} \ln \frac{4 r_p r_z}{R^2}$$

kde r_p a r_z sú vzdialenosti planéty a Zeme od Slnka, R a M sú polomer a hmotnosť Slnka a G je gravitačná konštanta.

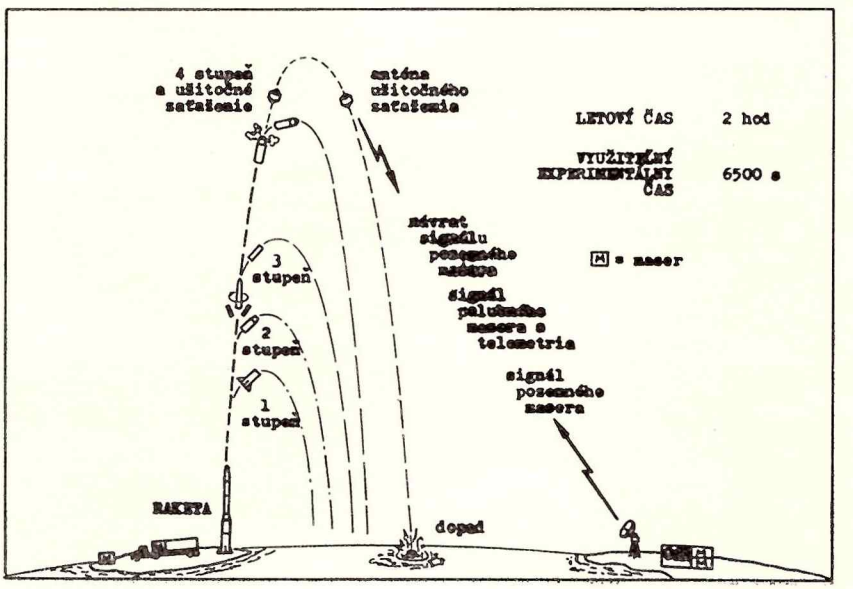
Všimnime si bližšie prípad, keď sa vyšle radarový signál k planéte Merkúr. Ak má signál prejsť čo najbližšie k Slnku, potom ho treba vyslať v čase hornej konjunkcie Merkúra, t. j. vtedy, keď je Slnko presne medzi nami a Merkúrom. Vzdialenosť Zeme od Merkúra je vtedy daná priamo súčtom vzdialenosti Zeme a Merkúra od Slnka. Keďže stredná vzdialenosť Merkúra od Slnka je 150 miliónov km, radarový signál od svojho vyslania zo Zeme do prijatia na Zemi po odraze od Merkúra musí prekonať celkovú vzdialenosť 416 miliónov km. To znamená, že signál sa vráti späť na Zem približne za 23 minút. V dôsledku relativistického efektu oneskorenia sa tento čas po dvojnásobnom prechode gravitačným poľom Slnka zvýši približne o 2 desaťtisíciny sekundy, presnejšie, o 240 mikrosekúnd. Je to síce veľmi malý časový rozdiel, ale je dostatočne veľký na to, aby sa dal s vysokou spoľahlivosťou zmerať dnešnými technickými prostriedkami.

Napriek tomu konkrétne experimentálne overenie tohto efektu naráža na mimoriadne veľké ťažkosti. Hlavný problém spočíva v tom, že v čase experimentu treba poznať s vysokou presnosťou momentálnu vzdialenosť medzi miestom vyslania radarového signálu na Zemi a miestom jeho odrazu na Merkúre. Ak táto vzdialenosť nie je známa s dostatočnou presnosťou, nemožno určiť ani čas, potrebný na prekonanie celej vzdialenosti bez gravitačného vplyvu Slnka a nemožno preto overiť ani teoretický čas oneskorenia signálu, i keby sa čas medzi jeho vyslaním a opätovným prijatím zmeral s akoukoľvek presnosťou. Žiaľ, samotné astronomické pozorovania nedovoľujú určiť vzdialenosť s potrebnou presnosťou. Problém však možno riešiť tým, že sa opäť vyjde zo všeobecnej teórie relativity a riešením jej rovníc poľa zo známych parametrov dráhy Zeme a Merkúra sa odvodí s dostatočnou presnosťou momentálna vzdialenosť medzi miestom vyslania a odrazu radarového signálu.

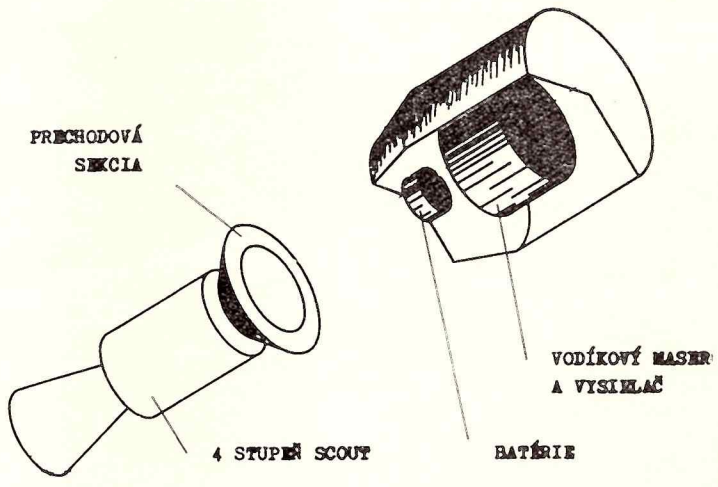
Prvé konkrétne merania efektu uskutočnil Shapiro so svojimi spolupracovníkmi z Lincolnovho laboratória pomocou radaru, pracujúceho na frekvencii 7840 MHz. Merania uskutočnili v dvoch obdobiach, od 28. apríla do 20. mája a od 15. augusta do 10. septembra, v čase okolo hornej konjunkcie Merkúra, ktorá nastala 11. mája a 24. augusta. Súhlas medzi teoretickou hodnotou oneskorenia radarového signálu a experimentálne zisteným oneskorením bol celkove veľmi dobrý, pravda, v medziach experimentálnej neistoty $\pm 20\,\%$. Novšie merania z r. 1970 pri odraze radarových signálov z Venuše dali zhodu teórie s pozorovaniami ešte oveľa lepšiu, s presnosťou na niekoľko percent. V roku 1970 uskutočnil J. D. Anderson zo Jet Propulsion Laboratory v Pasadene so svojimi kolegmi aj prvé merania oneskorenia radarových signálov pomocou kozmických sond Mariner 6 a Mariner 7. Signály sa vysielali zo Zeme na sondy a z nich pomocou retranslačných zariadení späť na Zem v čase, keď boli sondy na svojich medziplanetárnych dráhach na opačnej strane od Slnka ako naša Zem. Najlepšie výsledky sa dosiahli 28. apríla 1970, kedy radarový signál prešiel vo vzdialenosti iba troch slnečných polomerov od stredu Slnka. Teoreticky predpovedané oneskorenie sa zhodovalo s meraniami v medziach neistoty experimentu $\pm 3\,\%$. Táto neistota bola spôsobená hlavne tým, že v dôsledku slnečného vetra a iných negravitačných efektov sa mohla poloha sond náhodile meniť až o stovky metrov voči ich normálnej dráhe. Merania pomocou sondy Mariner 9 počas jej letu na dráhe okolo Marsu z rokov 1971—1972 viedli k ešte lepšej zhode teórie s pozorovaniami.

■ ATÓMOVÉ HODINY NA DRÁHE OKOLO ZEME

Uviedli sme si už, že gravitačný červený posun možno overiť aj pomocou veľmi presných hodín, umiestnených v umelej družici na dráhe okolo Zeme. Podstata experimentu spočíva v porovnaní času, meraného pomocou hodín na umelej družici vo väčších vzdialenostiach od Zeme s časom, meraným pomocou hodín na zemskom povrchu. Vzhľadom na to, že hodiny na obežnej dráhe sa nachádzajú v slabšom gravitačnom poli Zeme v porovnaní s hodinami na Zemi, podľa všeobecnej teórie relativity a z nej vyplývajúceho gravitačného červeného posunu, ich frekvencia by mala byť vyššia ako frekvencia hodín na zemskom povrchu. Čím sú hodiny v družici ďalej od povrchu Zeme,



Obr. 2. Schéma experimentu GP-A — zisťovanie gravitačného posuvu frekvencie atómových hodín.



Obr. 3. Usporiadanie posledného stupňa rakety Scout pre experiment GP—A.

tým by mal byť väčší rozdiel frekvencií. Pri výške napríklad 10 000 km by sa mal Einsteinov efekt červeného posunu prejaviť zmenou frekvencie približne o 7 desaťmiliardtín pôvodnej hodnoty frekvencie ($7 . 10^{-10}$).

Experiment tohto druhu uskutočnilo Marshalove centrum pre kozmické lety NASA r. 1976, samotný experiment mal názov Gravity Probe — A (GP — A). Jeho hlavným vedeckým koordinátorom bol R. F. C. Vesot zo Smithsonian Astrophysical Observatory. Na vlastné meranie sa pri tomto experimente použili mimoriadne presné hodiny, synchronizované vodíkovým maserom. Využíva sa v nich fyzikálny poznatok, že pri interakcii elektrónu a protónu v atóme vodíka vzniká mikrovlnný signál s frekvenciou 1,42 miliárd cyklov za sekundu, ktorý je stabilný s presnosťou na jednu tisícinu biliónintiny frekvencie (10^{-15}). Takáto stabilita je ekvivalentná hodinám, ktoré by nepresiahli odchýlku väčšiu než 2 sekundy za 100 miliónov rokov.

Vlastný experiment GP — A sa uskutočnil 18. júna 1976. Išlo o krátkodobý 2-hodinový let po balistickej dráhe. Raketa Scout vyniesla prístroje do určenej maximálnej výšky 10 000 km. Vzhľadom na vysokú presnosť hodín a dosiahnutú výšku sa dalo očakávať, že relativistický efekt sa bude dať overiť s veľmi vysokou presnosťou, a to až na $\pm 0{,}005\,\%$. Žiaľ, nesprávna orientácia hlavice rakety spôsobila podstatné zhoršenie signálov a tým aj značné skomplikovanie vyhodnotenia celého experimentu. Aj keď konkrétne výsledky nie sú zatiaľ známe, možno očakávať, že definitívne vyhodnotenie experimentu GP — A bude znamenať dosiaľ najpresnejšie overenie relativistického červeného posunu a všeobecnej teórie relativity vôbec.

■ ■ ■

Mohli by sme pokračovať vo vymenovávaní ďalších a ďalších experimentov na overenie všeobecnej teórie relativity. Snahou všetkých je zvýšiť presnosť experimentov a overenia relativistických efektov. Žiadalo by sa napr. doplniť údaje o zakrivení rádiových vĺn v gravitačnom poli Slnka o merania polôh troch rádiových zdrojov, menovite 0116+03, 0119+11 a 0111+02, na dvoch frekvenciách, odpovedajúcich vlnovým dĺžkam 3,7 a 11,7 cm, ktoré uskutočnili E. B. Fomalont a R. A. Sramek na rádioastronomickom observatóriu v Green Banku a ktorými potvrdili predpovedaný efekt s presnosťou na 1 %. Možno jednoznačne konštatovať, že doterajší trend a skvalitňovanie experimentov dovolí už v najbližších rokoch overiť všeobecnú teóriu relativity s presnosťou minimálne na zlomky percenta.

Pravda, nesmieme zabúdať, že viaceré z uvedených efektov a experimentov vyplývajú aj z iných moderných gravitačných teórií a že skutočné overenie teórie relativity možno dosiahnuť iba súhlasnými výsledkami všetkých uvažovaných experimentov. Na porovnanie rôznych gravitačných teórií sa zaviedol tzv. PPN-formalizmus (parametrizovaný postnewtonovský formalizmus), ktorý umožňuje pomocou deviatich parametrov charakterizovať fyzikálne vlastnosti rôznych metrických teórií gravitácie a konfrontovať ich s výsledkami jednotlivých experimentov. Bez zachádzania do podrobností možno povedať, že mnohé gravitačné teórie pri tejto konfrontácii prepadli, kým postavenie všeobecnej teórie relativity je aj v PPN-formalizme mimoriadne dobré.

Treba si tiež uvedomiť, že doterajšie experimenty sa dotýkali meraní výlučne v slabých gravitačných poliach. Ďalším logickým krokom pri overovaní Einsteinovej teórie bude „otázka platnosti všeobecnej teórie relativity v silných poliach, v blízkosti a vnútri supermasívnych telies, resp. v kozmológii" (V. L. Ginzburg).

■ ■ ■

Nemenej závažnou je aj otázka ohraničenej platnosti všeobecnej teórie relativity. Môže to vyznievať paradoxne, ak hovoríme o ohraničení platnosti Einsteinovej teórie v článku, ktorý ukazuje doterajšie úspešné výsledky pri overovaní tejto teórie. Moderné astrofyzikálne a kozmologické problémy, napr. otázka konečného stavu čiernych dier, počiatočného stavu vývoja nášho pozorovaného vesmíru pred Big Bangom, a vôbec otázka singulárnych stavov hmoty vo vesmíre vyžadujú si konkrétnu odpoveď, či, a pri akých superhustých stavoch prestáva byť i všeobecná teória relativity skutočne všeobecnou; či, a pri akých podmienkach bude treba vytvoriť novú, ešte všeobecnejšiu teóriu gravitácie.

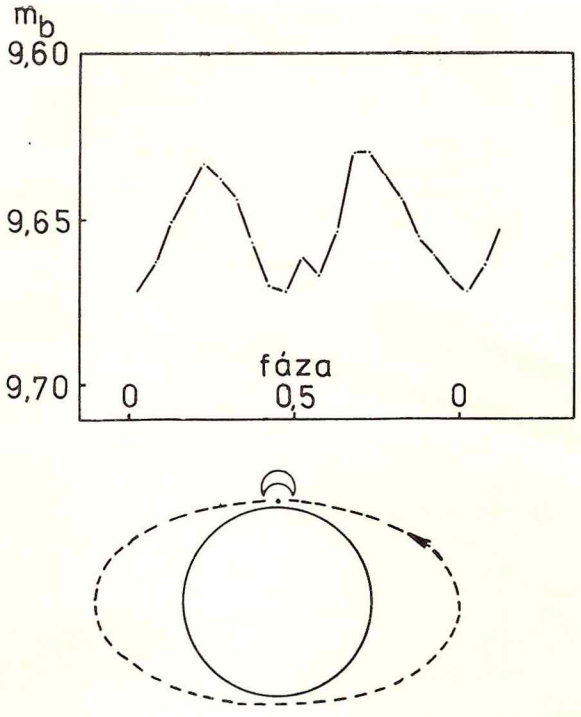
Dochádzame vlastne k záveru — a to prv, ako by mohla byť všeobecná teória relativity overená so žiadúcou presnosťou — že aj táto, pre modernú astrofyziku a kozmológiu tak mimoriadne závažná teória, je dnes fakticky teóriou klasickou. Skutočnosťou ostáva, že práve Einsteinovej teórii relativity vďačí moderná astronómia za svoj dnešný prudký rozvoj a že astrofyzikov a teoretických fyzikov čaká ešte veľa práce, aby túto teóriu plne využili pri interpretácii pozorovaných kozmických javov.

Gravitačná šošovka v Cyg X-1

Problematike čiernych dier, ich vlastností a prejavov sa venujeme na stránkach Kozmosu dosť podrobne, lebo sú to objekty, ktoré priťahujú záujem odborníkov i širokej verejnosti a ich pozorovania prinášajú pri systematickej práci množstvo pozoruhodných noviniek.

Zaujímavý objav publikoval v novembri 1976 anglický astronóm E. N. Walker. Na základe presných fotoelektrických meraní získal svetelnú krivku rentgenovského zdroja Cyg X-1 s presnosťou 0,004 magnitúdy. Merania získané počas 286 nocí v rokoch 1972—75 odhalili nezvyklý jav na svetelnej krivke: nepatrné zjasnenie (o $0{,}012^m$) v okolí fázy 0,5, ktoré predstavuje zhruba 1 % celkovej intenzity žiarenia.

Príčinou tohto zvýšenia jasu môže byť horúca škvrna, gravitačná šošovka, alebo inverzný Comptonov rozptyl. Horúca škvrna a inverzný Comptonov rozptyl sú javy spojené s prenosom hmoty z primárnej zložky dvojhviezdy na zložku sekundárnu. Horúca škvrna vzniká v oblasti dopadu tejto hmoty do atmosféry hviezdy v dôsledku premeny kinetickej energie častíc na energiu tepelnú. Inverzný Comptonov rozptyl vzniká interakciou prúdu vysokoenergetických relativistických elektrónov s fotónmi a elektromagnetickým žiarením. Gravitačná šošovka je jav vznikajúci v silných gravitačných poliach (akými sú aj čierne diery). Prejavuje sa silným ohybom svetelného žiarenia inej hviezdy a fokusáciou rozptýleného žiarenia do smeru na pozorovateľa.



Hypotézu horúcej škvrny môžeme zavrhnúť pre silnú absorbciu v prúdiacej hmote. Pozorovaný efekt Walker vysvetľuje kombináciou dvoch ďalších možností. Podotýkame, že o efekte gravitačnej šošovky u tesných dvojhviezd sa uvažovalo ešte pred objavom rentgenovských dvojhviezd ako o možnosti detekcie čiernych dier v dvojhviezdách.

Na obrázku vidíme svetelnú krivku Cyg X-1 v modrej oblasti spektra a model sústavy v okamihu, keď sa prejavuje efekt gravitačnej šošovky.

Walkerov objav javu predpovedaného na základe teoretických úvah je ukážkou vysokého stupňa vývoja astrofyziky v tak mladej oblasti, akou je pozorovanie čiernych dier vo vesmíre.

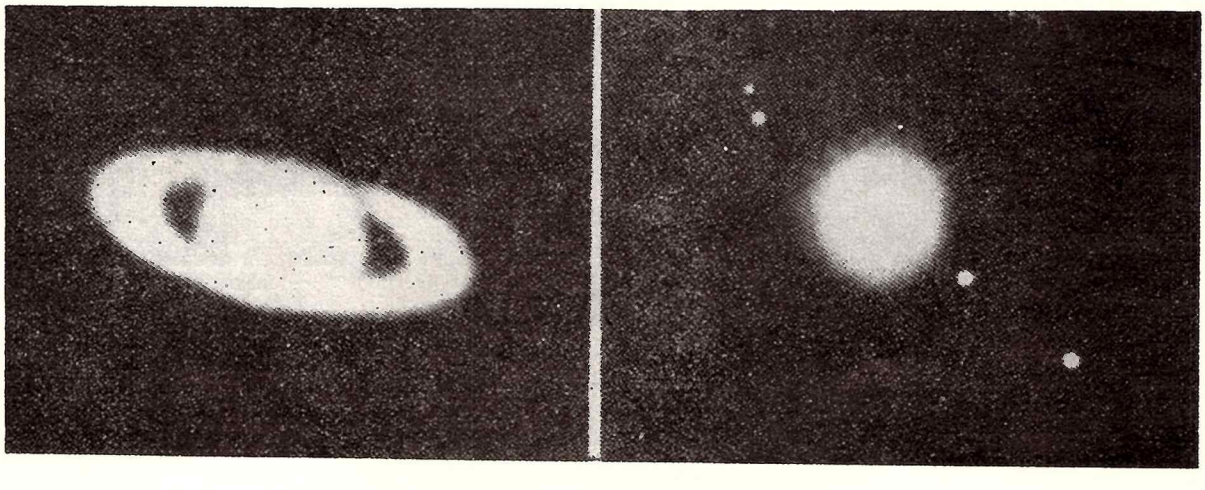
—JŽ—

Televizní astronomie

V současné době nabývají televizní metody v astronomii stále větší význam. Také obraz vytvořený dalekohledem můžeme snímat televizní kamerou, což má značné výhody. Pomocí velmi citlivých kamer a digitální techniky obrazové paměti se na obrazovce během několika sekund ukáží hvězdné objekty s velmi malou jasností: i hvězdy slabší 22^m.

Tato televizní metoda může být využita i v případech, kdy má být široká veřejnost seznámena s určitým astronomickým jevem a to přímo v době jeho průběhu. Přiložené snímky Saturna a Jupitera se čtyřmi nejjasnějšími měsíci byly pořízeny pomocí Newtonova dalekohledu o průměru primárního zrcadla 300 mm s ohniskovou délkou 1881 milimetrů a ofotografovány z televizní obrazovky. Ukazují jednu z mnoha možností televizního přenosu.

Sterne und Weltraum (H. N.)



Prvotné čierne diery

Čierne diery môžu vznikať dvoma spôsobmi. **Prvý nastane,** keď vo hviezde, ktorá má hmotnosť aspoň dvojnásobnú ako Slnko, vyhorí všetko nukleárne palivo a hviezda začne „padať do seba". Zrúti sa do objektu prakticky nulového objemu a nekonečnej hustoty, tzv. **priestoročasovej singularity,** kde už sú narušené všetky známe fyzikálne zákony. Vonkajší pozorovateľ singularitu neuvidí: už keď sa priemer hviezdy zmenší na niekoľko málo kilometrov, jej gravitačné pole natoľko zosilnie, že z hviezdy nemôžu uniknúť ani častice žiarenia. Existujú pozorovacie dôkazy, ktoré nasvedčujú tomu, že čierne diery tohto prvého druhu sú v dvojhviezdnych sústavách alebo v jadrách guľových hviezdokôp. Vieme o nich preto, že pri dopade hmoty na takúto čiernu dieru dochádza k emisii X žiarenia.

Druhý spôsob vzniku čiernych dier je spätý s dejinami raného vesmíru. Na počiatku svojho rozpínania musel mať vesmír vysokú teplotu a hustotu. Nemohol byť úplne homogénny: niektoré oblasti boli natoľko stlačené, že skolabovali do malých čiernych dier. Malé čierne diery sú objekty, ktoré nevznikli gravitačným kolapsom hviezd a majú menšiu hmotnosť než čierne diery prvého druhu. Priestor, ktorý zaberajú, je nepatrný: čierna diera o hmotnosti 10^{12} kg bude mať rozmer elementárnej častice (10^{-15} m).

V klasickej mechanike je čierna diera oblasťou priestoru, kde je gravitačné pole natoľko silné, že z neho nemôže preniknúť k vonkajšiemu pozorovateľovi žiaden signál. Gravitačné pole tu vytvorí tzv. potenciálovú bariéru. Častice a žiarenie však môžu prenikať cez potenciálovú bariéru kvantovo-mechanicky, vďaka tunelovému javu. Kvantovo-mechanické efekty spôsobujú rozpad malých čiernych dier emitovaním žiarenia o určitej charakteristickej teplote, ktorá je nepriamo úmerná hmotnosti čiernej diery. Napr. pre čiernu dieru o hmotnosti 10^{12} kg je táto teplota 10^{11} K. Malé čierne diery emitujú tvrdé gama žiarenie, elektróny, nukleóny, gravitóny a neutrína. Častice pri úniku odnášajú časť hmoty čiernej diery. Čím viac sa hmotnosť čiernej diery zmenšuje, tým sa vyžarovanie zintenzívňuje, až sa čierna diera vyžiari — **vyparí** úplne. Pre čierne diery s hmotnosťou 10^{12} kg sa čas vyparovania rovná veku vesmíru. Všetky čierne diery potrebujú na vyparenie čas dlhší ako 10^{60} rokov.

V priebehu rozpracovávania klasickej teórie čiernych dier sa objavil nový termín — **biela diera.** Zatiaľ čo čierne diery sú objekty, ktoré pohlcujú častice a nič z nich nemôže uniknúť, biele diery sú zas objekty, do ktorých nič nemôže vniknúť, ale z ktorých častice a žiarenie unikajú.

Avšak objav, že čierne diery môžu tiež emitovať žiarenie, a to kvantovo-mechanicky, odstránil vlastne rozdiel medzi čiernymi a bielymi dierami. Čierne diery môžu teda častice emitovať aj absorbovať, a preto sa nedá rozhodnúť, či daný objekt je čiernou alebo bielou dierou.

Vyparujúca sa čierna diera emituje väčšinu svojej energie vo forme tvrdého gama žiarenia v oblasti okolo 100 MeV. Astronómom sa nedávno v tejto oblasti podarilo detekovať gama žiarenie pozadia. Tieto výsledky možno použiť na určenie počtu prvotných čiernych dier, ktoré ešte existujú. Ak celé žiarenie pozadia na 100 MeV je spôsobené vyparovaním čiernych dier, potom horná hranica priemernej hustoty výskytu prvotných čiernych dier by mala byť okolo 300 na kubický svetelný rok. Prvotné čierne diery nie sú však rozložené vo vesmíre rovnomerne. Je rozumné predpokladať, že skoro všetky sú zachytené galaxiami. Aj v našej galaxii by teda lokálna hustota prvotných čiernych dier mala byť až miliónkrát väčšia než hustota priemerná. V okolí Slnečnej sústavy by malo byť asi 300 miliónov čiernych dier na kubický svetelný rok, čo odpovedá výskytu jednej prvotnej čiernej diery na objem Slnečnej sústavy. Počet prvotných čiernych dier na jednotkový objem je teda tak malý, že zatiaľ niet nádeje detekovať individuálnu prvotnú čiernu dieru — potrebné detektory na dráhe okolo Zeme by museli mať väčšie rozmery než futbalové ihrisko.

■ ■

Oveľa väčšiu nádej nám poskytuje možnosť registrácie dramatického konca života prvotnej diery: nastáva explózia odpovedajúca výbuchu milión megaton TNT, pri ktorej je emitované žiarenie v rozmedzí 100—500 MeV. Smrť jednej čiernej diery nastane v objeme 5 kubických parsekov za rok. Znamená to, že by sme mohli očakávať výbuch jednej čiernej diery mesačne v priemernej vzdialenosti 8 svetelných rokov. Takýto výbuch by mal byť detekovaný súčasnými prostriedkami. Treba poznamenať, že tieto výbuchy nemajú nič spoločné s gama vzplanutiami, ktoré registrujeme v pásme 150 keV.

Formovanie malých čiernych dier na rozdiel od čiernych dier prvého druhu v súčasnosti neprebieha, lebo vo vesmíre nevládnu tak enormné hustoty a tlaky ako v prvotných štádiách jeho vývoja. Laboratórna výroba malých čiernych dier patrí zatiaľ do oblasti science-fiction. Známy odborník v relativistickej astrofyzike prof. Wheeler vypočítal, že na vytvorenie malej čiernej diery s hmotnosťou 10^{12} kilogramov by sme potrebovali nechať vybuchnúť vodíkovú bombu, na výrobu ktorej by sme spotrebovali deutérium zo všetkých oceánov sveta. Ťažko môžeme očakávať uskutočnenie takéhoto experimentu.

Využitie malých čiernych dier ako energetickej zásobárne ľudstva je veľmi lákavé. Takáto čierna diera by mohla po veľmi dlhú dobu dodávať výkon milión megawattov. Problém však bude, že ju nemôžeme umiestniť na Zemi, lebo by nám „prepadla" do stredu Zeme. Dala by sa však umiestniť na dráhu okolo Zeme, odkiaľ by sme mohli emitovanú energiu prenášať na Zem. Už samotná predstava, že objekt menší než atóm môže vyžarovať tak obrovské množstvo energie, je jedným z najvzrušujúcejších objavov súčasnej teoretickej fyziky.

Podľa Mercury D. Chochol

Nová radarová mapa Venuše

RNDr. PAVEL KOUBSKÝ, CSc.

Detailní radarové snímky Venuše ukazují, že na povrchu této planety jsou rozsáhlé pánve podobné měsíčním mořím, ale také horská pásma tektonického původu.

To jsou hlavní závěry posledního radarového průzkumu Venuše a první vědecké výsledky, které se podařilo získat zlepšeným radioteleskopem v Arecibo na Puerto Rico.

Přestavba tohoto unikátneho přístroje trvala tři roky a jejím hlavním cílem bylo uzpůsobit anténu pro kratší vlnové délky. Radioteleskop v kráteru vyhaslé sopky o průměru větším než 300 metrů byl v provozu od roku 1963 a pracoval na vlnových délkách větších než 70 cm. V posledních letech pořídily menší radioteleskopy radarové mapy Měsíce a Venuše na kratších vlnových délkách. Výsledky byly lepší než mohlo dát Arecibo.

Vzhledem k tomu, že radioteleskop v Arecibo hraje důležitou roli v programu planetárního výzkumu, uvolnil Národní úřad pro letectví a kosmonautiku prostředky, aby se dal dalekohled využívat pro radarovou sondáž Venuše v pásmu S (2380 MHz). Příspěvek NASA ve výši 3 milionů dolarů sloužil k vybudování vysílače a přijímače v pásmu S.

Další změny se týkají povrchu antény. Původní anténa byla z drátěného pletiva, povrch nové antény sestává ze 38 778 hliníkových panelů. Každý má tloušťku asi 0,2 mm a rozměry 1 × 2 metry. Panely jsou provrtané, takže zadrží jen polovinu slunečního záření. To je velmi důležité, protože je nutné, aby pod anténou byla vegetace, která brání erozi půdy. Poloha panelů se určuje argonovým laserem. Orientace libovolného panelu se zjišťuje vůči třem bodům na okraji reflektoru. Zatím trvá proměření jedné desky asi 60 sekund, ale vyvíjí se metodika, při které bude možné celý dalekohled zkontrolovat za několik hodin. Současně s velkým radioteleskopem byl modernizován i jeho malý soused, se kterým tvoří interferometrický systém.

Radarová sondáž Měsíce a planet je totiž založena na zkoumání charakteru odezvy radiového signálu od planetárního povrchu. Postupně lze sledovat odrazivost míst, která mají od Země stejnou vzdálenost a míst, která mají vůči Zemi stejnou radiální rychlost. Jediná anténa nemůže rozlišit mezi dvěma body na planetárním disku, které mají stejnou rychlost i vzdálenost. Jednou z metod řešení dvojznačnosti je interferometrie.

Pomocný radioteleskop v Arecibu má průměr 30 metrů a je postaven asi 11 kilometrů od třistametrové antény.

Krátce po dokončení rekonstrukce začal radioteleskop v Arecibu zkoumat povrch planety Venuše. Citlivost se oproti mapování Venuše v roce 1970 zlepšila třikrát a zisk antény je nyní téměř dvacetkrát vyšší. V budoucnu má být prostorové rozlišení na povrchu Venuše asi kilometr.

Výzkumem Venuše se od začátku šedesátých let zabývaly radarové skupiny ve Spojených státech, Velké Británii a v Sovětském svazu. Zájem o Venuši byl pochopitelný. Nic, nebo jen velmi málo se dalo říci o povrchu, atmosféře a rotaci této blízké planety. Postupně se radarová technika zlepšovala a koncem šedesátých let se objevily první mapy Venuše v radiovém oboru. První interferometrický radar pracoval na stanici Haystack v roce 1967. Výsledkem byla mapa Venuše v roce 1970, ale na podstatně delší vlně (70 cm). Oblasti s extrémními odrazivostmi v radiovém oboru dostaly časem také svá jména. Mezi prvními se na povrchu Venuše objevila jména Faraday, Gauss, Hertz, Maxwell.

Oblast Maxwell se také stala cílem první studie radioteleskopu v Arecibo po jeho rekonstrukci. Poprvé se tak podařilo studovat tento útvar s rozlišením asi 20 kilometrů. Charakter odrazů napovídá, že část povrchu oblasti Maxwell vyplňují horská pásma. To by nasvědčovalo tomu, že Maxwell je tektonického původu. Vznik dobře definovaného nepravidelného útvaru jako je Maxwell se nedá vysvětlit dopadem meteoritu. Tektonickou hypotézu podporuje i ta skutečnost, že na Měsíci podobný jev neexistuje.

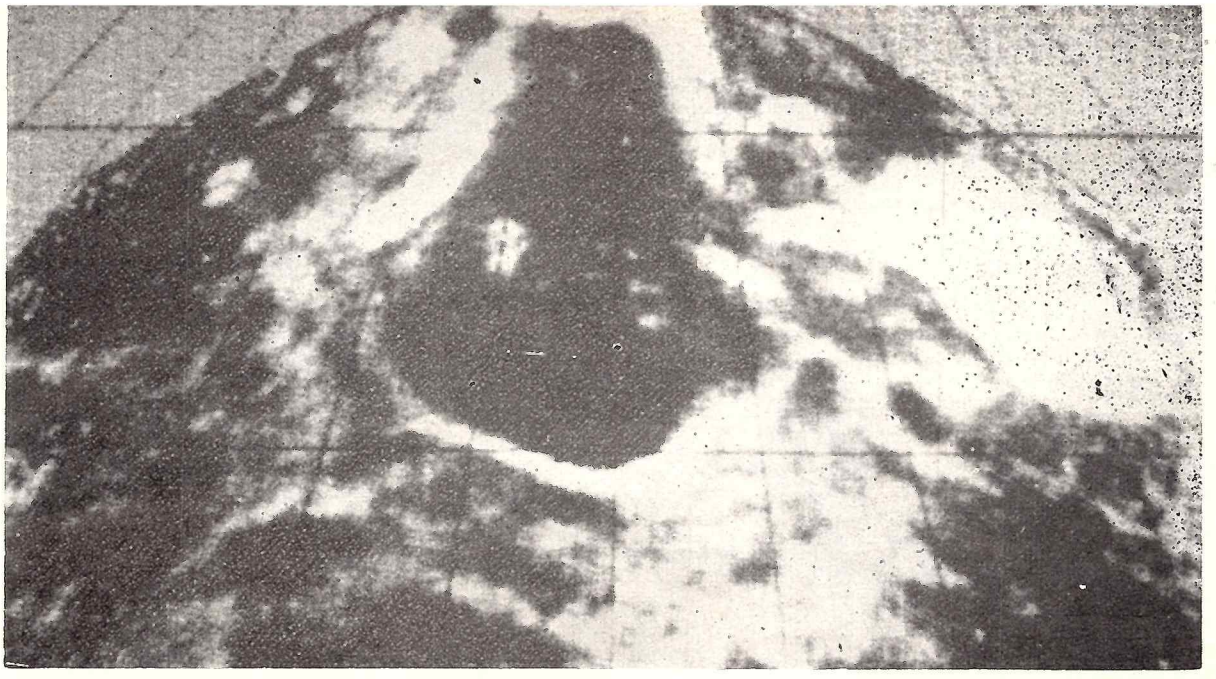
Nedaleko komplexu Maxwell se podařilo zjistit rozsáhlou pánev o rozměrech 1500 × 1000 km. Na radarových snímcích se jeví jako tmavá oblast se zřetelně definovaným okrajem. Přesto, že tento útvar není zcela pravidelný, je docela možné, že se jedná o pozůstatek dopadu velkého meteoritu.

I když většinu nových vědomostí o Venuši přinesla kosmonautika, má radarová astronomie při výzkumu této planety velký význam. V planetárních programech obou kosmických velmocí se počítá se spojením výhod přímého a radarového výzkumu. Na oběžné dráze kolem Venuše se má objevit sonda, která by mapovala v radiovém oboru planetu z bezprostřední blízkosti.

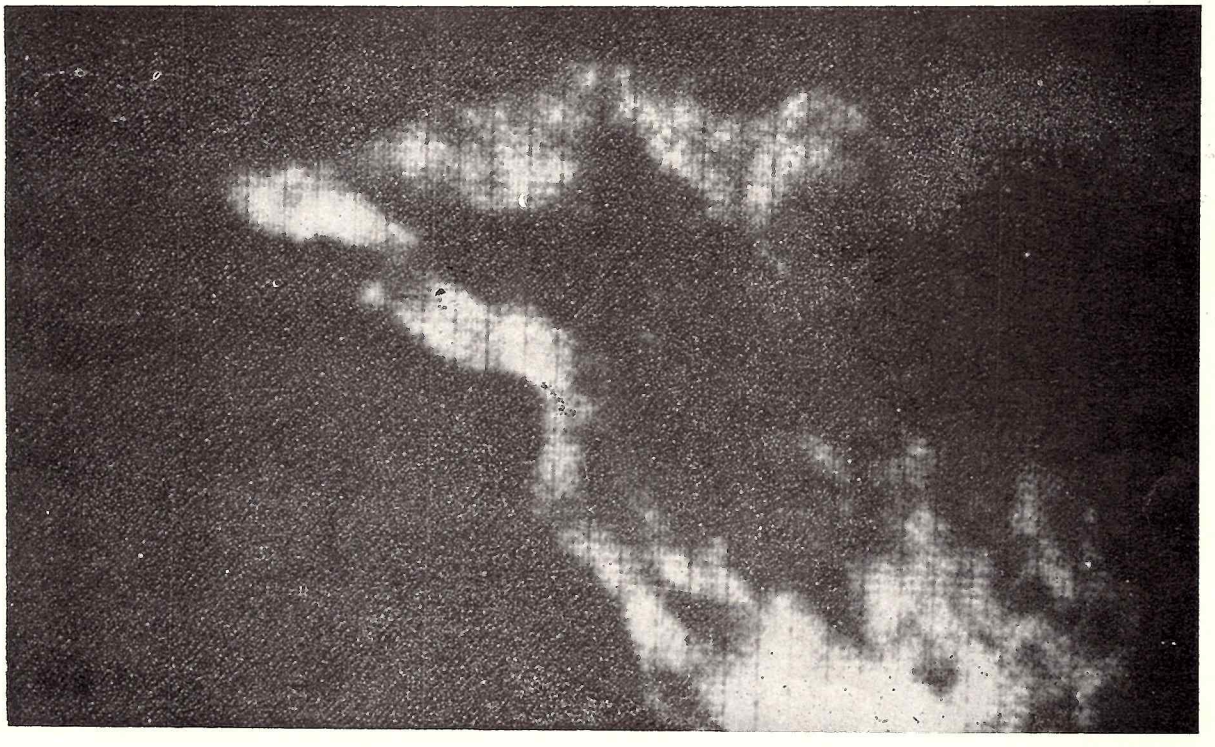
Obr. č. 1 **Radarová mapa Venuše získaná zlepšeným rádioteleskopom v Arecibo. Útvar Maxwell, ktorým prechádza základný poludník, je svetlý útvar vpravo hore.**

Obr. č. 2 **Detailná radarová snímka útvaru Maxwell.**

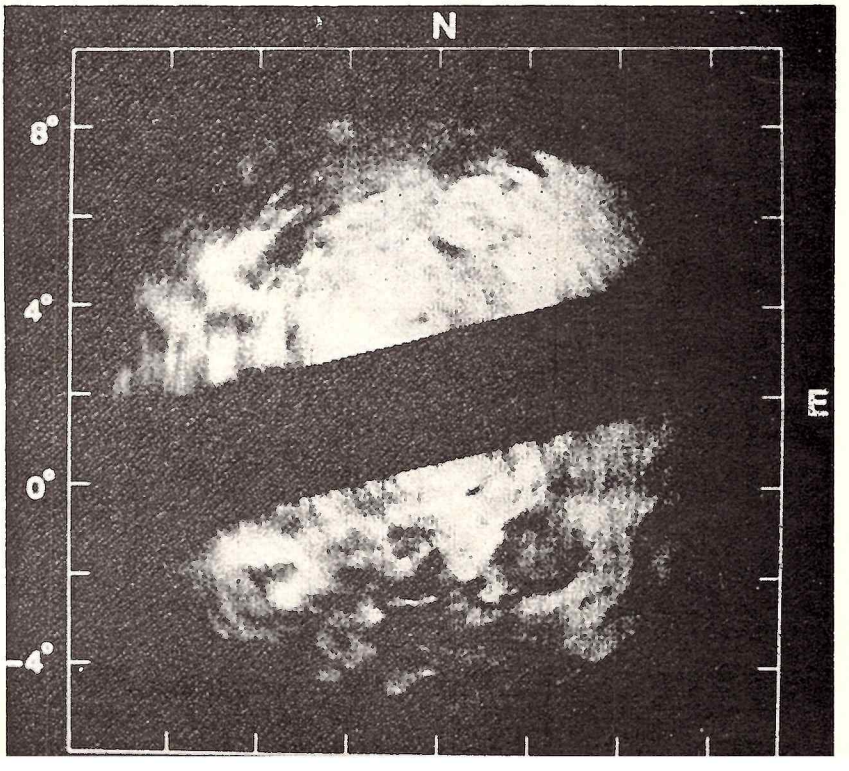
Obr. č. 3 **Radarový obraz časti povrchu Venuše, získaný pri konjunkcii Venuše r. 1972 pomocou interferometra,** pozostávajúceho zo 64 m a 26 m antény **rádioteleskopu v Goldstone (Kalifornia),** vzdialených od seba 22 km. Rozklad odrazených signálov na vlne 12,6 cm umožnil rozlíšiť povrchové útvary rozmerov 10 km. Priemer zobrazenej oblasti je 1500 km. Veľmi dobre vidno kráterovitý charakter povrchu. **Najväčší tu zobrazený kráter (v pravej dolnej časti obrázku) má priemer 160 km. Jeho hĺbka je asi 500 m.** Tmavý pás prechádzajúci stredom snímky je dôsledkom metodiky zobrazenia rovníkovej oblasti, pre ktorú sa nedá odlíšiť oneskorenie odrazu a dopplerovský posun frekvencií. **Prvú radarovú mapu povrchu Venuše zostavili v Goldstone r. 1965.** Vtedy po prvýkrát sa zistili nerovnosti na povrchu Venuše. Dali sa rozlíšiť na nej dve rozsiahle vyvýšené oblasti, pripomínajúce horské pásma na Zemi. **Pevnosť povrchu Venuše** sa definitívne potvrdila pristátím sovietskych kozmických sond **Venera 7 a 8** na povrchu planéty a konečne snímkami hornín priamo na mieste pristátia sond **Venera 9 a 10.**



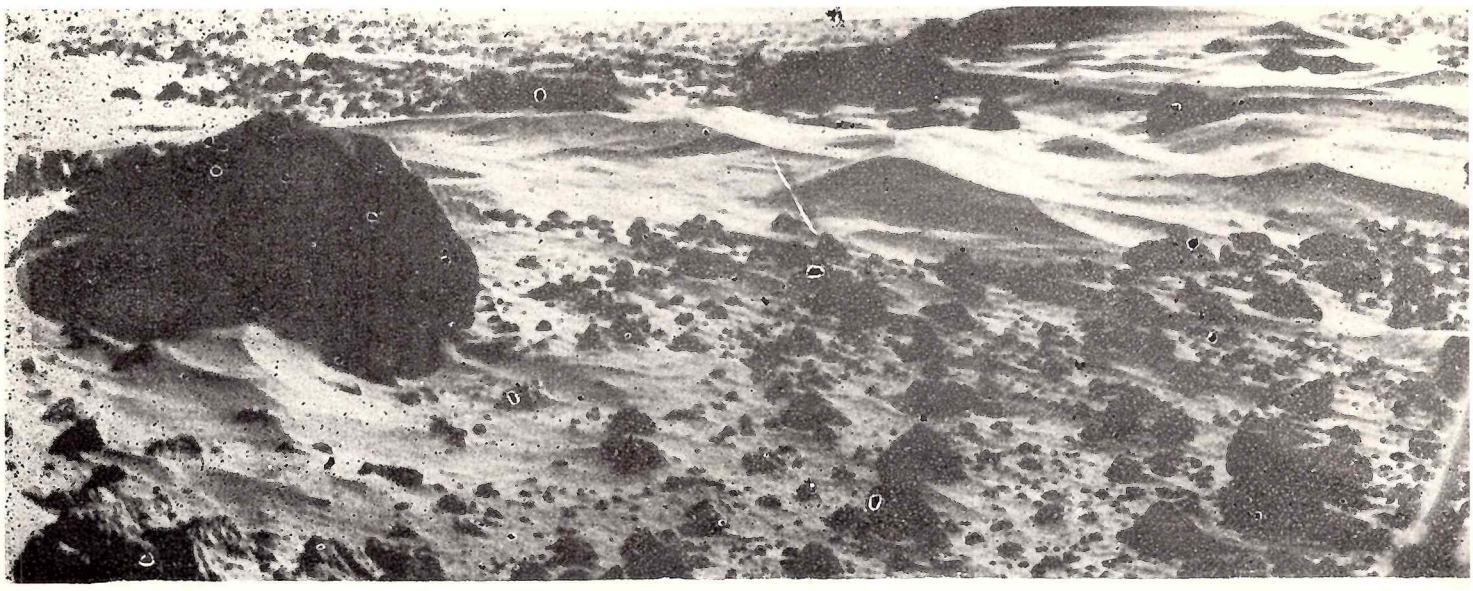
Obr. č. 1



Obr. č. 2

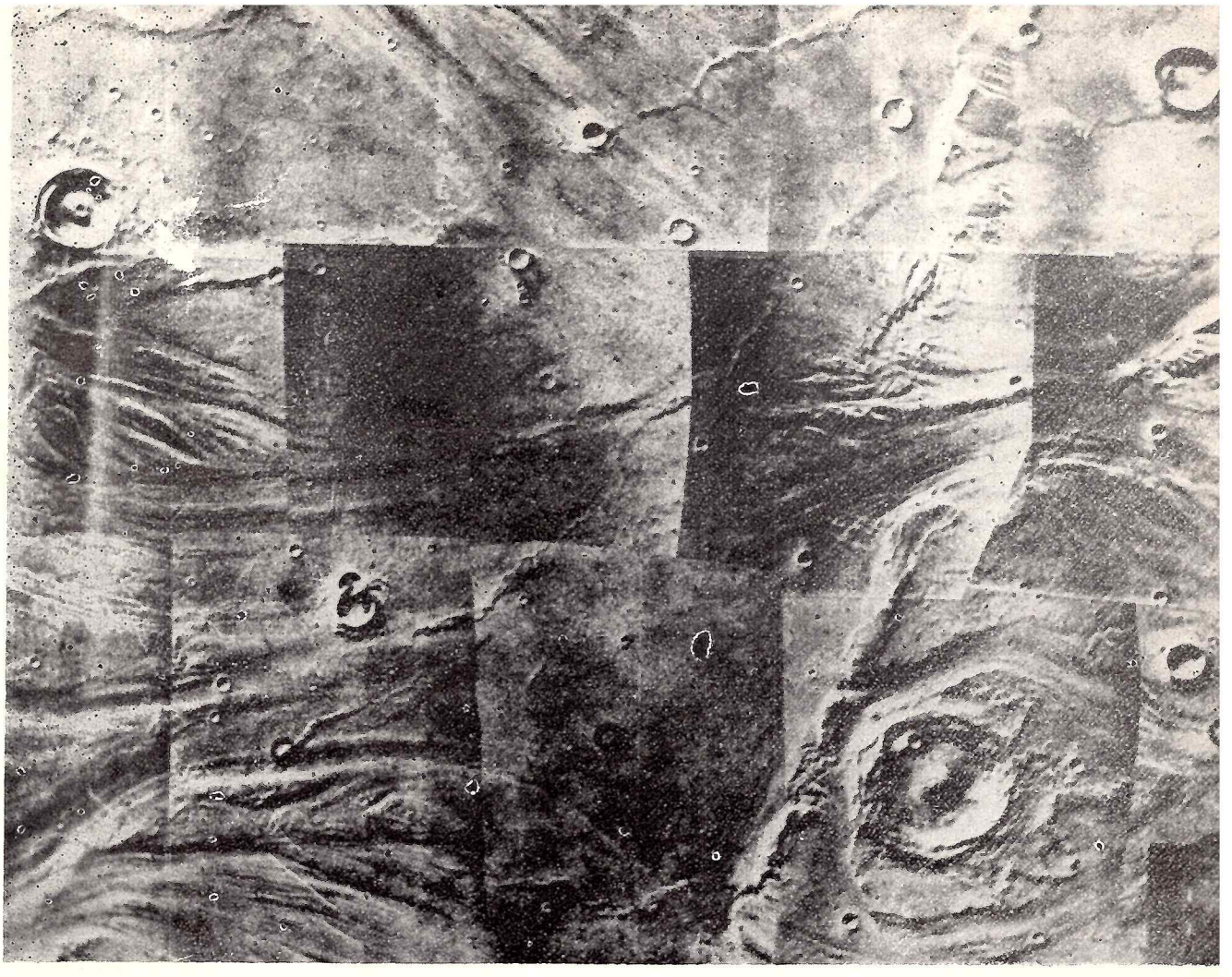


Obr. č. 3



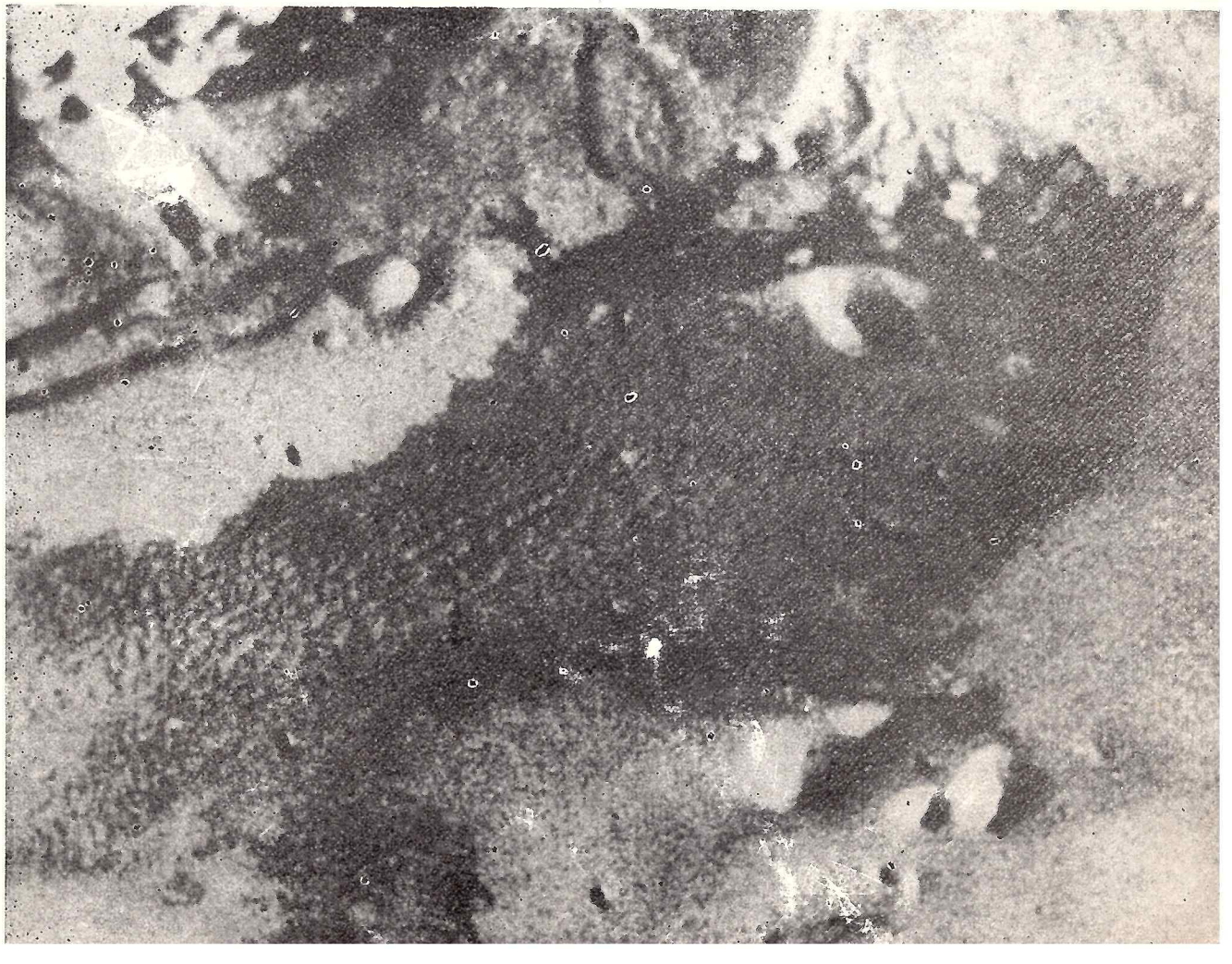
Panoramatický záber okolia, kde pristál Viking 1. Snímka z 3. augusta 1976, dve hodiny po východe Slnka. Veľký ka meň vľavo (pomenovaný Big Joe) je asi tri metre široký.

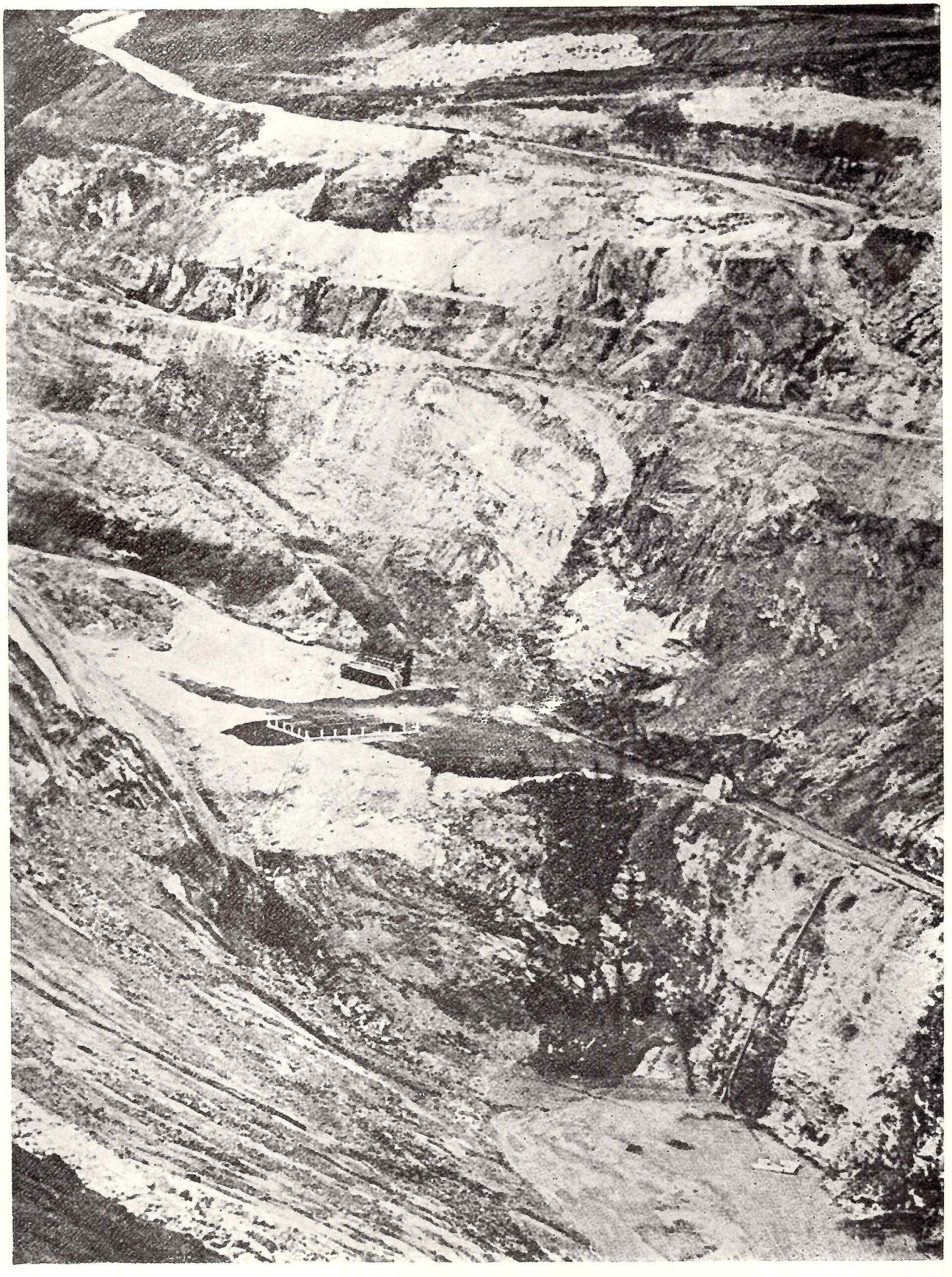
Medzi najzaujímavejšie zábery orbitálnej časti Vikingov patria tieto snímky z oblasti neďaleko severného pólu pl néty Mars. Ľadové príkrovy v hornej časti obrázku vybiehajú od severného pólu. Ľavým záberom sa tiahne výrazı kaňon: v dolnej časti, kde sa rozširuje, možno na pôvodných záberoch jasne rozoznať jemnú zvlnenú štruktúru piesk vých dún, ktoré sú formované vetrom vanúcim cez kaňon od pólu. V dolnej časti snímok možno rozoznať aj oblačı útvary.



Oblasť o rozmeroch asi 250 X 200 km ležiaca v Chryse Planitia neďaleko miesta pristátia Vikingu 1. Mohutné láv polia svedčia o búrlivých vulkanických procesoch v minulosti.

Pole pieskových dún o dĺžke asi 40 km na dne kaňonu Ganges Chasma.





Povrchová uránová baňa v Oklo (východný Gabun). V uránovej žile sa v predkambriu vytvorili podmienky, pri ktorých mohla spontánne prebiehať štiepna reťazová reakcia. Vľavo, pri základni najbližšieho valu jamy, vidno odkrytú reaktorovú zónu (tmavá škvrna). Na prvom poschodí bane je rečnícka tribúna a lavice: tu sa v júni 1972 konalo sympózium o prírodnom reaktore v Oklo, na ktorom sa zúčastnili význační fyzici z 20tich krajín.

Príroda predbehla fyzikov

Keď Enrico Fermi spolu s pracovníkmi chicagskej univerzity spustili 2. decembra 1942 jadrový reaktor, každý veril, že je to prvý štiepny reaktor na Zemi. Avšak od polovice roku 1972 si musíme údaje o histórii štiepnych reaktorov poopraviť: v povrchovej uránovej bani na západnom pobreží rovníkovej Afriky sa našli mŕtve zvyšky štiepneho reaktora, ktorý vytvorila samotná príroda. Pracoval v dobe predkambria vo vnútri bohatého uránového ložiska a keď spotreboval časť paliva, samovoľne sa zastavil. Tento prírodný reaktor predbehol Fermiho experiment takmer o dve miliardy rokov. Mŕtvy reaktor sa zachoval prakticky neporušený takmer polovicu geologického veku Zeme, až ho odkryla ťažba uránu v tejto oblasti.

To, že príroda vytvorila štiepny reaktor, bola súhra mnohých mimoriadnych, zdanlivo nepravdepodobných okolností. Rozptýlený urán z celého povodia tejto časti Afriky sa sústredil v lokálnom nánose, na mieste, ktoré sa teraz nazýva Oklo. Aby sa spustila reťazová reakcia, musela mať ruda určitú koncentráciu uránu, pričom ložisko muselo mať optimálny rozmer a tvar. Ďalej musela byť na mieste reaktora voda a niektoré minerály. Samotné objavenie reaktora je skvelou ukážkou dôvtipu vedcov, ktorým sa podarilo rekonštruovať udalosti spred takmer dvoch miliárd rokov.

Zaujímavý príbeh objavenia pravekej reaktorovej zóny začína v máji 1972, keď pracovník francúzskych laboratórií H. Bouzigues robil štandartnú analýzu vzoriek uránovej rudy z bane Oklo. Hmotnostným spektrometrom zistil, že **množstvo izotopu uránu U-235 je vo vzorke o tri tisíciny perc. menšie než je obvyklé (namiesto 0,7202 percenta obsahovala ruda 0,7171 percenta izotopu U-235).** I keď rozdiel je na prvý pohľad malý, nie je zanedbateľný, pretože izotopické zloženie uránu je v danom čase v celej slnečnej sústave konštantné: dokázali to nielen analýzy pozemských rúd, ale aj mesačných hornín a meteoritov. Preto sa začalo intenzívne pátranie po chýbajúcich tisícinách percenta U-235 v rude z bane v Oklo.

Hneď na začiatku sa vylúčilo znečistenie vzoriek. Analýzy starších i nových vzoriek z prieskumných vrtov z Oklo presne určili, že v šiestich oblastiach rudnej žily má urán odlišný pomer izotopického zloženia než v ostatných oblastiach rudného ložiska. **Nebol tu iba deficit izotopu U-235: našlo sa spektrum prvkov charakteristických pre jadrovú reakciu, napr. izotopy neodýmia, ktoré sa bežne v prírode nevyskytujú vo väčšom množstve. Po troch mesiacoch intenzívneho výskumu sa záhada deficitu izotopu U-235 vyriešila: skutočne prvý štiepny jadrový reaktor skonštruoval nie človek, ale príroda samotná.**

Zo šiestich reaktorových zón v bani Oklo jedna je vydolovaná, v druhej sa ťaží a ďalšie štyri ešte neboli odkryté. Samotná reaktorová zóna bude ohradená múrom a zostane pomníkom objavu prvého prírodného reaktora.

■ ■ ■

Uránové ložisko v Oklo sa formovalo po staročia. Krajina bola kedysi deltou riek a urán bol rozptýlený vo vulkanických horninách na veľkej ploche. Postupnou eróziou skál dostal sa urán v redukovanom stave do riečišť, kde vytváral nánosy, podobné známym zlatonosným nánosom. Počas dvoch miliárd rokov veku Zeme sa voda vplyvom fotosyntézy chalúh obohacovala o kyslík, urán vo vode oxidoval, stával sa ľahšie rozpustným a rieky ho unášali dolu prúdom až k delte. Tu sa opäť urán redukoval zásluhou organického slizu, ktorý z vody výdatne odoberá kyslík. Nános uránovej rudy na prvotnom žulovom podklade sa postupom ďalších geologických období pokryl vrstvou pieskovca, až sa časom podložie preťažilo a rudná vrstva poklesla — dostala sa do šikmej polohy. Pri tom vzniklo viacero zlomov, ktoré umožnili, aby do rudy presakovala voda a vytvárala postupom času v rudnom telese malé dutinky s vysokou koncentráciou uránu. Ruda bola väčšinu času svojej histórie pravdepodobne hlboko pod zemou, zakrytá inými usadeninami, ktoré ju chránili pred rozpustením a rozptylom v podzemnej vode. Iba omnoho neskôr, za posledných niekoľko miliónov rokov sa dostala k povrchu pri ďalšom posuve žulového podložia.

S dnešným zastúpením izotopu U-235 urán nie je schopný samovoľnej štiepnej reakcie. Avšak nie vždy bol v uránovej rude dnešný pomer zastúpenia štiepnych izotopov U-235 a U-238. Z poločasu rozpadu U-235, ktorý je okolo 700 miliónov rokov a U-238 okolo 4,5 miliardy rokov môžeme vypočítať, že v období vzniku Zeme obsahoval prírodný urán okolo 17 % U-235. V predkambrijskom ložisku bol zastúpený troma percentami. Pre prácu reaktora s prírodným uránom stačí však tretina tejto hodnoty, teda jedno percento, ktoré bolo v uránovej rude ešte pred 400 miliónmi rokov.

Pre činnosť prírodného reaktora sú potrebné ešte ďalšie podmienky: prinajmenšom 10 percentná koncentrácia uránu v rude a najmenej pol metra hrubé rudné teleso, kde sa prevažná časť štiepnych neutrónov opäť zachytí jadrami U-235. Jadrové reakcie v reaktore a ich regulácia sa nezaobídu bez účinného moderátora — vody, ktorá spomaľuje rýchle štiepne neutróny a tým umožňuje, aby ich potom zachytili ďalšie jadrá U-235. Ak sú rýchle neutróny zachytávané jadrami izotopu U-238, vedie to k jeho rozpadu a v konečnej forme opäť vzniká izotop U-235. Štiepna reakcia sa tak vlastne sama obohacuje palivom. V reaktore v Oklo pri takomto procese vzniklo až 40 % celkového spotrebovaného paliva.

■ ■ ■

V Oklo splnila príroda všetky podmienky pre vznik prírodného reaktora. V zlomových dutinách žily — reaktorových zónach dosiahla koncentrácia uránu 20 až 30 % a hrúbka žily bola skoro meter. Voda, presakujúca horninami slúžila ako moderátor s funkciou krátkodobého regulátora reakcie. Keď teplota v reaktore dosiahla bod varu vody, ktorý v tejto hĺbke mohol byť 300° C, voda sa vyparila a prestala moderovať reaktor. Väčšinu produkovaných rýchlych neutrónov už jadrá U-235 nemohli zachytiť a výkon ako i teplota reaktora klesala. Po vyhorení všetkých zložiek, ktoré zachytávali neutróny v počiatočnej fáze činnosti reaktora, zostala voda popri zásobe paliva jediným regulátorom práce reaktora.

Celková energia uvoľnená v reaktorovej zóne sa odhaduje na 15 000 megawattov za rok. To predstavuje spotrebu 6 ton izotopu U-235. Je to približne energia, akú vyprodukuje reaktor veľkej atómovej elektrárne za 4 roky. Pretože prírodný reaktor nemohol pracovať, ak jeho teplota prevýšila bod varu vody, mohol mať výkon len niekoľko desiatok kilowattov. Reaktor bol v činnosti najmenej 150 000 rokov: vyplýva to z analýz izotopického zloženia, ako aj zo štúdia prenosu tepla

v reaktore. Celkový čas od začiatku spustenia štiepnej jadrovej reakcie až po konečné vyhorenie paliva bol pravdepodobne ešte väčší, nakoľko reaktor nemusel pracovať spojite. Z analýz vzoriek rudy, ako aj z geologickej štruktúry náleziska vychádza, že spustenie jadrovej reakcie nastalo pred 1,7 až 1,9 miliardami rokov.

Z výskumu reaktorovej zóny vyplýva ďalšia závažná skutočnosť: ukázalo sa, že plutónium, štiepny produkt jadrovej reakcie, zostalo počas doby porovnateľnej s jeho poločasom rozpadu (24 400 rokov) prakticky nezmeneným. Existujú teda určité geologické formácie vhodné pre uskladnenie odpadu jadrového priemyslu.

■ ■ ■

Naskytá sa otázka, či reaktor v Oklo je jediným prírodným javom tohto druhu. Nie je vylúčené, že sa v bohatých uránových ložiskách z toho istého geologického obdobia nájdu reaktorové zóny aj v iných častiach Zeme. Ak uvážime takmer náhodný objav reaktora v Oklo, môžeme predpokladať, že podobné reaktory v uránových ložiskách sa pri ťažbe rudy zničili — bez toho, že by sme sa dozvedeli o mŕtvom reaktore.

Možnosť udržiavať štiepnu jadrovú reakciu v prírode rozpracovali vedci už pred dvadsiatimi rokmi. Ale napriek tomu bola správa o objavení štiepneho reaktora v Oklo šokujúca a prijatá skepticky. Až nevyvrátiteľné dôkazy a spolupráca najlepších fyzikov sveta, ktorá vyvrcholila sympóziom v Oklo, s účasťou dvadsiatich krajín (medzi nimi ZSSR, USA, Francúzska, Anglicka a Austrálie) ukázali, že v Oklo skutočne pred takmer dvoma miliardami rokov pracoval štiepny jadrový reaktor.

Podľa Scientific American —ep—

Ďalší program Vikingov

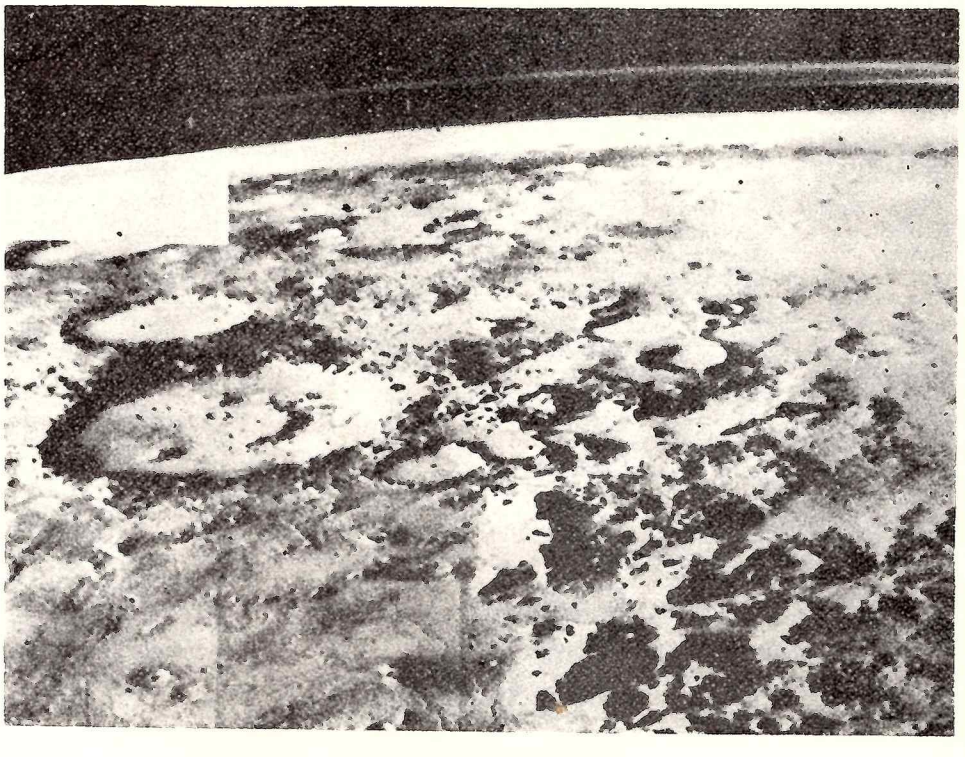
Od polovice novembra do 20. decembra 1976 sondy Viking „spali", lebo pri konjunkcii Marsu so Slnkom bolo spojenie so sondami rušené vysokým šumom: Slnko, ktoré vtedy bolo medzi Zemou a Marsom, spôsobovalo rušenie rádiových signálov a nedalo sa spoľahnúť na to, že povely, ktoré vysiela riadiace stredisko, dostanú sa k sondám „neskomolené".

V plnom rozsahu sa spojenie so sondami obnovilo 20. decembra. Orbitálna časť Vikinga 2 na povel zo Zeme zmenila dráhu: priblížila sa k planéte až na 800 km (so sklonom dráhy 80°), čo umožnilo podrobnejšie sledovať útvary okolo severnej polárnej čiapočky. Pre orbitálnu časť Vikinga 1 sa na február naplánovala korekcia dráhy, aby sa priblížila až na 50 km k Fobosu. Okrem detailných fotografií, ktoré majú rozlíšiť až metrové podrobnosti povrchu, merala aj povrchovú teplotu tohto marťanského mesiaca.

Pristávacie časti oboch Vikingov mali na koniec januára a február naplánované pokračovať v rozbore pôdy s čerstvými vzorkami. Novinkou sú anorganické analýzy štrku a zrniek piesku: je to pokus, ktorý sa v prvej fáze výpravy nerobil.

Oba pristávacie moduly podrobne sledujú okolité piesočnaté duny a merajú rýchlosť a smer vetra, aby získali údaje o začiatkoch prachových búrok. V riadiacom stredisku sa totiž obávajú, či nevznikne prachová búrka, ktorá by vážne ohrozila činnosť sond, najmä pristávacích modulov. Na jar tohto roku bude totiž Mars v perihéliu — a to by mohlo so vznikom búrok úzko súvisieť. Doteraz najmohutnejšiu prachovú búrku na Marse sme zaznamenali v roku 1971 (tiež počas perihélia planéty). Vtedy sa k Marsu dostali Marinery a hustý prach nad planétou obmedzil po niekoľko mesiacov „výhľad" na povrch Marsu.

Ak by sondy mohli pracovať po celých 25 mesiacov, ako predpokladá plán predĺženej výpravy, získali by sme úplnejšiu predstavu aj o klimatických zmenách na Marse počas všetkých ročných období. Medzi najzaujímavejšie by patrilo sledovanie ústupu južnej polárnej čiapočky v čase, keď na južnej pologuli začína leto. —tf—



Pohľad na Argyre Planitia od juhozápadu. Nad horizontom vo vzdialenosti asi 19 000 km sú dobre viditeľné vrstvy mrakov vo výške od 25 do 40 km.

Vikingy— sklamania či nádeje?

VLADIMÍR POHÁNKA

Zdá sa, že hľadanie života na Marse dopadlo zatiaľ nerozhodne: najprv bol výsledok pozitívny, potom dementovaný a čakalo sa na ďalší, rozhodujúci experiment — ale celý tento kolotoč sa ešte viackrát zopakoval.

V tejto situácii usporiadala NASA 9. novembra 1976 tlačovú konferenciu. Bola tým zaujímavejšia, že jednoznačné stanovisko k otázke života na Marse na nej neodznelo. Údajov, ktoré vyslal Viking 1 od 20. júla a Viking 2 od 3. septembra, je množstvo. Možno ich však (ako ukázala tlačová konferencia) posudzovať práve tak skepticky, ako i optimisticky. Ale už samotný fakt, že výsledky nepopreli jednoznačne existenciu života na Marse, je pozoruhodný.

Činnosť Vikingov je plánovaná na 25 mesiacov — jeden marťanský rok. Výsledkov a interpretácií bude teda ešte množstvo. Keď výjde tento článok, možno už čitateľ bude mať čerstvejšie správy. Ale prvé interpretácie tým nijako nestratia na zaujímavosti.

■

Dnes ešte nie je známe, nakoľko musí byť prostredie na planéte podobné pozemskému, aby na nej mohol vzniknúť život. Všeobecne sa predpokladá, že je nutná prítomnosť niektorých prvkov — C, H, O, N a niektorých ďalších vo vhodnej forme; z hľadiska fyzikálnych podmienok sa považuje za potrebné kvapalné alebo plynné prostredie, v ktorom môže prebiehať syntéza zložitých organických látok. Podľa analógie so Zemou sa domnievame, že najvhodnejším prostredím by mala byť voda v kvapalnom skupenstve: to však vyžaduje dostatočne hustú atmosféru a určité rozmedzie kolísania teploty, ktoré závisí od tlaku atmosféry na povrchu planéty. Pre udržiavanie životných pochodov v organizmoch je potrebný vhodný zdroj energie: môže to byť energia svetelná, tepelná alebo chemická.

Ako sú tieto podmienky splnené na Marse? Atmosféra Marsu sa skladá hlavne z CO_2, ale dnes už vieme (na základe meraní pristávacích modulov Vikingov), že obsahuje aj 2 až 3 percentá N_2, 1,5 % Ar a 0,3 % O_2. Najmä objav dusíka je veľmi významný, pretože dusík je stavebným kameňom bielkovín a nukleových kyselín. Naproti tomu sa v atmosfére Marsu nachádza len veľmi málo vodných pár. (Hľadanie vody bolo jednou z hlavných úloh orbitálnych modulov Vikingov.) Tlak v atmosfére (asi 600 Pa = 6 mb) a priemerná teplota —63 °C vylučujú existenciu vody v tekutom stave na povrchu planéty. Mohla by sa tam však vyskytovať vo forme ľadu pod povrchom a v polárnych oblastiach aj na povrchu. Pozorovania polárnych čiapočiek potvrdili tieto očakávania: hustota vodných pár v ovzduší nad polárnymi čiapočkami je vyššia než na iných miestach planéty, z čoho sa dá usudzovať, že polárne čiapočky sú zložené najmä z ľadu H_2O. Tento záver potvrdili aj merania teploty polárnej čiapočky; jej teplota je omnoho vyššia než bod tuhnutia CO_2. Televízne snímky povrchu planéty ukázali presvedčivé stopy pôsobenia tečúcej vody na povrchovom reliéfe: v marťanských kaňonoch kedysi tiekli rieky.

Kedy to bolo? Môžeme to približne odhadnúť podľa počtu kráterov na jednotku plochy dna bývalých riek. Čím väčšia je hustota kráterov (spôsobených dopadmi meteoritov) tým dlhšie sú kaňony vyschnuté. Pre veľké kaňony dostaneme takto vek asi jednej miliardy rokov. Vtedy však musel byť atmosferický tlak na povrchu planéty vyšší — inác by tam voda v kvapalnom stave nemohla existovať. O tom, že tlak na povrchu planéty bol kedysi omnoho vyšší, priniesli nám niekoľko nepriamych dôkazov aj Vikingy. Rýchlosť unikania každého plynu z atmosféry do medziplanetárneho priestoru závisí totiž od jeho molekulovej hmotnosti. Namerané izotopové zloženie atmosférického dusíka a argónu na Marse sa líši od priemerného zloženia v slnečnej sústave, z čoho možno usudzovať na množstvo týchto plynov v pôvodnej atmosfére. Na základe týchto meraní môžeme povedať, že kedysi bol tlak na povrchu Marsu niekoľko desať- až stonásobne vyšší než dnes, teda dostatočný pre existenciu riek.

Z najpravdepodobnejších modelov pôvodnej atmosféry môžeme usúdiť, že teplota bola kedysi vyššia. Napríklad prítomnosť veľmi malého množstva čpavku v pôvodnej atmosfére mohla podstatne zvýšiť teplotu, pretože čpavok spôsobuje skleníkový efekt (pohlcuje tepelné žiarenie povrchu planéty). Pretože čpavok je ľahší než ostatné plyny v dnešnej atmosfére Marsu, uniká z nej rýchlejšie a dnes sa tam už nevyskytuje.

Zaujímavým objavom je zistenie, že najčastejšie sa vyskytujúcim minerálom v oblasti pristátia Vikingov je železitá hlina — montmorillonit. Experimenty na Zemi totiž ukázali, že tento minerál je výborným katalyzátorom pri spájaní sa aminokyselín do molekúl s dlhými reťazcami, medzi ktoré patria i bielkoviny. Je aj katalyzátorom v mnohých iných syntetických reakciách v predbiologickej organickej chémii. Ak sa niekedy v minulosti na Marse vytvorili jednoduché organické molekuly, vďaka prítomnosti montmorillonitu sa mohli spájať do väčších molekúl a snáď aj do takých celkov, ktoré považujeme za živé formy hmoty.

■

Je teda veľmi pravdepodobné, že kedysi na Marse boli vhodné podmienky pre vznik života. To však neznamená, že život tam určite vznikol. Musíme uvažovať najmenej tri možnosti:

a) život na Marse nevznikol vôbec;
b) život na Marse vznikol, ale pri zmenených klimatických podmienkach vyhynul;
c) život na Marse vznikol a niektoré jeho formy sa prispôsobili zmeneným podmienkam, takže existujú dodnes.

Ktorá z týchto možností je podľa vlaňajších výsledkov Vikingov najpravdepodobnejšia? Dnes ešte nie je možné na túto otázku jednoznačne odpovedať. Názory vedcov, ktorí plánovali a viedli jednotlivé pokusy, sa práve v tomto bode veľmi líšia.

Na pristávacích moduloch Vikingov boli tri druhy prístrojov pre hľadanie života na Marse: prístroje pre biologické experimenty, prístroj na analýzu organických látok a televízne kamery. Biologické experimenty boli navrhnuté za predpokladu, že život na Marse sa príliš nelíši od života na Zemi. Ich výsledky nemôžeme teda interpretovať absolútne, ale s prihliadnutím na tento predpoklad. Výsledky ostatných dvoch pokusov nie sú závislé od podobnosti života na Marse a pozemských foriem.

Najmenej citlivým zariadením sú televízne kamery, pretože nám môžu dať informácie len o ma-

kroskopických formách života. V bezprostrednej blízkosti pristávacieho modulu sú kamery schopné rozlíšiť už predmety veľké 1 mm. Na televíznych snímkach, ktoré doteraz sú k dispozícii však niet ani najmenšej stopy života: všade iba kamenistá púšť. Nezistili sa žiadne známky pohybu ani stopy pohybujúcich sa objektov a práve tak ani farba okolia nesvedčí o prítomnosti fotosyntetických pigmentov. Pozorovaná oblasť je však nepatrná oproti celému povrchu planéty a pre bezpečnosť pristátia sa vybrali jedny z najpustejších oblastí. Negatívne výsledky snímkovania ešte nevylučujú, že by v geologicky i biologicky zaujímavejších oblastiach, napríklad na dnách vyschnutých kaňonov, nemohlo byť pátranie nádejnejšie. A práve tak televízna kamera nemôže zistiť, či nie sú v pôde mikroorganizmy.

■

Omnoho citlivejší je prístroj na organickú analýzu pôdy. V ňom sa vzorka pomaly ohrieva a pri stúpajúcej teplote sa rozkladajú a uvoľňujú jednotlivé organické látky, ktoré sa potom analyzujú v plynovom chromatografe a hmotnostnom spektrometre. Zariadenie je natoľko citlivé, že umožňuje zistiť 10^{-9} g organických látok v jednom g pôdy. Takáto koncentrácia je asi sto až tisíckrát menšia než v najchudobnejších pozemských pôdach a 1000 až 10 000 krát menšia než v uhlíkatých chondritoch (v meteoritoch tohto typu sa našli organické látky mimozemského pôvodu). Tento experiment mal dať odpoveď na tri otázky:

a) existujú v povrchovej vrstve pôdy na Marse organické látky?
b) ak áno, aké sú to látky?
c) aké procesy viedli k ich vytvoreniu?

Musíme si však uvedomiť, že nie všetky organické látky vznikajú činnosťou živých organizmov, ale môžu vznikať aj výlučne chemickými procesmi — vtedy je rozdelenie ich štruktúr viacmenej náhodné. V živých organizmoch však vznikajú organické látky v určitých skupinách, ktoré sú špecifické pre určitý druh organizmov. Živý systém vytvára veľmi efektívne tie látky, ktoré potrebuje pre svoju funkciu a nestráca čas ani energiu na vytváranie tých látok, ktoré nepotrebuje. A tak, keď odpovieme na druhú otázku, odpovieme tým vlastne i na tretiu.

V čase konania tlačovej konferencie boli známe výsledky pokusov na dvoch vzorkách pôdy z Vikingu 1 a jednej vzorky z Vikingu 2. Výsledok prvých experimentov bol negatívny: nezistili sa žiadne organické látky v koncentrácii vyššej než je citlivosť prístrojov. Kontrolné experimenty, ktoré sa pomocou takého istého prístroja urobili na Zemi, dali však pozitívne výsledky, dokonca aj v najchudobnejších pôdach. Pre správne zhodnotenie negatívneho výsledku pokusu na Marse si však treba uvedomiť, že prístroj nezisťuje len organické látky obsiahnuté v mikroorganizmoch, ale všetky organické látky v pôde. Pritom väčšina organických látok na Zemi je mimo tiel mikroorganizmov. Väčšina organických látok, sú produktami mnohých generácií mikroorganizmov — sú to jednak ich mŕtve telá ako aj produkty ich látkovej výmeny. Napríklad vo vzorkách pôdy z Antarktídy mikroorganizmy nie sú, sú tam však ich zvyšky nahromadené za dlhý čas. Negatívny výsledok pokusu môže teda znamenať, že rýchlosť vytvárania organických látok na Marse bola v minulosti silne ohraničená — ale mohol by sa interpretovať i tak, že vytvorené organické látky sa na Marse rýchlo rozkladajú pôsobením slnečného žiarenia.

(Pokračovanie v budúcom čísle)

Veterné elektrárne

Už do konca budúceho roka plánuje NASA spoločne s ERDA (Úrad pre výskum a vývoj energie) postaviť 1,5 MW veternú elektráreň — zatiaľ najväčšiu na svete. Hoci ide o experiment, postavia elektráreň na takom mieste, aby mohla dodávať prúd do miestnej spotrebiteľskej siete. Účelom pokusu je overiť hospodárnosť a prevádzkové parametre veľkých veterných turbín v kombinácii s konvenčnými elektrárňami.

Veterná elektráreň bude mať na 55 m vysokej veži rotor s tenkými lopatkami, vystuženými skleneným vláknom, o rozpätí asi 70 m. Pri rýchlosti vetra 18 kilometrov za hodinu turbína dosiahne 30—40 otáčok za minútu. Maximálny výkon bude mať pri rýchlosti vetra asi 36 km/hod. Avšak už pri rýchlosti vetra okolo 28 km/hod. môže zásobovať energiou viac ako 500 domácností.

Väčšina nákladov na túto elektráreň (7 mil. dolárov) pripadá na návrh a vývoj konštrukcie. Na postavenie druhej, rovnakej elektrárne (s ktorou sa už ráta aj v zmluve) bude treba už len 2,5 mil. dolárov. Očakáva sa, že náklady sa ďalej podstatne znížia, ak sa tento systém osvedčí a veterné elektrárne sa začnú stavať vo väčšom počte.

Aby bolo možné zvoliť optimálne miesto pre túto veternú elektráreň (ako aj pre dve menšie, experimentálne), skúma sa 17 miest roztrúsených po celých Spojených štátoch. Počas celého minulého roka sa na týchto miestach merali charakteristiky vetra.

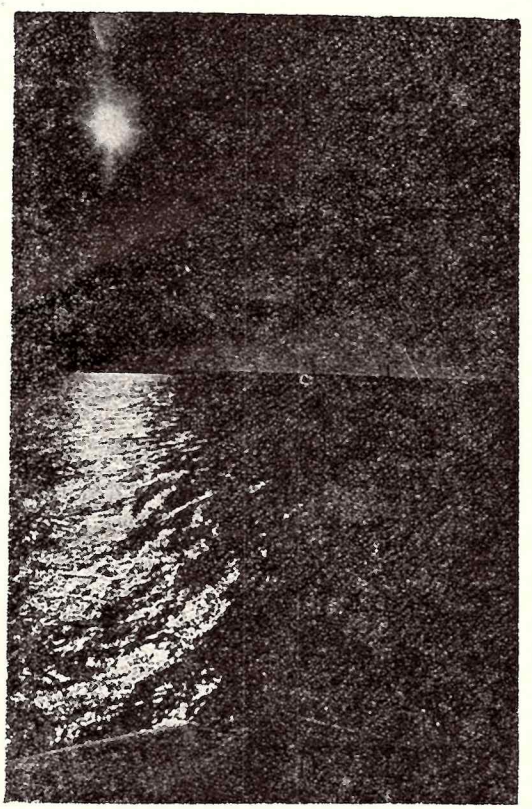
Doteraz najväčšiu veternú turbínu budovali v štyridsiatych rokoch v Grandpa's Knob v štáte Vermont, USA. Mala mať výkon 1,25 MW, lopatky rotora mali rozpätie asi 60 m. Pri jej stavbe sa však narazilo na niektoré konštrukčné problémy. Súkromné investície nestačili na jej zdokonalenie, najmä ak pri zvýšených nákladoch na stavbu už veterná elektráreň nemohla konkurovať elektrárňam tepelným — pri vtedajších veľmi nízkych cenách prírodných palív.

Teraz je situácia iná: ceny prírodných palív značne stúpli a technický pokrok v posledných 30. rokoch umožňuje zvládnuť konštrukciu veterných elektrární tak, aby mohli mať dosť veľkú kapacitu, životnosť i hospodárnosť.

Najväčšou dnes fungujúcou veternou elektrárňou je 100 kW turbína s lopatkami o rozpätí vyše 40 m, ktorú postavila NASA na svojom skúšobnom pozemku v Plum Brook v štáte Ohio, ako pokusné zariadenie na zisťovanie a odstraňovanie technických problémov pri konštruovaní veľkých veterných turbín. ERDA a NASA plánujú postaviť ešte dve väčšie pokusné verzie.

Okrem toho ERDA vyvíja menšie elektrárničky (5—10 kW) pre vidiecke domy a farmy. Spoľahlivosť týchto systémov a ich využívanie vo veľkom meradle vyžiada si však ešte veľa výskumnej a vývojovej práce.

(zl)



Obrana sluneční energie

RNDr. J. KLECZEK, DrSc.

Proti využití sluneční energie se obvykle uvádí některý z jejich „nedostatků". Vlastníci klasických zdrojů a koncerny zapojené do výstavby atomových elektráren na západě jich už napočítali pět a všemožně jich užívají proti heliotechnice. U nás se začínáme o využití sluneční energie zajímat, a proto bude namístě říci několik slov o jejích „nedostatcích".

1. „Sluneční energie je příliš zředěná"

Sluneční elektrárna potřebuje opravdu značně větší rozlohu pro své sběrače než tepelná elektrárna pro své kotle nebo atomová elektrárna pro své reaktory (při stejném výkonu). Je však nutné koncentrovat energii do jediného místa, abychom ji pak nákladně rozváděli? Zatímco energie atomová se může uvolňovat pouze ve velkých zařízeních, rozložení sluneční energie samo vybízí k decentralizaci. Lokální využívání sluneční energie přináší řadu předností, zvláště v místech, kde není jiných zdrojů: samoty, chaty, pralesy, majáky, družice, meziplanetární sondy atd.

2. „Slunce nesvítí v noci"

Vyčítá-li někdo sluneční energii, že není k dispozici v noci, zapomíná na dvě skutečnosti:

a) samotná spotřeba elektrické energie je proměnná; špičky jsou právě přes den,
b) nutnou noční spotřebu (noční směny, železnice, nemocnice atd.) by bylo možné krýt z hydroelektráren, z družicových elektráren a ze sluneční energie akumulované během slunečních dnů.

3. „Sluneční energii nelze uskladňovat"

Nákladným zařízením je možno sluneční energii akumulovat jako teplo na několik málo měsíců (pomocí eutektických směsí) a levným zařízením na dva-tři dny (pomocí štěrku). Zbývá ještě mnoho udělat, aby bylo možné letním slunečním teplem vyhřívat levně naše byty a pracovny v zimních měsících. Avšak ani elektřinu nelze snadno akumulovat — přes intensivní dlouhodobý výzkum.

U Cách — tedy v klimatických podmínkách ne lepších než u nás — postavil Phillips sluneční rodinný domek. V něm je všechna spotřeba tepla (vytápění v zimě, horká voda po celý rok) kryta ze sluneční energie, zachytávané rovinnými sběrači na střeše. I když investiční náklady na akumulaci byly vysoké, ročně se ušetří na energii 8 až 10 tisíc kilowatthodin. Sluneční energii lze tedy akumulovat.

Slibným způsobem akumulace sluneční energie je rozklad vody na kyslík a vodík. Jsou čtyři různé způsoby, jimiž se podařilo (v malém měřítku) rozložit vodu v její prvky. Jsou to způsoby experimentálně ověřené, ale zavedení rozkladu vody ve velkých množstvích do praxe stojí v cestě překážky. Je pravděpodobné, že všechny tyto překážky by byly odstraněny, kdyby se sluneční energii věnovala stejná péče jako jiným odvětvím energetiky. Na vysokých školách vychováváme řadu odborníků pro elektrickou či atomovou energii; marně však hledáte v seznamech vysokoškolských přednášek zmínku o využití sluneční energie v praxi. Máme dobře fundované ústavy pro výzkum elektřiny i atomové energie, jako jiné technicky vyspělé země; to je v pořádku. Ale jediného odborníka v heliotechnice nemáme, nedáváme žádné prostředky na systematické zavádění praktických zařízení (ani těch nejjednodušších) do výroby; tím se lišíme od mnoha jiných zemí a to v pořádku není.

4. „Účinnost přeměny slunečního záření v jiné formy energie je nízká; účinnost atomových elektráren je např. kolem 33 %, zatímco pro přeměnu slunečního záření v elektřinu ve větším měřítku bude pouze několik málo procent".

Tuto skutečnost však můžeme vyjádřit i jinak: „Vyplýtváme dvě třetiny drahého štěpného materiálu, zatímco nevyužíváme ke službě člověku těch několik procent z mohutného a nevyčerpatelného toku sluneční energie, která zadarmo dopadá a bude dopadat na Zem.

5. „Kilowatthodina ze slunečního záření je značně dražší než z ostatních zdrojů; sluneční energie tedy s nimi nemůže soutěžit a nemůže je nahradit".

To je pouze část pravdy. U některých zařízení využívajících slunečního záření je sice jednotka energie značně dražší než jednotka energie z fosilních paliv, ale vyplývá ze zákonů ekonomiky: jde vesměs o prototypy s vysokými investičními náklady. Na druhé straně jsou fyzikální zákony a zákony biologické, které nelze změnit. Má-li se tedy i v budoucnu zvyšovat naše životní úroveň ve zdravém prostředí, musí se přizpůsobovat ekonomika. Takové přizpůsobování je evidentní ve všech zemích, kde se využitím sluneční energie zabývají: Cena za jednotku energie ze slunečního záření v posledních létech trvale klesá (v důsledku zdokonalování heliotechnických zařízení, zvýšení jejich efektivnosti, zavedení osvědčených prototypů do sériové výroby) — kdežto naopak, energie z fosilních zdrojů se ve světě pozvolna zdražuje.

Záhada neutrin

RNDr. JIŘÍ GRYGAR, CSc.

Astronomové se stále zabývají problémem, který už několik let vzrušuje jak teoretické pracovníky, tak i pozorovatele. Problém je v tom, že Slunce se nechová tak, jako by se řádná hvězda chovat měla. Ten rozpor proti řádné hvězdě spočívá v tom, že podle teoretických představ má v nitru Slunce probíhat známá termonukleární reakce, to znamená proces, při kterém se atomy vodíku proměňují v jádra helia a přitom se vlastně uvolňuje sluneční energie. Teoretické výpočty však také ukazují, že doprovodným jevem tvorby helia má být vysílání malých drobných částic — neutrin.

Neutrina pronikají bezvadně bez problémů obrovskou sluneční masou a letí rychlostí světla meziplanetárním prostorem. To znamená, že neutrino, které vznikne při jaderné reakci v samém nitru Slunce mělo by už být za nějakých osm minut na Zemi. Tím se liší od elektromagnetického záření, které — když vznikne v nitru Slunce — musí se velmi pracně nejprve prodírat na sluneční povrch. Tato „strastiplná" cesta trvá běžnému elektromagnetického záření několik desítek milionů let. A teprve potom, když opustí povrch Slunce, běží rychlostí světla k nám. To proto, že běžné elekromagnetické záření je pohlcováno, sráží se neustále s jinými částicemi, a tím se jeho cesta velmi protahuje.

Principielně bychom měli být schopni zaznamenat na Zemi tok slunečních neutrin. Skutečně se o to fyzikové už mnoho let pokoušejí. Aparatura, která se zabývá touto detekcí je umístěna v jednom opuštěném dole hluboko pod zemí, v hloubce asi 1500 m. Je to zařízení na astronomické poměry velmi neobvyklé, protože se skládá vlastně z velké nádrže obsahující perchlorethylen. Idea je asi taková, že neutrina, která procházejí bezvadně slunečním nitrem, procházejí stejně lehce i povrchem zemským, dostanou se tedy do hlubin onoho dolu a mají proletět onou nádrží, která obsahuje perchlorethylen. Atomy chloru reagují s neutriny a vytvářejí atomy argonu. A právě detekce těchto argonových atomů by nám měla prozradit, že ze Slunce neutrina přicházejí.

Ovšem výsledky všech dosavadních experimentů, které probíhají už tolik roků, jsou zcela negativní. Žádná neutrina ze Slunce jsme zatím nezachytili. Fyzikové i astronomové si lámou hlavu, čím to může být. Zprvu se soudilo, že je nějaká chyba v experimentu, že uspořádání tohoto pokusu není správné. Zdá se, že tyto námitky byly již vesměs vyvráceny. Pokus sám po stránce technické je v pořádku. Čili chyba musí být patrně v našem Slunci nebo v našich modelech, to znamená v představách o tom, k jakým dějům dochází v nitru Slunce. Zdá se ovšem, že nemáme příliš mnoho možností měnit naše modely. Ať se o to pokoušejí astrofyzikové jakkoliv, ve všech modelech slunečního záření jim vždycky vychází velký tok neutrin. Proto se uvažuje i o možnostech, že se Sluncem není něco v pořádku. Například velmi drastická hypotéza tvrdí, že ve Slunci vůbec neprobíhá termonukleární reakce. To by bylo největší překvapení v celých dějinách moderní astrofyziky, protože na termonukleárních reakcích a jejich výkladů je založen nejen model Slunce, ale prakticky model všech hvězd.

Druhá možnost je, že v nitru Slunce se nachází malá „černá díra" a že záření, které k nám přichází ze Slunce, vzniká tím, že na tuto malou černou díru v nitru Slunce dopadá sluneční plyn. V tom případě skutečně neutrina vznikat nebudou a navenek to nepoznáme, protože obyčejné elektromagnetické záření bude přicházet ve stejném množství, jako je tomu v představě o termonukleárních reakcích.

Astronomové se přesto pokoušejí hypotézu o slunečním záření na základě termonukleárních reakcí zachránit. Proto se např. soudí, že v nitru Slunce probíhá termonukleární reakce v cyklech a že zrovna teď jsme v takovém minimu tohoto cyklu. Že tedy před několika milióny let tam zářila termonukleární reakce, která se nyní z nějakého důvodu dočasně zastavila, a po čase bude opět obnovena. Na neštěstí se ukazuje, že takový výklad nemůže být správný. Když se totiž podíváme na záznamy, které získávají paleontologové a geologové, ukazuje se, že sluneční záření v minulosti naší Země bylo prakticky stejné jako je dnes, tedy nemohlo kolísat v tak výrazných mezích. Připomeňme ještě, že kdyby sluneční záření kolísalo pouze asi o 4 %, znamenalo by to ledovou dobu na Zemi. To je také jeden z možných výkladů ledových dob.

Ale k tomu, abychom potlačili tok slunečních neutrin, potřebovali bychom, aby v minulosti Slunce zářilo o 30 nebo 50 % méně než dnes. A to je zcela ve zjevném rozporu s tím, co nám říkají vědy o Zemi. Proto zde máme velmi složitou situaci, kdy na jedné straně nám teorie říká, že bychom měli pozorovat neutrina, na druhé straně je nepozorujeme a z toho se musíme tedy nějakým způsobem dostat. Zdá se, že cesta povede přes nové a lepší pochopení fyzikálních zákonů, které ovládají jak fyzikální reakce v laboratořích, tak i v té největší laboratoři — ve vesmíru.

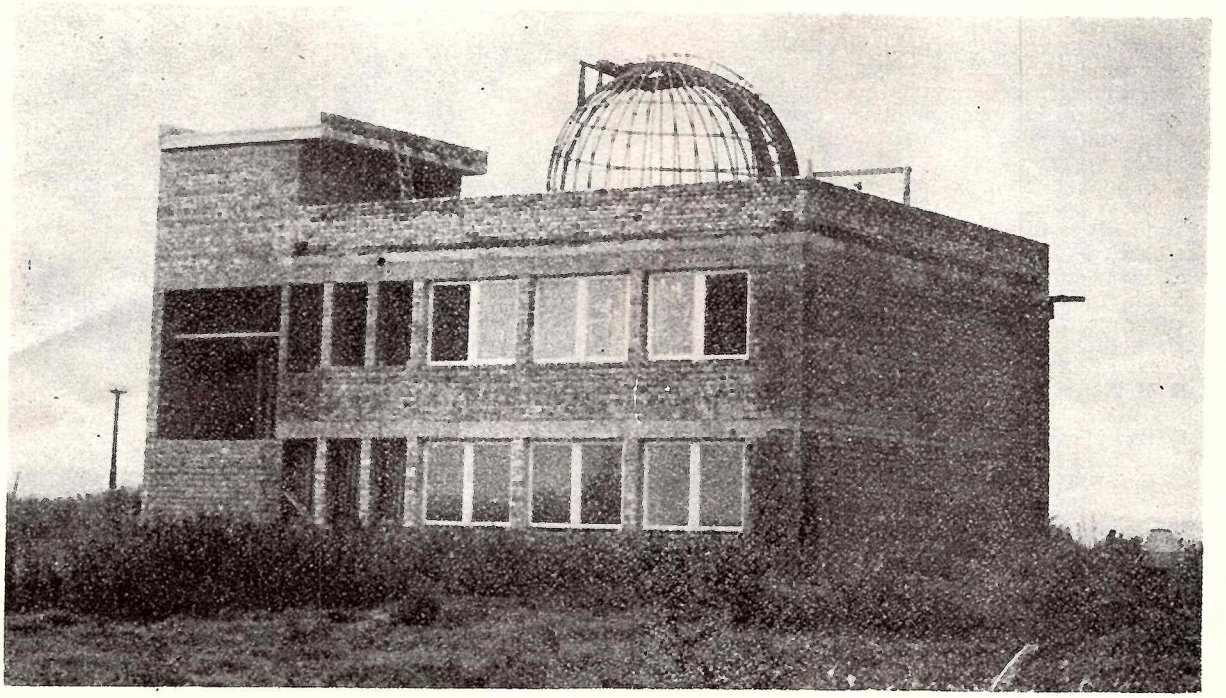
[Uverejnené s povolením Čs. rozhlasu.]

Sovětský neutrinový experiment

Sovětští fyzikové se nyní budou také podílet na hledání slunečních neutrin. Výstavba obrovského měřícího tunelu v blízkosti hory Elbrus na Kavkaze rychle pokračuje. Zařízení bude součástí velkého astrofyzikálního střediska, ke kterému patří také největší dalekohled na světě o průměru zrcadla 6 m a radioteleskop RATAN 600.

Nové zařízení má za úkol zjistit množství neutrin přicházejících k nám od Slunce, která zde vznikají v jaderných reakcích. K ochraně detektorů, umístěných hluboko pod zemí byl užit beton obsahující olivín, jenž byl přivezen z Uralu. U tohoto olivínu je přirozená radioaktivita podstatně malá. Zařízení musí být totiž chráněno před veškerým rušivým zářením. Sovětští fyzikové doufají, že jejich přístroj bude mít větší citlivost než jakou může dosáhnout R. Davis s podobným experimentem v jižní Dakotě.

H. N.



Stavba Okresnej ľudovej hvezdárne v Rimavskej Sobote (leto 1976).

Štart novej hvezdárne v Rimavskej Sobote

MARIÁN DUJNIČ

Kamarát mi raz povedal, že stavba našej ľudovej hvezdárne v Rimavskej Sobote mu pripomína Bajkalsko-amurskú magistrálu. Na moje zvedavé prečo, odvetil, že BAM vedie cez pusté, neosídlené oblasti — a vaša hvezdáreň sa buduje v okrese, kde nežil ani jeden astronóm-amatér, v oblasti, ktorá figurovala ako „biela diera" na astronomickej mape Slovenska. Nuž, je to pravda, uznal som. Lenže v niečom sa zas stavba hvezdárne od budovania magistrály podstatne líši: na sovietskej „stavbe storočia" sa totiž termíny prísne dodržiavajú, a to o stavbe našej hvezdárne naozaj nemožno povedať: veď mala byť otvorená už 9. mája 1975 pri príležitosti 30. výročia Oslobodenia.

■ NÁPAD POSTAVIŤ HVEZDÁREŇ

Koncom roku 1973 rozhodol odbor kultúry ONV v Rimavskej Sobote, že sa v našom okresnom meste začne stavať ľudová hvezdáreň. Táto správa bola ako blesk z jasného neba: nikto si nevedel vysvetliť ako sa podarilo presadiť výstavbu hvezdárne práve u nás, keď v okresoch, kde je mnoho amatérov (ako je Nitra, Prievidza, či Spišská Nová Ves) nedarí sa dostať výstavbu hvezdárne do plánu už niekoľko desaťročí.

Veľkú zásluhu na tom, že sa návrh stavať hvezdáreň rozhodol kladne, má RSDr. Ján Kiš, ktorý v tom čase bol vedúcim odboru kultúry ONV a teraz je tajomníkom OV KSS. Podarilo sa mu získať ďalších zanietencov a celá záležitosť čoskoro nadobudla konkrétne obrysy. Začalo sa stavať na jar v roku 1974 temer kozmickou rýchlosťou. Rýchlo sa vybralo miesto, vykopali základy, pri ktorých znamenite pomohli aj sovietski vojaci a čoskoro sa podarilo vytiahnuť aj múry. Bol to až prekvapujúco dobrý štart. Zdalo sa, že všetko pôjde ako po masle. Avšak pri stretnutí s prvými väčšími problémami začalo sa počiatočné nadšenie akosi vytrácať.

V lete 1975, keď stavba hvezdárne spala ako Šípková Ruženka už viac než trištvrte roka, zlepšila sa spolupráca medzi zainteresovanými organizáciami. Ľady sa pohli a stavba chytila nový dych, keď budúca hvezdáreň dostala svojho riaditeľa — Františka Zlocha, ktorý bol predtým odborným pracovníkom hvezdárne v Úpiciach. Ba čo viac, novozriadená organizácia aj v stiesnených priestoroch začala vykazovať prvé konkrétne výsledky v popularizáci astronómie.

■ PREHLIADKA HVEZDÁRNE

Hvezdáreň je na juhozápadnom okraji mesta v časti Tomašová, neďaleko kaštieľa. Leží v tesnej blízkosti 20. stupňa východnej dĺžky. Budova má rozmery 17 × 12 m a je v nej vestibul, klubovňa, prednášková sála pre 50 návštevníkov, dve kancelárie, fotokomora, dielňa a dva sklady. Kupolu o priemere 5,4 m vyrobili Stavebné stroje, n. p. Prešov a s jej namontovaním sa ozaj šikovne vysporiadali Josef Mužík a Josef Dostál. Pilier, na ktorom bude trónit ďalekohľad, je vysoký 10 m, z toho je z troch metrov zapustený v zemi.

Ešte do konca tohto roka má pricestovať od Zeissa Coudé refraktor s priemerom objektívu 150 mm a ohniskovou vzdialenosťou 2250 mm. Budú k nemu patriť aj dve astrokomory 60/270 mm na fotografovanie oblohy, slnečná komora na dosky 9 × 12 cm a sada okulárov, umožňujúca 90—375násobné zväčšenie. Kým však hvezdáreň dostane

tento hlavný prístroj, bude v kupole umiestnený Cassegrainov zrkadlový ďalekohľad 150/2250.

Nesmieme zabudnúť prezradiť, koľko celý „špás" stál: samotná budova vyšla na necelé 2 milióny korún. V tom samozrejme nie je zarátaný polmilión za ďalekohľad a ďalších asi 100 tisíc korún za vnútorné zariadenie.

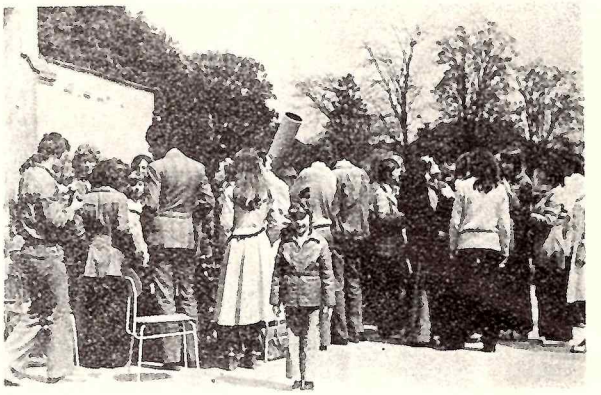
K budove hvezdárne patrí aj takmer poldruhahektárový pozemok, na ktorom chceme postupne vybudovať park so stromami z celej zemegule — ako symbol medzinárodnej spolupráce v astronómii. Perspektívne sa na pozemku ráta aj s prístavbou ďalších dvoch kupol, pozorovateľní s odsuvnou strechou a s výstavbou planetária stredného typu. To je však ešte hudba budúcnosti.

■ ■ ■

Po prvý raz sa na Slovensku postavila účelová budova hvezdárne. Teda žiadne prístavby, či úpravy starých a nevyhovujúcich objektov, ale zbrusu nová hvezdáreň. Kiež by všade na Slovensku bolo toľko pochopenia pre stavbu ľudových hvezdární ako tu, v srdci stredoslovenskej časti Gemera! Ak si teraz predsa len všimneme zopár nedostatkov stavby, nebude to preto, že by sme chceli znižovať hodnotu diela a prácu tých, ktorí sa oň pričinili. Chceme len upozorniť na chyby, aké by sa pri stavbe ďalších hvezdární nemali zopakovať.

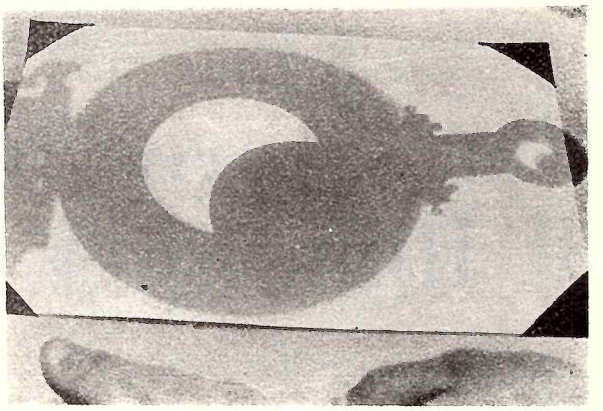
Pretože ľudová hvezdáreň neslúži len na popularizáciu, ale i na odbornú činnosť, treba pri výbere staveniska zvoliť kompromis medzi dvoma základnými požiadavkami: hvezdáreň musí byť ľahko prístupná, ale zároveň izolovaná od mestského osvetlenia. Žiaľ, miesto pre našu hvezdáreň sa vybralo narýchlo, takpovediac na počkanie, nielen bez konzultácie s Astronomickým ústavom SAV, ale i bez obhliadky okolia za jasnej noci. A voľajako sa zabudlo prihliadnuť aj na samotný plán výstavby mesta v nasledujúcich 10—15 rokoch. A tak, hoci Rimavská Sobota nie je veľkomestom, verejné osvetlenie bude rušiť pozorovania. Istým riešením bude azda centrálny vypínač, ktorým priamo na hvezdárni možno vypnúť aspoň okolité svetlá. Ráta sa aj s výstavbou pozorovateľne v horskom prostredí okresu.

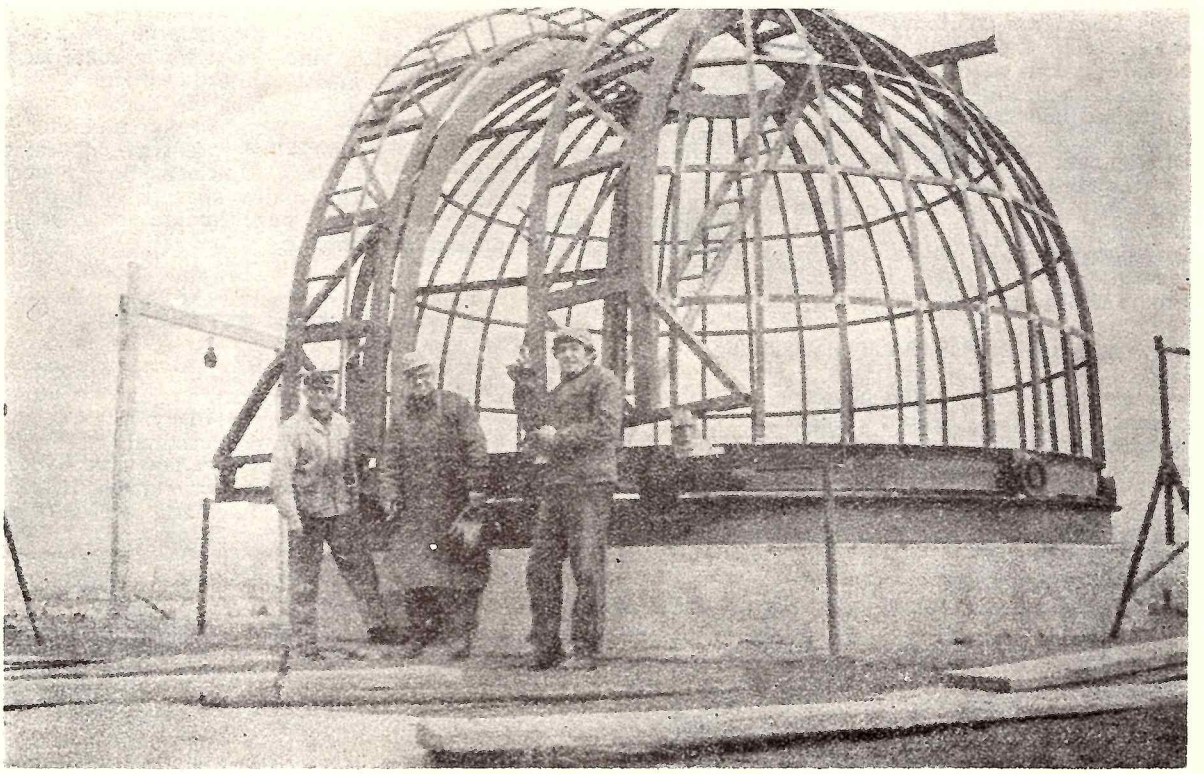
Nie celkom domyslený je aj prístup do kupoly a orientácia budovy.



Hoci sa v okrese Rimavská Sobota nemôžu pochváliť tradíciami v amatérskej astronómii, záujem mladých je veľký: pri pozorovaní čiastočného zatmenia Slnka 29. 4. 1976 zišlo sa na dvore gymnázia v Rimavskej Sobote mnoho záujemcov.

Priemet slnečného kotúča pri čiastočnom zatmení 29. 4. 1976. Rimavská Sobota.





Sú to všetko chyby, ktoré nemuseli vzniknúť, keby nebolo na začiatku toľko náhlenia. Ale na druhej strane, keď sa podarilo stavbu hvezdárne pretisnúť do akcie „Z" ako stavbu navyše, bolo treba chytro začať — aby z výstavby nebodaj nezišlo.

■ ÚLOHA ČÍSLO JEDNA

Astronómia, táto príťažlivá veda, má aj funkciu, v ktorej je inými vedami ťažko zastupiteľná: pomáha vytvárať vedecký svetonázor. Aj naša hvezdáreň sa chce vo svojej svetonázorovej práci orientovať najmä na mládež — stredoškolskú, učňovskú, robotnícku, ale i predškolskú. Budeme hľadať spôsoby, ako čím najpútavejšie a najpresvedčivejšie vplývať na vytváranie vedeckého svetonázoru. Chceli by sme, aby každý mladý obyvateľ okresu aspoň raz prišiel na hvezdáreň, aby získal čo najviac dojmov a dúfame, že budeme pracovať tak, aby každý návštevník rád prišiel na hvezdáreň znovu.

Dnes už je v Gemeri mimoriadny záujem medzi mladými o astronómiu. Svedčí o tom aj počet účastníkov na našich akciách: vlani prišlo na prednášky, pozorovania či pásma filmov dovedna 2583 mladých. V okrese už pracuje šesť astronomických krúžkov. S mimoriadnym záujmom sme sa stretli najmä v Tisovci na Strednej priemyselnej škole chemickej, kde sme založili „vzorový" krúžok pod vedením vychovávateľa J. Kováča: každé dva týždne sem chodia prednášať aj pracovníci našej hvezdárne.

■ AJ ODBORNÁ ČINNOSŤ

Predpokladom úspešných výsledkov v amatérskej astronómii nie je len prístrojové vybavenie. Okrem vytrvalosti, presnosti a samozrejme odbornej pripravenosti rozhoduje aj voľba vhodného programu. Pre odbornú činnosť našej hvezdárne vybrali sme tieto oblasti:

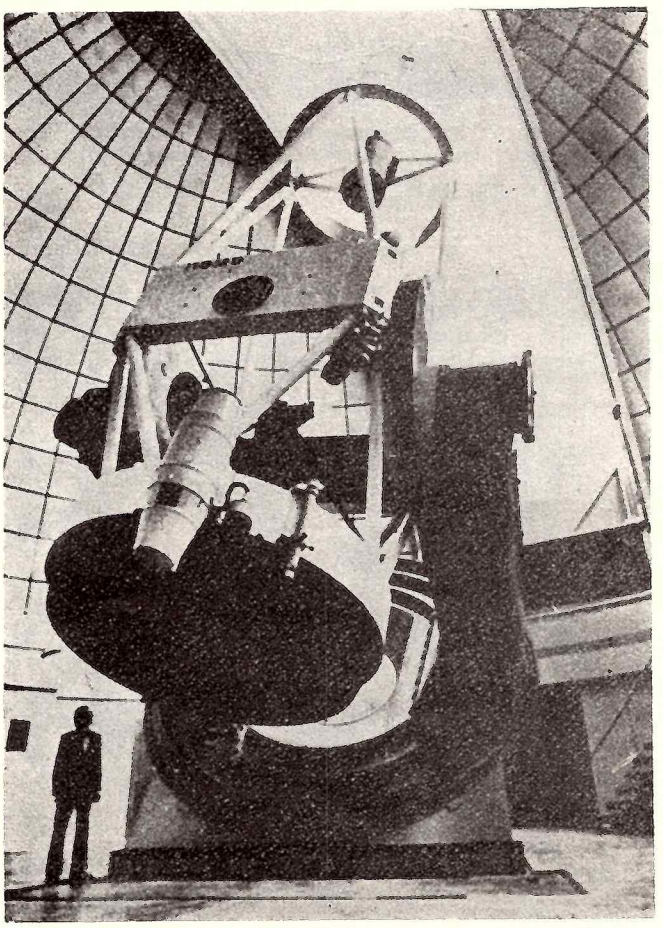
1. pozorovanie Slnka,
2. hľadanie neobjavených komét a nov,
3. patrolná služba niektorých eruptívnych hviezd,
4. pozorovanie zatmení Mesiaca.

Pokiaľ ide o Slnko, budeme detailne fotografovať rýchlo sa vyvíjajúce škvrny v integrálnom svetle a slnečné erupcie a protuberancie v monochromatickom svetle. Ďalej chceme metódou SCNA sledovať náhle poklesy kozmického šumu, ktoré nasledujú po mohutných erupciách na Slnku v oblasti dekametrových vln. Metóda SEA nám zas má poslúžiť na meranie náhlych zvýšení atmosferických porúch. Ide o nepriamu registráciu rentgenového žiarenia zo Slnka, ktoré výrazne ovplyvňuje zemskú ionosféru.

■ ■ ■

V piatok 13. mája bude v Rimavskej Sobote slávnostné otvorenie budovy Okresnej ľudovej hvezdárne. Aby sa vzkriesil starý slovenský zvyk ešte z čias štúrovcov, vysadí sa pri tejto slávnostnej príležitosti symbolická lipa v areáli hvezdárne. Túto čestnú úlohu prijala riaditeľka AÚ SAV RNDr. Ľudmila Pajdušáková, CSc.

Slávnostné otvorenie bude dobrou príležitosťou vysloviť poďakovanie všetkým, ktorí sa o výstavbu hvezdárne zaslúžili. Osobitná vďaka patrí RSDr. Jánovi Kišovi, hlavnému iniciátorovi vzniku našej OĽH, Ing. Pavlovi Machyniakovi, tajomníkovi OV KSS pre ideológiu a Arpádovi Hankovi, vedúcemu odboru kultúry ONV, ako aj stavbyvedúcemu Štefanovi Hudecovi a pracovníkom Krajskej hvezdárne v Banskej Bystrici za cenné rady, pomoc a záujem o zdar diela.



260 cm ďalekohľad pri Jerevane

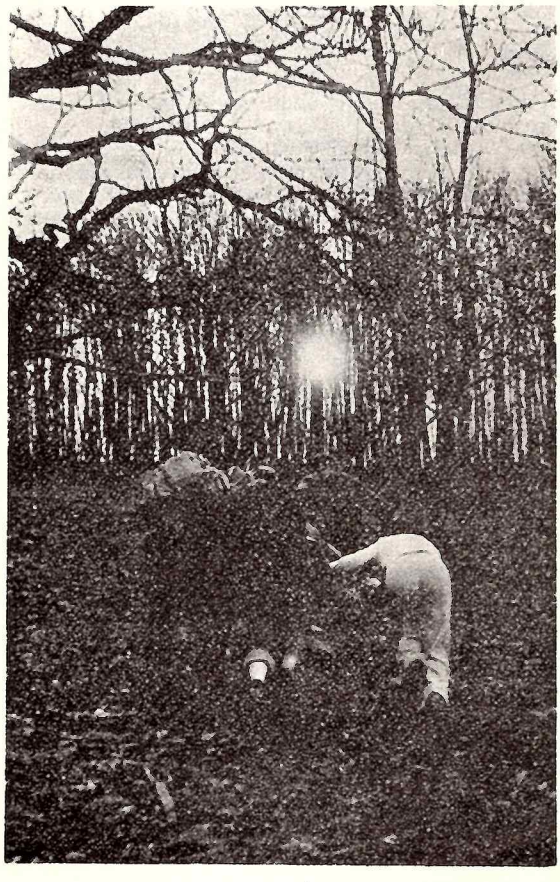
Posledné dva roky znamenali veľké obohatenie prístrojového vybavenia sovietskych hvezdární. Okrem obrovského rádioteleskopu RATAN 600 a ďalekohľadu pri osade Zelenčukskaja, ktorý je najväčším na svete, pribudol koncom minulého roka ďalší špičkový prístroj: zrkadlový ďalekohľad s priemerom 260 cm, ktorý začal pracovať na Bjurakanskom observatóriu v Arménskej sovietskej socialistickej republike 4. októbra.

Observatórium je na južnom svahu vrchu Aragac v nadmorskej výške 1800 m, asi 30 km od Jerevanu (viď mapka na str. 38). Nový ďalekohľad je určený predovšetkým na štúdium pekuliárnych galaxií a eruptívnych hviezd. Podobný prístroj majú sovietski astronómovia aj na krymskom astrofyzikálnom observatóriu.

madu

Aprílový astronomický slovníček

Červený posun kvazaru — porucha vo farebnom televízore
Pás nestability — horná polovica tanečnice v monokinách
Zakázaný prechod — postavenie mimo hry
Krivka rastu — sen každého podnikového riaditeľa
Rádiový výbuch — dôvod na kúpu nového rádioprijímača
Extinkčná krivka — kyslý úsmev astronóma pozorovateľa vo veľkomeste
Degenerované hviezdy — orgie v Hollywoode



■ **Historická fotografia: Členovia klubu mladých astronómov idú na meteorickú expedíciu, na ktorej, ako dúfajú, nájdu nový roj. Úľ, už majú pripravený.** **SNÍMKA: P. Rapavý**

Výstraha po anglicky

Za panovania kráľovnej Viktórie bol kráľovským astronómom na hvezdárni v Greenwichi Sir George Airy. Hneval sa na lenivých pozorovateľov, ktorým sa nie vždy chcelo v noci vstať a zmerať polohu Mesiaca. Raz, keď pozorovateľ opäť zaspal, Sir Airy sa rozhodol zakročiť a na pilier hlavného ďalekohľadu pripevnil nápis s týmto textom:

„Kráľovskú hvezdáreň založili kvôli pozorovaniam Mesiaca. Ak do roka urobíme asi 300 takýchto pozorovaní a náklady na hvezdáreň stoja národ ročne 6000 libier, potom každé pozorovanie Mesiaca má hodnotu 20 libier. Strata poslednej noci vyšla teda národ na 20 libier!“

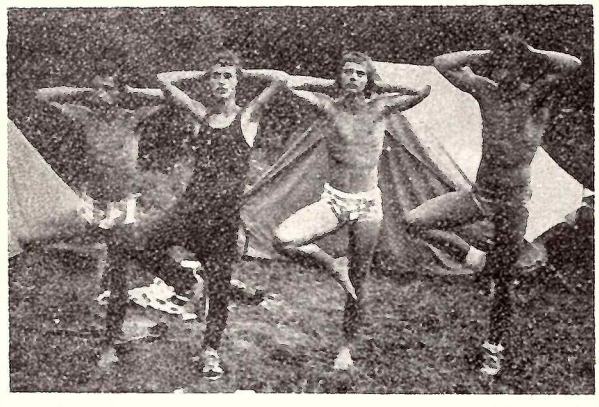
Výstraha zapôsobila: ešte dodnes má pozorovanie polôh Mesiaca a zákrytov hviezd Mesiacom na kráľovskej hvezdárni svoju vážnosť.

dt

Čierna diera z Prešova

Veľkú fotografiu čiernej diery poslali špeciálne pre aprílové číslo Kozmosu členovia Klubu mladých astronómov z Krajskej hvezdárne v Prešove. Snímka bola zaujímavá predovšetkým tým, že vznikla expozícia cez zatvorený ďalekohľad. Členovia klubu však zrejme netušili, že výroba nášho časopisu trvá v tlačiarni až dva mesiace: a za tento čas sa čierna diera vyparovala a vyparovala, až zmizla úplne. Preto sme ju nahradili inými fotografiami, na ktorých vám predstavujeme niektorých členov klubu.

Predstaviť vám všetkých členov prešovského KMA — to nie je v našich silách jednoducho preto, že klub má toľko členov, že sa na jednu fotografiu všetci ani nepomestia. Napriek tomu nejde o organizáciu masovú, ale výberovú: členom sa môže stať len záujemca, ktorý zloží „prijímacie skúšky“. Jednou z disciplín, v ktorej musí obstáť, je aj zmysel pre kolektív a samozrejme vtipnosť. Všetky tieto vlastnosti zisťujú sa testom. Na nedávnych „prijímačkách“ bola v teste aj takáto úloha: zložte využitím štyroch úsečiek čo najväčšie rímske číslo. Správna odpoveď je síce M, ale jedna matematicky mysliaca dievčina našla ešte ďalšiu, vtipnú možnosť: L^L (50^{50}).



Ranná rozcvička na meteorickej expedícii. Treba podotknúť, že rozcvička po prešovsky, to nie je len tak: ten, kto predcvičuje, môže si vymýšľať aj tie najkrkolomnejšie cviky — pokiaľ ich vládze cvičiť aj on sám.

Foto: E. Löfflerová

A tu vidíte členov KMA na lesníckej brigáde, ktorou si statočne zarábajú na klubovú činnosť, do spoločnej kasy. Foto: V. Dzifčák

POZOR, UFO!

Aj touto snímkou sa vážne zaoberala Condonova komisia, ktorá po preštudovaní všetkých dostupných dôkazov a vypočutí očitých svedkov predložila v roku 1969 Kongresu USA správu o UFO, známu ako Condon Report. Neidentifikovateľný lietajúci objekt sa aj v tomto prípade podarilo identifikovať: je to obyčajný klobúk zľahka pohodený v kroví.

Galaxia za dva centy

Harlow Shapley, význačný americký astrofyzik tohto storočia, prijal raz na hvezdárni návštevu istého senátora. Po prehliadke celej hvezdárne získal senátor len jediný dojem: že astronómia je úžasne nákladná a čo je horšie, neznamená pre hospodárstvo nijaký prínos.

— Ste na veľkom omyle, — oponoval Shapley. — Atómová bomba stála niekoľko miliárd dolárov. Ale o tom akosi nikto nehovorí. Zato objav jedinej novej galaxie s množstvom hviezd a planét s „obrovskými pozemkami" vyjde amerických daňových poplatníkov len na dva centy.

NOVÉ KNIHY

VESMÍR A ČLOVEK

Kniha sovietskych autorov A. D. Kovala a G. R. Uspenského prináša prehľad vývoja kozmonautiky za posledných 20 rokov. Úvodná kapitola zhŕňa poznatky o našej planetárnej sústave, nasledujúcich šesť kapitol je venovaných všetkému, čo s kozmickými letmi súvisí: štartu na obežnú dráhu, stanoveniu dráhy a riadenia letu, nepilotovaným kozmickým sondám, kozmickým lodiam a materiálno-technickému zabezpečeniu v kozme. Druhá časť knihy sa týka aplikácií kozmonautiky.

I keď spôsob podania je strohý, informatívny, autorom sa podarilo podať na malom rozsahu pomerne vyčerpávajúci súhrn dosiahnutých teoretických i praktických poznatkov, ktoré získalo ľudstvo pri prenikaní do kozmu. Kniha prináša celý rad technických údajov a veľmi zrozumiteľne vysvetlené fakty. Publikácia je doplnená slovníčkom menej bežných termínov, prehľadom pilotovaných kozmických letov a zoznamom aplikovaných družíc Zeme. Má i 32 farebných a čiernobielych obrazových príloh. Kniha má 216 strán a bude stáť asi 30 Kčs. Objednať si ju môžete už teraz v nakladateľstve Práce, Václavské nám. 17, 112 58 Praha 1.

(kč)

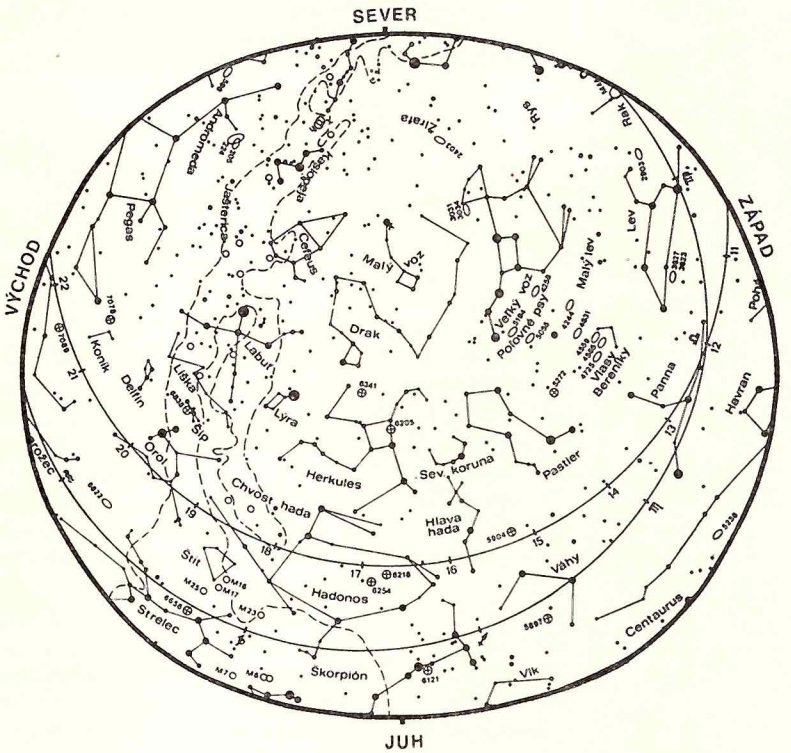
STAVBA AMATÉRSKYCH ASTRONOMICKÝCH ĎALEKOHĽADOV A FOTOKOMÔR

Publikáciu, aká už dlho chýbala na našom knižnom trhu, vydalo Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove. Obsahuje množstvo cenných rád a návodov predovšetkým pre tých, čo sa rozhodli postaviť si ďalekohľad vlastnými silami, ale aj pre tých, ktorí si chcú svoj prístroj vylepšiť, odskúšať alebo chcú pomocou neho získať dobré fotografie. Autor — RNDr. Ivo Zajonc, známy medzi našimi amatérmi svojimi skúsenosťami so stavbou ďalekohľadov, v úvode knihy tvrdí, že postaviť si vlastný prístroj nie je ani zďaleka také zložité ako sa bežne myslí. O pravdivosti jeho slov sa iste rád presvedčí nejeden amatér, ktorému publikácia bude dobrým poradcom.

Na 150tich stranách nájde záujemca princípy stavby reflektorov, refraktorov, ich stojanov, montáží a pomocných zariadení, od najjednoduchších až po náročnejšie konštrukčné riešenia. Text je bohato doplnený názornými náčrtkami. Veľmi sympatické a cenné na publikácii je aj to, že vhodne spája praktické návody s teóriou: pri zložitejších konštrukciách náčrtky nie sú schémou, ktorú by mal amatér otrocky kopírovať, ale naznačujú len možný, osvedčený spôsob riešenia: ostatné si každý „dotiahne" podľa svojej potreby a možností. Aj fundovaný teoretický úvod o základoch optiky vedie amatéra k tomu, aby sa snažil nielen postaviť si ďalekohľad, ale naučil sa rozumieť princípom jednotlivých konštrukcií. Cennou je i obsiahla kapitola o astronomickej fotografii amatérskymi prostriedkami. Záver príručky tvorí kapitola o pomocných optických zariadeniach pre ďalekohľady, ako sú hľadáčky, zenitové hranoly a pomôcky pre pozorovanie Slnka. (tf)

OBLOHA

v máji a v júni



SLNKO sa presunie v máji zo súhvezdia Býka do súhvezdia Blížencov. V tretej dekáde júna vstúpi Slnko do súhvezdia Raka — letný slnovrat, začiatok astronomického leta nastane 21. VI. o 13. hod. 14. min.

MERKÚR je začiatkom mája na oblohe večer, krátko po západe Slnka. Rýchlo však prechádza na dennú oblohu a až v druhej polovine mája ho môžeme pozorovať ráno, krátko pred východom Slnka. Planéta sa pohybuje súhvezdím Barana a Býka. Začiatkom júna je Merkúr na rannej oblohe, ostatnú časť mesiaca je nepozorovateľný. 2. mája bude Merkúr k Zemi najbližšie — 0,56 astronomických jednotiek.

Tretí je z Kanady

Neďaleko kanadského mesta Innisfree (Alberta) sa podarilo 17. februára tohto roku nájsť dvojkilový kamenný meteorit — chondrit, ktorého dráhu po vstupe do zemskej atmosféry zachytili na fotografiách 5. februára dve sieťové stanice. O tejto udalosti sme sa dozvedeli zatiaľ len stručnú správu, z telegramu, ktorý zaslal z Ottavy do ondřejovského observatória dr. Zdenkovi Ceplechovi, DrSc. vedúci kanadského programu MORP (pozorovanie a hľadanie meteorov) dr. Ian Halliday.

Kanadský meteorit je v poradí tretím na svete, ktorý sa podarilo nájsť podľa výpočtu dráhy zachytenej na fotografiách oblohy z viacerých staníc. K prvému, Příbramskému meteoritu, ktorý sa týmto spôsobom podarilo „uloviť" ondřejovským astronómom pod vedením dr. Ceplechu už v roku 1959 a k druhému meteoritu, nájdenému pri Lost City (USA) o jedenásť rokov neskôr, pribudol teda tretí člen do „příbramského klubu".

Nový úlovok je cenný aj tým, že pochádza z veľmi vzdialených končín slnečnej sústavy: jeho pôvodná dráha, pred zrážkou so zemskou atmosférou, bola veľmi pretiahla, siahala až do oblasti Saturna. Zatiaľ čo nájdením Příbramského meteoritu sme okrem prvenstva a prestíže čsl. meteorickej astronómie získali teleso, o ktorom vieme, že sa v pôvodnej dráhe nevzďaľovalo za pásmo asteroidov, meteorit z Kanady je výnimočný aj tým, že jeho dráha sa podobá skôr kometárnej.

Telegram z Kanady obsahuje okrem stručných údajov o novom meteorite aj poďakovanie za spoluprácu, ktorá sa medzi Československom a Kanadou najmä v oblasti meteorickej astronómie v poslednom desaťročí veľmi úspešne rozvíja.

T. Fabini

VÝCHODY A ZÁPADY SLNKA A MESIACA:

	Slnko		Mesiac	
	východ	západ	východ	západ
	h m	h m	h m	h m
máj				
4.	4 20	19 01	20 20	5 01
8.	4 13	19 06	— —	9 01
12.	4 08	19 12	1 34	13 33
16.	4 02	19 17	3 19	17 42
20.	3 57	19 23	5 46	21 17
24.	3 52	19 28	9 30	23 44
28.	3 48	19 32	14 04	1 08
jún				
1.	3 45	19 36	19 07	3 35
5.	3 43	19 40	22 36	7 51
9.	3 41	19 43	0 05	12 29
13.	3 40	19 46	1 53	16 34
17.	3 40	19 48	4 31	20 01
21.	3 40	19 49	8 26	22 18
25.	3 41	19 50	12 59	— —
29.	3 43	19 49	17 51	2 13

(pre stredné Slovensko 1^h17^m z. d., 48°40′ z. š.)

FÁZY MESIACA:

máj	h m	fáza	jún	h m	fáza
3.	14 04	spln	1.	21 32	spln
10.	5 09	III	8.	16 08	III
18.	3 52	nov	16.	19 24	nov
18.	3 52	nov	16.	19 24	nov
26.	4 21	I	24.	13 45	I

VENUŠA je počas oboch mesiacov nad obzorom ráno; môžeme ju pozorovať ako Zorničku a podmienky na jej pozorovanie sa postupne zlepšujú, aj keď jej jasnosť klesá z —4,2^m na —3,7^m. Postupne prechádza zo súhvezdia Rýb cez Barana až do súhvezdia Býka. Najväčšia západná elongácia Venuše bude 15. júna, keď bude planéta 46° od Slnka a vychádzať bude krátko pred 1 hod. 45 min. po polnoci. Konjunkcia Venuše s Marsom nastane 13. mája a 3. júna, kedy budú planéty od sebe vzdialené približne 1°. Pri prvej konjunkcii bude severnejšie Venuša, pri druhej Mars.

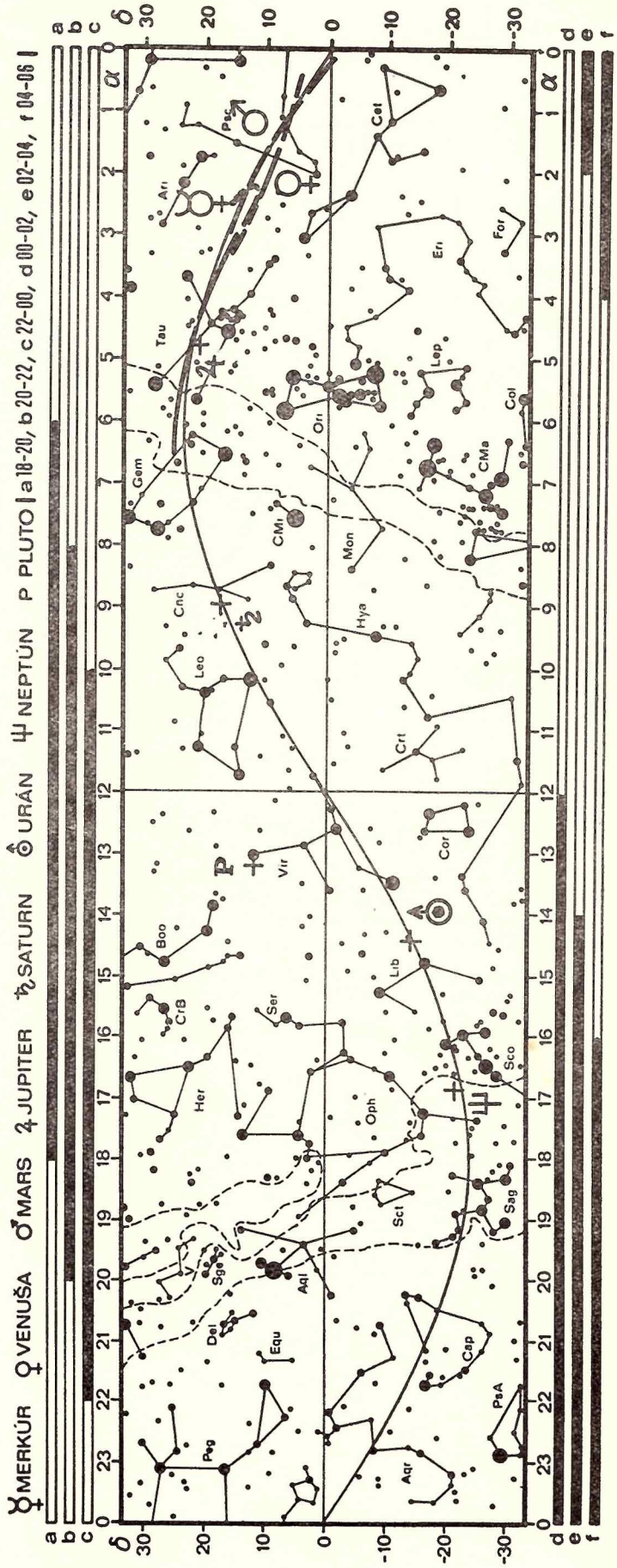
MARS je tak isto ako Venuša počas oboch mesiacov na rannej oblohe. Obe planéty sa na oblohe pohybujú tým istým smerom a celý máj i jún sa nachádzajú pomerne blízko seba. Jasnosť Marsu od mája do júla postupne stúpa z 1,4^m na 1,2^m. Počas oboch mesiacov sa Mars k Zemi približuje.

JUPITER sa dá pozorovať len začiatkom mája na večernej oblohe. Skoro celý máj a jún je vzhľadom ku konjunkcii so Slnkom, ktorá bude 4. júna, nepozorovateľný. Jupiter bude v tomto roku od Zeme najďalej 7. júna — 6,08 astronomických jednotiek.

SATURN sa v máji a v júni pohybuje súhvezdím Raka. V máji ho môžeme pozorovať v prvej polovine noci, v júni na večernej oblohe. Planéta sa postupne vzďaluje od Zeme z 9,1 až na 9,9 astronomických jednotiek a jej jasnosť klesá z 0,5^m na 0,7^m. Konjunkcia Saturna s Mesiacom nastane 20. júna o 22. hod., planéta bude 6° severne od Mesiaca.

URÁN nájdeme v súhvezdí Váh. Nakoľko je 30. apríla v opozícii so Slnkom, môžeme ho pozorovať v máji po celú noc. Koncom júna Urán zapadá po polnoci. Jeho vzdialenosť od Zeme sa postupne zväčšuje zo 17,6 a. j. na 18,0 a. j. a jeho jasnosť klesá z 5,7^m na 5,8^m.

NEPTÚN je počas oboch mesiacov v súhvezdí Hadonoša a je na oblohe temer po celú noc. V opozícii so Slnkom a aj najbližšie k Zemi je 5. júna — 29,3 astron. jednotiek. Nájdeme ho ďalekohľadom ako hviezdu 7,7^m.



Galaxie v súhvezdí Veľkého voza

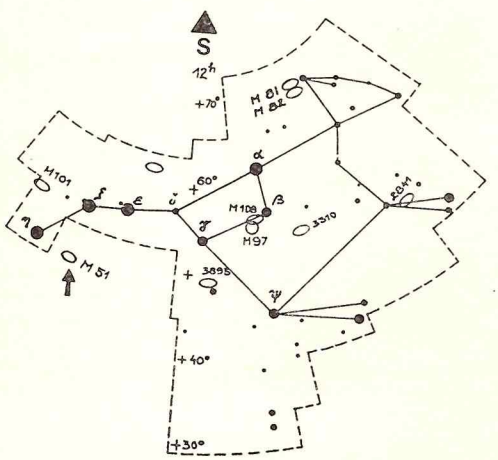
Medzi najvýraznejšie súhvezdia severnej oblohy patrí Veľký voz. Okrem najjužnejšej časti je celé súhvezdie u nás cirkumpolárne: jeho typický obrazec vidíme v noci na oblohe po celý rok. Veľký voz vrcholí v blízkosti zenitu koncom marca, v máji a v júni postupne prechádza na západnú oblohu.

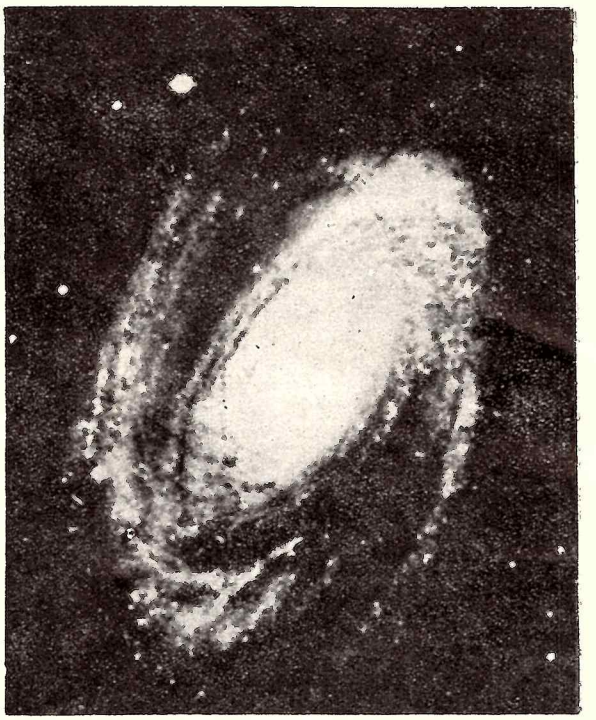
Vo Veľkom voze nájdeme už malým svetelným ďalekohľadom niekoľko zaujímavých objektov. Hádam najpôsobivejšia je **dvojica galaxií M 81 a M 82.** Tvoria s ďalšími siedmimi menej jasnými galaxiami skupinu galaxií, ktorá je od našej miestnej skupiny galaxií jasne izolovaná. **M 81** je špirálova galaxia s priečkou (obr. 1), ktorej celková jasnosť je $7{,}9^m$ a na oblohe zaberá plôšku o rozmeroch 16′ × 10′. Od našej Galaxie ju delí 6,5 milióna svetelných rokov. **M 82** je galaxia nepravidelného tvaru (obr. 2a, b) s celkovou jasnosťou $8{,}8^m$ a uhlovými rozmermi 7′ × 1,5′. Je od nás rovnako ďaleko ako M 81. V jadre tejto galaxie sa pred 1,5 miliónmi rokov odohral gigantický výbuch. Plynné masy o celkovej hmote okolo 6 miliónov Slnk vyvrhnuté pri výbuchu sa teraz vzďaľujú od centra galaxie rýchlosťou 2700 km/s. Energia uvoľnená explóziou predstavuje 10^{50} Joule. Na dvoch fotografiách tej istej galaxie jasne vidno dôsledky výbuchu. Prvá fotografia je zhotovená bez filtra, na druhej fotografii urobenej cez Hα filter zreteľne vidno expandujúce vodíkové masy, ktoré vytvárajú dlhé výbežky až do vzdialenosti 14 tisíc svetelných rokov od jadra galaxie.

Ďalším zaujímavým objektom vo Veľkom voze je galaxia **M 101 (obr. 3).** Svojím vekom patrí ku starým špirálnym galaxiám so slabým jadrom a silne rozvinutými ramenami. Jej celková jasnosť je $9{,}6^m$ a uhlové rozmery 22′ × 22′. S ďalšími, málo jasnými galaxiami tvorí skupinu galaxií, vzdialenú od nás 4400 parsekov.

Veľká planetárna hmlovina **M 97** dostala podľa svojho vzhľadu meno **Sovia hmlovina (obr. 4).** Má priemer 200″, jej plošná jasnosť je nerovnomerná. Jej celková jasnosť je 12^m a jasnosť centrálnej hviezdy $14{,}3^m$. Povrchová teplota tejto hviezdy dosahuje až 55 tisíc Kelvinov. Hmlovina je od nás 2290 parsekov a pomaly sa od nás vzďaluje rýchlosťou 8 km/s. Je pomerne málo jasná, môžeme ju teda pozorovať iba väčším ďalekohľadom.

Okrem týchto objektov, môžeme väčším svetelným ďalekohľadom uvidieť v súhvezdí Veľkého voza množstvo galaxií, nakoľko súhvezdím neprechádza Mliečna cesta, ktorej jas by bránil uvidieť slabé plošné objekty.





Obr. 1 **Špirálová galaxia M 81**

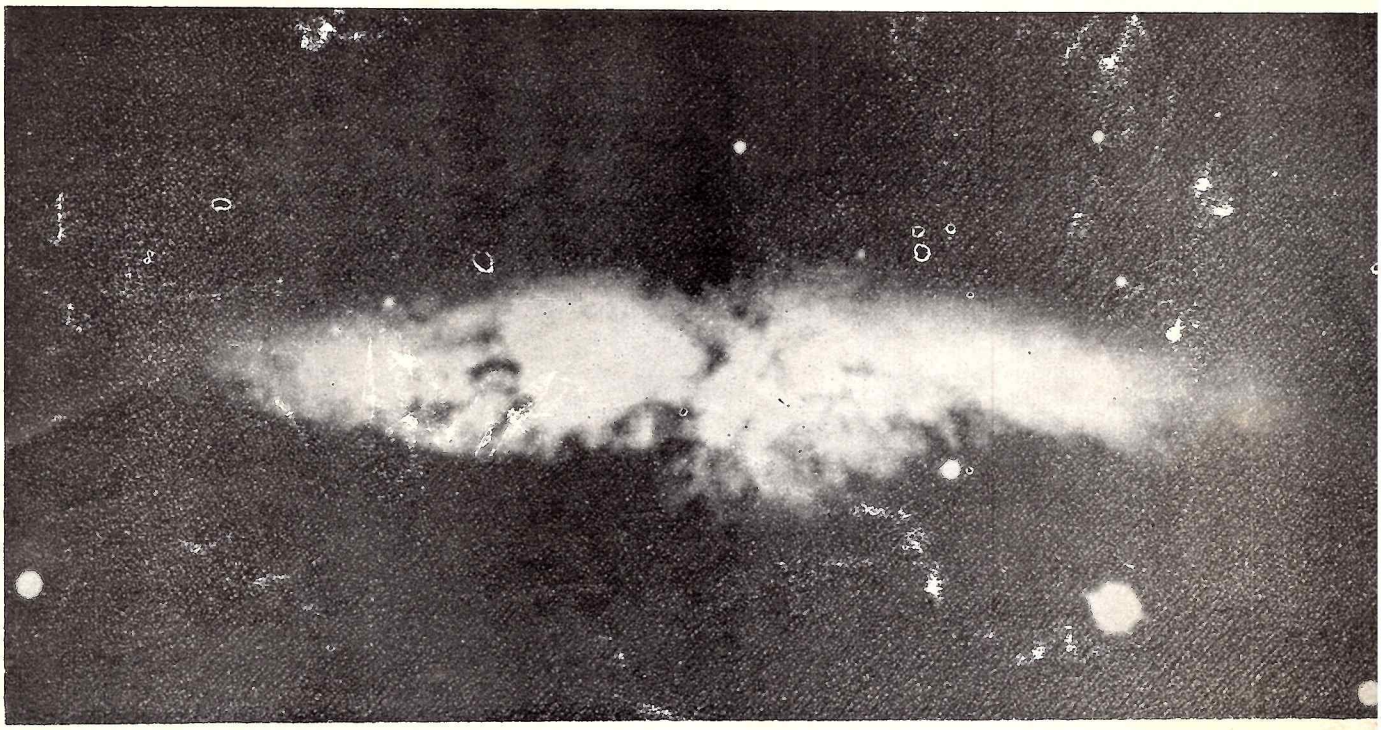
OBSAH:

E. LATTA: Astronómia a výchova k vedeckému svetonázoru 33
M. DUJNIČ: Rozhovor s dr. Otavským . . . 35
Zelenčukskaja: 6m ďalekohľad (z čas. Priroda) . 38
RNDr. J. ŠTOHL, CSc.: Experimentálne overovanie všeobecnej teórie relativity (III) . 41
RNDr. P. KOUBSKÝ, CSc.: Nová radarová mapa Venuše 46
Vladimír POHÁNKA: Vikingy — sklamania či nádeje? 53
RNDr. J. KLECZEK, DrSc.: Obrana sluneční energie 55
RNDr. J. GRYGAR, CSc.: Záhada neutrin . . 56
M. DUJNIČ: Štart novej hvezdárne v Rimavskej Sobote 57

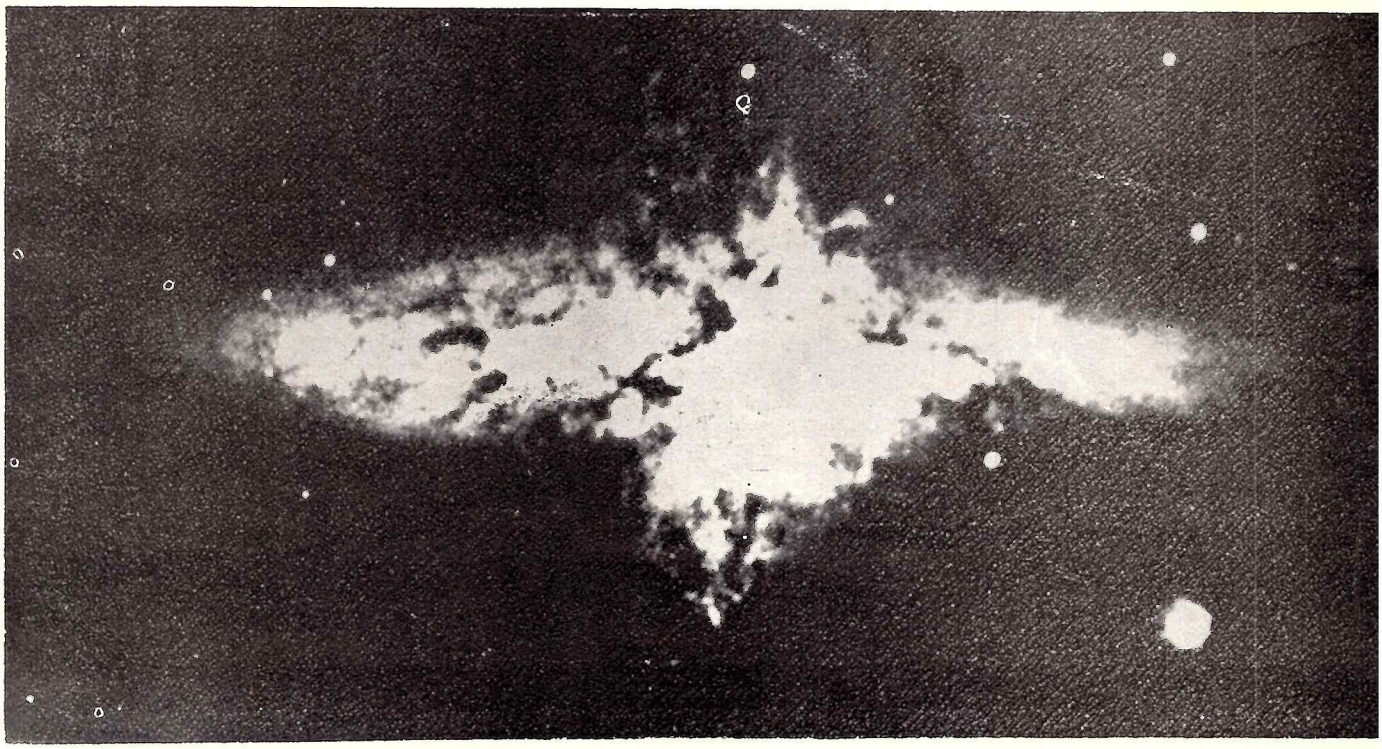
PREDNÁ STRANA OBÁLKY:
Galaxia M 81 (dolu) a M 82 (hore)

ZADNÁ STRANA OBÁLKY:
Špirálová galaxia NGC 5195 (M 51) v súhvezdí Poľovných psov, spojená špirálovým ramenom s malou satelitnou nepravidelnou galaxiou. Jej polohu na oblohe (na konci oja Veľkého voza) ukazuje šipka (viď náčrtok na tejto strane vľavo dolu).

KOZMOS — Vydáva Slovenské ústredie amatérskej astronómie za odbornej spolupráce Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV vo Vydavateľstve OBZOR, n. p., ul. Čs. armády 35, 893 36 Bratislava. Dočasne poverený vedením redakcie: Milan BÉLIK, riaditeľ SÚAA: Redakčná rada: Ing. Štefan KNOŠKA, CSc. (predseda), RNDr. Elemír CSERE, Štefánia FIALKOVÁ, prom. ped., RNDr. Peter FORGÁČ, Marián HARŤANSKÝ, Ján MACKOVIČ, Ivan MOLNÁR, prom. fyzik, Ing. Michal PETROVIČ, RNDr. Eduard PITTICH, CSc., RNDr. Július SÝKORA, CSc., Matej ŠKORVÁNEK, prom. fyzik, Doc. PhDr. Milan ZIGO, CSc. Adresa redakcie: SÚAA, 947 01 Hurbanovo, Komárňanská 65. Telefón: 24-84. Tlačia: Nitrianske tlačiarne, n. p., Nitra, ul. R. Jašíka 26. Vychádza 6krát do roka v každom párnom mesiaci. Nevyžiadané rukopisy sa nevracajú. Cena jedného čísla Kčs 4,—, ročné predplatné Kčs 24,—. Rozširuje PNS. Objednávky vám urýchlene vybaví: PNS, ústredná expedícia tlače, Gottwaldovo nám. 6, 884 19 Bratislava.
Index. číslo 49 298 Reg.: SÚTI 9/8

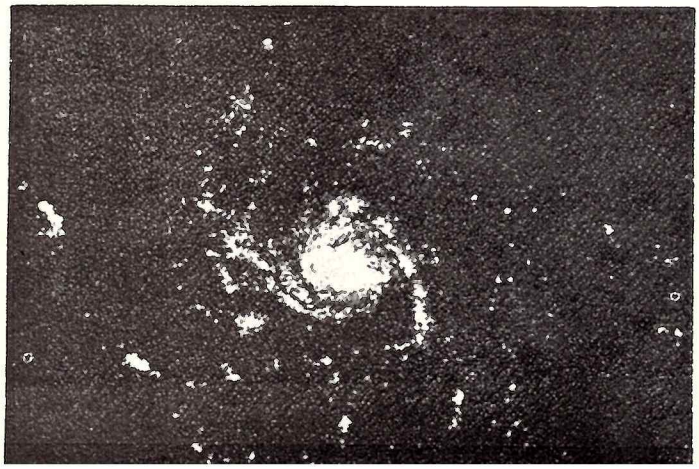
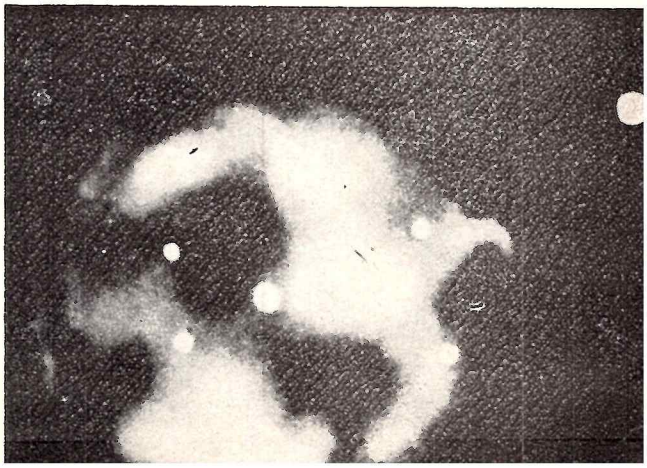


Obr. 2a **Galaxia M 82 vo viditeľnej oblasti spektra.**



Obr. 2b **M 82 fotografovaná filtrom, ktorý prepúšťa len červené lúče spektra v oblasti čiary Hα (656,3 nm).**

Obr. 3 **Galaxia M 101**



Obr. 4 **Sovia hmlovina — M 97**