

KODIAKOS

POPULÁRNO-VEDECKÝ ASTRONOMICKÝ ČASOPIS
SLOVENSKÉHO ÚSTREDIA AMATÉRSKEJ ASTRONÓMIE V HURBANOVE

1979
ROČNÍK X.
KČS 4





Pohľad z obežnej dráhy okolo Mesiaca na severný okraj viditeľnej strany Mesiaca s Alpským údolím, ústiacim do mora Dažďov. Údolie je dlhé asi 150 km a široké asi 13 km. Stredová brázda, ktorá prechádza pozdĺž celého údolia, miestami prerušená zosuvmi pôdy alebo preťatá priečnym iomom, dosahuje šírku 2,5 km. Okolité hory dosahujú výšku až 3000 m. Osamelý vrch v mori Dažďov naproti ústiu údolia je Agassiz a vpravo od neho Pico. Fotografia sondy Lunar Orbiter.

Kozmonaut J. Glazkov v Bratislave

Koncom mája navštívil na niekoľko dní Bratislavu sovietsky kozmonaut Jurij Nikolajevič Glazkov, ktorý pred dvoma rokmi (vo februári 1977) absolvoval 17 denný kozmický let ako palubný inžinier na Sojuze 24 a Saľute 5. Spolu s Viktorom Gorbatkom, veliteľom letu, tvorili druhú a zároveň poslednú posádku tejto orbitálnej stanice, ktorú potom nahradil dodnes fungujúci Saľut 6, kde sa už vystriedalo osem kozmických výprav, vrátane troch medzinárodných posádok s kozmonautom z Československa, Poľska a NDR.

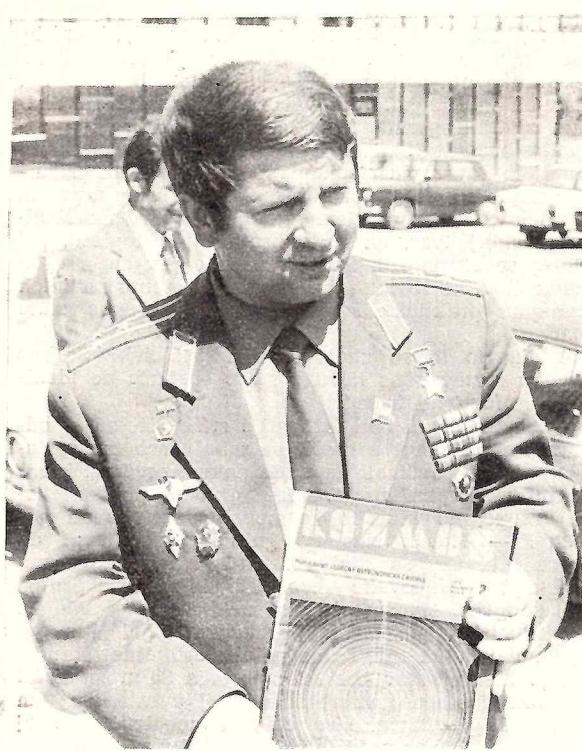
— V posledných dvoch rokoch nie sú v sovietskej kozmonautike pilotované lety výnimčou udalosťou: skôr sa stáva čoraz väčšou výnimkou obdobie, keď k Saľutu nie je pripojená žiadna kozmická loď, — povedal kozmonaut Jurij Glazkov pri besede na Prírodovedeckej fakulte UK. Nepreružitosť letov označil za hlavný trend súčasnej sovietskej kozmonautiky. Povedal: „V porovnaní s 3,5 tonovým Vostokom máme dnes komplex Saľut-Sojuz-Progres s celkovou hmotnosťou 32,5 ton. Teraz nám nejde o ďalšie zvyšovanie hmotnosti, ale o stále lepšie využitie súčasných prostriedkov. Stále častejšie a dlhšie lety dajavú možnosť súvislých pozorovaní, možnosť stále dihodobejších experimentov: sú to predpoklady na lepšie využitie kozmonautiky pre účely národného hospodárstva.“

O lete Jurija Glazkova a Viktora Gorbatka na Saľute 5 je známe, že mali na programe viacero technologických experimentov. Experiment DIFUZIJA spočíval v zmiešaní dibenzylu a toluénu po zahriatí, v pokuse KRISTAL sa sledoval rast kryštálov v roztoču kamenca hlinito-draselného. Vyskúšal sa aj systém výmeny atmosféry stanice a nový systém regenerácie vody. Pravidelné lekárske kontroly robili sa komplexným zariadením POLINUM 2M (sledovala sa najmä srdcová činnosť pri záťaži). Na biologické pokusy slúžila sada ikter a húb. „Jedovatých“, podotkol pri besede kozmonaut Glazkov, „snáď aby vedci nemuseli mať obavy, že si spestríme jedálny lístok“.

— Medzi naše najhlavnejšie úlohy však patrilo snímkovanie Zeme. Tak ako predošlé posádky, pracovali sme s multispektrálnou kamerou MKF 6.

O tom, aký je národochospodársky význam kozmickej snímkovania, obsiahlo hovoril Jurij Glazkov vo svojom referáte, ktorý predniesol pred besedou na univerzite i na Slovenskej akadémii vied: „Každročne treba v ZSSR zhотовiť cez tisíc tématických map a stovky atlasov. Mapy totiž treba obnovovať každých päť rokov (v minulosti mapy stáli oveľa pomalšie, stačilo ich obnovovať v intervale 10–15 rokov). Z výšky 250–350 km, v akej lietajú Saľuty, je možnosť pozorovať globálne rozsiahle územia, takže päť minút fotografovania z kozmickej lode priniesie snímky s informáciami, aké by leteckým snímkováním rovnako veľkého územia bolo možné získať za 2–3 roky. Ak by sme tú istú prácu s rovnakou precíznosťou chceli urobíť klasickými metódami, čiže zememeračov a geológov by museli pracovať 70–80 rokov. Veď jediná snímka aparátom MKF 6 zachytí oblasť s rozlohou 17 tisíc štvorcových kilometrov v šiestich oblastiach spektra.“

Celková plocha územia, ktoré sa snímkovalo zo Saľuta 5, má rozlohu 64 miliónov km². Na týchto snímkoch sa našli aj dovedy neobjavené jazerá v



Kazachstáne. V oblasti hôr Strednej Ázie sa zazistilo, že niektoré slané jazerá vymizli a zároveň sa objavili nové, predtým neznáme prítoky riek. Všetky tieto informácie poslúžia na spresnenie hydrografických máp.

Pri kozmickom snímkovani nejde však len o sponzorovanie odľahlých, ťažko dostupných území. Tým, že sa pozorovania robia dlhý čas, získava sa obraz aj o zmenách krajiny: sledujú sa tektonické pohyby v oblastiach veľkej výstavby, spresňujú sa hranice území ohrozených záplavami, sleduje sa pohyb ľadovcov, zaznamenávajú sa zmeny tvaru pobrežia morí a oceánov: v krajinе s tak veľkou rozlohou je ťažko možné získať takéto informácie ináč než globálnym snímkováním z kozmu.

Iste je však pozoruhodné, že v tejto krajinе, kde dodnes jestvujú rozsiahle územia neporušenej prírody, vznikajú projekty na zachovanie prírodného prostredia: je známe, že iba v tejto păťročnici sa na tieto účely venuje v ZSSR 11 miliárd rublov. Celý program sa v veľkej časti opiera o kozmické snímkovanie. Na základe týchto snímok zostavujú sa mapy ochrany prírody. Kozmonaut Glazkov spomenul napríklad problém vysýchania Aralského mora: aby sa podarilo zachovať túto veľkú prírodnú vodnú nádrž, treba v prvom rade presné mapy vedených zdrojov okolitého územia.

Snímky z kozmu sú podkladom aj k tomu, aby sa určil rozsah priemyselného znečistenia: dymové odpady, škvry smogu nad priemyselnými centrami, znečistené rieky a moria — to všetko vidno z kozmu mimoriadne zreteľne. Okrem snímkovania doplnili kozmonauti zo Saľuta 5 údaje o priezračnosti atmosféry aj pozorovaním cez infračervený spektroskop.

Pri voľnej besede s kozmonautom Jurijom Glazkovom sa hodne hovorilo najmä o kozmických technológiách: je už dlho známe, že v podmienkach bezťaže možno vytvárať nové druhy materiálov. Sú už konkrétné výsledky?

— Z množstva pokusov už skutočne vyšli niektoré nové a zaujímavé materiály, — odpovedal kozmonaut. — Napríklad zliatina germania a zlata, ak vznikne v kozme, má pri nízkych teplotách supravodivé vlastnosti, aké jej pozemský dvojník nemá. Olovo, zinok a antimón vytvorili v kozme zliatinu, ktorá má supravodivé vlastnosti pri teplotách o niečo vyšších než bolo možné dosiahnuť pri zliatinách tohto istého zloženia, vytvorených na Zemi. Aj keď táto vlastnosť nového materiálu nie je natoľko výrazná, aby už dnes mala význam pre technickú prax,

zda sa, že snaha vytvoriť v kozme materiály, ktorí by mali supravodivé vlastnosti nielen pri teplotách okolo absolútnej nuly, ale pri bežných teplotách, môže byť nádejnejšia myšlienka. Ako výborný polovodič sa ukázala zlatina germánia a bizmutu. Mimoriadne zaujímavým materiálom je „metinol“ — zlatina titánu s niklom, ktorá má mechanickú pamäť: ak ju pri určitej teplote vyformujeme do nejakého tvaru a potom pri ochladení ju vystrieme, materiál znova nadobudne pôvodný tvar, ak ho zahrejeme na teplotu, pri ktorej sa sformoval. Sú to príklady prvých nových materiálov, ktoré vznikli v kozme. Takýchto noviniek a najmä praktických aplikácií bude zrejme stále viac.

A ako je to so zhotovovaním guľôčiek? Stuhne kvapka roztaženého kovu v stave beztieže do ideálneho guľovitého tvaru?

— S guľôčkami boli fažkosti a stále ešte sú — odpovedá kozmonaut a kreslí na tabuľu schému zariadenia, ktoré používali na tento pokus: pružina, ktorá uvoľnila „kvapku“ rozzeraveného kovu a polyetylénové vrecko, do ktorého kozmonauti zachytávali guľôčky. — Museli sme tie guľôčky zachytávať do vreca tak, aby sa žiadna žeravá kvapka kovu nedotkla polyetylénového vreca. Pripadali sme si pritom ako žongléri. My sme to sice zvládli, aj zariadenie, jednoduché vtipné bolo v poriadku. Problém s guľôčkami je však ten, že na palube orbitálnej stanice nie je ideálny stav beztieže: pretože Salut sa kvôli stabilizácii otáča (raz za 90 minút) vytvára sa tým zvyšková gravitácia, sice celkom nepatrňá, ale aj to stačí, aby tvar guľôčiek neboli ideálny.

Zato problémy so spájkovaním sú už vyriešené. Pri terajších letoch sa používa (napríklad na drobné opravy) šikovná pomôcka — spájkovačka, s ktorou sa pracuje bez tavidla a pri pomerne nízkej teplote. Je to tzv. suché spájkovanie. Výhody tejto technológie sú pri kozmických letoch nedoceniteľné: v Salute je totiž uzavretá sústava výmeny tepla, teda všetko teplo a plyny, ktoré by vznikali pri tradičnom spájkovaní, zostávali by v kabíne a kozmonaut by si nakoniec musel nasadiť skafander, aby sa nezadusil. My sme na Salute 5 takúto spájkovačku ešte nemali. Tak keď sa stalo, že som si musel opraviť fotoaparát (bolo treba prípevní drôtik na clone), zlepil som to jednoducho leukoplastom. Naštastie to vydržalo počas celého letu.

Počas následujúceho letu sme opravovali aj počítač. Stalo sa totiž, že sa vyskytla porucha na oboch palubných počítačoch (všetky dôležité zariadenia sú na Salute, ako je známe, zdvojené). Našou úlohou bolo, jednoducho povedané, urobiť z dvoch počítačov jeden. Konkrétnie to znamenalo preložiť blok opera-

tívnej pamäti z jedného počítača do druhého. Možno ste nás pri tejto práci videli v televíznom prenose. Robíť nejaké opravy v kozme je zaujímavejšia činnosť než na Zemi: všetko náradie si môžete zavesiť okolo seba do vzduchu, aby bolo poruke, navyše nerobí problémy otočiť sa do akejkoľvek polohy, hoci aj dolu hlavou. A človeku mimovoľne zíde na um: kolko všetkých opráv. Čím viac prístrojov používame a čím sú komplikovanejšie, tým častejšie je človek v úlohe opravára — rovnako v kozme ako aj na Zemi.

—tf—

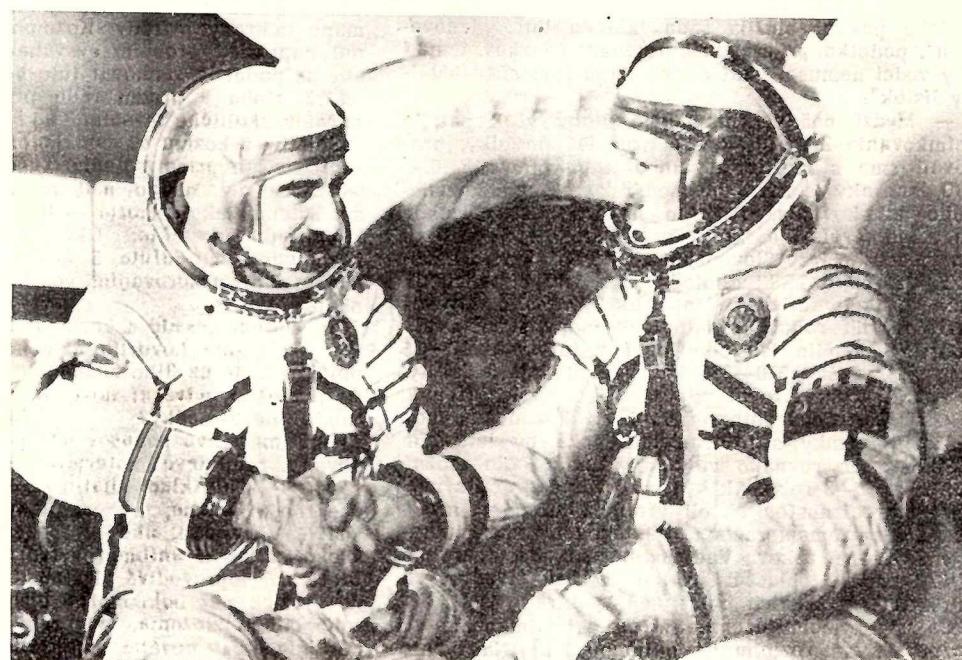
Štvrtý pilotovaný let Interkozmosu

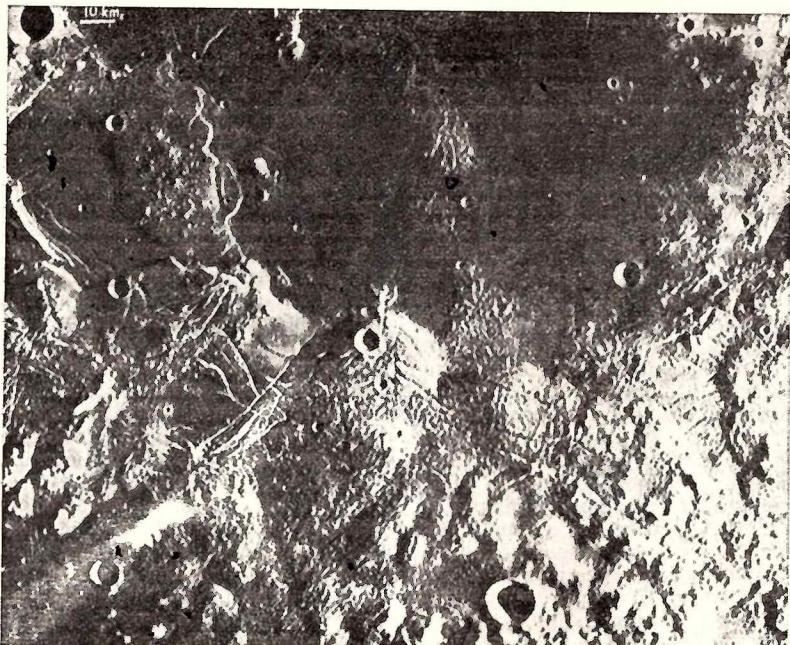
Bulharský kozmonaut major Georgi Ivanov (na snímke vľavo) odštartoval 10. apríla 1979 na Sojuze 33 spolu s Nikolajom Rukavišnikovom — veliteľom lode. Pôvodne sa plánoval, tak ako pri predošlých letoch s medzinárodnou posádkou, 8-dňový pobyt v kozme. Kozmonaut mal na Salute 6 uskutočniť až 27 pokusov. Ale vtedy, keď malo začať automatické približovanie k stanici, prejavila sa závada na hlavnom korekčnom motore, takže riadiace stredisko dalo prikaz na návrat. Začali brzdiace manévre a na tretí deň po starte — 12. apríla návratová kabína s kozmonautmi bezpečne pristála na Zemi.

„Čo sa týka korekčného motoru, v štatistikе pozemských skúšok sa podobný prípad zlyhania ešte neobjavil, — povedal Alexej Jelisejev v riadiacom stredisku, — vyskúšali sme stovky rôznych kombinácií, aby sa zistila príčina závady. Nakoniec sa urobili na hlavnom motore niektoré úpravy a motorom tohto typu sa vybavil nasledujúci Sojuz 34“.

Začiatkom júna Sojuz 34 odštartoval, avšak bez posádky, pretože prvý let s upraveným motorom sa považoval za skúšku. Lodená bola automaticky riadená a niesla materiály pre ďalšie vedecké experimenty, postu a potraviny pre posádku. Pripojenie na Salut 6 prebehlo bez problémov a kozmonauti Vladimír Ljachov s Valerijom Rjuminom si pripili (rúbezlovou šľavou v tube) na pokračovanie expedície.

Snímka ČSTK





Casť Orientale basin so svetlým materiálom kopcovitého vnútorného prstence s početnými terénymi zlomami a s tmavým materiálom vnútra jška lávovitého mora.

Srovnaní toho, co lidé věděli o Měsíci v éře „předkosmonautické“ s tím, je stav vědeckého bádání v současné době, není dosud možné: výzkum Měsíce totiž přinesl nejenom nové fakty, ale i takové proměny v nazrání na celou problematiku, že i otázky vyslovené v éře předexpediční jsou dnes zastaralé. Věřím proto, že astronomové nebudou pokládat za urážku svého oboru, shrnu-li „astronomickou“ historii Měsíce jen do několika vět.

I když, jak kdosi prohlásil, příprava člověka k přistání na Měsíci začala v okamžiku, kdy lidopové začali osekovat kameny, aby z nich udělali nástrojům podobné útvary, naši historii výzkumu Měsíce začneme rokem 1610, kdy Galileo objevil na Měsíci hory, údolí, roviny a mísivé deprese. Brzy potom se začala předhánět astronomové — kartografové ve výrobě map měsíčního povrchu a tak jich bylo do konce 17. století vytvořeno 25. Objevila se na nich jména tehdejších celebrit, avšak v nomenklatuře mě-

byla určena s přesností zhruba na 1 km. Po vynálezu laseru a prvních neúspěšných pokusech měřit dráhu laserových paprsků, odražených přímo z povrchu Měsíce, přišly sovětské Luny, a expedice Apollo, které umístily na měsíční povrch „hranolové reflektory“ k odražení laserových paprsků. V té době bylo možné měřit vzdálenosti mezi místem na Zemi a místem na Měsíci s přesností 1–10 m. Nynější výsledky mají přesnost několika cm. To už jsou fakta, která nenechají chladný ani geologa, protože této přesnosti už lze využít k tomu, aby bylo možné měřit relativní pohyby jednotlivých míst na Zemi. Je dokonce možné, že pomocí laseru a Měsíce budou ověřeny ty hypotézy o Zemi, které vznikly právě v době, kdy k Měsíci směrovali lidé (tektonika litosférických desek).

Dalším ze základních a „klasických“ údajů je **hmotnost**. Určuje se ze vzájemného působení Země — Měsíce, ale i z chování na Měsíci dopadajících těles vyrobených lidmi. A protože hodnota hmotnosti

MĚSÍC po deseti letech

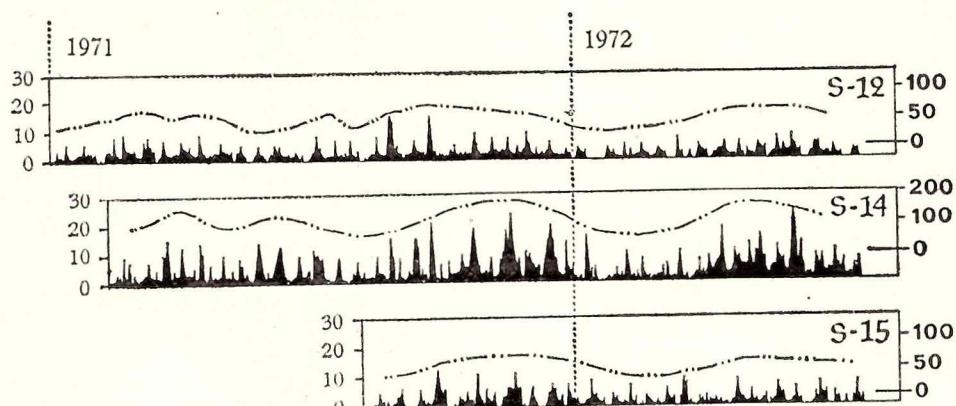
Prom. geol. PETR JAKEŠ, PhD.

sícních útvarů brzy převládl cit pro opravodové hodnoty: jména vládců ustoupila jménům badatelů a v názvech měsíčních moří zvítězila poezie.

I základní údaj — vzdálenost mezi Zemí a Měsícem poznáme s dostatečnou přesností až v době kosmické, kdy metody astronomické triangulační byly okamžitě překonány přesností radarových měření a tak vzdálenost Zem—Měsíc

Měsíce je přímo závislá na znalosti gravitační konstanty Země, jsou i s hmotností Měsíce, podobně jako s gravitační konstantou, jisté problémy. V současné době je akceptována hmotnost $7,353 \cdot 10^{25}$ g. Z toho vychází měrná hmotnost $3,34 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, což je jeden z nejzákladnějších údajů, který potřebují geologové a geofyzikové k tomu, aby se mohli zabývat vnitřní stavbou Měsíce. Můžeme předběhnout a zaznamenat, že převážná část povrchových hornin, tedy horniny lunárních pevnin, mají měrnou hmotnost 2,75 —

→
Četnost lunotřesení zaznamenaná stanicemi Apolla 12, 14 a 15. Kromě 14-denní periodicity se objevují i 206-den-ní periody.



3,0 g. cm⁻³, zatímco horniny měsíčních moří mají hmotnost mezi 3,3 — 3,4 g. cm⁻³. Musíme však poznamenat, že by se oba typy hornin v podmínkách vyššího tlaku, tedy uvnitř Měsíce, změnily na horniny eklogitové parageneze, jež mají vyšší měrnou hmotnost než 3—4, takže žádná z hornin měsíčního povrchu se nemůže vyskytovat jako součást jeho vnitřní stavby.

Tvar Měsíce byl dlouhou dobu pokládán za ideální kouli; i ten doznal v poexpediční éře značných změn. Nebylo sice zjištěno zploštění tak, jak ho známe ze Země, leč gravitační pole Měsíce má své boule a prohlubně a od ideálního poloměru Měsíce 1738 km je na přivrácené straně ke středu Měsíce o 2,6 km blíže než na straně odvrácené. To vše je otázka gravitačního pole a hlubší stavby měsíčního tělesa na přivrácené a odvrácené straně, dnes interpretované tak, že odvrácená strana Měsíce má zhruba dvojnásobně mocnější kůru lehkých, pevninských hornin než strana přivrácená (na odvrácené straně je to přibližně 100 km, na přivrácené kolem 60).

Po analýze oběžných druh umělých družic Měsíce se v roce 1968, tedy ještě před přistáním lidí na Měsíci, objevil v odborné literatuře termín „mascon“ (mass concentration). Jak název napovídá, jedná se o pozitivní tlakové anomálie. Jsou značného rozsahu. Vyskytují se jen ve velkých, lávami vyplňených kráterech o průměru více než 200 km. Krátery musí mít kruhový tvar; v mohutných, které takový tvar nemají, se mascony nevyskytují. Malé krátery, i když vyplněné lávami nemají pozitivní anomálie, ale v mapě tlakového pole se projevují negativně. Za zmínu stojí i fakt, že se žádné jevy podobné masconům v lunárních pevninách nevyskytují a že tyto části jsou v dokonale izostatické rovnováze. O původu masconů existují dva extrémní názory: méně populární je ten, podle kterého by to mohly být zbytky meteoritů; populárnější je výklad, ve kterém mascony souvisí s ohromnými objemy láv a jejich vyšší měrnou hmotností.

Výzkum seismické činnosti na Měsíci by naprostě nebyl možný bez lunárních expedic. Ve srovnání se Zemí je Měsíc nesmírně klidný a seismický šum je minimální. Proto jsou lunární seismografy, jež se konstrukčně nelíší od seismografů pozemských, na stavěny na maximální citlivost. Velikost lunotřesení dosahuje zřídka kdy 2. stupně Richterovy stupnice, takže je lze srovnat s malými a nejmenšími pozemskými zemětřeseními. Zato jejich množství je značné a v průměru jich lunární seismografy registrují za rok asi 3000. Vznikají zhruba na 40 místech Měsíce a vyskytují se v hloubkách kolem 1000 kilometrů na hranici měsíční litosféry a astenosféry, tj. ta část Měsíce, která je pravděpodobně

v plastickém — nataveném stavu. Seismická činnost Měsíce má 15 denní maxima, přičemž výraznější maxima se vyskytují s perlou 206 dní, která zcela zřetelně souvisí s vlivem Slunce na dráhu Měsíce.

Je zajímavé, že tělesa sluneční soustavy mají rozdílné magnetické vlastnosti. Zatímco Země má silné magnetické pole, většina planet kromě Jupiteru má magnetické pole jen nepatrné. Již první Luny zjistily, že magnetické pole Měsíce je extrémně slabé, a proto se magnetismu Měsíce při prvních expedicích nevěnovala velká pozornost. Leč ukázalo se, že přes extrémně slabé magnetické pole mají měsíční horniny poměrně značnou remanentní, tj. zbytkovou magnetizaci. Ta pochází z období jejich vzniku, a tak je pravděpodobné že kdysi v své geologické historii měl Měsíc silné magnetické pole.

Byla zjištěna, že intenzita zbytkového magnetismu odpovídá obsahu kovů v daném vzorku a dále to, že horniny byly magnetizovány ještě před tím, než byly roztrženy impakty; proto mají horniny povrchu dnešního Měsíce směrově rozdílnou magnetizaci. Protože všechny horniny byly odebírány z regolitu, který je tvořen úlomky, nelze na Měsíci sledovat putování půlů v geologické historii tak, jak ho sledujeme na Zemi.

Ze studia magnetismu lunárních hornin zatím víme, že Měsíc měl v době mezi 3,2—4,0 miliardami let intenzivní magnetické pole, o jehož původu existuje několik hypotéz. Podle jedné z nich magnetické pole vzniklo v důsledku existence roztaženého vodivého jádra (tedy podobně jako zemské). Podle jiné má původ vnější — bylo implantováno jiným tělesem, např. Sluncem.

POVRCH MĚSÍCE

Od roku 1959, kdy sovětská Luna získala snímky odvrácené strany Měsíce, následuje desetiletí, které je charakterizováno čtyřmi desítkami těles vyslaných k Měsíci. Z nich každé, ať to byly Luny, Zondy, Orbitery nebo Rangery a konečně i dvě Apolla, která nepřistála na Měsíci, přispěly k poznávání rysů měsíčního povrchu. Rozlišovací schopnost snímků se postupně zvyšovala až k dnešní precizi.

První údaje o složení měsíčního povrchu, měřená gamma-spektrometrem z oběžné dráhy Lunou 10 zasadily tvrdou ránu velké většině hypotéz o složení měsíčního povrchu. Z řady variant, které nabízela pozemská geologie (žuly, diority, čediče, andesity), ale i studiem meteoritů (uhliškaté chondrity, obecné chondrity, achondrity) vyskočila pouze jediná přednověď: měsíční horniny jsou čediče (a tím i achondrity). Měsíční čediče mají však své charakteristické rysy a liší se i od achondritů, mají jiné izotopické poměry kyslíku a obsa-

hy některých stopových prvků. Nejpodstatnější však je, že čedičový vulkanismus je obecným rysem nejen Země, ale i Měsíce.

Určování relativního stáří povrchových útvarů na Měsíci staví na jednoduchém a v pozemské geologii oblíbeném zákonu superpozice, který říká, že v neporušeném souvrství je vrstva ležící výše mladší než vrstva ležící níže. To platí pro usazeniny pozemské i měsíční, a to bez ohledu na to, zda příčinou přemísťování a usazování je voda, spád vulkanického popele nebo materiálu vyvrženého z impaktového kráteru. V období, ve kterém snímky orbitálních těles zpřístupnily geologům všechny úseky měsíčního povrchu, vznikly i geologické a stratigrafické mapy Měsíce. Chronologie však byla relativní, mapám chyběla absolutní časová stupnice, kterou bylo možné zhotovit teprve po tom, co byl určen absolutní věk horninových vzorků.

Geologové studující planety vymysleli ještě jednu metodu určování relativního stáří povrchových útvarů na tělesech, které mají slabou nebo žádnou vrstvu atmosféry. Jedná se o počítání kráterů v jednotce plochy. Z takového počtu zcela jasně vyplývají rozdíly pro vzájemné stáří měsíčních moří a měsíčních pevnin; zatímco pevniny jsou silně kráterované a jeden kráter překrývá druhý, povrch většiny moří je hladký a kráterovaný poměrně málo. Na tomto základě byly definovány všechny základní sedimentologické stratigrafické systémy. Nejmladší byl pojmenován jako systém koperníkovský a je reprezentován čerstvými paprscitými krátery jakým je například Tycho nebo Koperník. Systém erasthotenský je o něco starší a paprsky těchto kráterů jsou jen zřídka kdy vidět, a to ještě za přímého osvětlení. Systém imbrijský je ještě starší a odpovídá době vyplnění většiny moří, například imbrijského bazénu, ale i kráterům typu Archimedes a většině kráterů vyplňených mořskými lávami. Všechny ostatní systémy jsou tzv. předimbrijské. Výsledky absolutní geochronologie, která pracuje s řadou radiometrických metod (Rb-Sr, Ar⁴⁰-Ar³⁹, K-Ar, Sm-Nd, Th-U) byly snad ranou pod pás všechn srovnávacím metodám. I ty nejmladší útvary měsíčního povrchu se ukázaly tak staré, jako nejstarší útvary na Zemi. Zdálo se, že tu je rozpor mezi údaji o kráterování a absolutní geochronologickými hodnotami. Ale to jen do té doby, než byla akceptována myšlenka, že rychlosť kráterování v průběhu geologické doby od konce akrece Měsíce poklesala podle křivky exponenciální. Je zřejmé, že kráterování bylo velice intenzivní ještě v době před 4 miliardami let, protože pátrání po starších horninách neposkytlo žádné výsledky. Nejvíce se čekalo od expedice Apollo 14, která vedla do oblasti Fra Mauro, ale

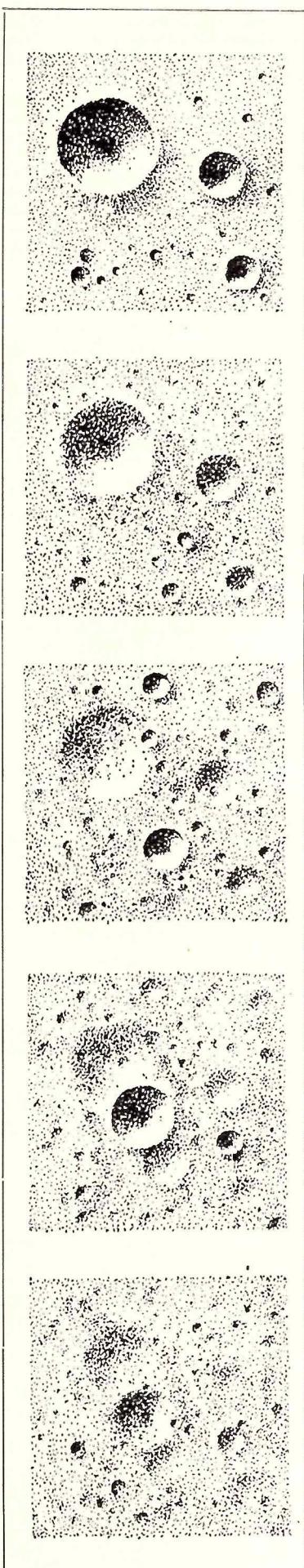
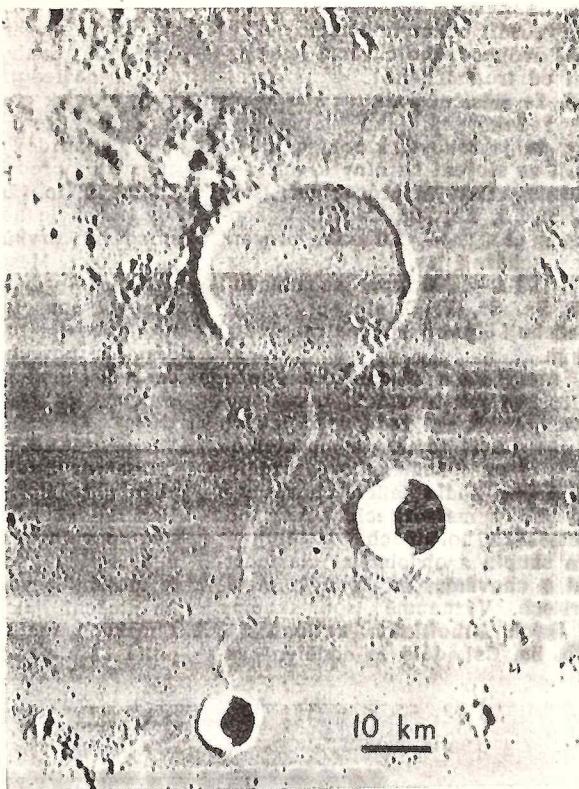


Schéma vývoje lunárního povrchu. Četnost kráterů na jednotku plochy.



přivezla jenom horniny brekciovité povahy (znamená to, že jsou to horniny, jež jsou smeleninami starších hornin, jimiž ve většině případu bývají zase brekcie, které jsou smeleny z menších úlomků minerálů, skla i drobných úlomků původních hornin). Pátrání po opravdovém původním materiálu pevnin skončilo neúspěšně. Ani Apollo 15 ani 16, ani Luna 20 nepřivezly horniny, které bychom mohli označit jako původní součást původní měsíční kůry, i když novináři do světa vypustili několikrát zprávu o tom, že nejstarší hornina byla objevena. V několika úlomcích se podařilo skutečně určit předpokládané a na základě analogií s meteority a Zemí určené stáří Měsíce, tj. 4,6 miliard let; jedná se o tolík oslavovaný úlomek dunitu.

Geologické a geochemické argumenty, které slouží pro rekonstrukci vývoje Měsíce jako tělesa, staví nejvíce na složení hornin a fyzikálních vlastnostech hlubších pater.

Termín „bazalty“, který se s takovou oblibou pro horniny měsíčních moří používá, odpovídá sice složením (a to chemickým i mineralogickým) pozemským představám o bazaltech, ale geologická forma měsíčních bazaltů je poněkud odlišná. Týká se to zejména rozlohy bazaltových výlevů, které na Měsíci mnohonásobně překračují pozemské rozměry. I mocnosti lávových uloženin, jež byly odhadnuty na 10 — 20 km jsou podstatně větší než pozemské mocnosti lávových uloženin. Představa existence desetkilometrové vrstvy lávy, jež proudí z jakési

pukliny, je pro geologa velice těžká. Naštěstí není nutná, protože bylo zjištěno, že se jedná o monohonásobné, poměrně tenké výlevy láv, jež jsou „proloženy“ vrstvami regolitu. Znamená to, že mezi jednotlivými výlevy se vyskytovávají údobí vulkanického klidu a docházelo v nich k vytváření regolitu. U geologicky tak jednoduchého tělesa, jako je Měsíc, však překvapuje značná pestrost jednotlivých typů láv, které byly z Měsíce popsány. Tak Apollo 11 přivezlo vzorky extrémně bohaté titanem, Apollo 12 vzorky bazaltů podobné zemským, Apollo 15 pak velice primitivní a jednoduché bazalty včetně tolík populárních zelených skel (které mají totéž složení jako bazalty), Luna 16 dopravila hlinité bazalty a Apollo 17 bazalty podobné těm, jaké přivezel Apollo 11. Bylo by nesmyslné zasvěcovat čtenáře do klasifikace, která je založena na mineralogické a chemické povaze hornin. Hlavními minerály jsou křemičitaný. Bylo popsáno jen několik nových minerálních druhů. Na první pohled jsou měsíční bazalty horniny nezajímavé, leč čerstvost a porozita (způsobená pravděpodobně únikem kysličníku uhelnatého) je ve srovnání s horninami pozemskými zarázející. Je to přirozené, protože pozemské horniny jsou vystaveny účinkům atmosféry a vody. Petrologa udeří do očí přítomnost ryzího železa v měsíčních horninách, tedy rys naprostě cizí pozemským horninám, přítomnost sulfidů železa a nepřítomnost vody, byť chemicky vázané. V analytickém slova smyslu pak přítomnost dvojmocného europia (na rozdíl od trojmocné-

ho na Zemi), trojmocného titanu (na rozdíl od čtyřmocného na Zemi) dvojmocného chromu (na rozdíl od trojmocného). Je tedy zřejmé, že měsíční bazalty jsou značně redukované. Jako hlavní prvky, to je takové, které se uplatňují ve složení horniny s více než jedním váhovým procentem: jsou: O, Si, Al, Fe, Mg, Ca, Ti. V koncentraci 0,1 — 1,0 váh. procent se nachází Na, Mn, Cr a v rozmezí 100—1000 ppm se objevují Zr, Ba, Sr, Y. Ostatní prvky nedosahují pak koncentrace 100 ppm.

Interpretace chemického složení, a to jak hlavních, tak stopových prvků, má řadu specifických rysů a hýří téměř nepopsatelnou hantýrkou. Geochemické rozdělují prvky podle jejich chování, a to jak v meteoritech, tak v pozemských horninách, rozděluje do skupin s obdobnými vlastnostmi a chováním na Zemi či meteoritech. Významné jsou skupiny velkých lithofilních kationů (K, Rb, Ba, Cs), dále se odděleně za-

bývají skupinou vzácných zemin, skupinou elementů podobných železu atd. Úvahy geochemiků vedou k následujícím obecným pozorováním: k chemické diferenciaci hmoty, která dala vznik Měsíci jako celku, došlo ještě před akrecí, tedy před vznikem Měsíce. Znamená to, že protoplanetární hornina nebyla homogenní. Sodium stopových prvků dále ukazuje, že po akreci Měsíce došlo k jeho natavení, pravděpodobně ve velkém rozsahu. Horniny samy vznikly natavením tohoto residua a na cestě k povrchu ještě prodělaly značné chemické změny — diferenciaci.

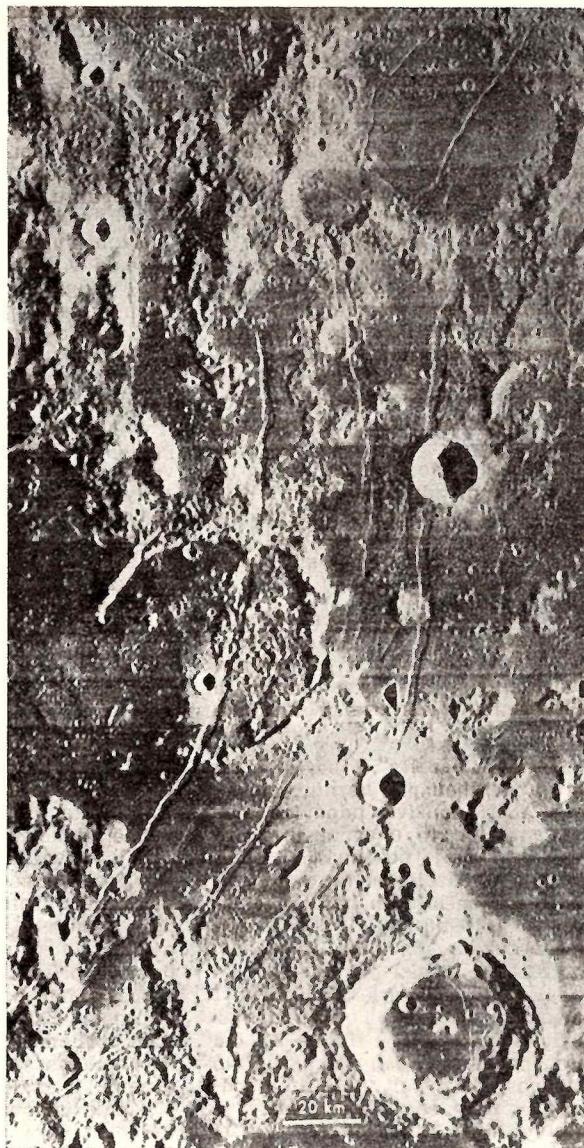
MĚSÍČNÍ PEVNINY

Dobrodružství studia měsíčních pevnin začalo vlastně už v roce 1966, kdy Luna 10 zjistila, že měsíční pevniny mají méně draslíku, než měsíční moře. Znamenalo to, že měsíční pevniny nejsou žulového složení, jak se soudilo z pozemských analogií. Po přistání Apolla 11 ale i po expedici Apolla

12 zůstávalo složení měsíčních pevnin stále detektivní otázkou. Na základě studia úlomků v půdách byla definována anortozitová komponenta, tedy materiál který se svým složením blíží křemičitanu Ca-živci anortitu ($\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$). Byla definována i další komponenta, která dostala akronym KREEP, jež označuje, že je obohacena o draslík (K), prvky skupiny vzácných zemin (REE) a fosfor (P). Ta byla zpočátku označována jako magická složka měsíčních půd.

Apollo 13 letělo vzorkovat měsíční pevniny, ale jako jediné neuspělo, a tak se detektivka o složení měsíčních pevnin protáhla téměř o rok. Apollo 14 již přivezlo horniny z této oblasti, které se však nacházely v tak špatném stavu, (brekcie porušené impakty) že téměř znechutily petrologům Měsíc. Stále se nechtělo věřit tomu, že by nebylo možno nalézt horninu, která by byla součástí původní měsíční kůry. Celý program Apollo a automatické stanice Luna vyslané do oblastí pevnin, však tento předpoklad potvrdily. A tak petrografické studium hornin, které pocházejí z pevnin, jen málo přispělo k poznání toho, jak vypadal původní měsíční povrch. V odborné literatuře se dokonce objevila otázka, zda vůbec mohou být vzorky primární kůry objeveny (— a na tuto otázku existuje negativní odpověď) — a následně otázky o tom, jak intenzivní bombardování měsíčního povrchu ovlivňuje chemické, mineralogické, ale i izotopické složení měsíčních vzorků. Seismická data pak ukázala, že kůra pevnin má brekciavitou strukturu do hloubky 10 km, a že do této hloubky je měsíční kůra přepracována tak, jako po staletí obhospodařovaná zahrádka, a že až do hloubky 25 km sahají pukliny z povrchu. Z brekcií však byly po důkladném studiu „vytaženy“ jiné cenné informace, které poslouží při studiu dalších kosmických těles. Je zřejmé, že dochází k významným změnám, například smazání stop po kosmickém záření, remagnetizaci, ztrátě Ar, C, Rb, K, ke vzniku sulfidických tavenin, ale i tavenin „draselných žul“ i bazaltických tavenin, a tak se v brekciích objevují i horniny, které mají všechny rysy vyvřelin. Dále byl z obsahu stopových prvků v brekciích určen i charakter meteoritů, které dopadaly na měsíční povrch v době před 4 miliardami let. Pátrání po původních součástkách, které brekcie tvoří, vedlo k popisání mnohých typů hornin. Všechny lze rozdělit podle obsahu Al_2O_3 . Údaje o chemickém složení pevnin dokazují jasný chemický rozdíl proti oblastem moří.

Názory na původ pevnin se po hybuji mezi dvěma krajnostmi: a) pevniny jsou chemicky rozdílnou „zbytkovou vrstvou“, která vznikla akrecí nebo kondenzací během posledních stadií vývoje

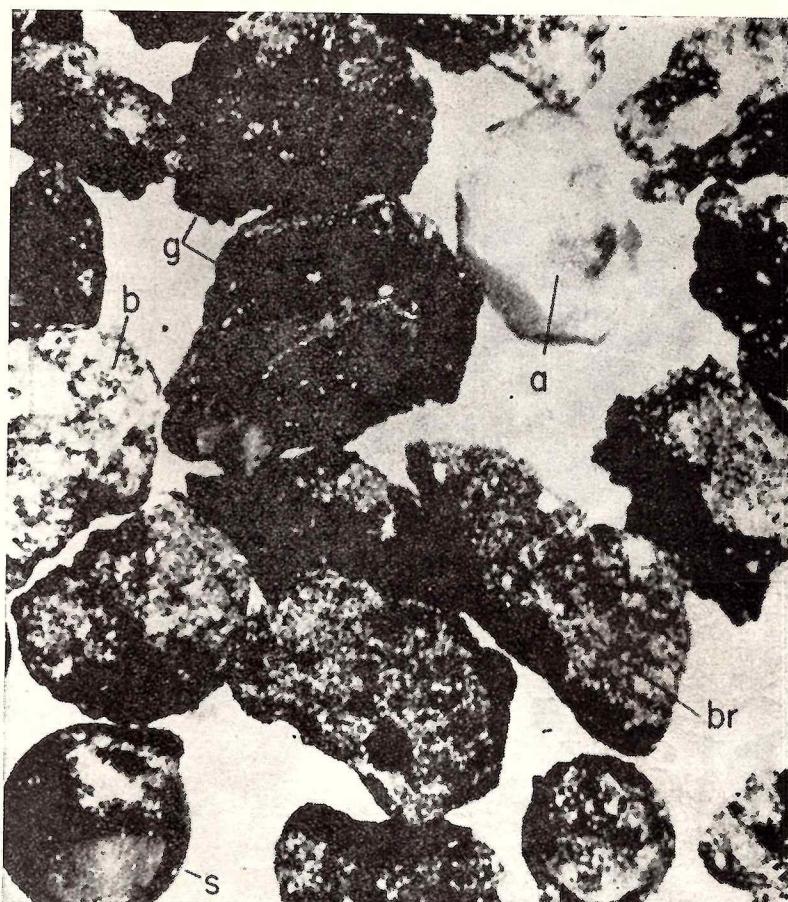


Koncentrické
ýhy okolia mo-
ra. Vlahy pre-
chádzajúce aj
cez okolité vy-
výšeniny.

Měsíce; b) jsou kůrou Měsíce, která vznikla diferenciací celého Měsíce během ranných stadií jeho vývoje, kdy bylo měsíční těleso pravděpodobně přetaveno.

Tyto otázky však hluboce zasahují do problematiky vzniku celého měsíčního tělesa. Teorie o vzniku Měsíce mohou být rozděleny do tří skupin: Měsíc vznikl a) společně se Zemí jako „dvojitý planetární systém“ b) odtržením od Země c) někde jinde, na jiném místě sluneční soustavy a byl zachycen Zemí. Všechny tyto hypotézy měly údobí své popularity, ale vůči každé z nich je možné postavit celou řadu námitek. Každá z nich podává vysvětlení jen některých aspektů, zatím co celá řada jiných faktů se do ní „nevejde“. Schůdnější cestou jak najít odpověď na otázky vzniku a vývoje Měsíce bude snaha vyřešit širší problém — jak vznikají a jak se vyvíjí měsíce planet. Z dvaatřiceti měsíců obíhajících kolem planet sluneční soustavy je jich sedm přibližně stejně velkých jak nás Měsíc. Ani měrná hmotnost Měsíce není nijak výjimečná. Dva z Jupiterových měsíčků — Io a Europa — mají přibližně stejnou hmotnost a měrnou hmotnost jako Měsíc. Systém Země — Měsíc ani po této stránce není mezi tělesy sluneční soustavy žádnou výjimkou.

Musíme si ovšem položit také otázku, zda je či není výjimečné chemické složení Měsíce. A tady stojíme před dalším problémem: zatím toho víme jen velmi málo, protože složení jiných těles v naší sluneční soustavě není dosud — až na malé výjimky — známo. Chceme-li řešení elegantně posunout do daleké budoucnosti, mů-



Vzorka hornin dovezených z oblasti mora Pokoja (výpravou Apollo 11) s úlomkami skiel (g), sklených sferul (s), brekcie (br), bazaltov (b) a anortozitov.

žeme si říct, že Io a Europa se zdají tím zlatým klíčem k rozluštění nebo alespoň poodhalení tajemství původu i našeho Měsíce.

Nezbývá než dodat, že je třeba dále bádat, zkoumat. A protože jde o hru poznání světa kolem nás, tato hra nemá konce.

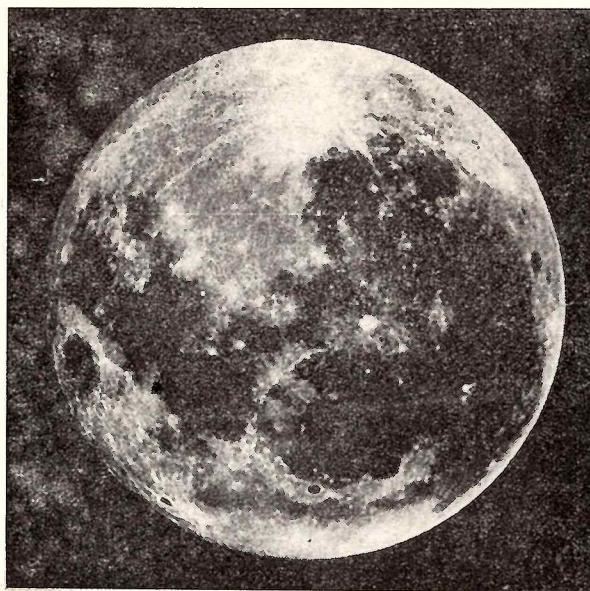
Infračervené spektrá mesačnej pôdy

Z astronomických pozorovaní je známe, že v spektru svetla odrazeného z mesačného povrchu je maximum v infračervenej oblasti pri vlnovej dĺžke 3,5 mikrometra. Tieto údaje potvrdzujú aj spektrá vzoriek mesačného regolitu, zhotovené v pozemských laboratóriach. Porovnanie spektrí z laboratórnych a priamych pozorovaní umožňuje využiť infračervenú spektroskopiu na štúdium fázového stavu a dokonca i che-

mického zloženia látky nebeských telies, zbavených plynnnej obálky. Dôležité bolo zistiť, či a ako sa líšia spektrá regolitu dopraveného na Zem a vystaveného mechanickému pôsobeniu od spektrí v prírodnom stave. Na túto otázkou odpovedal pokus, ktorý robili N. M. Markov, G. M. Grečko, A. A. Gubarev, J. S. Ivanov a V. S. Petrov, na orbitálnej stanici Salut 4. Na pozorovanie použili infračervený dalekohľad —

spektrometer, vyvinutý v Lebedevom fyzikálnom ústavu AV ZSSR. Pri tomto pokuse v kozmickom priestore sa zistilo, že v spektrách regolitu, nachádzajúceho sa na Mesiaci i v spektrách mesačnej pôdy, skúmanej v laboratóriu na Zemi existuje intenzívny absorpčný pás v oblasti 3—5 mikrometra. Rozdiel je v tom, že maximum žiarenia pre regolit na Mesiaci je posunuté smerom k dlhovlnej oblasti. Okraj pásu na strane väčších vlnových dĺžok je strmší a posunutý k menším vlnovým dĺžkam ako je to u vzoriek dopravených na Zem. Zrejme to súvisí s niektorými štrukturálnymi rozdielmi hornín, skúmaných v laboratóriu a hornín skúmaných v pôvodnom stave.

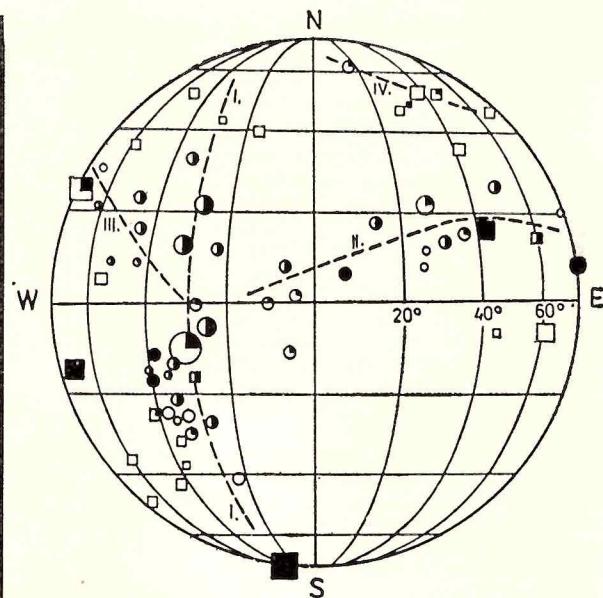
Kosmičeskie issledovania
1977, XV, 3 —ik—



Stavba a zloženie Mesiaca

Éra aktívneho výskumu bezprostredne na povrchu Mesiaca sa začala mäkkým pristátím sovietskej automatickej stanice Luna-9 v roku 1966. Odtedy prišlo na Mesiaci viacero automatických staníc. Najroziahlejší výskum stavby a zloženia Mesiaca sa uskutočnil expedíciami Apollo. Počas nich sa fotografoval povrch, študovali sa mechanické vlastnosti povrchovej vrstvy, vykonali sa magnetometrické a gravimetrické merania, merania elektrickej vodivosti a tepelného toku, odoberali sa vzorky a priniesli na Zem. Zvlášť dôležité, čo do významu i rozsahu, boli seizmické pozorovania. Zahŕňovali prieskum vrchnej časti kôry pomocou umelých výbuchov: sondáž kôry pomocou vln od lunotrasení (slapových a tektonických) a pádu meteoritov.

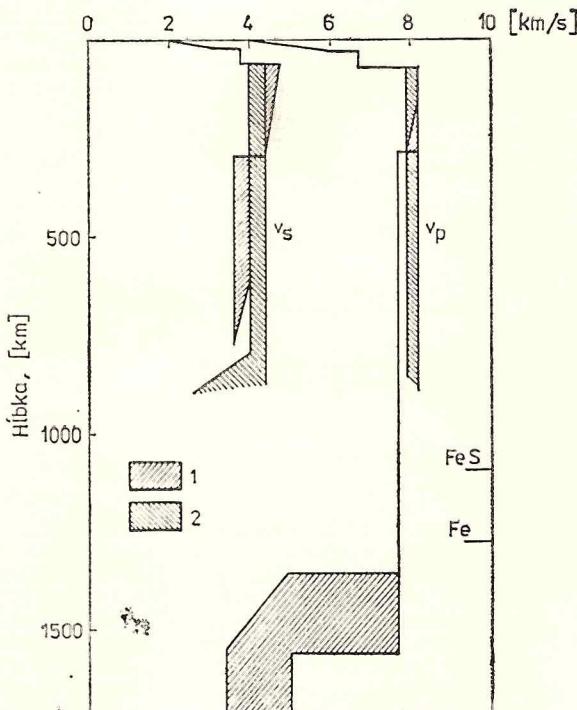
Popredné miesto v spracovaní seizmických záznamov zaujímajú dve skupiny vedcov: skupina G. Lathama z Texaskej univerzity a skupina N. Toksöza z Massachusettsského technologického inštitútu. Uvedené skupiny seizmológov pri sprácvávaní viac ako 1000 slapových lunotrasení zistili, že ich epicentrá (kolmý priemet ohniska na povrch Mesiaca) nie sú rozmiestnené náhodne, ale podobne ako pri zemetraseniach sa grupujú do úzkych pásow seismicity (obr. 1). V súčasnosti sa poznajú už štyri takéto pásy, ktoré sa vyznačujú zložitou vnútornou štruktúrou. Submeridionálny pás (I), prechádza západným okrajom mora Dažďov a mora Oblakov. Patrí sem viac ako 60 % slapových lunotrasení. Východný pás (II), prechádza medzi morom Jasu a Plodnosťou.



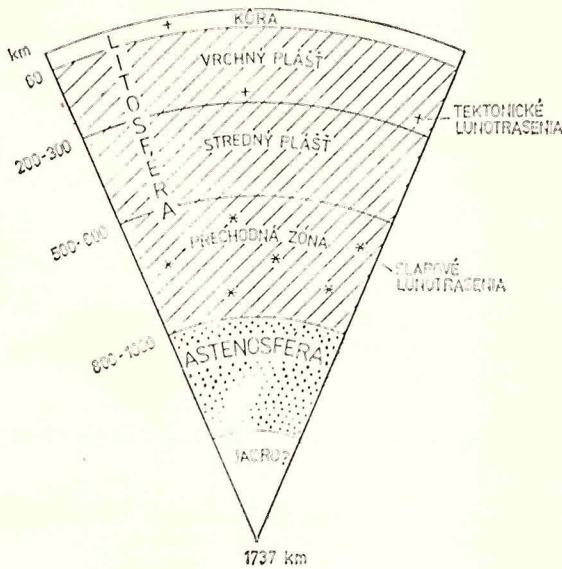
SLAPOVÉ LUNOTRASENIA		TEKTONICKÉ LUNOTRASENIA	
Počet otriasov	Hĺbka ohniska	Magnitúda	Hĺbka ohniska
○ < 1 %	○ neznáma	□ < 1	□ neznáma
○ 1-5	○ 800-900 km	□ 1-2	□ < 100 km
○ 5-10	○ 900-1000 km	□ 2-3	■ 100-200 km
○ > 10	● > 1000 km	□ > 3	■ 200-300 km

Obr. 1: Rozmiestnenie epicentier slapových a tektonických lunotrasení.

RNDr. MICHAL KURKIN



Obr. 2: Zmeny seizmických rýchlosí v mesačnom telesu podľa Lathama (1) a Toksöza (2). v_p je rýchlosť pozdĺžnych a v_s je rýchlosť priečnych vln. Na pravej strane sú predpokladané rozmerы jadra zloženého z FeS alebo z Fe .



Obr. 3: Model stavby Mesiaca.

cez severný okraj mora Pokoja a južný okraj mora Kríz. Severozápadný pás (III) leží v oceáne Búrok a pozdĺž mora Chladu sa pozoruje severovýchodný pás (IV). Dĺžka týchto pásov seismicity sa pohybuje v rozmedzí 1000–2500 km, šírka 10–300 km, hĺbka 800–1000 km. Okrem siapových lunotrasení zaregistrovali seismometry i otrasy tektonickej povahy (asi 25), ktoré sú intenzívnejšie než slapové. Väčšina ich epicentier sa nachádza v blízkosti okrajov uvedených globálnych pásov seismicity.

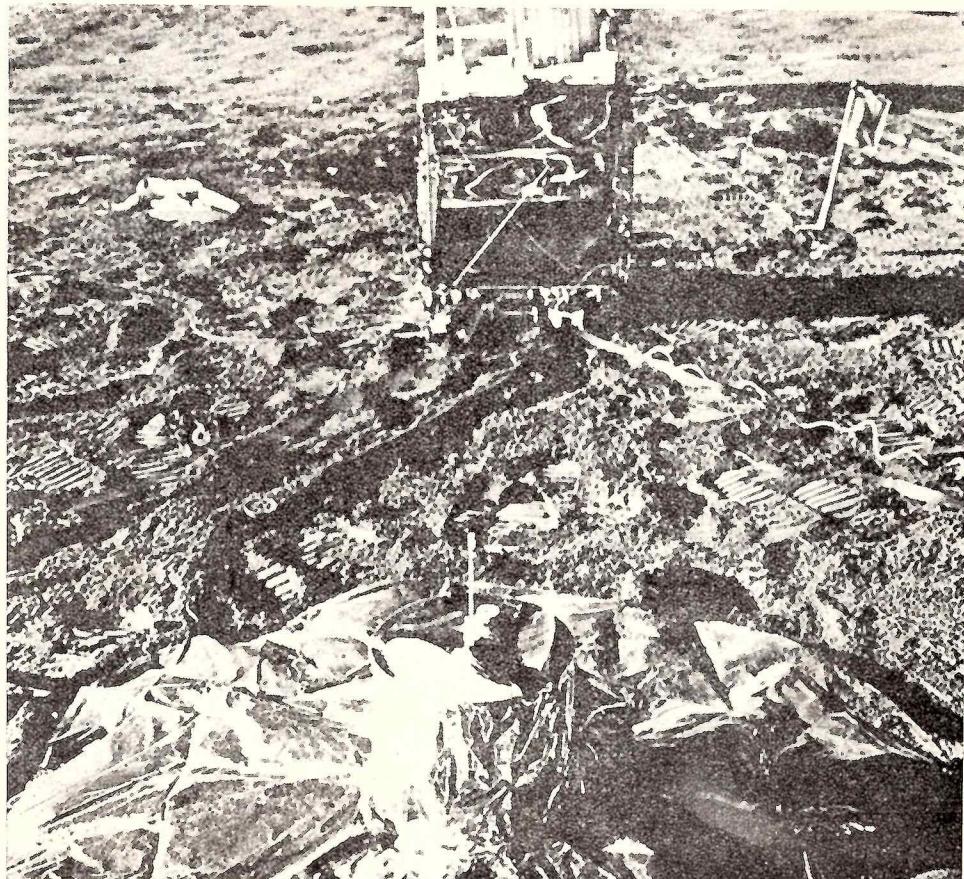
Všetky epicentrá sa nachádzajú v troch kvadrantoch prívŕtanej strany Mesiaca tam, kde sú geologicke mladé moria. Nenachádzajú sa v juhovýchodnom kvadrante, v oblasti hôr a geologicke starych morí.

Seizmické výskumy umožnili získať poznatky o prechode seizmických vln mesačným telosom (obr. 2). Podľa charakteru zmien seizmických vln v závislosti na hĺbke sa mesačné vnútro dá rozdeliť na niekoľko zón. Je to predovšetkým hrubý, pevný vonkajší obal, ktorý sa rozprestiera približne do polovice polomeru Mesiaca a rozohriatá, čiastočne roztavená vnútorná oblasť. Vonkajší obal sa podľa analógie so Zemou nazýva „litosférou“ a vnútorný „astenosférou“ (obr. 3).

LITOSFÉRA

Hrúbka litosféry je 800–900 km. Je radiálne vrstvovitá, ale vrstvovitosť nie je taká výrazná ako v Zemi. Rozdeľuje sa na dve základné zóny: kôru a plášť. Na ich hranici, ktorá je v podstate jedinou „ostrou“ seizmickou hranicou, dochádza ku skokovému zvýšeniu rýchlosťi seizmických vln. Toto narastanie rýchlosťi sa objasňuje zmenou chemického zloženia hornín: prechodom od gabro-anortozitového zloženia k peridotitovému. Uvedená hranica je analogická tzv. Mohorovičičovej diskontinuite v Zemi; na Mesiaci nemá zatiaľ pomenovanie.

Mesačná kôra sa študovala v okolí oceánu Búrok. Jej hrúbka sa pohybuje okolo 55–65 km a je dvojvrstvová: vrchnú vrstvu tvoria bazalty, spodnú gabro-anortozity (obr. 4). V oblasti kontinentov môže byť len jednovrstvová, gabro-anortozitového zloženia. Rýchlosťi seizmických vln sa od povrchu asi do 2 km menia skokom. Potom sa rýchlosť zvyšuje plynule až do hĺbok okolo 20 km, kde dochádza ku skoku z 5,8 na 6,8 km/s. Predpokladá sa, že je to spôsobené buď zmenou chemického zloženia hornín (bazalty na gabro-anortozity), alebo zmenou mechanického



Zariadenie pasívneho seizmického experimentu Apolla 11 na Mesiaci (v pozadí zdroj energie).

stavu hornín: v tejto hĺbke sa dosahuje taký tlak, že sa v hornine uzavárajú mikrotrhliny.

Priemerná hustota kôry je asi 2900 kg/m^3 ; priemerná hustota Mesiaca je 3340 kg/m^3 .

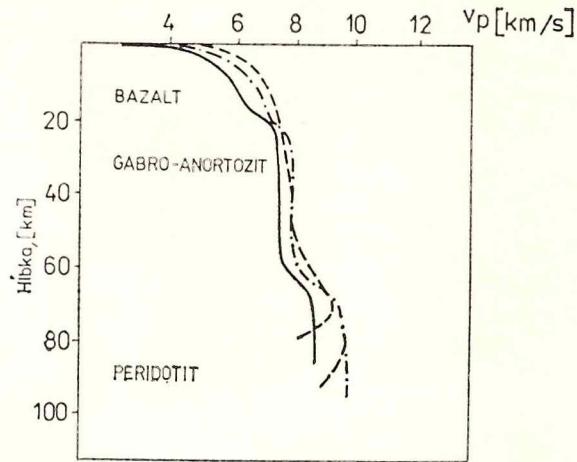
Z geofyzikálneho hľadiska je zaujímavá vrchná vrstva kôry s hrúbkou do 25 km, ktorá sa od zemskej líši malou elektrickou vodivosťou, nízkou tepelnou vodivostou, malými hodnotami, ale veľkým narančaním rýchlosťí seismických vln.

Pod kôrou sa nachádza mesačný plášť. Nie je homogénny; rozlišuje sa v ňom niekoľko vrstiev: vrchný (do 200–300 km), stredný (do 500–600 km) a prechodná zóna (do 800–1000 km). Rýchlosťi seismických vln v plášti Mesiaca na rozdiel od Zeme nerastú, ale klesajú. Tento pokles je zvlášť výrazný pre priečne vlny pri prechode k strednému pláštu. Tu pri konštantnej, alebo nevelmi zmenšenej rýchlosťi pozdĺžnych vln (8 km/s) sa podstatne mení rýchlosť priečnych vln (od 4,7 do 4,0 km/s). V dôsledku toho sa v strednom plášti výrazne zvyšuje Poissonov koeficient; z 0,25 na 0,35. Poissonov koeficient charakterizuje chlopnosť hornín prekonávať objemové a tvarové deformácie. Tak vysoký koeficient je charakteristický pre amorfne, nekompaktné horniny, na základe čoho niektorí vedci predpokladajú, že stredný plášť Mesiaca sa skladá z pôvodného meteoritického materiálu, ktorý sa nikdy úplne nepretavil. Nízke rýchlosťi seismických vln sa objasňujú tým, že v dôsledku malej hmotnosti a sily tiaže prevláda v mesačných hĺbkach rast teploty nad tlakom.

Podľa analógie so zemským pláštom a podľa vzájomnosti rýchlosťi a hustôt sa predpokladá, že plášť Mesiaca je peridotitový. Peridotit je hornina, v ktorej hlavnú časť tvoria minerály olivín a pyroxén. Hustota plášta je asi 2900 – 3430 kg/m^3 .

ASTENOSFÉRA

Pod litosférou sa nachádza stenosféra. Jej objav a vysvetlenie patrí k závažným objavom lunárneho výskumu. Dôkaz o prítomnosti tejto zóny prišiel z kozmického priestoru. Na odvrátenú stranu Mesiaca dopadol r. 1972 meteorit, väžiaci asi 1 tonu. Seismické vlny, ktoré pri tomto náraze vznikli, prešli celým mesačným telosom a boli zaznamenané na prívratej strane. V záznamoch však boli len pozdĺžne vlny, priečne vlny chýbali. Ich signál sa postupne v hĺbkach okolo 1000 km strácal. Táto skutočnosť bola neskôr potvrdená zo slapovery lunotrasením. Pretože priečne vlny neprechádzajú vnútornou zónou,



Obr: 4: Zmeny seismických rýchlosťí v mesačnej kôre podľa Lathama a Toksöza.

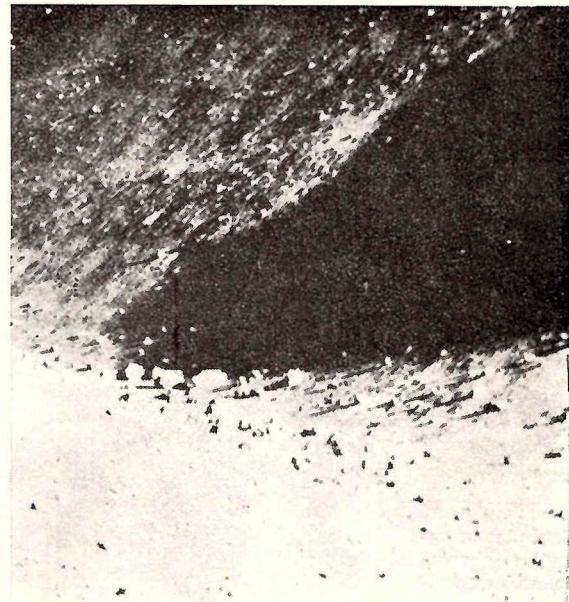
považuje sa táto za čiastočne roztavenú; priečne vlny sa v kvapalnom prostredí nešíria. Hustota astenosféry je asi 3430 – 3490 kg/m^3 .

Pri štúdiu seismických záznamov sa spozoroval v hĺbkach 1330–1550 km pokles rýchlosťi pozdĺžnych vln na hodnoty 3,6–5,2 km/s. Toto zmenšenie rýchlosťi neprotirečí predpokladu, že existuje železo-sulfidné jadro s polomerom 200–400 km. Rozmery jadra sa stanovili z hodnoty bezrozmernej veličiny C/Ma^2 , ktorá je zmeraná s vysokou presnosťou ($0,395 \pm 0,05$). C je polárny moment zotrvačnosti Mesiaca, M je hmotnosť Mesiaca; a je jeho rovníkový polomer. Ak by malo železo-sulfidné jadro polomer 700 km, sa hodnota C/Ma^2 zmenší na 0,391. Ak je jadro iba železné, tak sa na uvedenej hodnote neprejaví, v prípade, že je jeho polomer menší ako 450 km. Tieto predstavy o štruktúre centrálnej zóny sú zatiaľ veľmi orientačné.

Tento model stavby a zloženia Mesiaca predstavuje prehľadný súhrn súčasných poznatkov o mesačnom vnútri. Intenzívne výskumy prinášajú neustále nové fakty, na základe ktorých sa model Mesiaca postupne upresňuje.



Bloky skál na dne a na svahoch Hadleyho brázdy sú uvoľnenými úlomkami bazaltových vrstiev tvoriacich okraje brázdy. (Snímky výpravy Apollo 15).



Vzorka z mesačného vrtu s hĺbkou 160 cm, ktorú priviezla automatická stanica Luna 24.

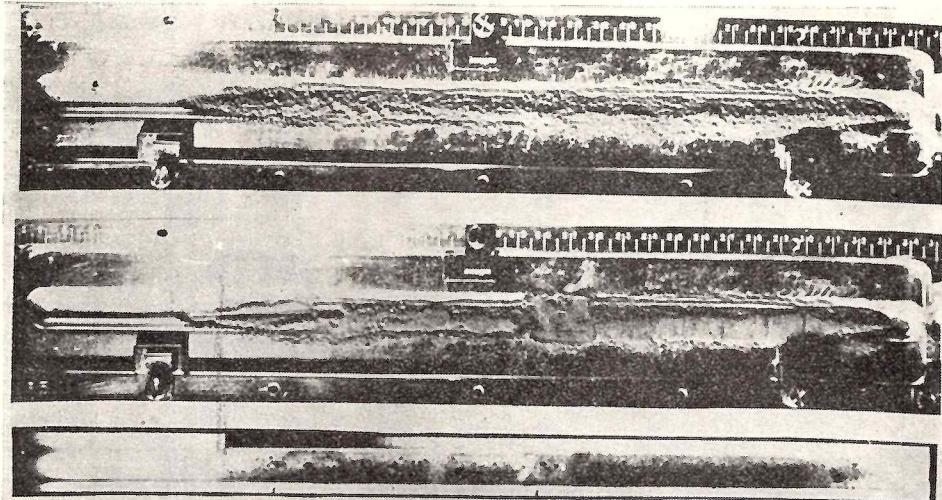


Fig. 8a

Od teleskopu k mikroskopu Kúsok Mesiaca v Bratislave

Na Katedre jadrovej fyziky Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave sa už niekoľko rokov zaobrábame výskumom rádioaktivity mesačných vzoriek, dopravených sovietskymi automatickými stanicami Luna 16, Luna 20 a Luna 24. Výskum sa robí v rámci projektu INTERKOZMOS, v spolupráci s Inštitútom GEOCHI AV ZSSR v Moskve a Geologickým ústavom ČSAV v Prahe.

Doc. RNDr. PAVOL POVINEC, CSc.

Na výskume mesačných vzoriek sa podielajú prakticky všetky prírodovedné disciplíny. Mesačné vzorky mali a stále majú pre kozmofyzikálny výskum nesmerný význam. Pomohli vysvetliť celý rad otázok, týkajúcich sa nášho prirozeného sprievodcu. Dôležité miesto vo výskume Mesiaca má štúdium jeho rádioaktivnosti, najmä povrchových mesačných vrstiev: toto je práve oblasť, ktorá nás najviac zaujíma a ktorej sme venovali najväčšiu pozornosť.

MESIAC A METEORITY

Mesiac z hľadiska nukleárneho výskumu predstavuje unikátné kozmické teleso. Už dávnejšie bolo známe, že Mesiac nemá atmosféru a tiež, že magnetické pole okolo Mesiača chýba, resp. je veľmi slabé. Tieto dve základné charakteristiky Mesiača sú veľmi

dôležité, pretože na rozdiel od Zeme spôsobujú, že mesačný povrch je sústavne bombardovaný nízkoenergetickými ako aj vysokoenergetickými časticami kozmického žiarenia. Pre porovnanie, napríklad v našich zemepeisných šírkach zemský povrch dosiahol len tie primárne nabité časticie kozmického žiarenia, ktorých energia prevyšuje 1 miliardu elektrónvoltov. Na druhej strane na mesačný povrch dopadajú časticie, ktorých energia je až miliónkrát menšia. Toto je jedna z hlavných príčin, prečo sú mesačné vzorky vhodnejšie na štúdium vlastností kozmického žiarenia v porovnaní s meteoritmi, ktoré sa pre tieto účely dosiaľ používali. Meteority totiž pri vstupe do zemskej atmosféry v dôsledku ohorenia (ablácie) strácajú povrchové vrstvy, ktoré obsahujú najvýznamnejšiu informáciu o kozmickom žiareni. Mesačné vzorky

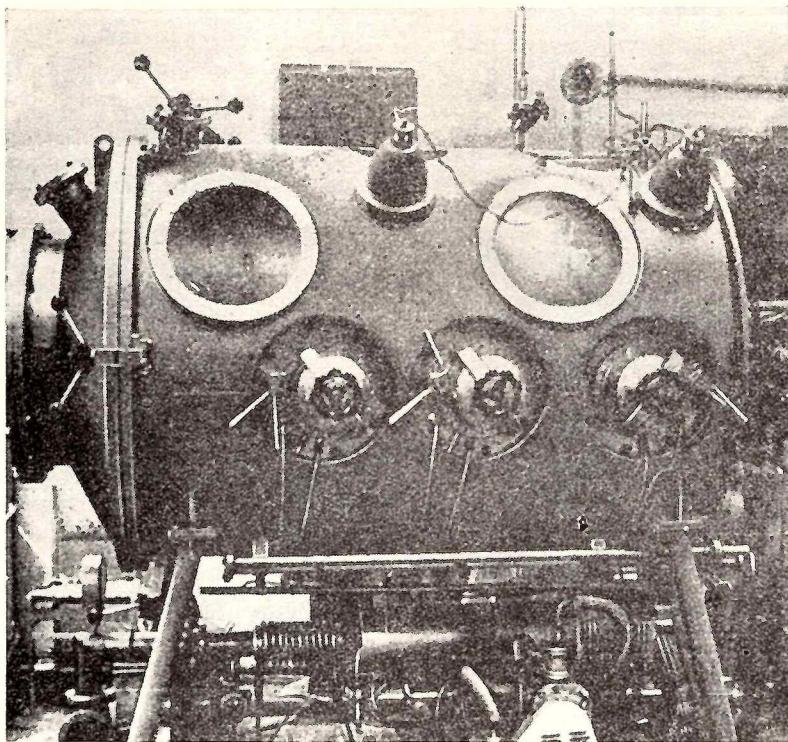
majú ešte jednu dôležitú prednosť oproti meteoritom. Mesiac je na svojej stabilnej dráhe pravdepodobne už niekoľko miliónov rokov, avšak meteority majú zvyčajne pretiahnuté dráhy v smere od Slnka, čo spôsobuje problémy pri študovaní časových zmien kozmického žiarenia, pretože výsledky môžu byť ovplyvňované aj priestorovými zmenami.

MESIAC A KOZMICKÉ ŽIARENIE

Vyššie spomínané vlastnosti povrchových vrstiev Mesiaca sú veľmi vhodné na sledovanie vlastností kozmického žiarenia, najmä dlhodobých variácií. Podľa súčasných predstáv je kozmické žiarenie prúdom nabitéch častic, od jadier vodíka (protónov) až po najtažšie jadrá, ktoré k nám prichádzajú z galaktických ako aj extragalaktických zdrojov. Kozmické žiarenie vykazuje určité časové a priestorové zmeny v intenzite častic. Krátkodobé charakteristiky, ktoré sa menia s períodom niekoľkých rokov boli za posledných 20 rokov značne preskúmané, najmä vďaka umelým družiciam, avšak dlhodobé charakteristiky zatiaľ stále ostávajú neurčité. Sú známe hypotézy, že intenzita kozmického žiarenia bola v minulosti iná ako v súčasnosti, dokonca, že môže existovať pravidelné cykly s períodom od niekoľko stoviek až do niekoľko miliónov rokov, počas ktorých sa intenzita mohla až niekoľkonásobne meniť.

KOZMOGÉNNÉ IZOTOPY

Mesačné vzorky umožňujú sledovať tieto efekty vďaka tomu, že boli vypracované vysokocitlivé metódy registrácie rádioaktívneho žiarenia. Ako výsledok interakcie častic kozmického žiarenia s atómami mesačných hornín vznikajú na Mesiaci tzv. kozmogénné izotopy, na rozdiel napríklad od primordiálnych, ktoré vznikli ešte v čase nukleosyntézy a vďaka dlhému polčasu premeny



Prijímacia kabína na výskum mesačných vzoriek v Inštitúte GEOCHI Akadémie vied ZSSR.

sa zachovali až doposiaľ. Tako napríklad jedno z najrozšírenejších stabilných jadier na Mesiaci, ^{28}Si , sa môže pod účinkom protónov kozmického žiarenia meniť na ^{26}Al , čo je rádioaktívne jadro, ktoré sa spontánne premieňa na jadro ^{26}Mg s polčasom premeny 740 000 rokov. Podobne z jadra železa ^{56}Fe vzniká ^{53}Mn , čo je tiež nestabilné jadro, ktoré sa premieňa s polčasom premeny 3,4 milióna rokov. V dôsledku veľmi dlhých polčasov premien tieto jadra si „pamätajú“ aká bola intenzita kozmického žiarenia aj pred

niekoľkými miliónmi rokov. Zmenaním koncentrácie takýchto rádionuklidov a porovnaním s teoreticky vypočítanými hodnotami ich produkcie na Mesiaci je možné robiť závery o intenzite ako aj energetickom spektre častíc kozmického žiarenia v minulosti, hovoríme, že je možné študovať história kozmického žiarenia.

VÝSLEDKY ANALÝZ VZORIEK Z LUNY 16, 20 a 24

Na Katedre jadrovej fyziky PFUK v Bratislave sme vyvinuli

vysokosenzitívne aparátury na meranie koncentrácie kozmogénnych ako aj primordiálnych rádioizotopov v mesačných vzorkách, využívajúce koincidenčné metódy registrácie gama-žiarenia. Vysoká citlivosť aparátu umožňuje prevádzka rádionuklidové analýzy subgramových množstiev vzoriek. Toto je zvlášť dôležité pre výskum mesačných vzoriek privezených automatickými kozmickými stanicami, kde celkové dovezené množstvo vzorky je len niekoľko desiatok gramov. Naše pracovisko veľmi úspešne urobilo rádionuklidové analýzy mesačných vzoriek s hmotnosťou niekoľko desiatok miligramov.

Analyzovali sme vzorky privezené sovietskymi automatickými stanicami Luna 16, Luna 20 a Luna 24, ktoré boli odobraté v rôznych lokalitách na Mesiaci pomocou automatického odberového zariadenia. Určili sme koncentrácie vieacerých rádionuklidov, ako sú ^{22}Na , ^{26}Al , ^{238}U , ^{232}Th , atď. Vzorky pochádzali z rôznych hlbok mesačného regolitu, čo umožňovalo študovať gradient koncentrácie kozmogénnych rádionuklidov s hlbkou.

Obzvlášť zaujímavé sú výsledky získané analýzou hornín z Luny 16. Zistili sme, že sú spomedzi všetkých mesačných vzoriek najrácioaktívnejšie. Možno sa teda domnievať, že boli na Mesiaci vystavené po dobu niekoľko miliónov rokov mimoriadne silným účinkom kozmického žiarenia.

Z hlbkového gradientu kozmogénnych rádioizotopov v mesačnom povrchu sme zistili dôležitý nový poznatok, že mesačný prach je „preorávaný“ meteoritmi až do hlbok ~ 2 cm počas doby 2 miliónov rokov. Meteority o rôznych rozmeroch dopadajú na mesačný povrch, vytvárajú krátery, čím sa



Kryštál olivínu pri 1000 násobnom zväčšení cez optický mikroskop. Vzorka je zo zásielky Luny 24. Vidíme stopy jadier železa z kozmického žiarenia. Zhotovené na Katedre jadrovej fyziky PF UK v Bratislave.

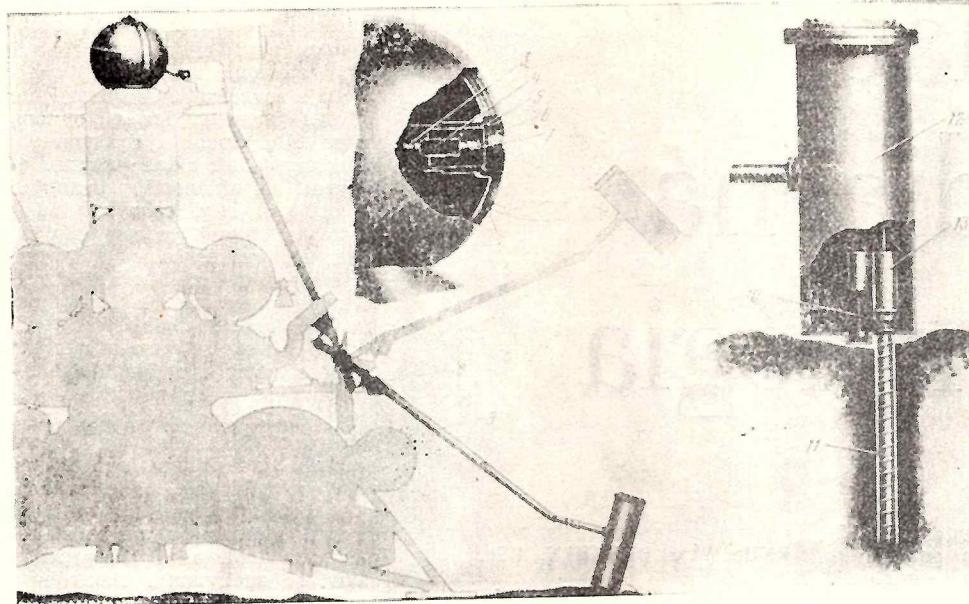


Schéma zariadenia, akým automatické sondy typu Luna odoberajú vzorky hornín z mesačného povrchu.

prehadzuje mesačná pôda z miesta na miesto a vytvára sa mesačný prach, ktorý pokrýva povrch Mesiaca niekoľkocentimetrovou vrstvou. V hĺbkach väčších ako 10 centimetrov nedochádza už v rámci uvedenej doby k narúšaniu mesačného regolitu.

Zaujímavé poznatky sme získali tiež o intenzite kozmického žiarenia. Zatiaľ čo integrálny tok častíc za ostatné 2 slnečné cykly, získaný z mesačných vzoriek súhlasí s pozemskými pozorovániami, intenzita kozmického žiarenia pred asi 1 miliónom rokov bola približne o 50 % vyššia ako v súčasnosti. Čím bol spôsobený tento vzrast zatiaľ nie je jasné. Vypočítaný stredný tok galaktických častíc s energiou väčšou ako 1 miliardu elektrónvoltov je 0,2 protónov $(\text{cm}^2 \text{ s sr})$. Stredný tok častíc slnečného kozmického žiarenia je 100 protónov/ $\text{cm}^2 \text{ s}$ s energiou väčšou ako 10 milión elektrónvoltov. Tento tok slnečných častíc súhlasí v rámci chýb meraenia s priemerným tokom počas 11-ročného slnečného cyklu.

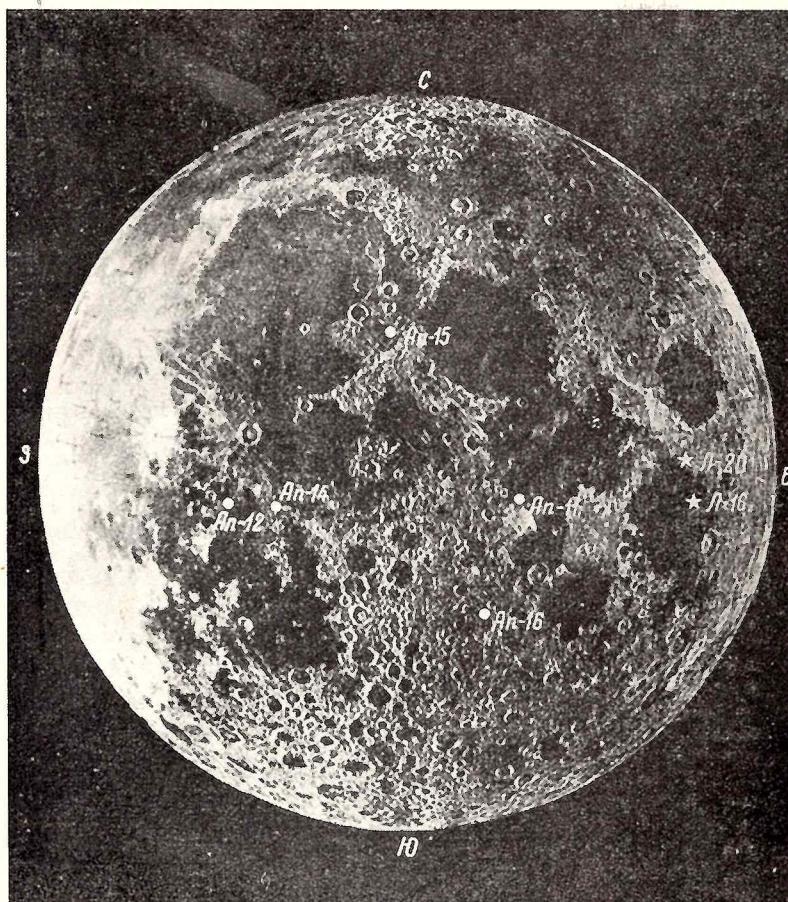
STOPY ČASTÍC V MESAČNÝCH VZORKÁCH

Ďalšou progresívnu metódou, ktorú sme použili na štúdium mesačných vzoriek je analýza stôp fažkých jadier v mesačných mineráloch. Ked napríklad jadro železa z kozmického žiarenia preletí cez kryštál, zanechá v ňom stopu, ktorú možno u priesvitných minerálov zviditeľniť. Taktôž možno sledovať stopy nabitých častíc v kryštáloch pyroxénu, olivínu a pod. Po vhodnom pôsobení určitých chemikálií na tieto kryštály možno stopy zviditeľniť tak, že sú pozorovateľné optickým mikroskopom. Hustota stôp ukazuje na radiačné podmienky, aké boli na Mesiaci v čase expozície kryštálcov. Na povrchu Mesiaca je hustota až 10^8 stôp/ mm^2 . Z dĺžky

stôp možno zase určiť, či stopy zanechali fažké alebo veľmi fažké jadrá kozmického žiarenia. Väčšina stôp je spôsobená jadrami skupiny železa.

Záverom možno konštatovať, že mesačné vzorky prispeli k zvýšeniu úrovne výskumu predovšetkým v dvoch smeroch. Jednak u-

možnili získať nové cenné poznatky o zložení povrchových mesačných vrstiev, o genéze Mesiaca, o kozmickom žiareni, atď., na druhej strane však prinutili vedcov vyuvinúť nové, špeciálne metódy, potrebné na ich výskum, ktoré teraz nachádzajú uplatnenie aj v iných smeroch.



Miesta pristátia výprav Apolla a automatických sond typu Luna, ktoré priniesli z Mesiaca vzorky hornín. (Prevzaté zo sovietskej tlače.)

Mesiac a radiačná chronológia

Pri poznávaní prírody má veľký význam, aby sme poznali časový sled študovaných udalostí. Vieme napríklad veľa o fyzikálnych vlastnostiach Zeme a Mesiaca. Prítom má však veľký význam zistenie, že tieto dva objekty Slniečnej sústavy vznikali súčasne. Na takéto otázky kozmofyziky môžeme dostať odpoveď metodami jadrovej fyziky, ktorými pracuje radiačná chronológia. No zo vzájomnej spolupráce nemá osob len kozmofyzika. Základný výskum jadrovej fyziky v oblasti superfáziských prvkov z konca periodickej sústavy si veľa sľubuje práve od štúdia kozmických objektov, z ktorých sú dnes dostupnými meteority a nerasty z povrchu Mesiaca.

Čas, ktorý uplynul medzi udalosťami vo vesmíre sa často me-

RNDr. JÁN CHRÁPAN, CSc.

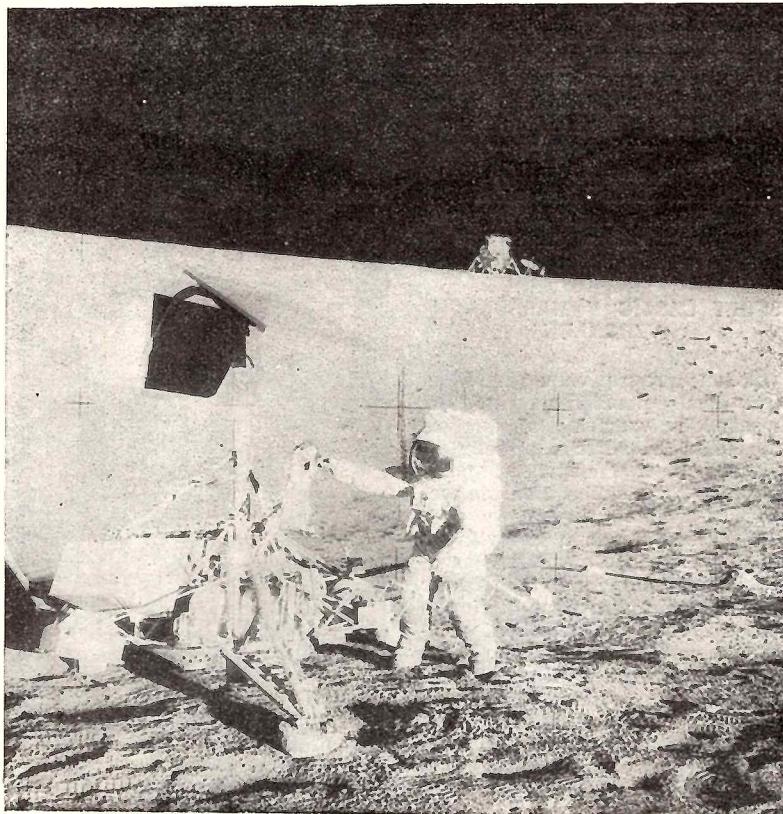
ria na milardy rokov. Aký vývojový mechanizmus je natoľko stály, že sa v priebehu tak obrovských časových intervalov nemene? Žiadnen makroskopický dej nemá túto vlastnosť. Veď ide o obdobia, v ktorých makro, ba gigaoobjekty samy vznikajú, stárnú a postupne zanikajú. Teda vesmírne hodiny, ktoré by odmerovali čas kozmických udalostí, sa musia opierať o nemenný rytmus vývoja v subatomárnom svete atómových jadier. Týmto rytmom sú premeny nestabilných čiže rádio-

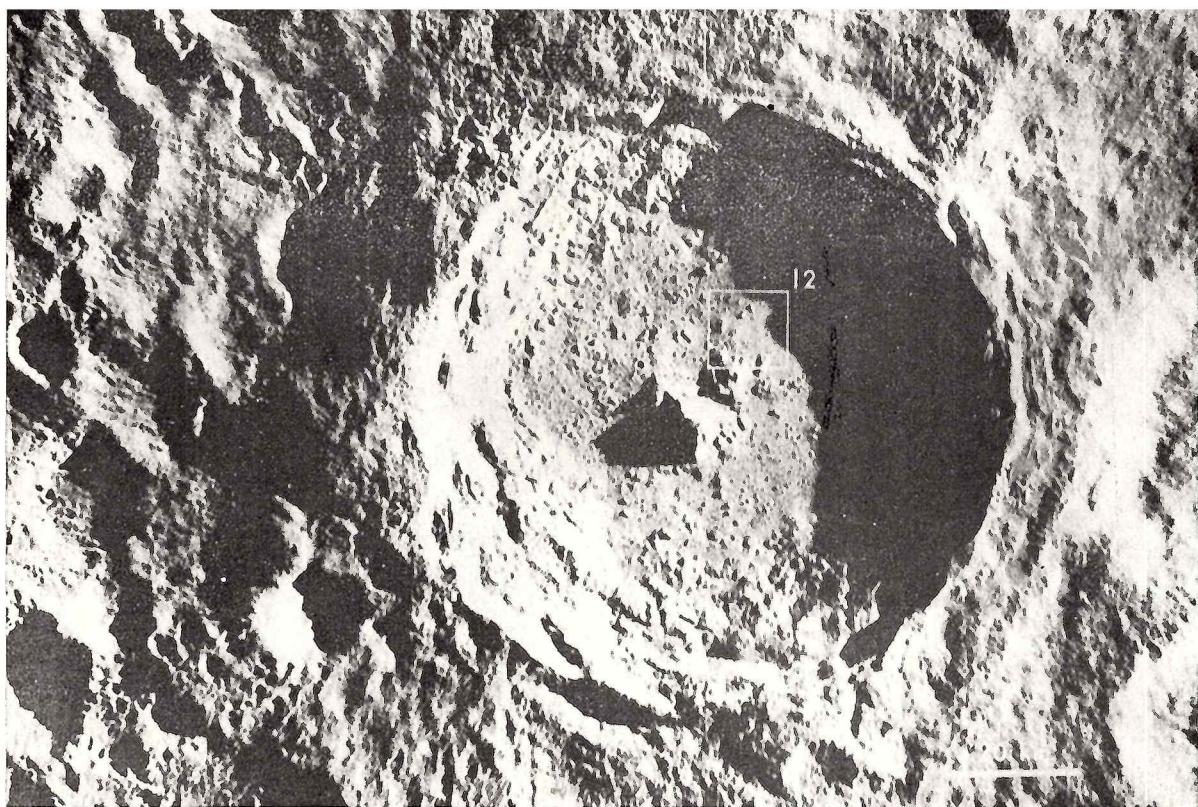
aktívnych nuklidov. Môžeme však s istotou tvrdiť, že tieto premeny prebiehajú dnes práve tak rýchle, ako pred miliardami rokov? Inými slovami: Idú jadrové hodiny stále rovnako? Samo označenie jadrová premena hovorí o tom, že sa táto zmena týka samotnej štruktúry jadier a tak ju môžu ovplyvniť len okolnosti, pri ktorých sa prejavia sily, porovnatelné s jadrovými silami. Jadrové sily sú však tak veľké, že v laboratórnych podmienkach, ba ani v prírodných podmienkach Zeme, nerejstруje makroskopická situácia, v ktorej by sa dali dosiahnuť Podobné situácie v podmienkach mikrosvetu sú však známe. Napríklad neutrón, na ktorý nepôsobia jadrové sily, sa mení na protón, elektrón a antineutrino. Takýto voľný neurón žije asi štvrt hodiny. Pod vplyvom jadrových sín sú však neutróny aj úplne stabilné. Jeden druh jadrových premen súvisí so zachytením elektrónu z obalu atómu jadrom tohto atómu. Elektrónový obal možno ovplyvniť už menšími silami ako jadro. Preto tento druh jadrovej premeny, tzv. K-zachytenie, vykazuje určitú závislosť od vonkajších podmienok. Právom si teda môžeme položiť už vyslovenú otázku, či išlo jadrové hodiny v období piatich miliárd rokov vývoja slnečnej sústavy stále rovnako.

Odpoved na položenú otázku nemožno dostať bez toho, aby sa neriešila všeobecnejšia otázka kozmologického, ba filozofického charakteru: Ako sa v závislosti od času menia univerzálné svetové konštanty? Charakteristiky

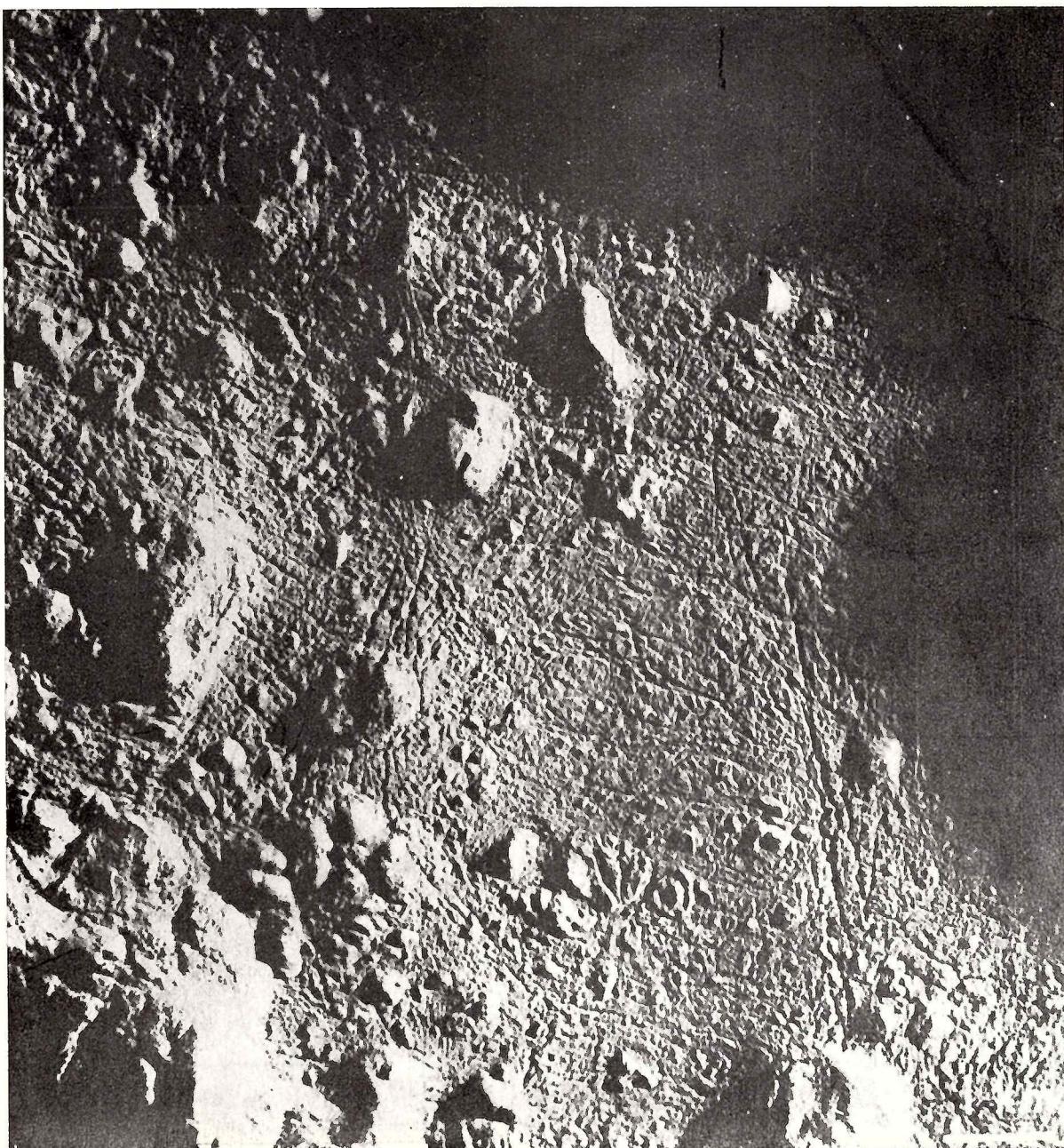
Automatická stanica Surveyor 3 pristala na Mesiaci v oceáne Búrok (Mare Precellarum) v roku 1967. O dva a pol roka neskôr, v decembri 1969 pristalo v tejto oblasti Apollo 12 — lunárny modul, ktorý vidíme na fotografii v pozadí, je od Surveyora vzdialenos iba 180 metrov. Preto kozmonauti mali na programe svojej prechádzky po povrchu Mesiaca aj cestu k Surveyoru. Zo sondy odmontovali niektoré časti a priviezli ich na Zem, aby bolo možné študovať, aké stopy zanechalo na súčiastkach pôsobenie vysokoenergetických častic, prirodzenej radiácie a meteoritických častic. Veľkým prekvapením bolo, že sa vo fotoaparáte Surveyora našla pozemská baktéria, ktorá „prežila“ aj sterilizáciu sondy, aj dlhodobý pobyt na Mesiaci.

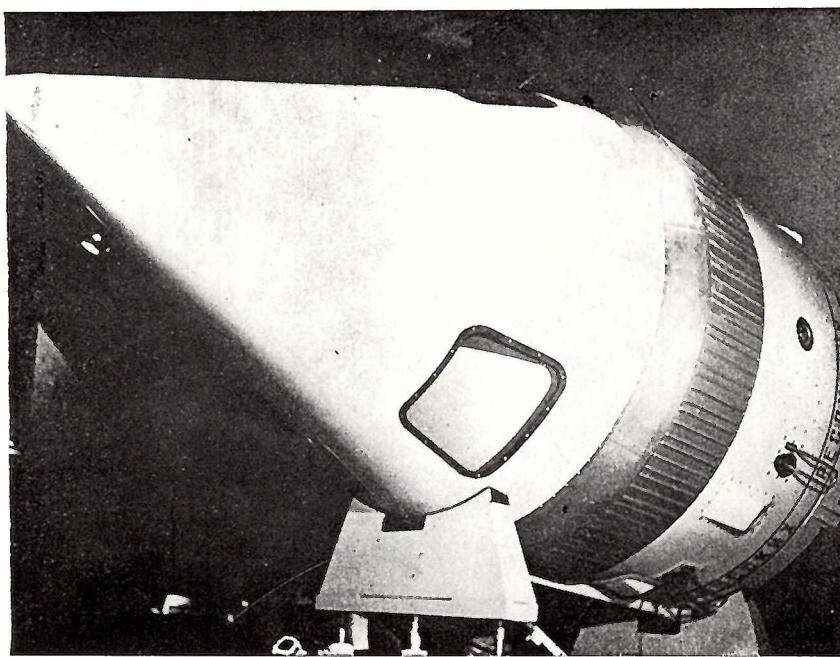
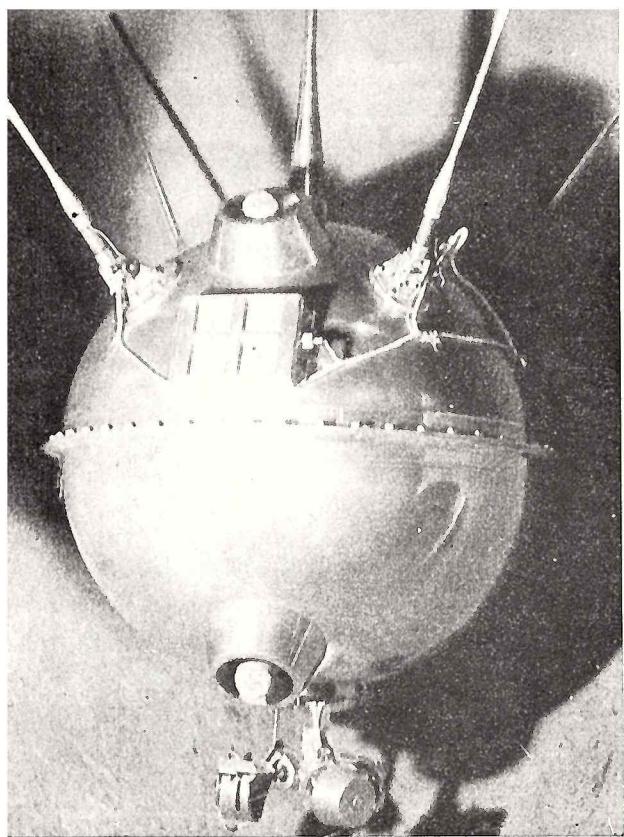
FOTO: NASA





Kráter Tycho, známy svojím systémom lúčov, na snímke mesačnej družice Lunar Orbiter. Dolný obrázok je detailným záberom oblasti, ktorá je vyznačená v strede hornej snímky: dobre možno rozoznať silno zbrázdnené škrupinovité dno krátera. Útvar je zrejme mladý, pretože ešte nestáčil zerodovať.

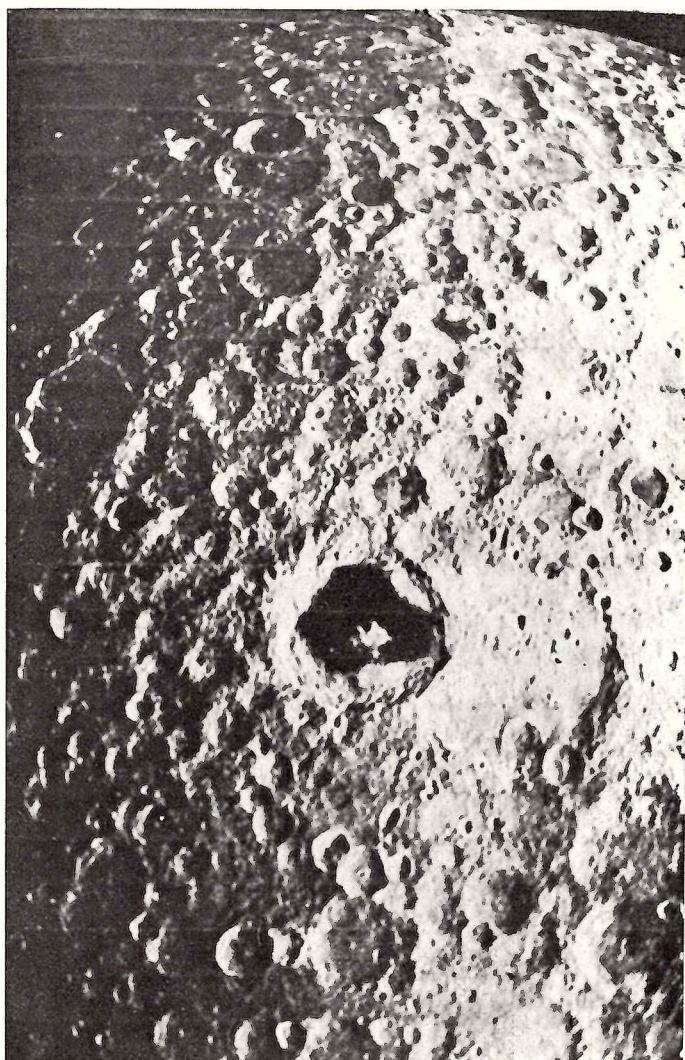


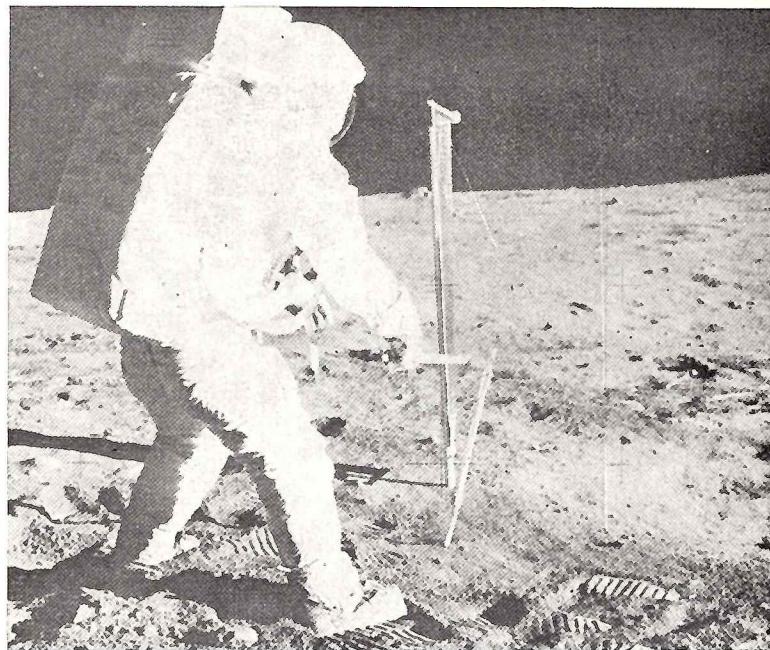
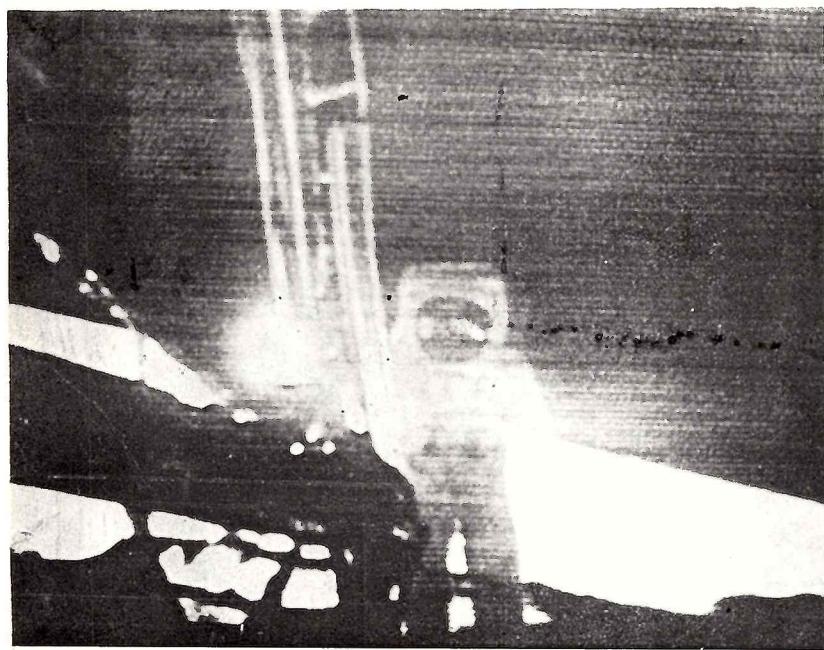


Pred 20 rokmi 2. 1. 1959 vypustili v ZSSR prvú kozmickú sônu smerom k Mesiacu. Sôna Luna 1 (vľavo hore) preletela vo vzdialosti 500 km od povrchu Mesiaca a stala sa prvou umelou obežnicou Slnka.

Dňa 13. 9. 1959 kozmická sôna Luna 2 (obr. vpravo hore) dosiahla ako prvé umelé teleso povrch Mesiaca.

V októbri 1959 sme zásluhou automatickej medziplanetárnej stanice Luna 3 po prvýkrát zhliadli odvrátenú stranu Mesiaca. Na snímke (vpravo dole) z neskorších sond sa vyníma kráter Ciolkovskij, (ktorého vnútro je na snímke vľavo dole), jeden z prvých útvarov identifikovaných už Lunou 3.



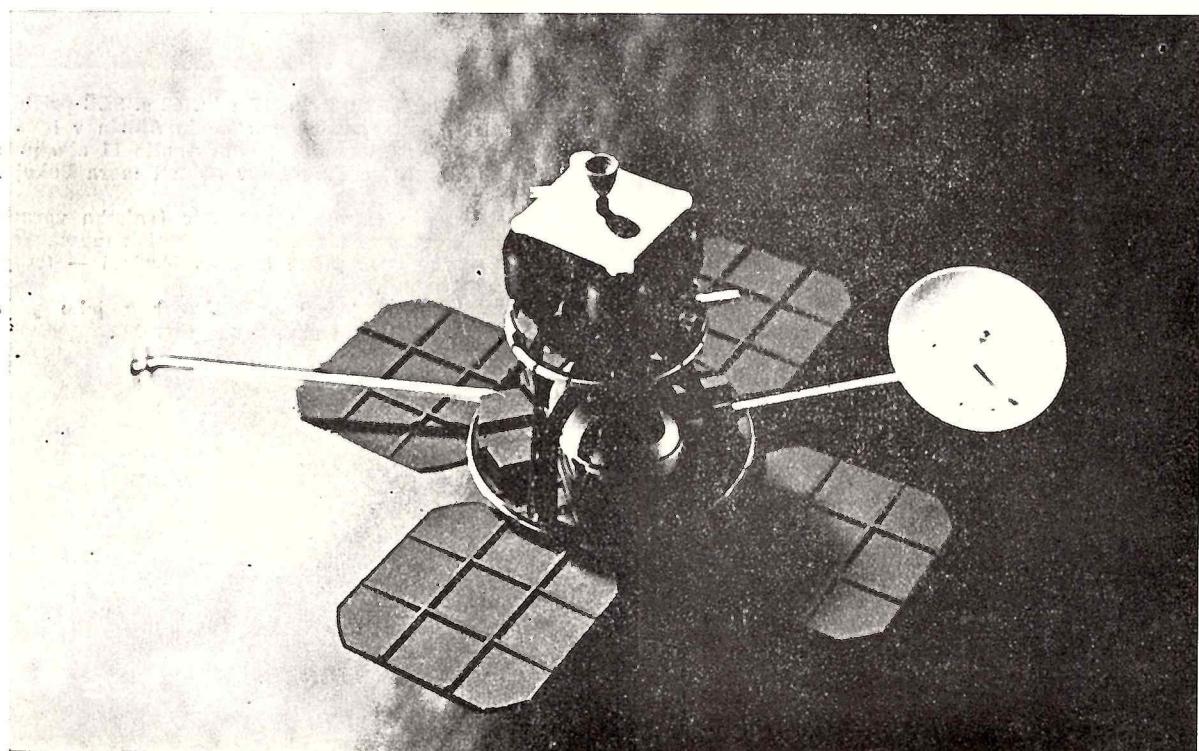
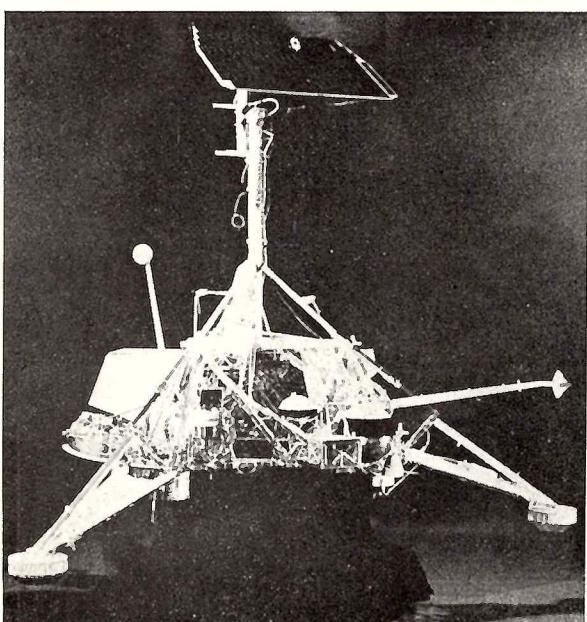
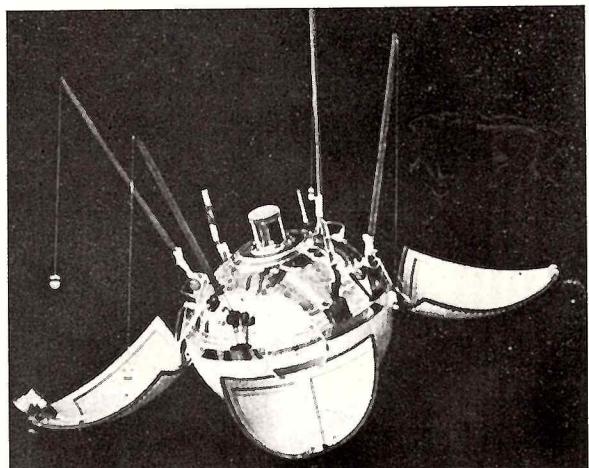
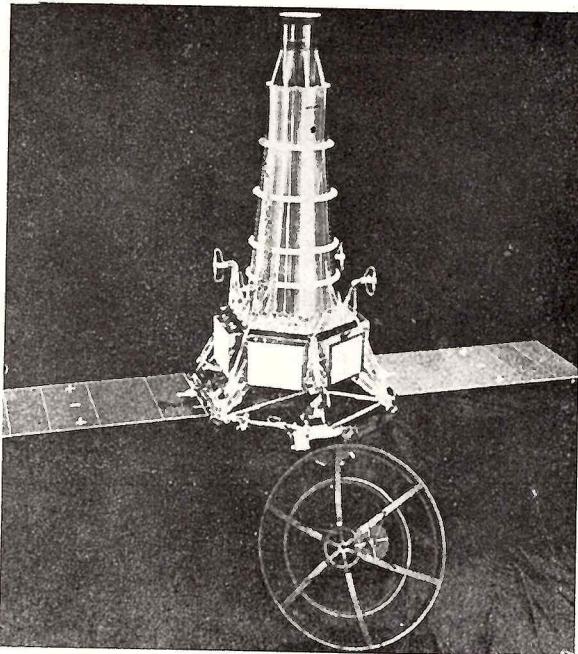
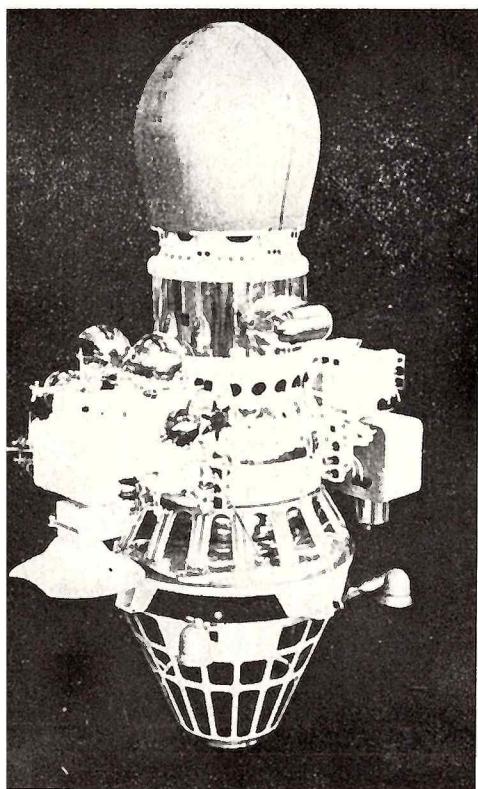


Dňa 20. júla 1969 o 21 h. 17 min. 42 s. SEČ pristáli kozmonauti Neil Armstrong a Edvin Aldrin v lunárnom module Orol kozmickej lode Apollo 11 ako prví ľudia na mesačnom povrchu v oblasti mora Pokoja.

Rozmiestnenie meracích apparátov (snímka vpravo dole) na povrchu Mesiaca a zber vzoriek mesačných hornín — ako prvé práce ľudí na Mesiaci — trvali 2 hod. a 16 minút.

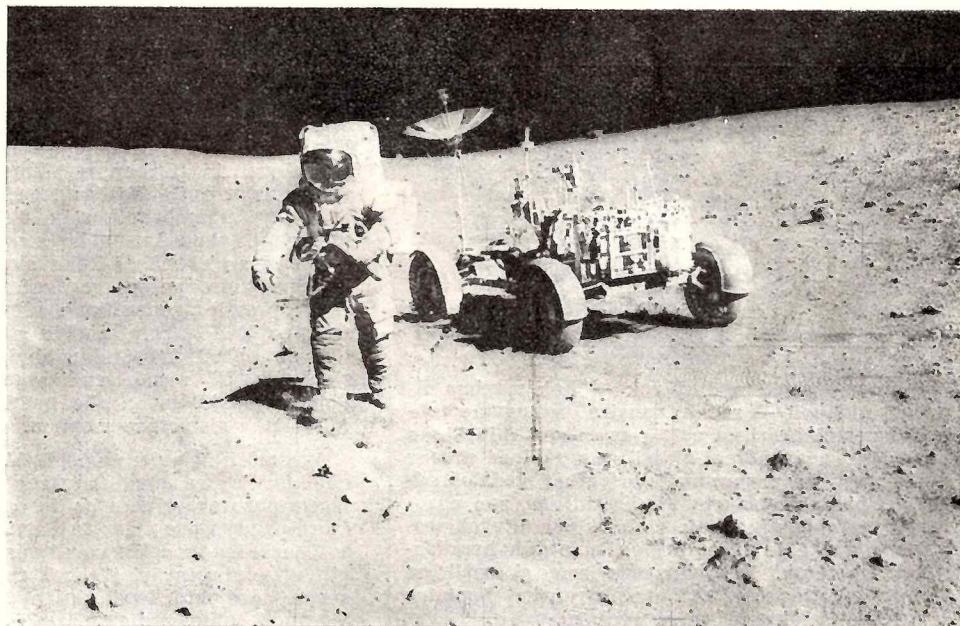
Neil Armstrong (na snímke hore) a jeho prvá stopa (vľavo dole) na mesačnom povrchu.

Výskum Mesiaca za uplynulých 20 rokov sa uskutočňoval po etapách. Sovietsky program Luna sa orientoval na činnosť automatov na Mesiaci, zahájenú prvým mäkkým pristátím sondy Luna 9 r. 1966 (vľavo hore; dole pristávacia časť). Výber miest na pristátia kozmonautov uskutočnili USA na základe snímkov sond Ranger (vpravo hore) s tvrdým dopadom, Surveyor (vpravo v strede) s mäkkým pristátím a Lunar Orbiter (vľavo dole) so systematickým snímkovaním Mesiaca z jeho obežnej dráhy.



Počinajúc výpravou Apollo 15 používali kozmonauti pri svojich prechádzkach aj auto, takže mohli preskúmať aj širšie okolie od lunárneho modulu. Snímka je z expedície Apollo 15. Vozidlo parkuje nedaleko od Hadleyovej brázdy.

FOTO: NASA



alfa a beta pramien totiž závisia od týchto konštant.

V snahe riešiť tieto otázky sa porovnávali vekové údaje pri tých istých horninách, získané metódami, opierajúcimi sa o rôzne nestabilné izotopy. Údaje dobre súhlasili pre nie príliš staré horniny. Avšak pri vzorkách, starých ako 3,5 miliardy rokov, sa zistili rozdiely do 5 až 7 %. Pri veku 4,5 až 5 miliárd rokov sa pri nezmenenej presnosti merania našli ešte väčšie rozdiely. Z týchto výsledkov možno usudzovať, že konštanty, charakterizujúce jadrové premeny, sa počas vývoja slnečnej sústavy lokálne menili. Supervysoké tlaky a obrovské teploty, ktoré sa dnes nevyvinú už ani v hlbkach Zeme, pôsobili keďsi na atómy silami, porovnatelnými so silami jadrovými a tak ovplyvňovali rýchlosť premeny nestabilných jadier. V podmienkach slnečnej sústavy už idú jadrové hodiny rovnako tri až štyri miliardy rokov.

Princíp funkcie jadrových hodín pripomína princíp presýpacích hodín. Treba poznat rýchlosť presýpania a jej závislosť od času. Obvykle sa rýchlosť presýpania piesku v presýpacích hodinách považuje za stálu tak, ako považujeme za stálu aj rýchlosť premeny jednotlivých nestabilných izotopov. Presýpacími hodinami určujeme čas tak, že zistujeme množstvo nepresýpaného piesku v hornej nádobe. Úplne samozrejmým predpokladom pritom je, že sa piesok nekontrolované nerozsýpa mimo nádobu, ani sa zvonku neprisýpa. Analogicky pracujú jadrové hodiny. Premena materského nestabilného izotopu na konečný stabilný dcérsky izotop, predstavuje presýpanie. Množstvo pie-

sku v hornej nádobe presýpacích hodín, to je množstvo materského izotopu; množstvo piesku v dolnej nádobe zasa predstavuje množstvo dcérskeho stabilného izotopu. Niektorých izotopov je však v prírodných podmienkach tak málo, že zmeny ich obsahu, vyvolané jadrovými premenami dnes jednoducho nevieme určiť. Dnes sa preto používa v radiačnej chronológii len niekoľko metód. Z nich najznámejšie sú tríciová a rádiouhlíková metóda, metóda draslíka — argónu a vápnika, metóda rubídiová — stronciová, réniová — osmiová, tóriová — olovená (hélioú), uránová — olovená (hélioú) a xenónová metóda. Každá z týchto metód je vhodná pre iné obdobie, iné objekty a udalosti, takže vo všeobecnosti sú tieto metódy vzájomne nezastupiteľné. Napríklad tríciová metóda je ideálna pre objekty, obsahujúce veľa vodíka a nie staršie, ako niekoľko sto rokov, používa sa napríklad v hydrologii. Rádiouhlíková metóda je zasa vhodná pre organické vzorky, staré niekoľko tisíc rokov; preto pomáha najmä archeológom a kvartérnym geologom. Naproti tomu metódy tóriová — olovená a uránová — olovená, sú použiteľné len pre veľmi staré horniny a minerály, ktorým vek možno počítať na miliardy rokov.

Čo hovoria tieto metódy o pôvode látky, z ktorej sa vytvorili Zem a Mesiac? Ukazujú, že vodík, hélium a litium pochádzajú ešte z prapočiatku vesmíru, zatiaľ čo 90 % ľahkých jadier sa vytvorilo v útrobach supernov v priebehu 6 až 8 miliard rokov, ktoré uplynuli, kým vznikla slnečná sústava a asi desatina všetkých atómov má pôvod v supernove, ktorá vy-

buchla v blízkosti tvoriacej sa slnečnej sústavy. Túto udalosť dokazuje existencia dcérskeho xenónu. Vznikol z plutónia a jodu, ktoré pre svoju krátku životnosť (polčas premeny plutónia — izotopu 244 je $8 \cdot 10^7$ rokov a jodu 129 len $1,6 \cdot 10^7$ rokov), nemohli vzniknúť skôr, ako pred 4,5 až 5 miliardami rokov. Keby takáto supernova v tomto období nebola blízko vznikajúcej slnečnej sústavy vybuchla, nejestivovalo by už v slnečnej sústave plutónium, izotop 244 ani jód 129.

Pomocou olovenej, stronciovnej, argónovej a hélioú metód určila radiačná chronológia vek kamených meteoritov na 4,5 miliardy rokov. Rovnaký vek sa zistil aj pre najstaršie horniny na Zemi. Takýto je aj vek najstarších vzoriek, prinesených z povrchu Mesiaca. Pravda, na Mesiaci sa našli aj mladšie horniny, ktorých vek sa určí na 2 až 3,6 miliárd rokov. Toto však nie je vek Mesiaca, ale čas, v ktorom sa ešte vylievala z hlbín Mesiaca horúca láva, vyplňajúc prepadiská mesačných morí. Tým, že povrch Mesiaca nie je chránený atmosférou, bezprostredne naň dopadajú primárne kozmické žiarenie a kozmický prach: obsahujú vzácne transuránové prvky, ktoré poznanie jadrová fyzika pod názvom superťažké a ktoré sa dnes získavajú v laboratóriach zložitými postupmi prakticky po jednom atóme.

Oldobie kozmických letov dáva možnosť analyzovať vzorky z hlbín vesmíru i z povrchu najbližších planét slnečnej sústavy a ich satelitov, preto stále rastie význam radiačnej chronológie v kozmofyzike.

Rok má 19 mesiacov

Tento mimoriadne dlhý rok — Rok maxima slnečnej činnosti — začal „naostro“ v auguste tohto roku: slniečkári na celom svete pozorujú Slnko počas jeho maximálnej aktivity na základe presne vypracovaného programu tejto veľkej medzinárodnej astronómickej akcie. Zaujímalo nás, ako pozorovania prebiehajú, čo je cieľom jednotlivých programov a aká je účasť našich ľudových hvezdárni a amatérov. Pre odpovede sme si zašli na Astronomický ústav SAV do Tatranskej Lomnice a na Krajskú hvezdáreň v Prešove.

RNDr. Július Sýkora, CSc., riaditeľ
Astronomického ústavu SAV v Tatranskej Lomnici:

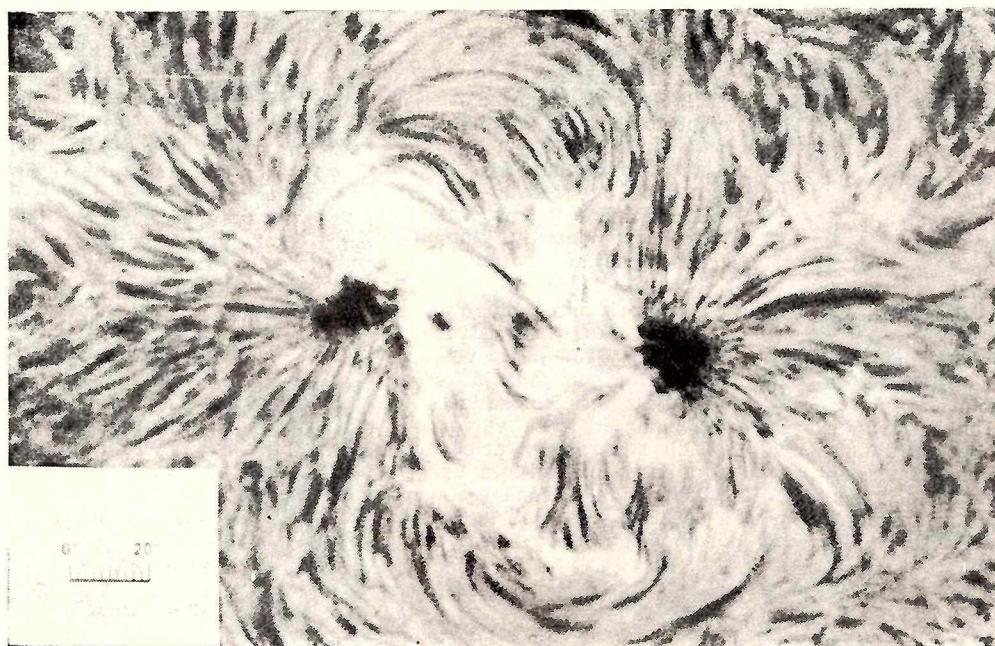
— Ako sa organizujú pozorovania v Roku slnečného maxima? Začína to telexom: observatórium v Medoune pri Paríži, ktoré je koordinačným strediskom jedného z programov, alebo Národný úrad pre výskum atmosféry v Boulteri (USA) vyšľú do celého sveta oznam — fotografuje v intervale tolkých a toľkých minút aktívnu oblasť, jej poloha na slnečnom disku je taká a taká (udané súradnice). Akcia trvá 2–3 dni, potom je zhruba týždeň pauza.

Oblasť, ktorá sa fotografuje, je pomerne malá. Nejdô o zachytenie celého Slnka, ale len označenej aktívnej oblasti. Na našom ústave fotografujeme jednak v bielom svetle a jednak cez filter v čiare H alfa. Cieľom tejto celoslovenskej akcie je zhromaždiť pozorovací materiál, ktorý by pomohol spresniť: 1. aké fyzikálne podmienky vedú k vzniku erupcie, aké štadiá vývoja aktívnych oblastí predchádzajú erupciám; 2. Akým spôsobom sa pri erup-

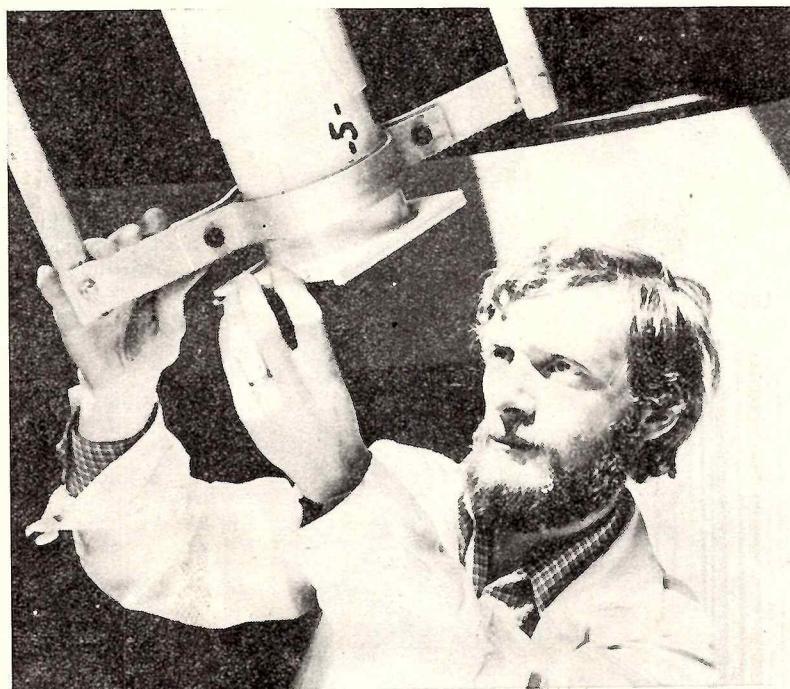
cii uvoľňuje energia. Existuje aj tretí program (šírenie energie medziplanetárnym priestorom), ale na týchto pozorovaniach sa nás ústav nezúčastňuje.

Vždy keď dostaneme telex, ktorý oblasť na Slnku treba pozorovať a v akých intervaloch sa fotografuje, vyšleme správu ďalej — na Krajskú hvezdáreň v Prešove, do Hurbanova, Rimavskej Soboty, Valašského Meziříčí, Rožňavy, Humenného a Levíc. Výsledky pozorovaní z nášho observatória posielame od koordinačného strediska najneskôr jeden deň po skončení Roku slnečného maxima, keď budeme podrobne spracovať výsledky. V máji sme však spravili „generálku“: všetky hvezdárne, ktoré sa zapojili do akcie, poslali nám svoje snímky aktívnych oblastí na Slnku, aby sme mohli navrhnuť zlepšenia. Už v máji sme organizovali pozorovania tým istým systémom, ako budú prebiehať počas celého Roku slnečného maxima.

Ako môžu amatéri pomôcť? Myslím, že zo všetkých objektov je pre amatéra astronóma práve Slnko najlepšie pozorovateľné a podľa mňa sú to pozorovania, ktoré prinesú pre amatéra najviac zážitkov. Na tomto poli je práca amatéra veľmi záslužná. Môžem spomenúť aj konkrétny príklad: V roku 1975 bol zorganizovaný projekt „Zrod aktívnych oblastí na Slnku“. V rámci tohto projektu, do ktorého sa zapojili aj vyspelí amatéri, bolo najdôležitejšie sledovať počiatocné štadiá vývoja aktívnych oblastí, ktoré sú v porovnaní so štadiami, kedy je aktívna oblasť charakterizovaná mohutnými škvŕnami a erupciami, pomerne málo preskúmané. Pritom poznat to, čo viedlo k vzniku erupcií, je veľmi dôležité napríklad i z hľadiska možného prognózovania energetických javov na Slnku. V rámci spomenutej akcie sme 23. júna 1975 o 4. hodine ráno (svetového času) pozorovali v oblasti vytipovanej organizačným centrom na Kryme drobnú škvŕnku, potom v priebehu 20. minút tri škvŕnky a oblasť sme sledovali v priebehu 8 dní, až po jej západ za slnečný okraj. Neboli sme však presvedčení, či sme skutočne zachytili vývoj v najranejšom štadiu. Obrátili sme sa na amatérov: z Krajskej hvezdárne v Prešove sme dostali veľmi precíznu kresbu Slnka, zhotovenú v podvečer predošlého dňa. Presne v polohe, kde sme pozorovali prvú škvŕnku, mal P. Ivan zakreslené už večer predtým pôry a zjasnenia — útvary, ktoré sú skutočne úplne počiatocnými optickými prejavmi rodiaci sa aktívnej oblasti. Naše pozorovanie sa tým skompletovalo a značne získalo na cene. Výsledky sme predložili na medzinárodnej konferencii o slnečnej fyzike v Irkutsku. Ukázali sa byť unikátnymi spomedzi asi 30 observatórií, ktoré na projekte participovali.



←
Aktívna oblasť na Slnku. Jasne vidieť štruktúru magnetických polí, aká je charakteristická pre oblasť bi-polárnej dvojice škvŕn.



Aktívna oblasť na Slnku 12. 5. 1979 o 07 h 39 min UT. Exponícia:
1/1000.

Foto: Peter Ivan

— Myslím, že každé pozorovanie má svoje čaro — či už sa sledujú meteory, premenné hviezdy alebo Slnko. Ale rád súhlasím s tým, že pozorovanie Slnka je obzvlášť príťažlivé: Slnko je veľmi blízko, vidno ho v detailoch, možno sledovať, ako sa škvry vyvýhajú a menia. V týchto dňoch je Slnko rekordne „pehavé“, pred týždňom som napočítal 83 škvín a relatívne číslo mi vyšlo 213. Prvého mája to bolo ešte viac — relatívne číslo sa určil na 238. Rok slnečného maxima v plnej kráse.

Každý, kto začína s pozorovaním Slnka — či už fotografuje alebo zakresluje — skonštatuje predovšetkým, že je to drina. Stále na človeka prázni slnko a on musí pritom obskakovať okolo ďalekohľadu, tam priosrifí, tu pritiahnúť nejakú skrutku. Ale keď je už práca hotová a dobre vychádza, je to veľmi príjemný pocit. Horšie je, že platí zákon schválnosti: keď sme v máji začali robiť detailné snímky aktívnych oblastí [a to si človek dáva obzvlášť záležať, ved medzinárodná akcia, spolupráca s profesionálmi], zákon schválnosti začal pracovať akosi veľmi účinne. Kazilo sa počasie tesne pred tým, než sa začalo fotografovať, potom sme zas zistili, že zo strechy našej novej hvezdárne nemáme až tak priezračnú atmosféru ako sme si myslí. A raz keď som usilovne fotil, nevšimol som si, že sa mi film v aparáte dobre nepretáča, urobil som asi 30 snímkov a jednotlivé obrázky sa prekrývali. Vyslovená smola. Neskôr však veči prišli do svojich kolají. Je veľmi dobre, že ešte prv než začal Rok slnečného maxima „naostro“, mali sme máj ako generálnu skúšku a potom ešte dva mesiace na potrénovanie a vylepšovanie. U nás v Prešove sa pozorovaniu Slnka venujeme asi desiat: Členovia Klubu mladých astronómov, ktorý pracuje pri našej hvezdárni, denne zakresľujú Slnko, pomáhajú pri fotografovaní či vyvolávaní. Myslím, že Rok slnečného maxima priláka k týmto pozorovaniam aj mnohých ďalších záujemcov.

Tatiana Fabini

Relativne číslo

Relativne číslo je jedným z indexov, ktorý charakterizuje slnečnú činnosť. Pre určity deň ho vypočítame takto: počet **skupín** slnečných škvŕn, ktoré pozorujeme na celom disku Slnka (g) vynásobíme desiatimi a k tomu pripočítame počet **jednotlivých škvŕn** (f) — či už sa vyskytujú samostatne alebo v skupinách. Teda relativne číslo $R = 10g + f$.

Ak na slnečnom disku nie je ani jedna škvŕna, relativne číslo sa rovná nule. Ak sa však na ňom objaví jedna škvŕna, potom už je relativne číslo 11, lebo táto škvŕna sa započítava dvakrát: raz ako skupina, druhýkrát ako samostatná škvŕna. Je zrejmé, že škvín býva viac než skupín škvŕn.

Relativne číslo sa určuje denne, z denných hodnôt sa počítajú priemerné mesačné relativne čísla, z nich sa za urči relatiívne číslo pre daný rok. Hodnoty R získané rozličnými ďalekohľadmi sa korigujú na rovnakú škálu: takto získané relativne číslo sa nazýva zürišským, podľa hvezdárne, ktorá ich každoročne publikuje.

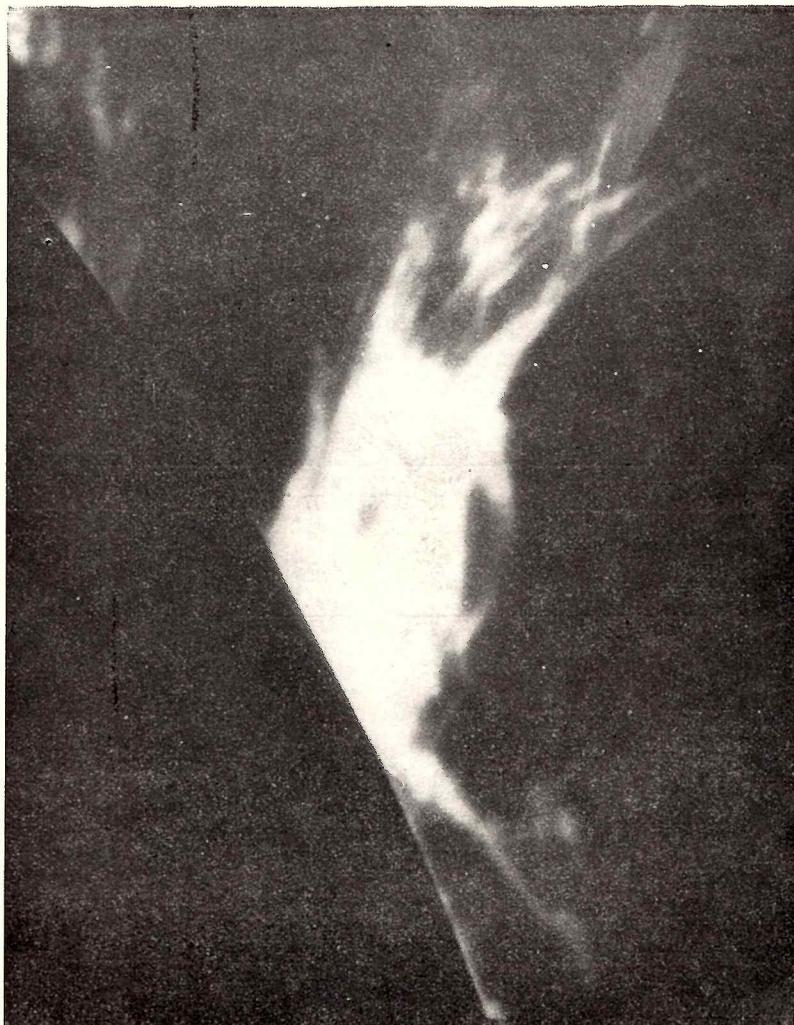
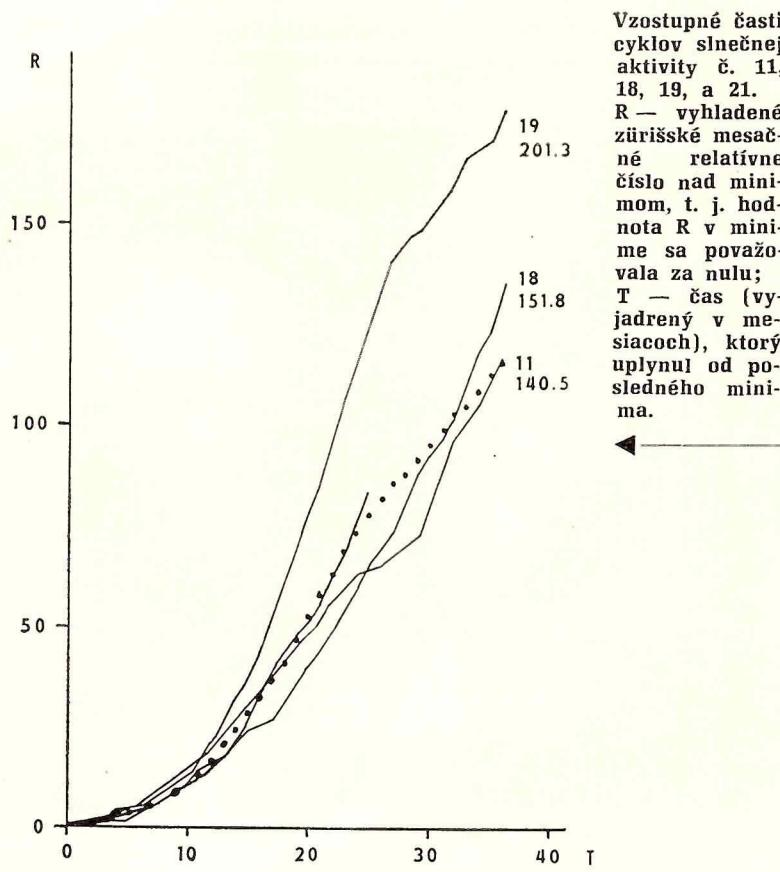
Aký bude 21. cyklus slnečnej aktivity?

Fredpovedí týkajúcich sa aktivity Slnka, jej priebehu a vyjadrenia prostredníctvom relatívneho čísla na obdobie 21. slnečného cyklu bolo vytvorené už úctyhodné množstvo. Autori predpovedí za počúajú určit čo možno najpresnejšie najmä obdobie, keď maximálny cyklus nastane a taktiež hodnotu relatívneho čísla v čase maxima. Predpovede sú založené na uvažovaní rozličných charakteristík slnečnej aktivity, na rôznych prístupoch k údajom a metodach ich spracovania. V dôsledku toho sa jednotlivé predpovede navzájom značne líšia. Na obdobie maxima 21. cyklu slnečnej aktivity sú predpovedané hodnoty relatívneho čísla v medziach od niekoľko málo desiatok až po hodnoty niečo vyše 200. Pretože začiatok 21. cyklu nastúpil už v polovici roku 1976 (po minime ktoré nastalo v júni 1976), v súčasnosti už existuje aký-taký obraz o priebehu aktivity Slnka za obdobie vzostupu v tomto slnečnom cykli.

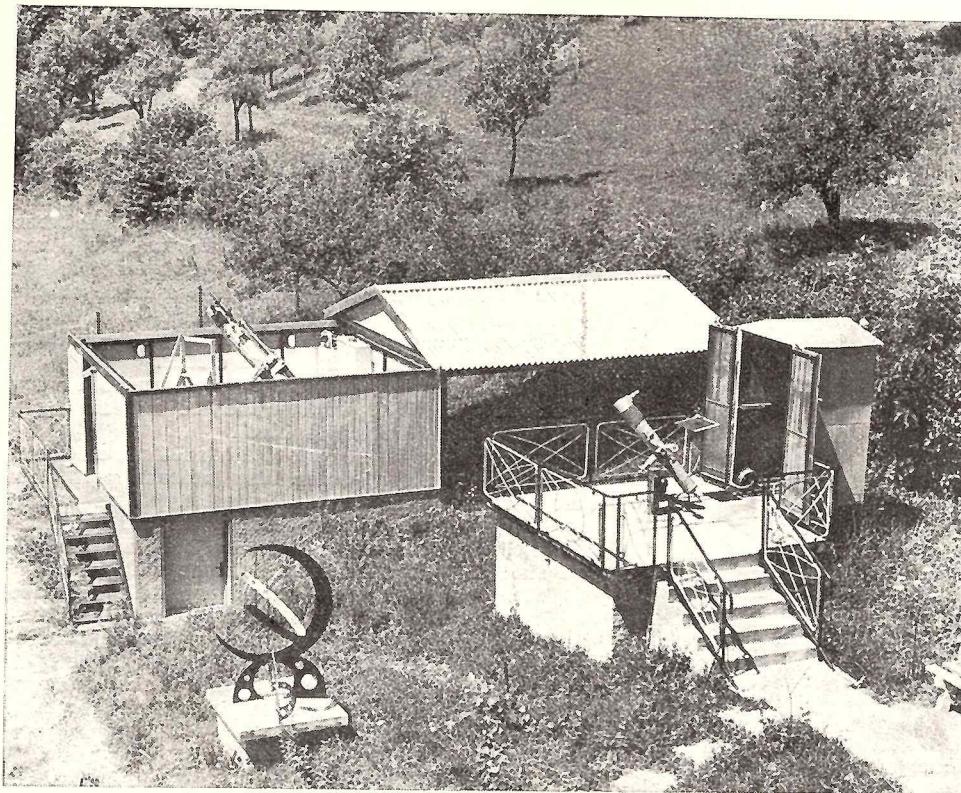
Na pripojenom obrázku čiara bez označenia znázorňuje priebeh vyhľadeného zürišského relatívneho čísla za časť 21. cyklu. Plné krúžky predstavujú predpovedané mesačné hodnoty vyhľadeného priebehu relatívnych čísel podľa predpovede H. H. Sargenta (NOAA Space Environment Services Center, Boulder). Okrem toho sú kvôli porovnaniu znázornené aj časti vzostupných vetiev pre tri najväčšie cykly od r. 1850 s udaním najvyššej hodnoty vyhľadeného (spriemerovaného) mesačného relatívneho čísla v maxime daného cyklu.

Z predbežných výsledkov sa ukazuje, že priebeh vyhľadených hodnôt relatívnych čísel 21. cyklu narastá rýchlosťou, ktorú predstihla len rýchlosť vzrastu v 19. slnečnom cykle. Ak vezmeme ešte k tomu do úvahy skutočnosť, že predbežné zürišské nevyhľadane relatívne číslo za marec 1979 bolo 137,0, potom sa zdá veľmi pravdepodobné, že 21. cyklus bude jedným z najaktívnejších cyklov.

Podľa „Solar Maximum Year Newsletter No. 4/79“ voľne spracoval Ladislav Kulčár



Slnečná protuberancia z archívu Josefa Klepeštu.



Pozorovanie Slnka na Eudovej hvezdárni v Rožňave.

Foto: Jozef Vajda



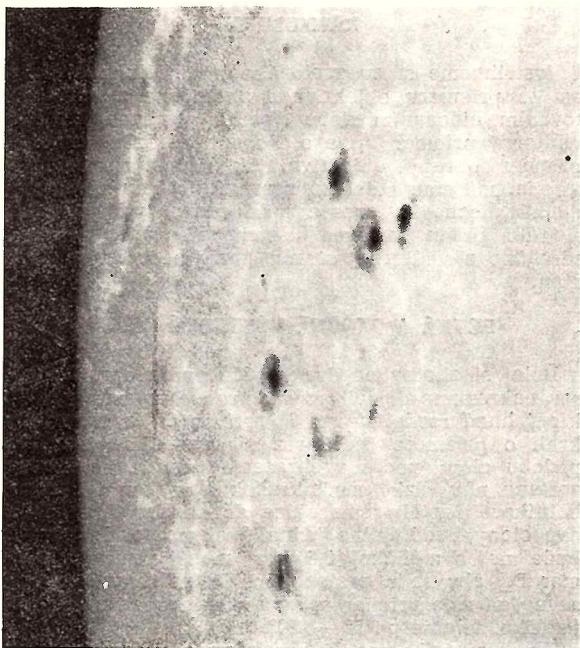
AKO FOTOGRAFOVAŤ SLNEČNÚ FOTOSFÉRU

JURAJ GÖMÖRI

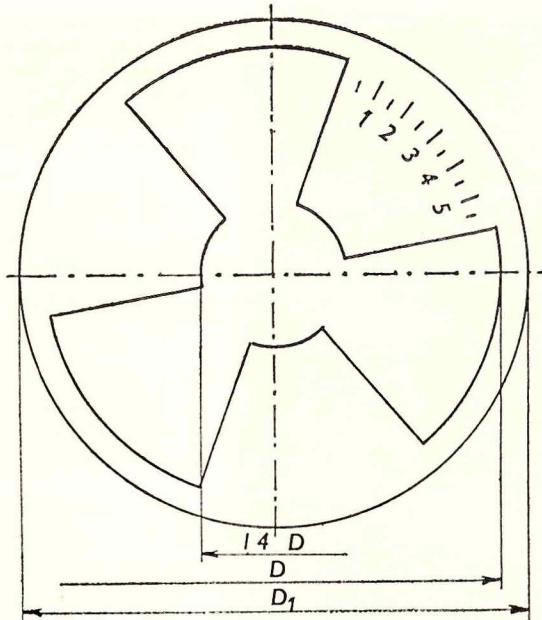
V roku maxima slnečnej činnosti, ktorý sa začal dňom 1. augusta 1979 budú chcieť určite mnohí fotografovať fotosférę Slnka, na ktorom sa v tomto období očakáva výskyt väčšieho množstva povrchových javov. Z nich najvýraznejšie a najatráktívnejšie sú škvryny a skupiny škvŕn.

Astronómovia pri fotografovaní objektov na nočnej oblohe zápasia vždy s nedostatom ich svetelnosti, preto siahajú po vysoko svetelných objektívoch, používajú citlivé emulzie a dlhú expozičnú dobu. Opačne je to pri fotografovaní Slnka v bielom svetle. Siahame i tu za kvalitnými objektívmi čím väčšieho priemeru, aby sme dosiahli veľkú rozlišovaciu schopnosť, v jeho ohnísku však získame vysoko svetelný obraz slnečného disku, ktorý spáli i málo citlivú vrstvu fotomateriálu aj pri najkratšej dosiahnutnej expozičii.

Tu má astronóm možnosť použiť neutrálny alebo iný filter pred objektívom alebo pri ohnísku (kvalitné filtre s veľkým priemerom sú nákladné, filtre nedaleko ohnískového obrazu ľahko praskajú od kondenzovaného tepla), alebo môže clonit objektív irisorou clonou, tým však stráca pôvodnú rozlišovaciu schopnosť objektívu.



Slnečné škvryny a fakulové pole. Foto z 15. VIII. 1978, Vladimír Karlovský, KH Hlohovec.



Obr. 1

V praxi sa mi osvedčila jednoduchá clona vlastnej konštrukcie o akej nemám informácie, že by sa niekde používala. Jej výhodou je, že zachováva plnú rozlišovaciu schopnosť objektívu a dá sa plynule obmedzovať tok svetelných lúčov prakticky po nulu. Pritom pre jej jednoduchosť môže si ju ktokoľvek zhotoviť doma.

SLNEČNÁ VÝSEKOVÁ CLONA PRE REFRAKTORY

Každý refraktor má okolo objektívu kratšíu — dlhšiu valcovitú časť, ktorú využijeme na osadenie clony. Musíme ešte poznať užitočný priemer objektív D. Ďalej sa rozhodneme, z akého materiálu si clonu vyrábime. Môže byť čierny alebo pocinovaný prípadne hliníkový plech, alebo aj patrične hrubá lepenka (0,5 — 1 mm), prešpán a pod. Rozhodneme sa podľa toho, aké máme možnosti spracovania toho — ktorého materiálu.

RÁM CLONY

Vystrihneme si zo zvoleného materiálu pás šírky $\frac{1}{2}$ priemeru objektív a zhotovíme z neho nitovaním, cínovaním alebo lepením prstenec, ktorého vnútorný priemer D_1 je o 2 mm väčší ako vonkajší priemer obruby objektív. Ak máme mimoriadne šťastie, môžeme nájsť konzervovú krabici alebo podobnú plechovku presne požadovanej veľkosti, tak si túto prácu môžeme ušetriť. Konečne prstenec zdrsníme z vnútornej strany jemným brúsnym plátom.

PEVNÁ A OTOČNÁ VÝSEKOVÁ CLONA

Dalej si zhotovíme dva kotúče podľa obr. 1. Najprv nakreslíme do ich stredu kruh o priemere $\frac{1}{4} D$, ktorý hned rozdelíme na 6 častí po 60° a naposledy kruh o priemere D_1 . Teraz si vyznačíme konečnú podobu clony podľa vyobrazenia tak, že na koniec zostane plný úzky medzikrúžok a v ňom tri trojuholníkové jazyčky smerujúce do stredu clony. Obidve clony budú úplne jednaké až na to, že otočná bude mať o maličko (0,5 mm) menší vonkajší priemer D_1 , aby sa v prstencu mohla voľne točiť a na pevnej si ešte pri narysovaní vyhotovíme na jednom jazyčku delenie po 5° — 10° .

Teraz vystrihneme či vysekáme vnútornú podobu clony a naposledy vonkajší kruh D_1 . Po presnom opracovaní pilníkom ešte zdrsníme všetky plochy povrchu.

K dokončovacím prácam potrebujeme ešte pári 1 mm hrubého filcu, kusy 1,5 — 2 mm hrubého oceľového drôtu, lepidlo, prípadne cín.

MONTÁŽ

Z oceľového drôtu ohneme 3 kusy krúžkov s vonkajším priemerom vnútorného priemeru prstence a jeden z nich doň zacínujeme — vlepíme (Epoxy 1200) na vzdialenosť asi 10 — 15 mm od predného okraja (obr. 2, A). Teraz napevnno vsadíme pevnú clonu C_p s označeným delením dopredu. Nad ňu vsadíme druhý drôtentý krúžok B a vložíme otočnú clonu C_{ot} . Upevníme ju tretím krúžkom C , ktorý v prípade potreby môžeme tiež zacínať — zlepíť. Pozor, aby sa otočná clona dala otáčať!

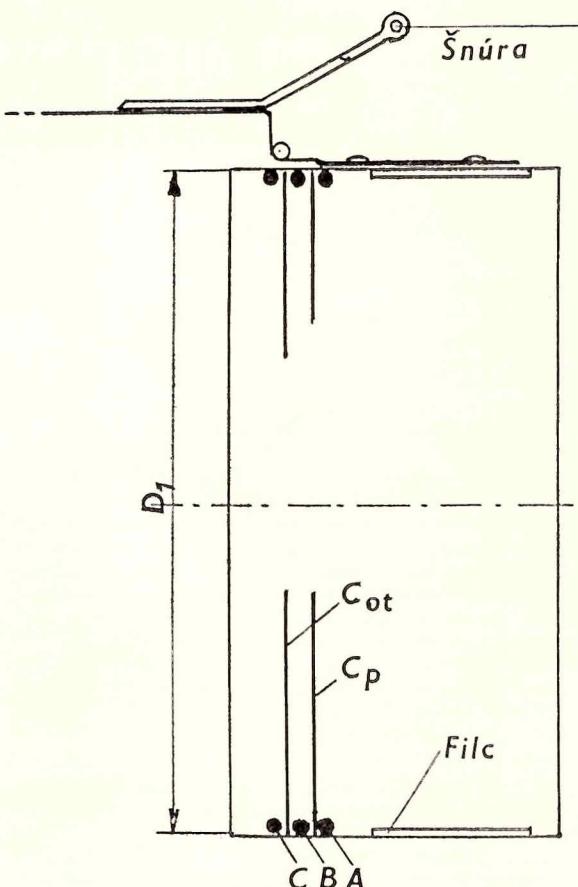
Zo zadnej strany vlepíme do vnútorného obvodu prstence pás filcu, pomocou ktorého môžeme clonu jemne osadzovať na náš prístroj.

Ked to máme všetko hotové a odskúšané, celý vnútorný povrch clony okrem filcu, vrátane pevných i otočných jazyčkov (a to i z prednej i zo zadnej strany) natrieme matnou čiernou farbou. Na tento účel je najvhodnejšia farba čierny latex, menej vhodná školská tabuľová čierna, najmenej čierny tuš.

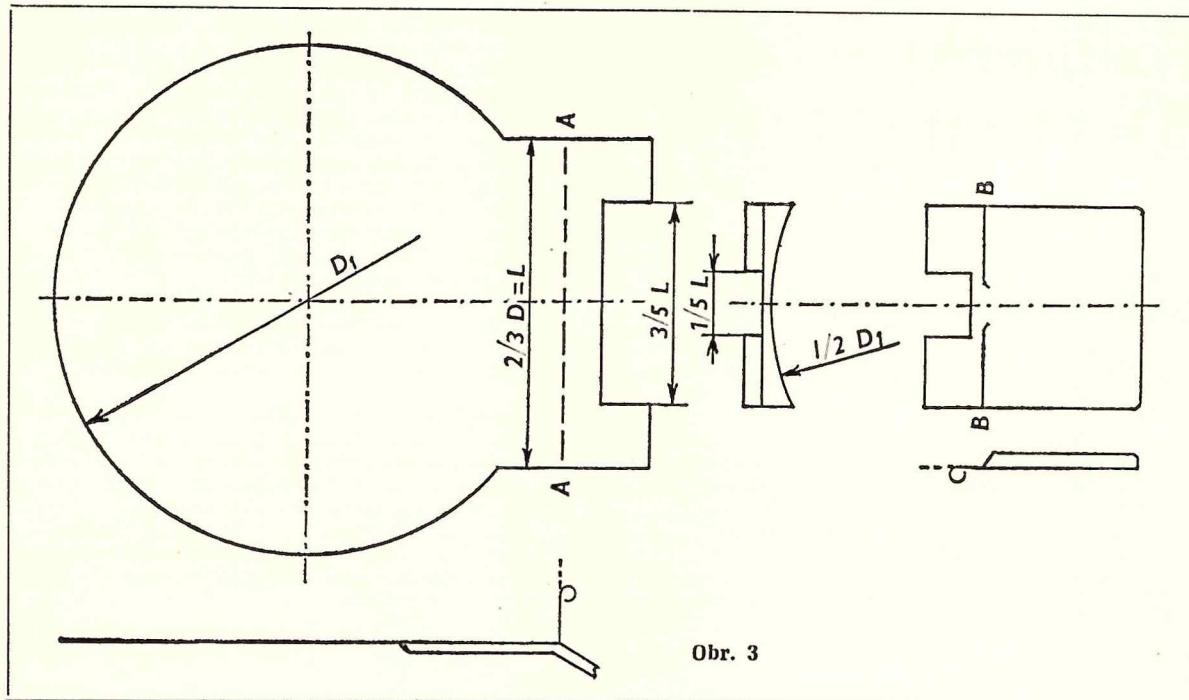
Takto zhotovená clona prepúšťa o málo viac ako 50% svetelného toku oproti neclonenému objektívu, keď sa jazyčky clony vzájomne kryjú. Otáčaním otočnej clony nad pevnou sa môže tok svetelných papršekov ďalej plynule znižovať. Niekoľkými pokusnými snímkami sa môže empiricky určiť správny osvit negatívu.

ĎALŠIE VYLEPŠENIE

Ak chceme získať kvalitné snímky fotosféry Slnka, musíme brať do úvahy, že sústredený (i tepelný) tok slnečných lúčov našu aparáturu značne zohrieva. V tubuse prístroja vznikajú nežiadúce turbulencie vzduchu, ktoré znižujú ostrosť, teda kvalitu snímku.



Obr. 2



Obr. 3

Okrem toho sa nám môže stať, že nám od prehriatia praskne optika nedaleko od ohniskového obrazu, prípadne sa roztopí a zakalí kanadský balzam, ktorý sú niektoré korigované okulárové sústavy zlepnené. Preto vystavujeme nás prístroj zásadne len na čím najkratšiu dobu účinkom slnečného žiarenia. V praxi sa slnečné komory uzavárajú záklopkou, ktorá sa otvorí len tesne pred expozičiou a po nej sa okamžite znova uzavrie. Po otvorení záklopky je potrebné vyčkať 1 — 3, niekedy i viac sekúnd podľa pevnosti montáže prístroja, kým sa chvenie montáže ustáli. Taktiež sa musí záklopka otvoriť na dobu zaostrovania obrazu.

ZHOTOVENIE ZÁKLOPKY

Vhodná záklopka sa na clonu s kovovým prstencom dá tiež ľahko vyhotoviť. Vystrhneme z plechu držiak záklopky a samotnú záklopku podľa obr. 3. Závesovú časť záklopky ohneme na čiare A—A do pravého uhl'a a oba jej konce zavinieme v podobe rúrok na oceľový drôt \varnothing 2 — 3 mm.

Držiak záklopky po vystrihu upneme na výrezovej časti do zveráka malými a kladivovými údermi a na oboch okrajoch ohneme upevňovaciu časť podľa D_1 . Konce pri výseku tiež zavinieme do rúročiek.

Okrem oceľového drôtu pre osku záklopky potrebujeme len malú oceľovú pružinu (podľa obr. 4). Záklopku s držiakom pomocou oceľového drôtu zmontujeme podľa obr. 5 tak, že pružinu natiahneme v strednom výrese napnutú na drôt. Jej jeden koniec sa opiera o držiak, druhý o záklopku, takže ju udržuje v každej polohe dalekohľadu zavretú. Na záklopku ešte pricinujeme kus ohnuteľného oceľového drôtu, na koniec ktorého uviažeme šnúru, ktorou môžeme záklopku ovládať od okulárového konca refraktora. Vnútornú stranu záklopky po zdrsnení musíme natrieť tiež čiernym latexom.

Držiak záklopky prinutujeme na prstenec clony.

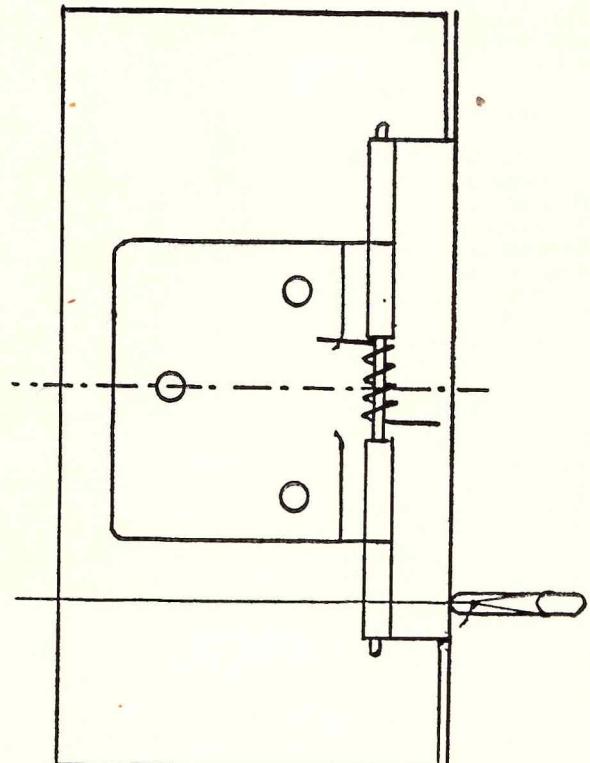


Obr. 4

POSTUP FOTOGRAFOVANIA

Refraktor s fotoaparátom a clonou pripravený na akciu namierime na Slnko, necháme chvíľu vyrovnať tepelné rozdiely okolia a prístroja. Potom záklopku otvoríme a čo najrýchlejšie zaostrime a záklopku znova zavrieme. Natiahneme uzávierku, záklopku otvoríme, vyčkáme 2 — 3 sekundy, expozičnou šnúrou odexponujeme a záklopku uzavrieme.

Takýmto spôsobom môžeme dosiahnuť veľmi kvalitné snímky.



Obr. 5

Podmienky súťaže ASTROFOTO '79

ASTROFOTO '79 je súťaž pre astronómov-amatérov a fotoamatérov, ktorú vypisuje Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove.

Súťaže sa môžu zúčastniť občania ČSSR, čiernobielymi a farebnými fotografiami, v troch vekových skupinách: A/1 — do 18 rokov, A/2 — do 25 rokov, a A/3 — nad 25 rokov. Súťaží sa vo dvoch kategóriach:

1. Fotografie zaujímavých astronomických objektov a rôznych astronomických úkazov na hviezdnej oblohe (zatmenia a zákryty nebeských telies, kométy, meteory, umelé družice, konjunkcie nebeských telies, denný pohyb, planéty, planétky, Slnko, slnečné škvarky, hviezdomopy, hmloviny a ľ.).
2. a) Fotografie okolitej prírody, zachycujúce rozličné astronomické úkazy (východ a západ Slnka, Mesiac v rozličných fázach s kontúrami prírody a ľ.).
b) Fotografie vystihujúce túžbu po poznaní, tvorivé nadšenie a prácu astronómov-amatérov (práca s hvezdárňami, činnosť astronomických krúžkov, astronomické podujatia konané pri príležitosti

Medzinárodného roku dieťaťa, astronomické pozorovanie a ď.).

Každý účastník môže zaslať celkom 5 čiernobielych a farebných prác, z toho dva seriály s maximálnym počtom 5 fotografií, ktoré budú považované za jednu snímku. Pri skupine A/1 je požadovaný najmenší formát 18×24 cm, pre ďalšie dve vekové skupiny formát 30×40 cm, prípadne odvodeniny tohto formátu. Do súťaže nebudú zaradené práce staršie ako dva roky a práce ocenené v iných súťažiach.

Každá fotografia musí byť označená na rube menom autora, dátumom narodenia, názvom snímky a adresou odosielateľa. V prvej kategórii bude treba uviesť aj dátum a čas fotografovania, dobu expozičie, prístroj a použitý fotografický materiál. Seriály označte S-A 1, 2 atď., pri dvoch seriáloch S-A a S-B.

So súťažnými fotografiemi odporúčame zaslať snímky o rozmeroch 13×18 cm s lesklým povrchom, vhodné pre propagáciu a katalóg.

Najlepšie práce budú odmenené finančnými cennami v celkovej hodnote 10 000,— Kčs a čestnými uznaniami. Zo súťažných prác bude usporiadana celoslovenská výstava a vybrané práce budú uverejnené v časopise KOZMOS. Ocenené snímky sa stávajú majetkom usporiadateľa.

Všetkým účastníkom súťaže doporučujeme spoľa-prácu s hvezdárňami a astronomickými pozorovateľňami.

Súťažné práce posielajte (v obálke označenej heslom „FOTOSÚŤAŽ“) do 30. novembra 1979 na adresu Slovenské ústredie amatérskej astronómie, 947 01 Hurbanovo.

VII. ročník astronomickej súťaže

PAVEL VOZÁR

„VESMÍR JE NÁŠ SVET“

Krajská hvezdáreň v Banskej Bystrici v spolupráci s Domom ČSSP v Banskej Bystrici uskutočnili v dňoch 24. a 26. apríla 1979 VII. ročník astronomickej súťaže Vesmír je nás svet. V I. kategórii súťažili členovia astronomických krúžkov zo základných deväťročných škôl v II. kategórii členovia AK zo stredných škôl zo Stredoslovenského kraja.



TABUĽKA VÍťazov

I. kategória

1. ZDŠ Žarnovica — A. Vanek, R. Keresteš, ved. AK M. Ciglanová
2. ZDŠ Závadka n. Hr. — S. Babnič, I. Moriaková, ved. AK B. Babničová
3. ZDŠ Hnúšta — D. Dobrovský, P. Košarník, ved. AK L. Kolesárová
4. I. ZDŠ Krupina — J. Žitniak, S. Pinter, ved. AK M. Bariak
5. ODPaM L. Mikuláš — R. Kasanický, S. Berényi, ved. AK F. Olejár

II. kategória

1. Gymn. B. Bystrica, Taj. ul. — T. Pažúrová, M. Krupa, ved. L. Topoľský
2. Gymn. V. P. T. Martin — V. Lukáč, J. Dírer, ved. AK M. Barbierová
3. Gymnázium Čadca — J. Mitková, S. Kapusta, ved. AK D. Barbier
4. Klub meteor. B. Bystrica — J. Škvarka, P. Kováčik, ved. D. Očenáš
5. Gymn. Rimavská Sobota — K. Kerekešová, T. Ďurčáková, ved. AK F. Zlach

FOTOGRAFUJEME OBLOHU IV.

DUŠAN KALMANČOK

Spôsobom vyvolávania môžeme vo veľkej mieri ovplyvniť kvalitu negatívneho obrazu, teda rozlišovaciu schopnosť, veľkosť zrna, ale hlavne strmosť a celkovú hustotu exponované vrstvy. Vplyv na kvalitu obrazu má druh vyvolávania, vyvolávač, teplota vývojky, vyvolávací čas a tiež intenzita miešania roztoku počas vyvolávania.

Pozrieme sa bližšie ako tieto faktory vplývajú na tvorbu negatívneho obrazu.

DRUH VYVOLÁVANIA

Latentný obraz, ktorý vznikol exponovaním filmu, môžeme v podstate vyvoláť troma spôsobmi: chemický, fyzikálne alebo chemicko-fyzikálne.

Pri chemickom vyvolávaní sa v exponovanej vrstve redukuje striebro vyvolávačom, obsiahnutým vo vývojke. Abi bola zachovaná podstata chemického vyvolávania je nutné, aby koncentrácia siričitanu sodného v roztoku neprekročila 5 %. Väčšina vývojok, ktoré môžeme kúpiť, pracuje chemicky. Počas vyvolávania sa nimi dá ovplyvniť kvalita negatívneho obrazu — výsledok závisí od vyvolávača, druhu alkálie, koncentrácie siričitanu, obsahu ostatných prísad a od teploty vývojky.

Všetky panchromatické filmy musíme vyvolávať, prerušovať a ustaľovať v úplnej tme. Orthochromatické emulzie možno spracovávať pri tmavočervenom svetle a nesenzibilizované filmy možno vyvolávať aj pri svetločervenom filtrovi.

Vyvolávací čas je predom stanovený a je daný druhom vývojky. Údaje sú uvedené na obale, alebo v receptári na prípravu vývojky.

Strmosť a celkové krytie negatívneho obrazu, ako i hodnota závoja sú regulovateľné vyvolávacím časom a teplotou vývojky. Predĺžením vyvolávania a zvýšenou teplotou sa strmosť zvyšuje, stúpa celková hustota a tiež sa zvyšuje závoj v neexponovaných miestach emulzie.

Pri chemickom vyvolávaní dostávame v emulzii veľké zrno. Zo všetkých druhov vyvolávania tento spôsob dáva najhoršie výsledky v rozlišovacej schopnosti emulzie, obrysovej ostrosti a hodnote vlastného závoja negatívu.

Z našich vývojok sú to napr.: FOMA FV 30, FV 9 a mnohé podobné s nízkym obsahom siričitanu. Z vývojok KODAK D 8, D 50, alebo D 73 ako aj vývojky Ilford ID 2, ID 15, ID 21, alebo ID 36.

FYZIKÁLNE VYVOLÁVANIE

Pri fyzikálnom vyvolávaní sa redukuje striebro vývojky a usadzuje sa na atónoch striebra latentného obrazu. Istá nevýhoda tohto spôsobu vyvolávania spočíva v tom, že negatív treba exponovať 5 až 10 krát viac, ako je normálna expozícia. Z podstaty fyzikálneho vyvolávania však vyplýva, že je úplne jedno ako citlivý materiál spracovávame, pretože vyvolaním nevzniká vo vrstve prakticky žiadne zrno. Môžeme teda bez obáv použiť najcitlivejšie fotomateriály, napríklad na fotografovanie Slnka a slnečných škvŕn a expozície by nám mali vychádzať pri použití vhodných filtrov okolo 1/100 s.

Dlhý osvitový čas (vzhľadom k použitiu materiálu) je treba voliť preto, aby sa v emulzii vytvoril do-

stačne mohutný latentný obraz, na ktorom sa bude pri vyvolávaní priamo usadzovať striebro obsiahnuté vo vývojke.

Pri vyvolávaní postupujeme takto: Dostatočne exponovaný film najprv ustálime, čím odstránime z emulzie všetko striebro, ktoré netvorí latentný obraz. Ustaľovať musíme v úplnej tme a koncentrácia siričitanu sodného má byť asi 3 %. Ustaľovač musí byť neutrálny, nesmie obsahovať pyrosíričitan draseliny, alebo sodný. Nízku koncentráciu ustaľovača volíme preto, aby sme nenarušili striebro latentného obrazu, ktoré sínranatan čiastočne rozpúšťa. Ustaľovanie trvá pomerne dlho, 20 až 30 minút. Po ustálení filmu nesmíme otvoriť vývojnicu, alebo zaťať svetlo. Film treba najskôr dôkladne vyprať, aby sa z emulzie odstránili všetky rozpustné komplexy sínranatov sodno-strieborných. Perieme v tekúcej vode najmenej 2 hodiny a až potom môžeme zaťať svetlo.

Dalej spracovávame film pri normálnom osvetlení. Pripravíme vývojku takéhoto zloženia:

Roztok I: 10 g metol (rozplastíme zvlášť v malom množstve vody)

50 g kyselina citrónová

500 ml destilovanej vody

Roztok II: 1 g dusičnan strieborný
20 ml destilovanej vody

Destilovanú vodu musíme použiť preto, aby sa nám v roztoku nevyzrážali halogenidy striebra z halových solí, ktoré sú v obyčajnej pitnej vode.

Roztok zlejme tesne pred použitím a ponoríme do takto pripravenej vývojky film. Vyvolávanie začne okamžite, ale prebieha veľmi pomaly. Filmom počas vyvolávania musíme neustále pohybovať. Roztok bude silne modrý, je to spôsobené koloidným striebrom, ktoré sa redukuje z dusičnanu strieborného. Toto striebro sa usadzuje na zárodkoch latentného obrazu, ale i na povrchu filmu a stenách vývojnice. Po asi 30 minútovom vyvolávaní film vyberieme a pod vodom z jeho povrchu odstránime usadené striebro opatrne zotretím jelenicou. Ak nie je film dostačne krytý, môžeme vo vyvolávaní pokračovať až do požadovanej hustoty. Potom ešte film krátko, asi 3 minúty ustálime v obyčajnom ustaľovači a dôkladne vyperieme.

Fyzikálne vyvolaný film je kontrastnejší a má modrý nádych.

A keď je tento spôsob vyvolávania náročný, hľavne na čas, po dobrom overení ho s veľkým úspechom môžeme použiť u niektorých zaujímavých fotografií slnečných škvŕn poprípade Mesiaca, pretože negatív môžeme zväčšovať bez obáv, že na ňom bude vیدno zrno.

CHEMICKO-FYZIKÁLNE VYVOLÁVANIE

Pri tomto spôsobe vyvolávania vzniká veľmi jemné zrno, pretože spolupôsobia oboje predtým spomenuté mechanizmy, prevláda však chemické vyvolávanie. Striebro sa redukuje vo vrstve z osvitných halogenidov a zásluhou vysokej koncentrácie siričitanu a niektorých prímesí sa usadzuje aj na zárodkoch latentného obrazu. Vývojky, ktoré obsahujú len vysoký obsah siričitanu, napr. FV 33, D 76 alebo ID 11 označujeme ako nepravé jemnozrnné vývojky. K pravým jemnozrnným vývojkám patria známy Atomal, Final alebo Mikrogradol.

Alkalita takýchto vývojok býva nižšia ako u chemických vývojok a vyvolávanie prebieha pomalšie. Musíme taktiež rátať až s dvojnásobnou preexpozičiou, pretože siričitan rozpúšťa aj latentný obraz. Vyvolávací čas je dlhší, aby sa počas vyvolávania stačilo vyredukováť striebro do roztoku, a mohlo spolupôsobiť pri tvorbe negatívneho ohrazu.

Jednotlivé charakteristiky negatívov sa dajú ovplyvniť pri vyvolávaní podobným spôsobom ako u chemického vyvolania.

VPLYV VYVOLÁVAČA NA NEGATÍVNY OBRAZ

Pri tých istých podmienkach vyvolávania každý vyvolávač redukuje striebro z osvitných halogenidov iným spôsobom. Niektoré vyvolávače pôsobia rýchle,

iné pomaly. Niektoré pracujú mäkšie — vyrovnávajú kontrast, iné pracujú tvrdšie — zvyšujú kontrast obrazu.

Vlastnosti jednotlivých vyvolávačov sme uviedli v predchádzajúcim čísle.

Obecne však platí, že pri nižšej koncentrácií vyvolávača a pri nižšej alkalite vývojky pracuje roztok mäkšie a predlžuje sa čas potrebný na správne vyvolanie. Preto sa vo vývojkách zväčša používajú kombinácie dvoch vyvolávačov, aby sa vzájomne dopĺňali.

Pretože redukčná schopnosť vyvolávača je závislá na koncentráции vodíkových iónov, každý vyvolávač vyzaduje inú hodnotu pH. Napríklad metol vyvoláva pri pH 6–7, hydrochinon pri pH až 9,5.

V roztoku však je účinná iba ionizovaná forma vyvolávača, ktorý nesie elektrický náboj. Bez náboja je napr. amidol, fenidon, alebo ortofenyléndiamín. Jedný náboj má metol a parafenyléldiamín a dva náboje majú hydrochinón, pyrokatechín a glycín.

Rýchlosť vyvolávania sa riadi veľkosťou náboja. Látky s nižším nábojom vyvolávajú rýchlejšie (skôr) a vyvolávače s vyšším nábojom prenikajú do vrstvy pomalšie, vyvolávajú s určitým oneskorením. To je hlavný dôvod, prečo sa vo väčšine vývojok kombinuje napr. metol s hydrochinonom, alebo fenidon s hydrochinonom. Nemá zmysel v jednej vývojke použiť napr. amidol s fenidom, alebo hydrochinón s pyrokatechínom, pretože ich účinok je zhruba rovnaký.

TEPLOTA VÝVOJKY

Väčšina vývojok najlepšie vyvoláva pri teplote okolo 20°C. Niektedy sa používajú aj teplejšie vývojky u ktorých treba rátat s určitou zhoršenou kvalitou obrazu. Neutvrdené emulzie sa môžu vyvolávaním pri teplote nad 30°C trvale poškodiť.

Všeobecne platí, že chladnejšie vývojky vyvolávajú pomalšie a kontrastnejšie, teplejšie vývojky rýchlo a vyrovnávajú kontrast. S teplotou vývojky stúpa aj celková hustota obrazu a rastie závoj.

VYVOLÁVACÍ ČAS

Závisí od vyvolávača, hodnoty pH, teploty vývojky. Býva uvedený v predpise alebo na obale s vývojkou. Je volený tak, aby bol správne exponovaný film vyvolaný na hodnotu gama 0,7 až 0,8. Pri špeciálnych vývojkách sa samozrejme táto hodnota môže meniť.

S predlžovaním vyvolávania sa zvyšuje strmosť vrstvy, rastie zrno a klesá rozlišovacia schopnosť emulzie. Zvyšuje sa tiež celkové krytie a stúpa závoj filmu.

Je však vždy lepšie voliť vyvolávací čas o niečo dlhší, pretože ustálený negatív sa nám nenávratne stratia hustota v hlbokých tieňoch.

POHYB FILMU POČAS VYVOLÁVANIA

Aj intenzita miešania vývojky pri vyvolávaní môže vplývať na negatívny obraz. V každom prípade sa dôľžito spôsobom regulovať kontrast a rovnomernosť vyvolávania. Ak filmom pohybujeme len minimálne dostaneme mäkšiu, vyrovnanejšiu negatív. Je to zapríčinené vyčerpaním vývojky v miestach najväčších svetiel, kde sa vývojka pri nedostatočnom pohybe neobnovuje.

Pri väčšej intenzite miešania bude výsledný obraz kontrastnejší. Musíme sa vyvarovať miešania len jedným smerom, pretože takýmto pohybom sa môžu vytvoriť rovnobežné pásy vyššej a nižšej hustoty.

Pri veľmi prudkom pohybe vývojky sa začnajú prejavovať aj iné neprijemné javy v obrazu, ako je napr. zníženie obrysovej ostrosti, alebo zmena denzity pri prechode z nízkych hustôt do vysokých a opačne.

Nabudúce si povieme o tom, ako môžeme už z vyvolaného negatívu získať aj také informácie, ktoré by pri normálnom zväčšovaní alebo kopirovaní zanikli.

Nové knihy

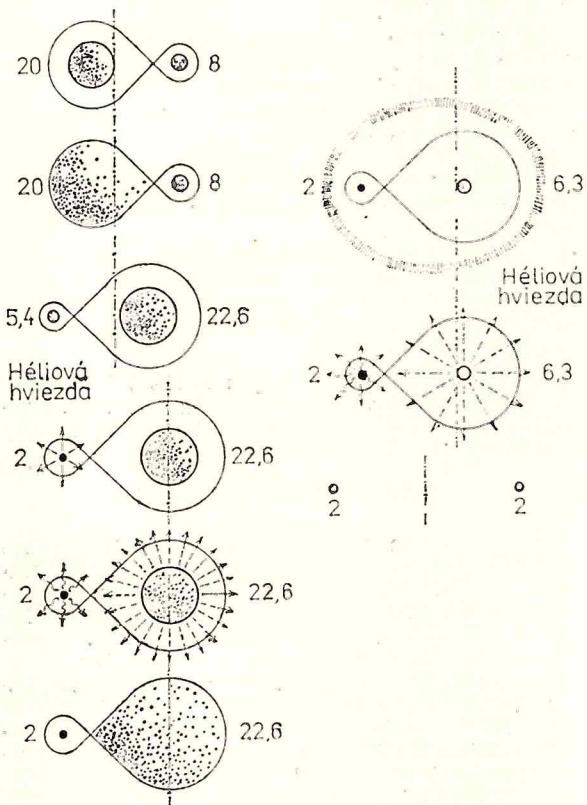
V. L. Ginzburg: ASTROFYZIKA

(Vydat. Alfa, Bratislava, 1979, 280 strán, cena 19,— Kčs).

Na knižný trh sa konečne dostáva v slovenčine vynikajúca populárnovedecká knižka známeho sovietskeho autora V. L. Ginzburga Sovremennaja astrofyzika, o ktorej sme pred časom informovali našich čitateľov. V. L. Ginzburga netreba zvlášť predstavovať; je fyzikom a astrofyzikom svetového mena, známeho v ostatnom čase najmä teoretickými prácammi z oblasti výskumu pulzarov, superhustých stavov látky a kozmického žiarenia.

Uvedené oblasti astronómie a fyziky, spolu s prekladom modernej relativistickej kozmológie, tvoria podstatnú časť náplne jeho knihy, ktorá je v podstate prepracovaným súborom niekoľkých samostatných vedeckopopularizačných prác. Čitateľ v nej nájdzie hlboko fundované pohľady na súčasné poznatky a rozvoj modernej astrofyziky, na štruktúru a vývoj vesmíru, oboznámi sa s astrofyzikálnymi aspektami výskumu kozmického žiarenia; veľmi cenným je podrobny prehľad poznatkov o pulzrochach, doplnený v preklade na želanie V. L. Ginzburga novou prácou z pera ďalšieho vynikajúceho svetového astrofyzika D. ter Haara.

Treba zvlášť oceniť rozbor filozofických interpretácií moderných astronomických poznatkov, najmä



Vývoj dvojhviezdy až po vznik pulzaru.

z oblasti kozmológie. Náročnejšia čitateľ nájde v dodatku ku kapitole o kozmológii i základné matematické rovnice a vzťahy, ktoré sa používajú pri odvození kozmologických modelov.

Nemožno pochybovať, že kniha si nájde veľmi rýchlo vdačných čitateľov. Treba si len želať, aby sa podobné knihy objavili častejšie, a v prípade prekladov s kratšími časovými odstupmi od vydania originálu. Aj na tomto mieste treba podakovať Vydavateľstvu ALFA i prekladateľke knihy za obohatenie nášho knižného trhu, tak chudobného na astronomickú literatúru.

Nasledujúce odstavce sú krátkymi pasážami, vybranými z uvedenej knihy V. L. Ginzburga Astrofyzika.

Je celkom prirodzené, že pred astronómou, ktorej objekt štúdia je celý vesmír, stojí obrovské množstvo rôznych úloh. Ani jednu z nich, ak je správne postavená, nemožno považovať za nedôležitú alebo nezaujímavú. Vari nie je zaujímavé zloženie a pôvod mikrometeoroidov, ktorých hmotnosť dosahuje zlomky gramu? Mesiac, planéty, komety, Slnko, hviezdy, medzihviezdné prostredie, galaxie, kozmické žiarenie — všetky tieto objekty, ktoré vyplňajú priestor, ešte ani zdaleka nie sú preštudované a zasluhujú si patričnú pozornosť.

Z toho však nevyplýva, že všetky problémy majú rovnaký význam a niesú nejakých klúčových, základných problémov. Iná vec je, že určenie takýchto problémov sa môže ukázať diskutabilné alebo jednoducho odrážajúce subjektívne názory niektorého autora. Pokúsime sa poukázať na základné problémy, ktoré stojia pred súčasnou astrofyzikou. Kritérium výberu je: základný problém musí byť nielen zaujímavý a dôležitý, ale musí mať aj hlbocký význam pre celú astronómiu, jeho riešenie musí ozrejmíť skutočnú záhadu prírody.

Medzi takéto základné problémy patria:

1. Kozmologický problém — otázka štruktúry a evolúcie vesmíru ako celku.

2. Otázka o podstate a mechanizme vzniku rádiových galaxií, kvazarov a galaktických hadier. Pravdepodobne s týmto problémom úzko súvisí aj veľmi dôležitá otázka o podstate a mechanizme výbuchu supernov a problém štruktúry a zvláštnosti neutrónových hviezd, pulzarov a všeobecne hviezd nového typu. Koniec koncov, aj otázka vzniku „obyčajných“ hviezd a galaxií má základný význam.

3. Problém existencie mimozemských civilizácií a nadviazania spojenia s nimi.

Na porovnanie si všimnime, že v súčasnej fyzike by sme medzi podobné základné problémy uviedli len problém elementárnych častíc, t. j. otázku o štruktúre a vzájomnom vzťahu medzi takými časticami, ako je protón, neutrón, elektrón, hyperón, mezóny, neutrína, atď.

Pri systematickej prehliadke oblohy, ktorú uskutočnil Hulse a Taylor na observatóriu Arecibo s cieľom hľadať nové pulzary, objavili v júli 1974 pulzar s veľmi krátkou periódou 59 μs. Keď sa autori snažili zmerať túto periódus s presnosťou 1 μs, našli nielen jej denné zmeny dosahujúce až 80 μs, ale aj zmeny do 8 μs za niekoľko minút. Až dovtedy najväčšie pozorované sekulárne zmeny dosahovali približne 10 μs za rok, a nepravidelné zmeny boli menej ešte o niekoľko rádov. Čoskoro bolo zrejmé, že obežný dráhový pohyb pulzaru PSR 1913+16 je prirodzený vysvetlením zmien periód pulzaru. To znamená, že v určitej dvojitej sústave jedna z hviezd je pulzar. Ako už vieme, jeho periód je 59 μs, pomery (dP/dt) je zrejme menší ako 10^{-13} . Najzaujímavejšie sú parametre jeho dráhového pohybu. Obežná periód T je 8 hodín (27 900 s), excentricita e = 0,61...; radialna rýchlosť pulzaru pri jeho pohybe po dráhe sa mení približne od + 100 km/s do menej ako - 300 km/s, čo dáva rozdiel 400 km/s.

Až do objavu pulzaru PSR 1913+16 sa tvrdilo, že pulzary nemôžu byť zložkami dvojitych sústav, lebo výbuch supernovy, vedúci k vzniku pulzaru, musel

by sústavu zničiť. Vďaka objavu pulzaru 1913+16 sa však ukázalo, že pri určitem smerovaní rozletu pozostatkov výbuchu môže vzniknúť pozorovaná dráha. Nedávno De Loor, de Greve a de Guyper opísali proces vzniku dvojitého pulzaru typu PSR 1913+16 z dvojitej sústavy, skladajúcej sa z dvoch hviezd hlavnej postupnosti 20 hmotnosti Slnka a 8 hmotnosti Slnka. Proces vývoja prebieha nasledujúcim spôsobom. Prvé štádium: dve hviezdy hlavnej postupnosti s dráhovou periódou $T = 4,5$ dňa a s veľkou polosou a = 35 polomerov Slnka. Druhé štádium: látka začína pretekať a približne za 6 miliónov rokov sa vyplní Rocheova oblasť. Tretie štádium: približne za ďalších 30 000 rokov sústava pozostáva z héliovej hviezdy s hmotnosťou 5,4 hmotnosti Slnka a hviezdy s hmotnosťou 22,6 hmotnosti Slnka; $T = 11$ dní, a = 62 polomerov Slnka. Je to dvojhviezda typu Wolf-Rayet. Štvrté štádium: po uplynutí pol milióna rokov héliová hvieza vybuchne a jej pozostatom je mladá neutrónová hvieza (s hmotnosťou 2 hmotnosti Slnka), $T = 12$ dní, a = 69 polomerov Slnka. Piate štádium: po uplynutí ďalších 4,5 miliónov rokov druhá hvieza dosahuje koniec štadia vyhorenia vodíka vo svojich centrálnych oblastiach. Je to nadobor OB so silným hviezdnym vetrom, vedúcim k intenzívemu röntgenovému žiareniu od neutrónovej hviezdy a celá sústava pripomína Cir X-1 (Circulum X-1). Šieste štádium: čoskoro (za 20 000 rokov) sa vyplní druhá Rocheova oblasť a hmota začína opúštať sústavu. Siedme štádium: druhýkrát nastáva strata hmotnosti, čo prebieha približne 30 000 rokov; na konci štadia $T = 1,4$ hodiny a a = 1,4 polomerov Slnka. Druhá hvieza je teraz héliovou hviezdou s hmotnosťou, dosahujúcou 6,3 hmotnosti Slnka. Héliová hvieza spolu s neutrónovou hviezdou sú viditeľné ako jediná hvieza typu Wolf-Rayet. Ďasme štádium: druhý raz sa objavuje röntgenové žiarenie s ultra-krátkou periódou röntgenovskej dvojitej sústavy, takéj ako Cyg X-3 (Cygnus X-3). Konečné štádium: po uplynutí približne milióna rokov vybuchuje druhá hvieza a vzniká druhý pulzar s hmotnosťou ~ 2 hmotnosti Slnka. Excentricita dráhy je veľmi veľká ($\sim 0,58$), $T = 8$ hodín a a = 3 polomerov Slnka.

SLNKO A BIOSFÉRA

Pod názvom „Vesmírny pulz biosféry“ vyšla v slovenskom preklade skrátená verzia ruskej knihy „Kozmos — Zemla, prognózy autorov Družinina, Sazonova a Jagodinského“, ktorá vyšla v Moskve r. 1974. Zaobráva sa širokým okruhom aspektov možného vplyvu slnečnej aktivity na deje v zemskej atmosfére a najmä v biosfére.

Ide o knížku napísanú veľmi prístupným, jednoduchým štýlom. Populárne vysvetľuje základné pojmy slnečnej fyziky, dáva krátke historický prehľad výskumov slnečnej činnosti a náslouje otázku: aká je podstata pôsobenia slnečnej aktivity na živé organizmy. Pretože je to otázka, na ktorú odpovede ešte nepoznáme, mohol autor uviesť iba práce, ktoré sa pokúsali postihnúť štatisticky vplyv slnečnej aktivity na úrodnosť poľnohospodárskych plodín, na chorobnosť rastlín, na kolisanie úlovkov rýb v jednotlivých rokoch, atď., až sa dostáva ku kapitole „Lekári prichádzajú k astronómom“, kde porovnáva krviku slnečnej aktivity s počtom infarktov, s počtom dopravných nehôd, ako aj s výskytom epidémií (od chrípky, šarlachu až po choleru — ba dokonca sa uvádzajú aj práca, ktorá podobné korelácie náhľadzajú aj pri rakovine).

Autor uvádzá mnohé hypotézy ako fakty, čo v niektorých častiach knihy zmienil prekladateľ tým, že doplnil názory súčasnej slnečnej fyziky. Knihu vydalo Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove.

Hertzsprungov-Russelov diagram

Stavové veličiny hviezd (rozmer, hmotnosť, svietivosť, povrchová teplota, spektrum), nie sú navzájom nezávislé. Žiarenie jednotkového povrchu hviezdy závisí od jej teploty a celková svietivosť je závislá od veľkosti povrchu t.j. rozmerov hviezdy. Dobrou charakteristikou celkového žiarenia je jej absolútная jasnosť a charakteristikou teploty je jej spektrálny typ. Keď sa pozorované spektrálne typy Sp a absolútne jasnosti M nanesú do grafu, získané body nie sú rozdelené náhodne. Väčšina z nich vytvára na grafe úzky pás, prechádzajúci priečne po uhlopriečke diagramu. Tákyto graf závislosti absolútnej jasnosti od spektrálneho typu sa nazýva Hertzsprungov — Russelov diagram (HRD), pomenovaný podľa astronómov, ktorí zostrojili ako prví takéto grafické závislosti ešte začiatkom nášho storočia. Nápad pochádzal od Russela (1913), keď predtým Hertzsprung (1905) objavil, že medzi hviezdami rovnakej teploty, t.j. v podstate rovnakej spektrálnej triedy sú hviezdy, ktoré sa navzájom podstatne líšia absolútou jasnosťou. Nazval ich hviezdnymi obrami a trpaslíkmi.

Na priloženom obrázku je znázornený Hertzsprungov — Russelov diagram pre hviezdy so známym spektrálnym typom do určitej zdanlivej jasnosti. Vídime, že hviezdy nie sú rovnomerne rozdelené po grafe, že sa nevyskytujú všetky kombinácie medzi spektrálnym typom a absolútou jasnosťou, ale že niektoré kombinácie týchto veličín sú uprednostnené, iné sa vobec nevyskytujú. Hviezdy v diagrame sa zoskupujú iba do určitých oblastí, tzv. vrstiev, iným oblastiam sa vyhýbajú.

Väčšina hviezd v HRD leží na relativne ostro ohraňenej vetve, ktorá sa rozprestiera po uhlopriečke od ľavého horného okraja (hviezdy typu O, absolútnej veľkosti -6^m) do pravého dolného okraja (hviezdy typu M, absolútnej veľkosti $+17^m$). Táto vetva sa nazýva hlavná postupnosť. Hviezdy na nej sú hviezdy hlavnej postupnosti. V jej hornej ľavej časti sú modré obri, v dolnej pravej časti červené trpaslíci. Slnko (spektrálny typ G2, absolútna hviezdná veľkosť 4,77) je tiež hviezdom hlavnej postupnosti. Jeho poloha v HRD je označená na obr. Šípkou.

Druhá vetva, nie tak ostro ohraňená, leží nad hlavnou postupnosťou vpravo v rozsahu spektrálnych typov G až M. Oproti hviezdám hlavnej postupnosti majú značne vyššie absolútne jasnosti, hoci pri tom istom spektrálnom type majú rovnakú povrchovú teplotu ako hviezdy hlavnej postupnosti. To znamená, že tieto hviezdy majú väčší svietiaci povrch, t.j. väčší priemer ako zodpovedajúce hviezdy hlavnej postupnosti. Označujú sa ako normálne červené obri a vetva sa nazýva vetva obrov.

V hornej časti nad oblasťou obrov je malý počet rovnomerne rozložených hviezd, ktoré tvoria oblasť jasných obrov a nadobrov. Medzi vetvou obrov a hlavnou postupnosťou leží pomerne malý počet hviezd s priemerom medzi obrami a trpaslíkmi, a tvoria oblasť podobrov.

Riedko obsadený úzky pás tesne pod hlavnou postupnosťou tvorí oblasť podtrpaslíkov. Špeciálnu skupinu hviezd vľavo nižšie pod hlavnou postupnosťou

tvoria horúce hviezdy veľmi nízkej svietivosti, t.j. malých rozmerov, tzv. bieli trpaslíci. Okrem týchto hlavných skupín majú na HRD svoje charakteristické miesta aj hviezdy určitých typov ako napr. novy, premenné hviezdy a pod.

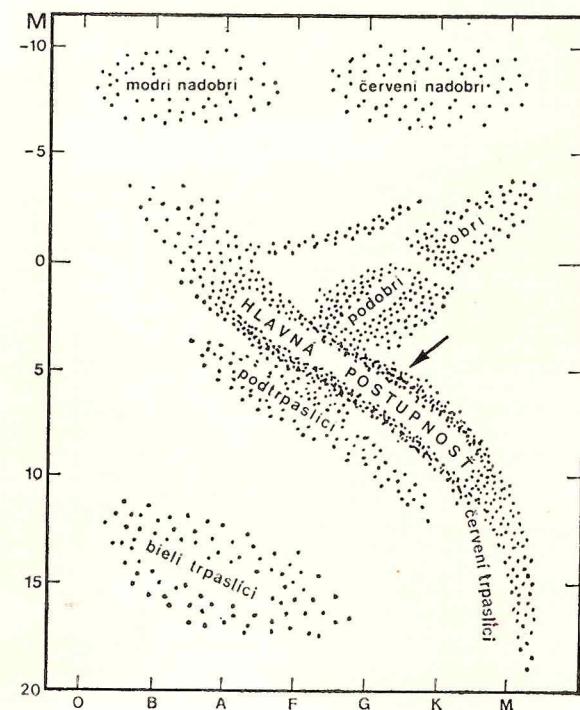
Znázornené rozdelenie hviezd na HRD obsahujúce iba hviezdy do určitej zdanlivej jasnosti, nevystihuje skutočné zastúpenie hviezd v určitej časti priestoru. Absolútne jasnejšie hviezdy (obri), v dôsledku ich veľkej svietivosti sú z veľkého priestoru, väčších vzdialenosťí, kedy slabšie hviezdy iba z najbližšieho okolia Slnka. Tento výberový efekt sa zreteľne prejaví, keď sa porovná HRD pre hviezdy do určitej vzdialenosťi od Slnka (napr. 10 pc) a pre hviezdy najjasnejšie.

Na HRD pre najjasnejšie hviezdy bude obsadená iba horná časť hlavnej postupnosti a veľká časť bodov bude ležať nad hlavnou postupnosťou v oblasti obrov. Diagram obsahuje absolútne jasné hviezdy z veľkého priestoru, kedy absolútne slabé hviezdy iba z najbližšieho okolia.

Na HRD pre najbližšie hviezdy bude naopak obsadená predovšetkým spodná časť hlavnej postupnosti a oblasť bielych trpaslíkov. To ukazuje na skutočnosť, že existuje omnoho viac malých trpaslíckych hviezd než hviezd obrov. Napr. do vzdialenosťi 10 pc je známych 254 hviezd, z ktorých iba jedna je obor (Pollux), 2 podobri, 244 hviezdy je z hlavnej postupnosti (95 %) a 7 bielych trpaslíkov.

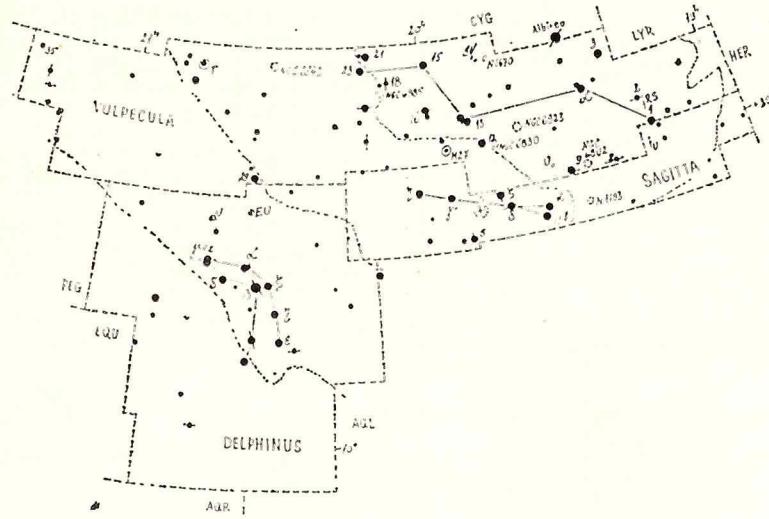
Z polohy na HRD sa dá odvodniť množstvo ďalších informácií o hviezdach, hlavne o ich fyzikálnych charakteristikách ako napr. polomer, hmotnosť, gravitačné zrýchlenie a hustota. HRD poskytuje závažné informácie aj o vývojových cestách hviezd. Keď hvieza určitej hmotnosti počas svojho vývoja mení svoje stavové veličiny, mení aj polohu na HRD a postupne tak opisuje určitú cestu po diagramu. Pri tejto otázke dôležitú úlohu má najmä HRD otvorených a guľových hviezdom s hviezdami vždy rovnakého veku, pretože umožňuje porovnávať pri rôznych hviezdom s rôzne vývojové stavy hviezd.

vb + mh



Súhvezdie Líšky

Delfína a Šípa



Medzi súhvezdami Labute a Oria nachádzajú sa tieto malé, pomerne výrazné súhvezdá letnej oblohy — Liška, Delfín a Šíp.

SÚHVEZDIE LÍŠKY

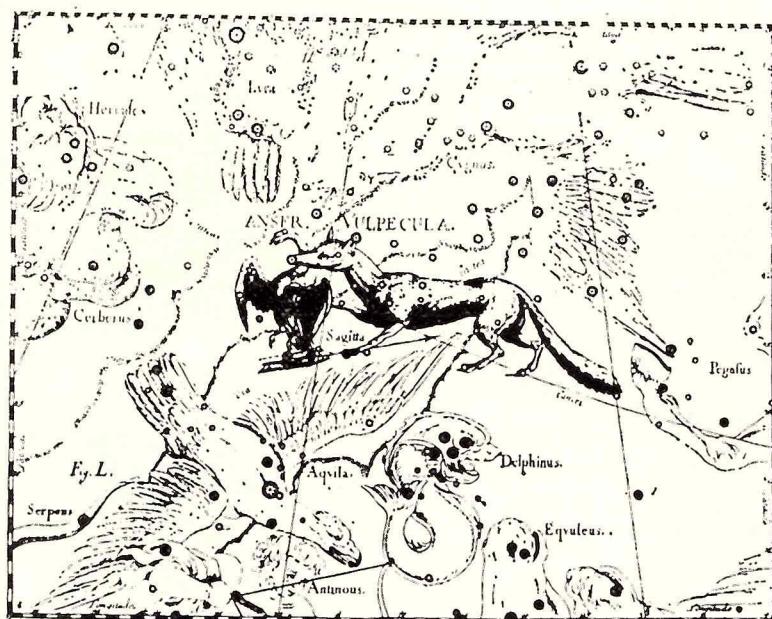
Líška patrí medzi novodobé súhvezdá, ktoré na oblohu zaviedol Jan Hevelius. Pôvodný názov súhvezdia bol Líška s husou, dnes sa používa skôr pomenovanie Líška alebo Líšička (Vulpecula). Celé toto súhvezzie leží v rozšitepe Mliečnej dráhy pod Labufou; jeho najjasnejšia hviezda α Vulpeculae leží 3° južne od známej krásnej dvojhviezdy Albireo (β Cyg.). Zdanlivá magnitúda α Vul, ktorej svetlo k nám prichádza zo vzdialenosťi 270 sv. rokov, je len $4,63^m$, no zo štandardnej vzdialenosťi 10 pc (32,6 sv. r.) by svetila ako hviezda s magnitúdou $0,0^m$, t. zn. približne ako Véga v súhvezdzi Líry. α Vul je v skutočnosti červeným obrom spektrálnej triedy M1 s povrchovou teplotou 3500 K a so svietivosťou približne 80-krát väčšou ako má naše Slnko. V súhvezdí Líšky môžeme nájsť niekoľko pomerne jasných klasických cefeíd, dobre prístupných aj amatérskym ďalekohľadom. Napr. T Vul je δ cefeida, ktorej zdanlivá jasnosť sa mení v rozmedzí od $5,8^m$ do $6,8^m$ s periódou 4,44 dňa; spektrum sa pri týchto pulzáciách mení od F5 do G1. U cefeidy U Vulpeculae sa jasnosť mení s periódou 7,99 dňa od $7,8^m$ do $9,0^m$; spektrálne zmeny sú podstatne väčšie od F8 do K0. SU Vul je klasická cefeida ktorej jasnosť sa mení od $7,79^m$ do $9,62^m$. V súhvezdí Líšky ďalej môžeme nájsť niekoľko dvojhviezd

a premenných typu β Lyrae a Algol. 2 Vulpeculae je dvojhviezda so zložkami $5,4^m$ a $9,5^m$, ktorých vzájomná vzdialenosť na oblohe je $2,0''$. 16 Vulpeculae = ADS 1327 je dvojhviezda spektrálneho typu F so zložkami, ktorých zdanlivé hviezdne veľkosti sú $5,9^m$ a $6,3^m$; ich vzdialenosť je $0,9''$. RS Vulpeculae je premenná typu Algol, ktorej jasnosť sa mení od $6,9^m$ do $7,6^m$ s periódou 4,48 dňa. Najvýraznejším zoskupením hviezd v tomto súhvezdí je otvorená hviezdomopa NGC 6940, ktorej priemer na oblohe je $20'$. Jasnosť tejto hviezdomopy je $8,2^m$, obsa-

huje asi 100 hviezd a je od nás vzdialená na 9400 sv. rokov. Najznámejším a najkrajším objektom v tomto súhvezdí pre amatérsky ďalekohľad je však rozhodne planetárna hmlovina M 27 — Umbrella — Činka, ktorej rozmer na oblohe sú $480'' \times 240''$ a zdanlivá hviezdna veľkosť je $7,6^m$. Skutočný stredný rozmer tejto hmloviny je okolo 150 000 AU. Ako každá planetárna hmlovina je aj Činka osvetľovaná veľmi horúcou (okolo 85 000 K) hviezdou v centrálnej oblasti hmloviny. Žiarenie tejto horúcej hviezdy je prevažne ultrafialové (jej vizuálna magnitúda je len $13,5^m$), zachycuje sa však v okolitej hmlovine a mení sa tam luminiscenciou na viditeľné žiarenie, ktoré potom hmlovina vyžaruje. Zdá sa, že hmlovina, ako i iné planetárne hmloviny, je pozostatkom vonkajších častí prahmloviny, z ktorej vznikla centrálna hviezda. Vzdialenosť tejto planetárnej hmloviny od nás je asi 220 pc. Možno ešte spomínať, že v oblasti súhvezdia Líšky sa nachádzajú aj dva pulsary: vo vzdialosti 250 pc pulsar CP 1919 ($\alpha = 19^{\text{h}}19^{\text{m}}$; $\delta = +21^\circ$) s periódou pulzov 1,3373 s a vo vzdialosti 300 pc pulsar AP 2016 ($\alpha = 20^{\text{h}}16^{\text{m}}$; $\delta = +28^\circ$) s periódou pulzov 0,55795 s.

SÚHVEZDIE DELFÍNA

Delfín je pomerne výrazné súhvezdie pri Altairovi, tesne pri východnom okraji Mliečnej dráhy. Eridanus ho často mylnie považujú za Malý voz. Najjasnejšou hviezdou v tomto súhvezdí je β Delphini s magnitúdou $3,7^m$, spektrálneho typu F3. Jej svietivosť je 25-krát väčšia ako nášho Slnka. V skutočnosti je β Del fyzikálou dvojhviezdou so zložkami $4,1^m$ a $5,1^m$ vzdialenosťmi $0,5''$ a s periódou obehu 26,6 roka. Vzdialenosť tohto systému je 96 sv. rokov. Veľmi peknou aj pre amatérsky



dalekohľad je dvojhviezda γ Delphini so zložkami 4,5^m a 5,5^m, vzdialenosťmi 10,4''. Spektrálne zložiek sú K1 a F6, t. zn. jedna zložka je oranžová, druhá modrozelená. Periódou obehu týchto dvoch hviezd je niekoľko tisíc rokov. Vzdialenosť tohto systému od nás je 112 sv. rokov. δ Delphini je premenná typu δ Scuti; jej magnitúda sa mení len nepatrne od 4,5^m do 4,6^m s periódou 0,135 dňa. Svetivo vzdialenosťi 250 sv. rokov. EU Delphini je polopriavidelná premenná hviezda, ktorej jasnosť sa mení s periódou 59,5 dňa v rozmedzí od 6,0^m do 6,9^m. U Delphini je nepravidelná premenná hviezda so zmenami hviezdnej veľkosti od 5,6^m do 7,5^m. V súhvezdí Delfína sa nachádza i jedno zoskupenie mladých hviezd typu T Tauri — T asociácia Del T1 (poloha jej stredu l^{II} = 55°; b^{II} = -9°), ktorá obsahuje 25 hviezd. Táto asociácia je spojená s objektami V536 Aquilae a WW Vulpeculae. Celkový priemer tejto aso-

ciacie je 15°, jej vzdialenosť je 200 pc.

SÚHVEZDIE ŠÍPA

V plnom prúde Mliečnej dráhy nad hviezdou Altair v Orlovi leží malé výrazné súhvezdie Šípa. Neobsahuje príliš jasné hviezdy, najjasnejšiu hviezdu α Sagittae — Sham vidíme na oblohe len ako hviezdu 4,4^m aj keď jej svietivosť v skutočnosti je 350-krát väčšia než \odot , no v tomto súhvezdzi, práve vďaka Mliečnej dráhe, sa nachádza dosť veľké množstvo zaujímavých objektov — hlavne dvojhviezdy a premenných hviezd. ξ Sagittae je pomerne široká dvojhviezda so zložkami 5,7^m a 7,8^m navzájom vzdialenosťmi 92''; vzdialenosť tejto dvojhviezdy je 470 sv. rokov. θ Sagittae = ADS 13 442 je dvojhviezda spektrálneho typu F so zložkami 6,4^m a 8,7^m vzájomne vzdialenosťmi 12''. Hviezda U Sagittae je polodotykový zákrytový systém hviezd typu Algol s

vizuálnou magnitúdou 6,4^m. Hmotnosti zložiek, ktorých spektrálna trieda je B9 a gG2, sú 6,7 a 2,0 hmôt slnečných. Lineárne polomery zložiek tohto systému sú 4,1 a 5,4 krát väčšie ako je polomer nášho Slnka. Obežná doba týchto dvoch obrov okolo spoločného fašiska je 3,38 dňa, pričom sa zdanlivá magnitúda systému mení od 6,3^m do 9,9^m. Vzdialenosť systému U Sge je 250 pc. Hviezda S Sagittae je pomerne jasná čepeľa, ktorá mení svoju jasnosť od 5,9^m do 7,0^m s periódou 8,38 dňa. Hviezda R Sagittae je premenná typu RV Tauri, jej magnitúda sa mení od 9,0^m v maxime do 11,2^m v minime jasnosti s periódou 70,594 dňa. Hviezda WZ Sagittae (l^{II} = 58°; b^{II} = -8°) je rekurentnou novou, u ktorej boli pozorované už dve maximá, a to v roku 1913 a 1946. V maxime jasnosti dosahuje 7,3^m v minime má magnitúdu 15,9^m. Periódou týchto výbuchov je 32 rokov.

СОДЕРЖАНИЕ

Космонавт Глазков в Братиславе	97
Луна десять лет спустя — П. Якеш	99
Структура и строение Луны — М. Куркин	104
Кусочек Луны в Братиславе — П. Повинец ...	107
Луна и радиационная хронология —	
— Я. Храпан	110
Год предположительностью 19 месяцев	116
Каким будет 21-й цикл солнечной	
активности? — Л. Кулчар	118
Как фотографировать фотосферу Солнца? —	
— Й. Гемэри	119
Астрофото-79	122
Вселенная — это наш мир — П. Возар	122
Как фотографировать небеса? —	
— Д. Калманчик	123
Небольшой урок астрономии: диаграмма	
Герцшprungа-Рассела	126
Созвездия Лисички, Дельфин и Стрелы	127

CONTENTS

Cosmonaut Glazkov in Bratislava	97
The Moon after ten years — P. Jakeš	99
Structure and composition of the Moon — M. Kurkin	104
A piece of the Moon in Bratislava — P. Povinec	107
The Moon and relation chronology — J. Chrapan	110
A year consisting of 19 months (Solar Maximum Year)	
What will the 21 st cycle of solar activity look like? — L. Kulčár	116
How to photograph the solar photosphere —	
J. Gömöri	118
Astrophoto '79	122
Our Universe — P. Vozár	122
Photographing the sky — D. Kalmančok	123
The beginner's course of astronomy: the Hertz-sprung-Russel Diagram	126
The constellations of Vulpecula, Delphinus, and Sagitta	127

ОБСАХ

Kozmonaut Glazkov v Bratislave	97
Měsíc po deseti letech — P. Jakeš	99
Stavba a zloženie Mesiaca — M. Kurkin	104
Kúsok Mesiaca v Bratislave — P. Povinec	107
Mesiac a radiačná chronológia — J. Chrapan	110
Rok má 19 mesiacov (Solar Maximum Year)	116
Aký bude 21. cyklus slnečnej aktivity — L. Kulčár	118
Ako fotografovať slnečnú fotosféru — J. Gömöri	119
Astrofoto '79	122
Vesmír je nás svet — P. Vozár	122
Fotografujeme oblohu — D. Kalmančok	123
Malý kurz astronómie — Hertzsprungov Russelov diagram	126
Súhvezdie Lišky, Delfína a Šípa	127

PREDNÁ STRANA OBÁLKY:

Zem nad povrchom Mesiaca.

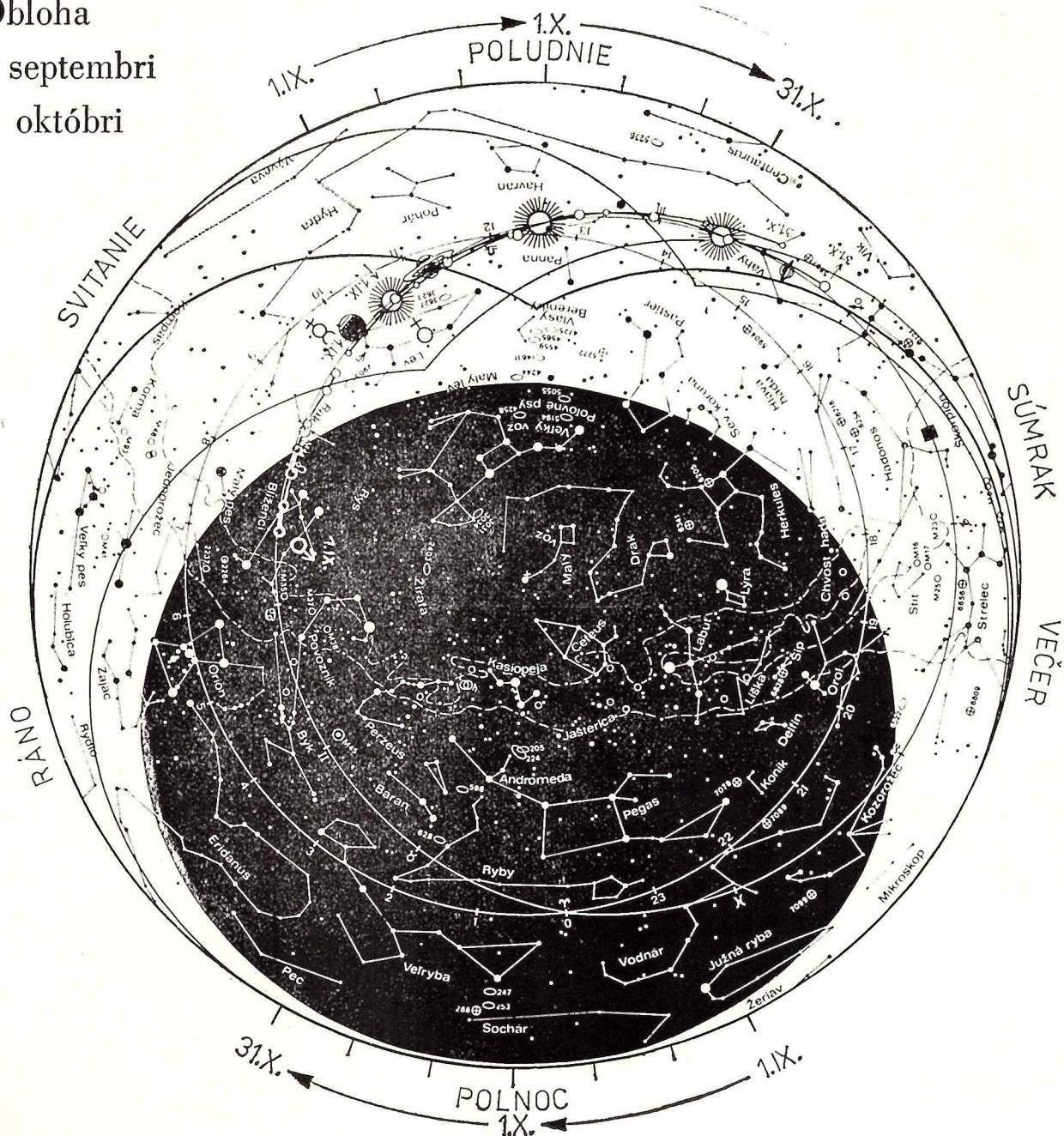
ZADNÁ STRANA OBÁLKY:

Okolie mesačného krátera Aristarchus (jasný) so Schröterovou brázdom.

K O Z M O S — populárno-vedecký astronomický dvojmesačník. **Vydáva:** Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove za odbornej spolupráce Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV, vo vydavateľstve OBZOR, n. p. Dočasne poverený vedením redakcie Milan Bélik, riaditeľ SÚAA. Výkonná redaktorka: Tatiana Fabini. Odborná redaktorka: RNDr. Mária Hajduková, CSc. Grafická úprava: Milan Lackovič. **Redakčná rada:** RNDr. Anton Hajduk, CSc. (predseda), Ivan Molnár, prom. fyz. (podpredseda), RNDr. Anna Antalová, CSc., RNDr. Elemír Csere, PhDr. Ján Dubnička, CSc., Štefánia Fialková, prom. ped., Dušan Kalmančok, Ing. Štefan Knoška, CSc., JUDr. Štefan Kupča, RNDr. Bohuslav Lukáč, Ján Mackovič, Daniel Očenáš, Eduard Odehnal, RNDr. Matej Skorvánek, CSc. **Tlačia:** Nitrianske tlačiarne n. p., Nitra, ul. R. Jašíka 26. Vychádza 6-krát do roka, v každom párnom mesiaci. Cena jedného čísla 4,— Kčs, ročné predplatné 24,— Kčs. Rozširuje PNS. Objednávky na predplatné: PNS, ústredná expedícia tlače, 884 19 Bratislava, Gottwaldovo nám. 6. Reg. číslo: 46257 Reg. SÚTI 9/8

VÝCHODY A ZÁPADY SLNKA				VÝCHODY A ZÁPADY MESIACA				MESAČNÉ FÁZY		
Deň	východ h m	západ h m	Deň	východ h m	západ h m	Deň	6. IX.	11. IX.	mesiac h m	fáza
1. IX.	4 59	18 27	1. IX.	14 38	23 58	6. IX.	21. IX.	10 47	spln	
5. IX.	5 04	18 18	5. IX.	17 50	3 25	13. IX.	7 16	7 16	III	
9. IX.	5 10	18 10	9. IX.	20 01	8 43	29. IX.	5 21	5 21	I	
13. IX.	5 16	18 02	13. IX.	22 36	13 13	5. X.	20 36	20 36	spln	
17. IX.	5 21	17 53	17. IX.	1 15	16 08	12. X.	22 25	22 25	III	
21. IX.	5 27	17 45	21. IX.	5 14	17 58	21. X.	3 24	3 24	nov	
25. IX.	5 33	17 36	25. IX.	9 23	19 45	28. X.	14 07	14 07	I	
29. IX.	5 38	17 28	29. IX.	13 26	22 45					ÚKAZY NA OBLOHE
3. X.	5 44	17 19	3. X.	16 19	2 17	Merkúr — začiatkom októbra na				
7. X.	5 50	17 11	7. X.	18 29	7 31	večernej oblohe, krát-				
11. X.	5 56	17 03	11. X.	21 19	11 59	ko po západe Slnka.				
15. X.	6 02	16 55	15. X.	0 05	14 42	6. IX. — úplné zatmenie Mesia-				
19. X.	6 08	16 47	19. X.	4 06	16 26	ca. U nás nepozorova-				
23. X.	6 14	16 40	23. X.	8 20	18 21	teľné.				
27. X.	6 20	16 33	27. X.	12 14	21 40	18. X. — zákryt Saturna Mesia-				
31. X.	6 27	16 26	31. X.	14 50	1 12	com o 5 hod. 48 min.				

Obloha
v septembri
a októbri



Desať rokov od pristátia prvých ľudí na Mesiaci ■ Čo vieme o Mesiaci dnes? ■ Kúsok Mesiaca v Bratislave – výskum mesačných hornín ■ Rok slnečného maxima – rok, ktorý má 19 mesiacov ■ Aký bude 21. cyklus slnečnej aktivity? ■ Podmienky súťaže Astrofoto 1979 ■ Fotografujeme oblohu ■ Ukážka z knihy V. L. Ginzburga: Astrofyzika ■ Súhvezdie Lišky, Delfína a Šípu

