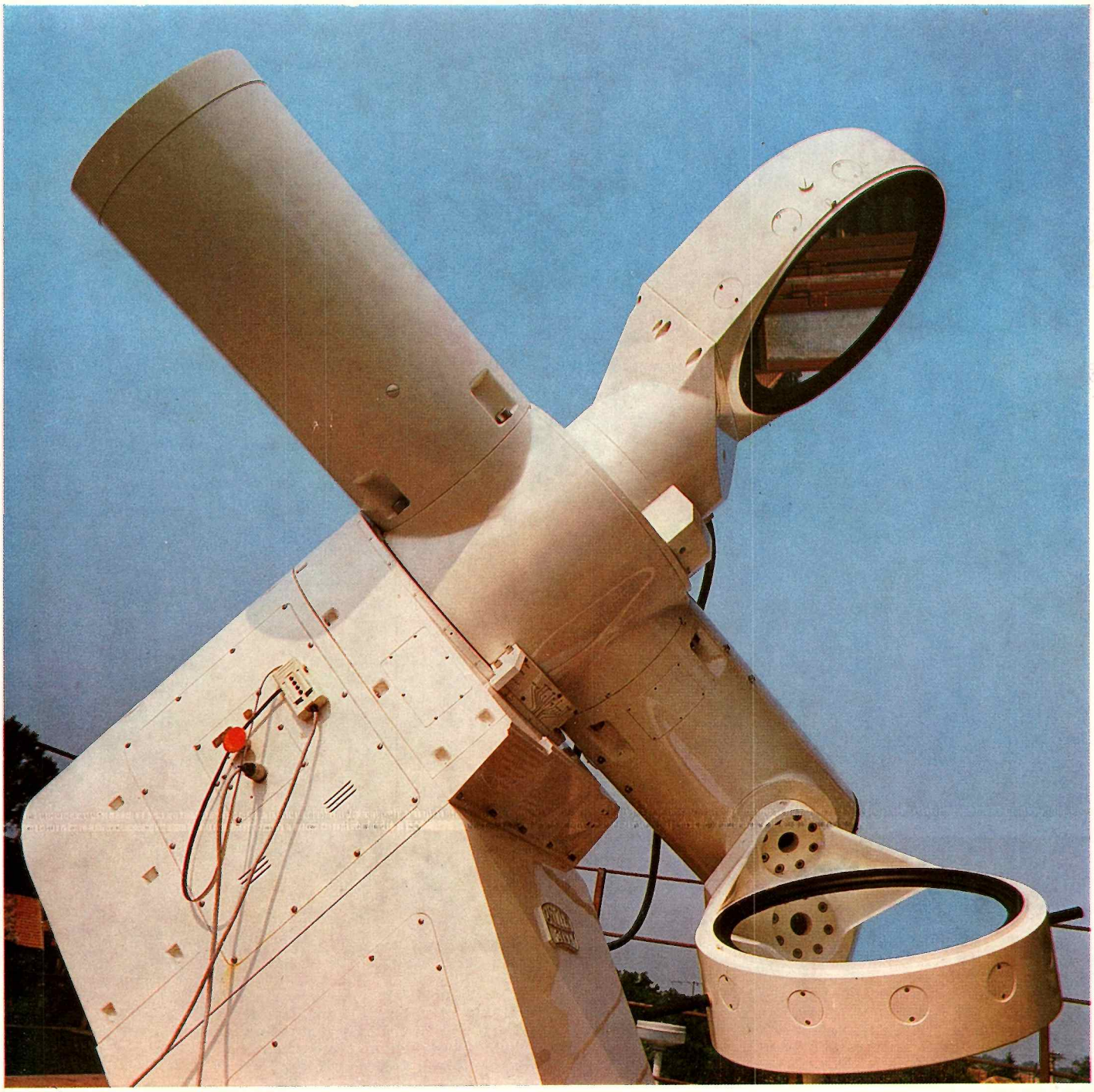
KOZMOS

POPULÁRNO-VEDECKÝ ASTRONOMICKÝ ČASOPIS
SLOVENSKÉHO ÚSTREDIA AMATÉRSKEJ ASTRONÓMIE V HURBANOVE

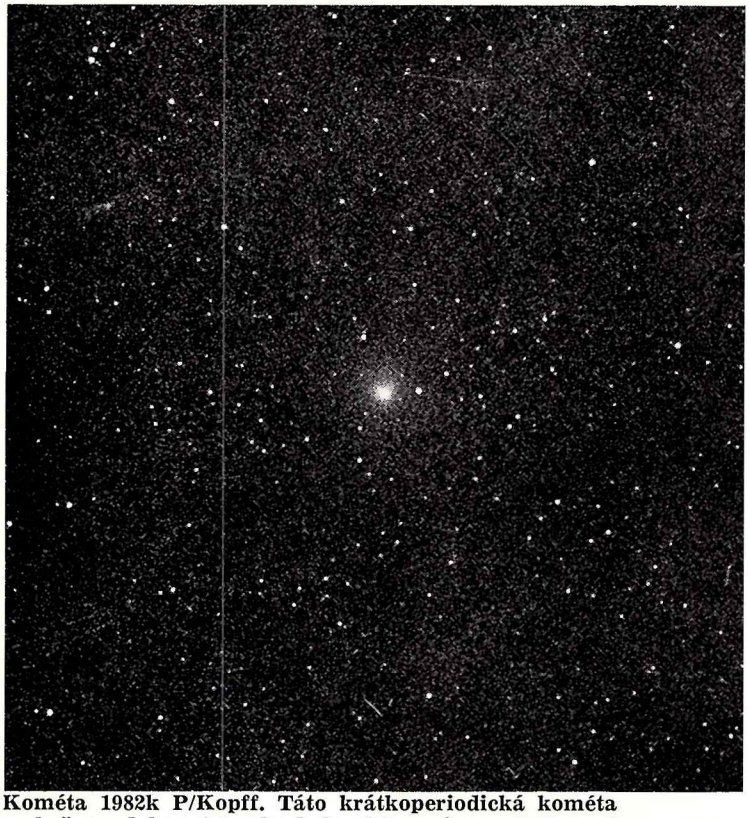
1983
ROČNÍK XIV. 6
KČS 4



Kométa 1983e Sugano-Saigusa-Fujikawa týždeň po objave, keď sa vzďaľovala od Slnka a približovala k Zemi. Na obrázku zreteľne vidieť jej úzky plazmatický chvost. O priblížení tejto kométy k Zemi 12. júna sme bližšie písali v minulom čísle Kozmosu (str. 166).

Všetky snímky exponoval M. Antal 15. mája 1983 Schmidtovou komorou 60/90/181 cm na observatóriu Astronomického ústavu Maďarskej akadémie vied na Piszkéstető v pohorí Mátra.

Kométa 1982j P/Tempel 1. Táto krátkoperiodická kométa s obežnou dobou 5,5 roka sa po prvých pozorovaniach v r. 1867, 1873 a 1879 nadlho stratila. Našla sa znova ako veľmi slabý objekt, na hranici dosahu najväčších fotografických ďalekohľadov, až v r. 1967, odkedy sa znova pozoruje. Na jar 1983 prekvapila pozorovateľov neočakávanou jasnosťou — až 9,5 magn. Čo sa pokladalo za prejav starnutia a postupného zániku kométy, bolo teda iba dočasnou epizódou v jej vývoji.



Kométa 1982k P/Kopff. Táto krátkoperiodická kométa s obežnou dobou 6,4 roka bola objavená v r. 1906 a od r. 1919 sa pozorovala pri každom návrate k Slnku, celkove už dvanásť ráz. Podobne ako kométa P/Tempel 1, bola tentoraz vo veľmi priaznivej polohe pre pozorovanie, v lete 1983 na večernej oblohe.

K otázke pojmu vesmír

Doc. PhDr. MICHAL SUCHÝ, CSc.

Otázku, čo treba chápať pod pojmom vesmír, kladie si astronómia aj filozofia. Odpoveď na ňu je však z hľadiska astronómie a filozofie niekedy odlišná. Z hľadiska astronómie je podmienená predovšetkým dosiahnutým stupňom poznania, zatiaľ čo z hľadiska filozofie závisí od toho, ako príslušná filozofia akceptuje vedecké poznatky a ako ich interpretuje. Pretože medzi astronómiou a filozofiou existuje istý vzťah v chápaní pojmu vesmír, je aj v odpovedi z hľadiska astronómie obsiahnuté, v takej či onakej miere, určité filozofické hľadisko. V tomto príspevku sa pokúsime ukázať na dialektickomaterialistický prístup pri určovaní pojmu vesmír.

Pretože materialistická filozofia bola a je svojou podstatou nerozlučne spätá s poznatkami jednotlivých vied, pri vytváraní svojich názorov na vesmír sa opiera o poznatky astronómie, prípadne jej jednotlivých oblastí.

Od predchádzajúcich foriem materializmu sa však spätosť dialektického materializmu s vedeckým poznaním líši. Na rozdiel od preddialektického materializmu, ktorý bol v podstate redukcionistický, to značí, že sa snažil vysvetľovať všetky javy a procesy na základe dosiahnutého stupňa poznania, dialektický materializmus, ktorý objektívnu realitu chápe ako kvalitatívne mnohotvárnu a premenlivú, považuje za nemožné na základe poznania jednej kvalitatívnej oblasti vyčerpávajúco vysvetliť ostatné oblasti. Poznanie teda chápe ako historický proces, ktorý nikdy nemôže dospieť k ukončenému poznaniu objektívnej reality. Každý stupeň poznania, každá, akokoľvek dokonalá vedecká teória, je historicky podmienená a v tomto zmysle ohraničená.

Marxistická filozofia v dôsledku takéhoto chápania poznávania rozlišuje medzi kategóriou objektívna realita a kategóriou objekt poznania. Hmota ako filozofická kategória na označenie objektívnej reality sa v gnozeologickej rovine určuje vo vzťahu k vedomiu. Proti sebe tu staviame objektívnu, hmotnú realitu a nehmotnú realitu — vedomie. Všetko je hmota, okrem vedomia ako ideálneho odrazu hmoty a v tomto zmysle nehmotného. Základnou vlastnosťou hmoty v tomto vzťahu je predmetnozmyslová povaha. To značí, že každý hmotný jav má schopnosť pôsobiť na naše zmyslové orgány priamo, alebo sprostredkovane cez iné hmotné javy a predmety. V súčasnom jazyku by sme mohli povedať, že každý hmotný jav má schopnosť vyslať nám informáciu.

Objektívna realita nadobúda určenie objektu poznania v praktickopoznávacej činnosti človeka ako subjektu poznania. Niečo je objektom poznania v tej miere, v akej vstúpilo do zorného poľa praktickopoznávacej činnosti subjektu. Tu však treba zdôrazniť, že objekt poznania nevystupuje pred nami v hotovej podobe, ale v procese poznávania sa rozširuje a prehlbuje. Je nám daný nielen cez tú oblasť poznania, ktorého pravdivosť môžeme jednoznačne v praxi overiť, ale aj cez teórie, hypotézy, ba aj omyly ako nevyhnutnú zložku procesu poznávania. Určenie objektívnej reality sa teda líši od určenia objektu poznania. Objektívna realita existuje nezávisle od vedomia a vo vzťahu k nemu je prvotná. Objekt poznania bez subjektu nejestvuje a ani vo vzťahu k nemu nie je prvotný. Kvazary pred svojím objavením existovali nezávisle od nášho vedomia, ale neboli objektom poznávania. Objektom poznávania sa stali až vtedy, keď sa dostali do zorného poľa poznávacej činnosti subjektu.

Oblasti objektívnej reality, ktoré ešte nie sú objektom poznávania, presahujú rámec nášho obzoru (horizontu) a v tomto zmysle sú pre nás otvorenou otázkou. Pred objavením kvazarov sme nevedeli, či existujú alebo neexistujú, bola to pre nás otvorená otázka.

Keď sme si takto stručne zrekapitulovali niektoré základné východiská marxistickej gnozeológie, môžeme si položiť otázku, čo vlastne vyjadruje pojem vesmír. Vyjadruje tú oblasť objektívnej reality, ktorá sa stala objektom poznania, alebo objektívnu realitu aj za obzorom objektu poznania? Inými slovami, zahŕňa sa pod pojem vesmír len to, čo sme už nejakým spôsobom poznali, alebo aj to, čo sme ešte nepoznali? Pojmové rozlíšenie medzi oblasťou objektívnej reality, ktorá je pre nás objektom poznania, a oblasťou, ktorá je ešte za obzorom dosiahnutého stupňa poznania, je pre vymedzenie pojmu vesmír veľmi dôležité, pretože práve ono nám umožňuje zistiť, čo sa pod pojmom vesmír rozumie. Niektoré spory a nedorozumenia medzi astronómami a filozofmi o konečnosti a nekonečnosti vesmíru vznikajú okrem iného preto, že sa pojem vesmír používa v dvojakom význame, čo sa explicitne nerozlišuje.

Raz sa hovorí o vesmíre, ktorý je nám dostupný, teda o vesmíre ako objekte poznania, a druhý raz sa pod pojem vesmír zahŕňa aj tá neznáma oblasť, ktorá presahuje obzor dosiahnutého stupňa poznania. Principiálne nemožno mať nič proti tomu, aby sa pojem vesmír používal v tomto dvojakom význame. Vyžaduje si to samotná problematika tak v astronómii, ako aj vo filozofii. Treba mať však na zreteli, že ak sa diskutuje povedzme o otázke konečnosť a nekonečnosť vesmíru, prípadne o niektorých iných fundamentálnych otázkach, potom treba tieto dva významy pojmu vesmír rozlišovať. Keď napríklad tvrdíme, že vesmír je konečný a neohraničený, musíme povedať, o ktorom vesmíre hovoríme: pripisujeme tento predikát vesmíru ako objektu poznania, alebo aj vesmíru, ktorý je za obzorom dosiahnutého poznania?

Bez toho, aby sme sa zaoberali otázkou konečnosti a nekonečnosti, chceme pripomenúť, že takýmto rozlíšením spomenutých významov pojmu vesmír sa skúmanie problému dostáva do inej polohy. Podľa nás modely vesmíru (či už konečného alebo nekonečného, prípadne konečného a neohraničeného atď.), ktoré kozmológia vytvorila na základe dosiahnutých poznatkov, sa vzťahujú na vesmír ako objekt poznania. Slovom, ak opisujeme vesmír na základe poznania jednotlivých vied, ide o vesmír ako objekt poznania. Vesmír, ktorý presahuje obzor tohto poznania, jeho ďalšie vlastnosti, dosiahnutý stupeň poznania nedosahuje a v tomto zmysle je pre nás otvorenou otázkou.

Vzťahovať modely, ktorými vyjadrujeme vesmír ako objekt poznania aj na vesmír za naším obzorom, je nanajvýš problematické, lebo takýto postup vedie k stotožňovaniu dvoch spomínaných významov pojmu vesmír, čo znamená, že dosiahnutý stupeň poznania vesmíru sa chtiac nechtiac absolutizuje a povyšuje na metafyzický filozofický princíp. Tento problém sa zreteľne vynoril najmä v súvislosti s teóriou big bangu. Pre mnohých idealistických filozofov je vesmír úplne uzavretý obzorom, ktorý vyplýva z big bangu, a preto aj samotný big bang interpretujú ako absolútny začiatok a na základe takejto interpretácie sa potom snažia odôvodňovať rôzne náboženské predstavy o svete.

Kritika podobných idealistických záverov z teórie big bangu je z hľadiska marxistickej filozofie celkom opodstatnená. Nesprávny postup niektorých marxistických filozofov pri kritike týchto záverov bol v tom, že teóriu big bangu v podstate stotožnili s jej idealistickou interpretáciou, a tak súčasne s odmietnutím tejto nevedeckej interpretácie vyhlásili aj teóriu rozpínajúceho sa vesmíru za fideistickú. V pozadí tohto nesprávneho záveru niektorých marxistických filozofov bolo však práve to, že nerozlišovali medzi vesmírom ako objektom poznania a vesmírom za naším obzorom, ktorý je pre nás otvorenou otázkou, na ktorú veda môže odpovedať len postupne, v procese poznávania.

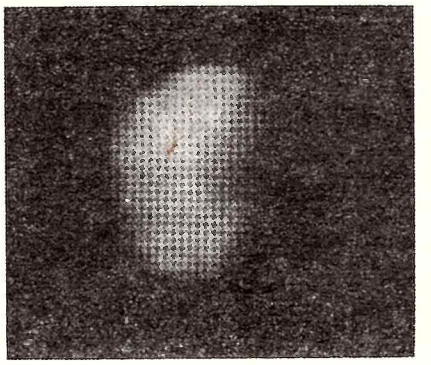
Vesmír v kozmológii vystupuje pre nás v takej podobe, aké poznatky sme o ňom na danom stupni poznania získali. Ako sa mení naše poznanie, mení sa aj pojem vesmír. Je len pochopiteľné, že povedzme na začiatku nášho storočia bol obsah pojmu vesmír iný ako je dnes. Z tohto hľadiska je aj pojem „vesmír ako celok" historicky podmienený. Myslím si, že možno súhlasiť s A. Tursunovom, podľa ktorého, „ak hovoríme o vesmíre ako súhrne všetkých materiálnych vecí, je principiálne dôležité nechápať tento súhrn ako niečo navždy dané, ale vychádzať zo zodpovedajúcej úrovne pokroku vedeckej poznávacej činnosti človeka. To znamená, že pre vedu je vesmír obsahovo konkrétny pojem, ktorý, podobne ako ostatné vedecké pojmy, nemá zmysel, ak ho chápeme mimo určitého systému konkrétneho vedenia a bez ohľadu na konkrétnu úroveň vývoja poznania. Je teda zrejmé, že každá kozmologická teória si znovu vytvára vesmír podľa svojho, a preto vesmíry rôznych teórií sa obsahovo nezhodujú". (Akbar Tursunov: Od mýtu k vědě, Praha 1978, str. 95—96.)

Slovom, vesmír je pre nás to, čo na danom stupni poznania o ňom vieme. Povedať niečo konkrétne o vesmíre mimo teórií a hypotéz, ktoré vznikli na základe dosiahnutých poznatkov, nie je možné. Z tohto hľadiska názor, s ktorým sa občas stretávame, že big bang sa vzťahuje aj na vesmír za naším obzorom, stráca zmysel, pretože náš obzor určuje práve aj teória big bangu. My pochopiteľne predpokladáme, že vesmír pokračuje aj za naším dosiahnutým obzorom, teda aj za obzorom určeným teóriou big bangu, ale kým sme tento obzor neprekročili, nevieme o vesmíre za ním nič konkrétne povedať. Určenie tu ostáva na úrovni základných atribútov hmoty, to znamená na úrovni filozofického určenia. Pojem vesmír sa teda nekryje s pojmom hmoty, s diskusiami o vlastnostiach hmoty na filozofickej úrovni a na túto skutočnosť treba v diskusiách medzi astronómami a filozofmi prihliadať.

Čierna ovca Saturnovej rodiny

O Phoebe, najvzdialenejšom Saturnovom mesiaci, sme až donedávna toho veľa nevedeli — veď zo Zeme ho môžeme pozorovať v najlepšom prípade ako hviezdičku ledva štrnástej veľkosti. Obieha okolo Saturna v oveľa väčšej vzdialenosti než ostatné mesiace a má retrográdny smer obehu (v smere hodinových ručičiek pri pohľade zo severného pólu ekliptiky). Až v posledných rokoch sa pozorovaniami v infračervenej oblasti spektra zistila ďalšia odlišnosť tohto mesiaca od ostatných: Phoebe má tmavý povrch (nízke albedo). Je to nezvyklé v rodine Saturnových mesiacov, ktoré sa vyznačujú svetlým povrchom (Enceladus má pravdepodobne najväčšie albedo v slnečnej sústave). Väčšina telies vo vonkajších oblastiach slnečnej sústavy si totiž zachovala vo svojom vnútri i na povrchu prevažnú časť látok s nízkym bodom topenia a varu (napr. ľad H_2O), a preto by sme aj u Phoebe predpokladali svetlý povrch. Nízke albedo, podobné ako Phoebe, má jedine tmavá pologuľa Japeta. Preto k hypotézam, ktoré sa pokúšali vysvetliť veľkú rozdielnosť albeda oboch pologúľ Japeta, pribudla ďalšia: Podľa nej materiál, ktorým je „zašpinená" tmavá pologuľa Japeta, pochádza z povrchu Phoebe a tento materiál sa nejakým spôsobom dostal bližšie k Saturnu (Japetus je druhý najvzdialenejší Saturnov mesiac).

Koncom augusta 1981 preletel relatívne blízko pri Phoebe (asi 1,5 milióna km) Voyager 2. Snímky, ktoré vyslal v priebehu asi 24 hodín, prvýkrát umožnili urobiť si predstavu o tomto neobvyklom telese. Phoebe je pomerne symetrický mesiac: najdlhší priemer má 230 km, najkratší asi 210 km. Zo snímok bolo možné určiť jeho rotačnú periódu na 9,4 hodín, čo je tiež zaujímavé, lebo väčšina mesiacov v slnečnej sústave rotuje okolo svojej osi synchrónne s obehom okolo svojej planéty, takže sú k nej stále otočené jednou stranou. Túto synchrónnu rotáciu spôsobujú slapové sily. Phoebe je zrejme už tak ďaleko od Saturna, že slapové pôsobenie je zanedbateľné (na rozdiel od Japeta, ktorý rotuje synchrónne). Povrch Phoebe je naozaj tmavý a jeho geometrické albedo sa mení podľa miesta povrchu v rozmedzí 0,046 až 0,060 (pri vlnovej dĺžke okolo 470 nm). Obraz Phoebe mal na snímkoch Voyagera priemer len 11 obrazových bodov, a preto nebolo možné rozlíšiť jednotlivé krátery. Na povrchu Phoebe sa však podarilo zistiť svetlejšie oblasti (vo vyšších severných i južných zemepisných šírkach) ktoré spolu nesúvisia a netvoria ani polárne čiapočky. Údaje o farbe mesiaca sú v súlade so spektrami mesiaca získanými predtým zo Zeme a ukazujú, že spektrum Phoebe je plochšie než spektrum tmavej pologule Japeta. Preto hypotéza, podľa ktorej tmavý materiál na povrchu Japeta pochádza z Phoebe, nie je zatiaľ potvrdená priamym pozorovaním.



Phoebe

Japetus

Eos, 10. 5. 1983 **-po-**

T Tauri je dvojhviezda!

Hviezda T Tauri bola pôvodne prototypom celej triedy nepravidelne premenných hviezd. Časom sa však ukázalo, že nie je typickou predstaviteľkou tejto skupiny.

Hviezdy typu T Tauri sú veľmi mladé a hmotnosť majú porovnateľnú s hmotnosťou Slnka. Sú v štádiu vývoja, keď ešte nemajú ustálený režim uvoľňovania jadrovej energie vo svojom vnútre, takže ani prenos energie z vnútra na povrch neprebieha konštantne. Jasnosť týchto hviezd sa nepravidelne mení a plyn z ich povrchu prúdi do priestoru omnoho rýchlejšie než je tomu na Slnku. Vyskytujú sa vždy v blízkosti útvarov medzihviezdnej hmoty, z ktorých zrejme vznikali. Pretože naše Slnko pravdepodobne tiež prešlo touto vývojovou fázou, sú pre nás vlastnosti hviezd typu T Tauri obzvlášť zaujímavé.

Samotná hviezda T Tauri sa od ostatných líši najmä prebytkom žiarenia vo vzdialenej infračervenej oblasti a nezvyčajne silným únikom látky z jej povrchu. T. Simon (Univerzita na Havaji) a B. Zuckermann (Univerzita Maryland) uverejnili v Astrophysical Journal Letters (15. 4. 1982) prácu o štúdiu infračerveného žiarenia hviezdy T Tauri. Pomocou metódy škvrnkovej interferometrie objavili, že táto hviezda má sprievodcu. Uhlová vzdialenosť zložiek je 0,7″, skutočná 145 AU. Druhá zložka s nižšou efektívnou teplotou je natoľko zahalená prachovým oblakom, že vo viditeľnej oblasti nie je pozorovateľná, zato však zodpovedá práve za prebytok infračerveného žiarenia, ktoré sa registrovalo u T Tauri už predtým. Zrejme bol teda odhalený systém dvoch mladých hviezd, z ktorých jedna sa už zbavila svojej cirkumstelárnej prachovej obálky a druhá ešte nie.

—mš—

Planetárna sústava okolo Vegy?

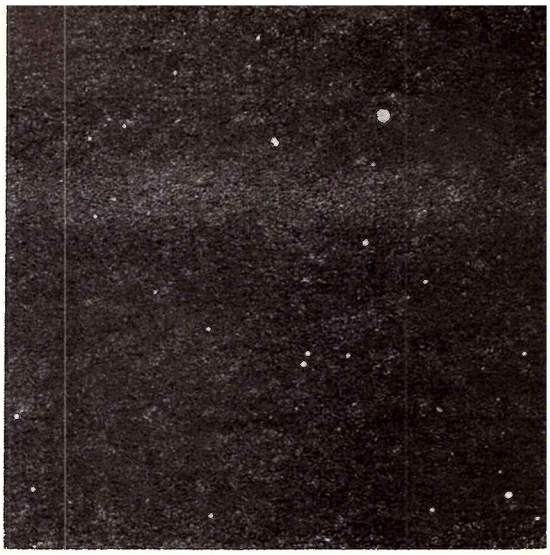
Astronomická družica IRAS, vypustená 26. 1. 1983, vynikajúco splnila očakávania, ktoré sa do jej pozorovaní vkladali. Uskutočnila prvýkrát v histórii prehliadku celej oblohy v infračervenej oblasti spektra. Ako je dobre známe, infračervené žiarenie vesmírnych objektov preniká cez atmosféru Zeme len v niekoľkých úzkych pásmach spektra a pozorovania je nutné robiť vo veľkých nadmorských výškach (známe sú napr. observatóriá na havajskej sopke Mauna Kea alebo Kuiperovo lietajúce observatórium). IRAS je prvou družicou, špecializovanou na astronomické pozorovania v infračervenej oblasti spektra a detektory, umiestnené v ohnisku ďalekohľadu o priemere zrkadla 57 cm, registrujú žiarenie s vlnovými dĺžkami 8,5 až 119 μm. Výsledky prehliadky oblohy uskutočnenej družicou nie sú zatiaľ spracované — veď sa jedná o pozorovania asi milióna infračervených zdrojov. Niektoré zaujímavé objekty, ktoré družica objavila, sú však už známe širšej verejnosti — či už ide o protohviezdy v prachových mračnách alebo kométy, ktorých má IRAS na konte už štyri. Všetky tieto novinky však bezpochyby zatienila správa o objave, ktorá sa rozletela po celom svete 9. augusta 1983. Hovorilo sa v nej o pozorovaní možného planetárneho systému okolo hviezdy Vega. Ak by sa to potvrdilo, bol by to objav prvoradého významu v astronómii — skutočný „objav storočia". Veď zatiaľ napriek veľkému úsiliu astronómov nemáme žiaden nezvratný dôkaz o existencii iného planetárneho systému okrem slnečnej sústavy. Povedzme si niečo bližšie o tom, čo skutočne družica IRAS objavila a odtiaľ už vyplynú ďalšie dôsledky.

Dvaja pracovníci z vedeckého tímu družice IRAS — H. H. Aumann z Jet Propulsion Laboratory (NASA) a F. Gillett z observatória na Kitt Peaku (Arizona, USA) — pozorovali ďalekohľadom družice hviezdu Vegu kvôli kalibrácii ďalekohľadu. Vega je tretia najjasnejšia hviezda na oblohe a používa sa ako štandard pri porovnávaní jasností a spektier hviezd. Bolo preto zaujímavé zistiť, ako „vyzerá" v infračervenej oblasti spektra. Na prekvapenie vedcov vyzerala Vega oveľa jasnejšia a väčšia než iné hviezdy podobného spektrálneho typu, ktoré sa už družicou IRAS pozorovali. Zakrátko sa zistilo, že infračervené žiarenie nepochádza z hviezdy samotnej, ale z oblasti okolo nej. Polomer tejto oblasti je asi 80 astronomických jednotiek, ale nepodarilo sa zatiaľ zistiť, či má žiariaca oblasť tvar gule alebo disku. Teplota materiálu, ktorý tvorí túto oblasť, je okolo 90 K, čo je približne teplota v Saturnových prstencoch. Je to teda chladný materiál, ktorý nesvieti vlastným svetlom a vo viditeľnej oblasti spektra je voči žiariacej hviezde prakticky neviditeľný.

Potiaľ fakty získané pozorovaním — všetko ostatné sú dôsledky, ktoré z týchto pozorovaní vyplývajú na základe teórií, ktoré sa zdajú byť dobre overené. Predovšetkým si musíme uvedomiť, že prachové mračná okolo hviezd nijako nie sú výnimočným javom, vôbec už nehovoriac o medzihviezdnych mračnách. O týchto objektoch sa v posledných rokoch získalo veľa údajov, hlavne pozorovaním na rádiových vlnách, ale i pozemskými infračervenými ďalekohľadmi. V čom je teda mračno okolo Vegy výnimočné? Sú to jeho rozmery, ktoré sú oveľa menšie než rozmery bežných prachových a plynových objektov okolo hviezd. Gravitačné pôsobenie centrálnej hviezdy je v bežných mračnách oveľa menšie než u Vegy, naproti tomu väčšiu úlohu hrá pohyb materiálu mračna. Aby bolo mračno okolo Vegy stabilným útvarom, musia jeho čiastočky obiehať okolo hviezdy. V prípade, že čiastočky mračna majú rozmery rádove mikróny, žiarenie centrálnej hviezdy má veľký vplyv na ich pohyb. Pri radiálnom pohybe čiastočiek pôsobí tlak svetla smerom preč od hviezdy, to znamená, že sa snaží mračno rozptýliť do medzihviezdneho priestoru. Ak však čiastočky obiehajú okolo hviezdy, jej svetelné žiarenie pôsobí na ne úplne ináč — snaží sa brzdiť ich obežný pohyb, takže čiastočky sa pohybujú po špirále smerom k hviezde a nakoniec zanikajú pádom na ňu. Vek Vegy sa odhaduje asi na miliardu rokov a dá sa predpokladať, že mračno okolo nej je rovnako staré. To znamená, že čiastočky mikrónových rozmerov, ktoré sú hlavnou zložkou bežných prachových mračien vo vesmíre, museli už dávno v mračne okolo Vegy zaniknúť. Dnes pozorované mračno sa teda musí skladať prevažne z čiastočiek väčších rozmerov, pohyb ktorých už žiarenie hviezdy prakticky neovplyvňuje. Okrem toho na základe dnešných teórií o vzniku našej slnečnej sústavy akréciou z pôvodného prachového mračna okolo Slnka môžeme usudzovať, že v mračne okolo Vegy tiež prebieha proces akrécie — zhlukovania sa častíc do väčších telies. Predpokladá sa, že tieto telesá majú rozmery od malých kamienkov až po rozmery našich asteroidov (teda menšie ako 1000 km). Z tohto pohľadu možno považovať mračno okolo Vegy za planetárnu sústavu v určitom vývojovom štádiu. Uvedomme si, že vek nášho Slnka sa odhaduje na 4,6 miliardy rokov, teda je oveľa vyšší ako vek Vegy. Preto je naša slnečná sústava už miliardy rokov „hotovým" útvarom. Podľa dnešných teórií planéty v našej slnečnej sústave vznikli v období rádove stoviek miliónov rokov. V prípade Vegy by toto obdobie mohlo byť o niečo dlhšie, čo môžeme zistiť z nasledujúcej úvahy. V slnečnej sústave majú teplotu 90 K telesá približne vo vzdialenosti Saturna od Slnka, čo je okolo 10 astronomických jednotiek (AU). Vega má hmotnosť dvakrát a svietivosť asi 60-krát väčšiu ako Slnko. Z jej svietivosti môžeme usúdiť, že rovnakú teplotu (90 K) budú mať telesá približne v osemkrát väčšej vzdialenosti než v prípade Slnka, pretože osvetlenie klesá so štvorcom vzdialenosti od centrálnej hviezdy. Odtiaľ nám vyjde vzdialenosť okolo 80 AU, čo je pozorovaný polomer mračna. Bližšie k Vege už môžeme očakávať, že mračno bude redšie, lebo teplota je tam vyššia a nemôžu tam už existovať v tuhom alebo kvapalnom skupenstve látky, ktoré tvoria prevažnú časť planetárneho materiálu — hlavne zlúčeniny vodíka ako voda alebo metán či iné uhľovodíky. Je to tá istá situácia ako v slnečnej sústave — vnútorné planéty, ktoré sú tvorené látkami s vysokým bodom topenia ako silikáty a pod. — majú oveľa menšiu hmotnosť ako obrovské planéty, zložené hlavne z vodíka, jeho zlúčenín a hélia. V prípade Vegy má oblasť, v ktorej je mračno husté, oveľa väčšie rozmery než u Slnka (v čase vzniku slnečnej sústavy), zatiaľ čo hmotnosť mračna okolo Vegy asi nebude oveľa väčšia než hmotnosť pôvodného oblaku okolo Slnka, ak uvážime, že Vega je len dvakrát hmotnejšia ako Slnko. Odtiaľ nám hneď vyplýva, že hustota v najhustejších častiach mračna okolo Vegy musí byť hodne nižšia než v protoplanetárnom oblaku okolo Slnka. A tým je hneď jasné, prečo asi akrécia v mračne okolo Vegy prebieha pomalšie než pri vzniku slnečnej sústavy.

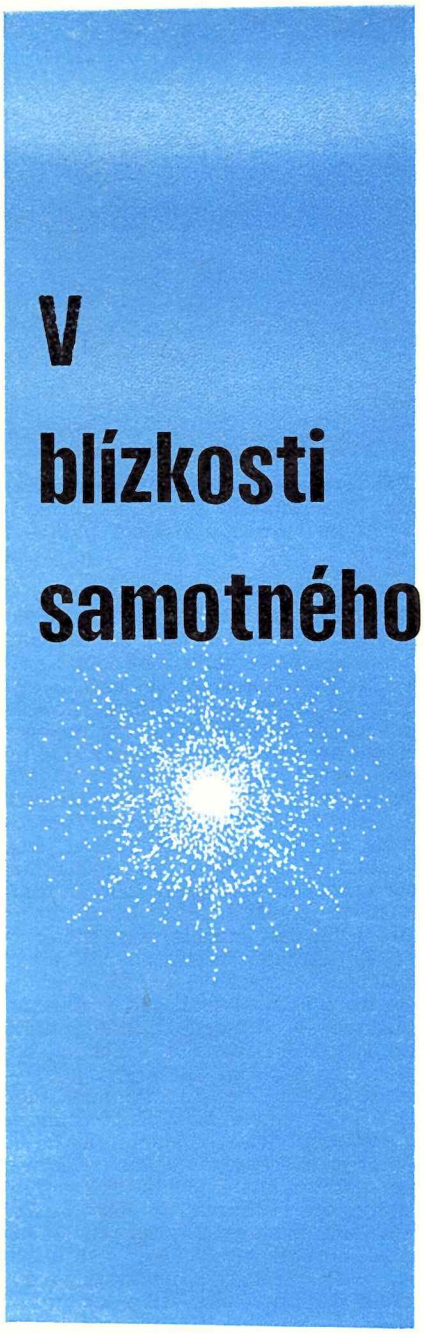
To všetko sú ale iba domnienky, založené na analógii a na dnešnej znalosti procesov vzniku planetárnych sústav. Definitívne slovo padne až pozorovaním z dokonalejších infračervených ďalekohľadov na obežnej dráhe okolo Zeme, ktorých vypustenie môžeme očakávať ešte v tomto desaťročí. IRAS však zatiaľ nebude zaháľať — dokiaľ vydrží zásoba tekutého hélia, bude usilovne pozorovať tisícky ďalších infračervených zdrojov na oblohe a okrem iného aj zisťovať, či aj iné hviezdy nemajú okolo seba chladné mračná — zárodky budúcich planetárnych sústav.

V. Pohánka



Súhvezdie Lýry. Jeho najjasnejšia hviezda Vega upútala pozornosť širokej verejnosti po správe o ďalšom objave družice IRAS. Snímka: Josef Gabrhelík

V blízkosti samotného počiatku



Aby sme sa mohli priblížiť k poznaniu raných fáz vzniku vesmíru, treba, aby sa objavili nové myšlienky vo vedách, z ktorých náuka o stavbe vesmíru, kozmológia, vychádza. Tento článok sa zameriava na problémy kozmológie spojené s počiatočnými fázami vývoja vesmíru. Jeho autor Dr. I. D. Novikov, DrSc., sovietsky teoretický fyzik a kozmológ, pracuje na IKI (Institut Kosmičeskich Issledovanij) AV ZSSR a vo väčšine svojich prác sa zaoberá vlastnosťami časopriestoru, fyzikou superhustých stavov a singularít. Často publikuje s popredným kozmológom J. B. Zeľdovičom. Okrem odborne vedeckej činnosti je známy aj ako autor populárno-vedeckých prác. Tento rok mu vychádza v druhom vydaní kniha Evoljucija Vselennoj (vo vydavateľstve Nauka). Jedna kapitola tejto knihy je základom tohto článku, ktorý vyšiel v časopise Zemľa i Vselennaja 2/1983. Aj napriek tomu, že článok je dosť náročný, uverejňujeme ho najmä preto, lebo dokumentuje, ako pokroky teoretickej fyziky výrazne prispievajú k riešeniu základných kozmologických otázok poznávania začiatočných fáz vývoja vesmíru tesne po big bangu a umožňujú priblížiť sa stále viac k samotnému počiatku.

Kozmológovia sa už dlho snažia objasniť, aké procesy prebiehali v blízkosti samotného počiatku rozpínajúceho sa vesmíru. Ich dôsledky možno nájsť v súčasnom vesmíre. Jedným z najzreteľnejších je chemické zloženie predhviezdnej hmoty. Podľa teórie horúceho vesmíru by v ňom malo byť 70 % vodíka a 30 % hélia. Skutočnosť, že práve tento pomer sa pozoruje v najstarších hviezdach Galaxie, v medzihviezdnom plyne a v iných objektoch, dokazuje pravdivosť našich poznatkov o prvých sekundách rozpínania vesmíru.

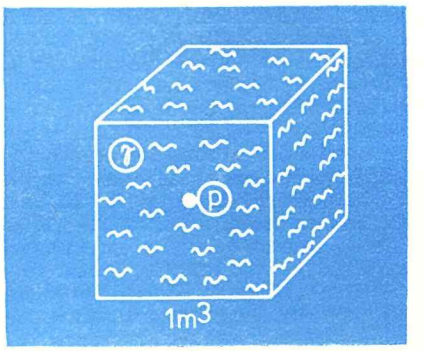
Dôsledky ešte starších procesov sú zachytené v základných vlastnostiach vesmíru.

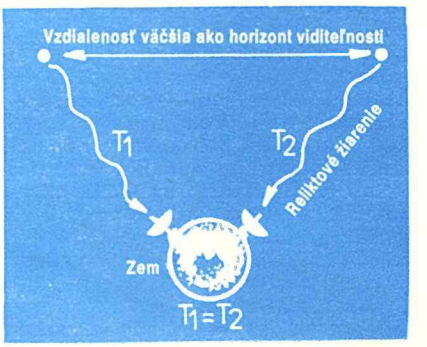
O tom, že vesmír bol v minulosti horúci, svedčí existencia reliktového žiarenia, t. j. tepelného elektromagnetického žiarenia, ktoré podľa predpokladov teoretikov muselo na samom počiatku vzniknúť. V priebehu rozpínania vesmíru pôvodne horúce reliktové žiarenie schladlo až na súčasnú teplotu 2,7 K. Pomer počtu fotónov reliktového žiarenia k počtu ťažkých častíc — baryónov (hlavne protónov a neutrónov, tvoriacich atómové jadrá), z ktorých sa v súčasnosti skladá obyčajná látka, sa počas rozpínania vesmíru prakticky nezmenil. Objasňuje sa to tým, že reliktové fotóny sa prakticky nepohlcujú a nemiznú ani baryóny. Pozorovania ukazujú, že v súčasnosti je hustota fotónov reliktového žiarenia $N_\gamma \approx 5 \cdot 10^8\ m^{-3}$ a hustota baryónov $N_{bar} \approx 1\ m^{-3}$.
Pomer

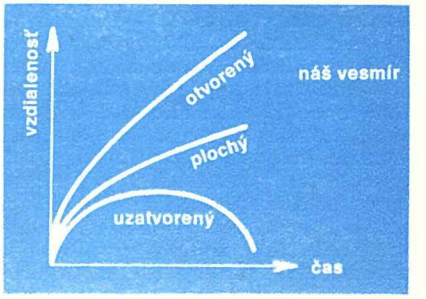
$$S = N_\gamma / N_{bar} \approx 10^9$$

sa nazýva špecifická entropia vesmíru a nemení sa s časom. Objasniť príčinu tak vysokej hodnoty tejto veličiny je dosť obtiažne.

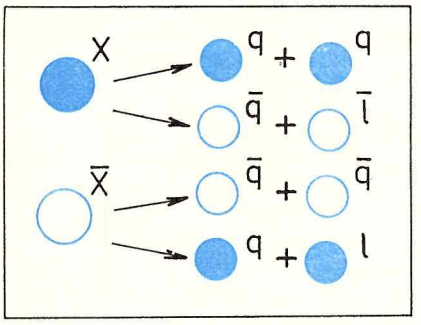
V čase kratšom ako 10^{-5} sekundy po počiatku rozpínania sa vo veľmi horúcom vesmíre rodilo a zanikalo (anihilovalo) obrovské množstvo častíc a antičastíc všetkých druhov. Pri poklese teploty v dôsledku rozpínania častice a antičastice vzájomne anihilovali, čím vznikali fotóny a neutrína, tvoriace reliktové žiarenie (reliktové neutrína nemožno zatiaľ registrovať v dôsledku ich malej



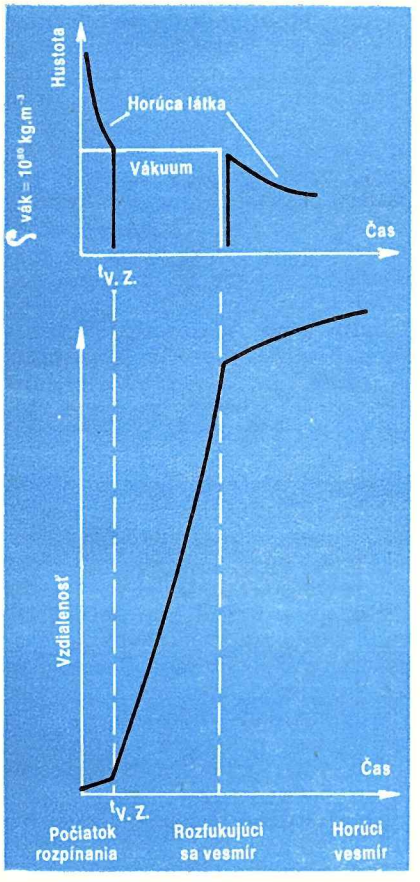




Základné vlastnosti vesmíru:
1. Veľká špecifická entropia vesmíru je určená pomerom hustoty fotónov a baryónov. V 1 m³ sa vo vesmíre nachádza 10^9 reliktových fotónov (γ) a iba jeden protón (p).
2. Vo veľmi vzdialených bodoch vesmíru je teplota (T_1 i T_2) rovnaká, čo je dôkazom homogénnosti priestoru vo veľkom meradle.
3. Pozorovaná hustota vesmíru približne zodpovedá ρ_{krit}, čo znamená, že priestor svojou geometriou by mal byť blízky plochému.



Dva spôsoby rozpadu X-bozónu a jeho antičastice $\bar{X}$, v priebehu ktorých sa mení baryónové číslo. X-bozón sa môže rozpadnúť na dva kvarky (q), alebo na antikvark ($\bar{q}$) a antileptón ($\bar{l}$); $\bar{X}$-častica na dva antikvarky, alebo na kvark a leptón.



Zmena hustoty a vzdialenosti v rozpínajúcom sa vesmíre. Na začiatku rozpínania hustota horúcej látky mnohokrát prevyšovala hustotu vákua. Po uplynutí momentu $t_{V.Z.} = 10^{-35}$ s hustota látky katastroficky klesala a jej teplota sa zmenila z hodnoty 10^{28} na 10^{15} K. Od momentu $t_{V.Z.}$ do $t_1 \approx 10\ t_{V.Z.}$ približne 10^{-33} s hustota vákua prevyšuje hustotu látky. Gravitácia vákua odpudzuje všetky častice, čím sa zväčšujú vzdialenosti vo vesmíre. V čase t_1 po kvantovom rozpade vákua vznikajú energetické častice a antičastice. Vesmír sa znava „ohrieva" na teplotu $T_{V.Z.} = 10^{28}$ K. V štádiu horúceho vesmíru sa X-bozón rozpadáva a objavuje sa prebytok baryónov, ktoré potom vytvoria obyčajnú látku.

energie). Ak by častice a antičastice, ktoré vzájomne nezanihilovali, zostali vo vesmíre v rovnakých množstvách, popri hviezdach a galaxiách zložených z hmoty by mali vzniknúť aj antihviezdy a antigalaxie zložené z antihmoty. Pozorovania však existenciu antisvetov nepotvrdili. Na hranici medzi hmotou a antihmotou by vznikalo mohutné gama žiarenie a takéto žiarenie sme nezaregistrovali. Keďže po vzájomnej anihilácii zostali vo vesmíre výlučne častice, znamená to, že už v prvých momentoch rozpínania vesmíru v obrovskom mori častíc a antičastíc bol neveľký prebytok častíc. Počas rozpínania vesmíru častice a antičastice vzájomne zanihilovali a prebytok častíc zostal. Veľkosť tohto prebytku je daná pomerom

$$N_{bar}/N_{\gamma} = 1/S \approx 10^{-9}$$

Veľká špecifická entropia je spôsobená týmto nepatrným prebytkom častíc. Vzniká otázka: odkiaľ sa vzal tento prebytok častíc nad antičasticami a čím je daná jeho veľkosť? Je to prvá fundamentálna vlastnosť vesmíru a záhada známa ako **problém entropie.**

Ďalšou záhadnou vlastnosťou vesmíru je jeho prekvapujúca homogénnosť a izotropnosť. Tieto vlastnosti vyplývajú z pozorovania reliktového žiarenia, ktoré má vo všetkých smeroch rovnakú intenzitu[1]. Reliktové fotóny poslednýkrát vzájomne interagovali s látkou horúceho a hustého vesmíru pred 15 miliardami rokov. Fotóny, ktoré k nám dnes prichádzajú z protiľahlých smerov, prinášajú svedectvo o teplote vesmíru v bodoch ďaleko rozmiestnených v priestore. Pretože intenzita fotónov je rovnaká, znamená to, že aj teplota v týchto vzájomne vzdialených bodoch bola rovnaká. Každý z týchto bodov ležal mimo horizontu viditeľnosti[2], vyznačeného okolo druhého bodu pre tú istú epochu. Keďže body neboli príčinne zviazané, nemohli si počas rozpínania vesmíru vymeniť signály. Prečo teda majú rovnakú teplotu? Veď jeden bod nemôže vedieť akú teplotu má druhý a teplota sa v nich nestačí vyrovnať. Tento problém je známy ako **problém horizontu.**

Ďalšou záhadou je nepatrný rozdiel skutočnej a kritickej (10^{-26} kg/m^3) hustoty látky vo vesmíre. Pripomeňme, že pri vyššej hustote ako je kritická, sa rozpínanie v budúcnosti zmení na kontrakciu; pri nižšej hustote sa bude vesmír rozpínať natrvalo. Ak je hustota rovná kritickej, geometrické vlastnosti priestoru sú popísané euklidovskou geometriou, t. j. priestor je plochý. Dnes, približne 15 miliárd rokov od začiatku rozpínania, je hustota dostatočne blízka kritickej, preto geometrické vlastnosti priestoru odpovedajú plochému priestoru. Mimochodom, odlišnosť hustoty od jej kritickej hodnoty rastie s rozpínaním vesmíru. Blízkosť hodnôt týchto dvoch veličín dnes, znamená takmer ich úplnú zhodu v samotnom počiatku rozpínania. Tak sme sformulovali tretí problém — problém **plochosti priestoru.**

Poslednou záhadnou vlastnosťou je, že hoci je vesmír vo veľkých meradlách prekvapujúco homogénny, v menších meradlách sa predsa vyskytli odchýlky, malé prvotné fluktuácie, ktoré dali základ galaxiám a ich sústavám. Je to **problém prvotných fluktuácií.**

Kľúč k riešeniu všetkých týchto problémov poskytla fyzika elementárnych častíc.

Vieme, že sú známe štyri typy fyzikálnych interakcií: silné (alebo jadrové), slabé (spôsobujú napr. rádioaktívny rozpad), elektromagnetické a gravitačné. V zhode so súčasnými predstavami sa tieto fyzikálne interakcie prejavujú ako rôzne iba pri pomerne malých energiách, pri veľkých energiách sa zjednocujú na jednu veľkú interakciu. Čím viac sa blížime k počiatku rozpínania, tým viac sa zvyšuje energia interagujúcich častíc. Keď je energia interagujúcich častíc rádu 10^2 GeV, čo odpovedá teplote 10^{15} K, tak sa zjednocujú slabé a elektromagnetické interakcie, pri energii okolo 10^{15} GeV (10^{28} K) nastáva „veľké zjednotenie", keď sa zjednocujú silné, slabé a elektromagnetické interakcie. Pri energii okolo 10^{19} GeV (10^{32} K) sa k nim pripája aj gravitačná interakcia.

Ponechajme zatiaľ stranou možnosť zjednotenia všetkých síl vrátane gravitácie a preskúmajme, k akým dôsledkom vedie teória

---

1. Pozorovaná malá anizotropia je spôsobená tým, že Zem sa voči poľu reliktového žiarenia pohybuje rýchlosťou 350 km/s.
2. Sféra opísaná v určitom momente okolo ľubovoľného bodu rozpínajúceho sa vesmíru s polomerom, ktorý sa rovná vzdialenosti, ktorú prejde signál šíriaci sa rýchlosťou svetla za čas rozpínania vesmíru.
3. Podľa teórie veľkého zjednotenia je v obvyklých podmienkach protón nestabilný a musí sa rozpadnúť za 10^{32} rokov. Z toho vyplýva, že vo veľmi vzdialenej budúcnosti (ak sa vesmír bude tak dlho rozpínať) sa vo vesmíre obyčajná látka rozpadne, vyparia sa aj čierne diery a zostanú iba fotóny, neutrína, gravitóny a elektrónovo-pozitrónové páry. V ešte vzdialenejšej budúcnosti (okolo 10^{100} rokov) bude vo vesmíre prevládať veľmi zriedená elektrónovo-pozitrónová plazma.

veľkého zjednotenia. Začneme s prvou zo spomínaných záhad. Teória veľkého zjednotenia predpovedá možnosť reakcií so zmenou baryónového náboja. Baryónový náboj je daný rozdielom počtu baryónov a ich antičastíc, ktoré sa zúčastňujú v reakciách. Predtým než bola vybudovaná teória veľkého zjednotenia, sa počítalo s tým, že baryónový náboj sa v ľubovoľných reakciách zachováva. Teória veľkého zjednotenia ukázala, že sú reakcie, pri ktorých sa narušuje zákon zachovania baryónového náboja. V týchto reakciách sa zúčastňujú superťažké častice, ktoré sa rodia pri veľmi vysokých energiách, preto aj reakcie so zmenou baryónového náboja sú efektívne iba pri obrovských energiách.[3]

Pre jednoduchosť výkladu budeme hovoriť iba o jednej superťažkej častici: X-bozóne. Jej hmotnosť v energetických jednotkách sa rovná energii veľkého zjednotenia, t. j. 10^{15} GeV. X-bozóny sa efektívne rodia pri energii, ekvivalentnej teplote veľkého zjednotenia 10^{28} K. Takáto teplota prevládala vo vesmíre v čase 10^{-35} sekundy po začiatku rozpínania. Pri nej a teplotách ešte vyšších, panujúcich vo vesmíre pred týmto okamihom, boli reakcie so zmenou baryónového náboja také bežné ako iné reakcie. Vzhľadom na neprítomnosť plnej symetrie medzi časticami a antičasticami sa tempo reakcií s časticami a odpovedajúcich reakcií s antičasticami trochu líši.

Pri teplote vyššej ako 10^{28} K vyplňovala vesmír superhorúca zmes všetkých fundamentálnych častíc a ich antičastíc (v rovnakých množstvách), nachádzajúcich sa v termodynamickej rovnováhe. Nijaký prebytok častíc nad antičasticami neexistoval. Keby sa častice a antičastice nelíšili a neprebiehali by reakcie s nezachovaním baryónového náboja, tak pri poklese teploty počas rozpínania vesmíru by všetky páry častíc a antičastíc vzájomne zanihilovali a zostali by iba fotóny a neutrína. Dnes by teda vo vesmíre chýbala obyčajná látka. V skutočnosti bol priebeh nasledovný: Pri poklese teploty pod 10^{28} K sa procesy za účasti X-bozónov a ich antičastíc spomaľujú. Častice nestačia zanihilovať alebo sa rozpadnúť a ich relatívna koncentrácia sa nemení, je „zamrznutá" a ďaleko vyššia než bola v stave termodynamickej rovnováhy. Po uplynutí času dostatočného pre rozpad X-bozónov a ich antičastíc sa začnú rozpadávať. Vzhľadom na to, že sú možné reakcie s nezachovaním baryónového náboja, ale aj v dôsledku nesymetrie medzi časticami a antičasticami vznikne nepatrný nadbytok častíc nad antičasticami. Práve ten je potrebný na vysvetlenie súčasného stavu vesmíru. V priebehu rozpínania dôjde k vzájomnej anihilácii častíc a antičastíc, ktoré sa zmenia na fotóny a neutrína. Zvyšok — nadbytočné baryóny — sú látkou, z ktorej sa skladá vesmír. Teoreticky vychádza veľkosť nadbytku častíc, ako aj veľkosť špecifickej entropie, na 10^9 až 10^{10}, čo je v zhode s pozorovanými údajmi.

Objasnenie ďalších fundamentálnych vlastností vesmíru je spojené s chovaním vákua pri teplote vyššej ako je teplota veľkého zjednotenia $T_{V.Z.} = 10^{28}$ K. F y z i k á l n y m v á k u o m nazývame najmenšie energetické stavy všetkých polí, bez prítomnosti reálnych častíc. Vákuum má gravitačné vlastnosti. Gravitácia vákua odpovedá silám odpudzovania a je úmerná vzdialenosti. Túto gravitačnú odpudivú silu možno charakterizovať hustotou vákua ρ_{vak}. Z fyzikálnej skúsenosti a z astronomických pozorovaní vieme, že v súčasnom vesmíre gravitácia vákua buď vôbec neexistuje, alebo je veľmi malá. Podľa teórie veľkého zjednotenia, pri teplote vyššej ako $T_{V.Z.}$ hustota vákua dosahovala obrovskú hodnotu

$$\rho_{vak} = 1/Gt^2_{V.Z} \approx 10^{80}\ \mathrm{kg\,.\,m^{-3}}$$

kde G je gravitačná konštanta a $t_{V.Z} = 10^{-35}$ s je čas, ktorý uplynul od počiatku expanzie do okamihu, kým vo vesmíre ešte prevládalo veľké zjednotenie. Bol to stav „f a l o š n é h o v á k u a".

Na počiatku rozpínania v čase kratšom ako $t_{V.Z}$ bola vo vesmíre teplota vyššia ako $T_{V.Z.}$ Aj keď hustota vákua bola 10^{80} kg/m^3, hustota obyčajnej horúcej látky, skladajúcej sa z častíc a antičastíc bola ešte vyššia, preto sa gravitácia vákua neprejavovala. Po uplynutí 10^{-35} s od začiatku rozpínania je už hustota obyčajnej látky zrovnateľná s hustotou vákua a ďalej sa znižuje. Gravitácia vákua prevláda a pretože ide o silu odpudivú, donucuje vesmír rozpínať sa zrýchlene. Hustota vákua je konštantná, neklesá s časom, preto zrýchlenie, s akým sa rozpína vesmír, je konštantné a má hodnotu

$$a\ [\mathrm{m/s^2}] \approx 10^{71}\ R\ [\mathrm{m}],$$

kde R je vzdialenosť medzi skúmanými bodmi. Rýchlosť rozpínania (vzájomného vzďaľovania sa ľubovoľných častíc) s časom spojite rastie, teda presne naopak, ako v prípade, keď existuje iba príťažlivosť hmoty. Všetky rozmery vo vesmíre sa veľmi rýchlo zväčšujú, rozširujú. Toto štádium zrýchleného rozpínania dostalo názov **„rozfukujúci sa vesmír"**.

Štádium rozfukujúceho sa vesmíru okamžite rieši problém horizontu. Do tohto štádia, v bodoch vzájomne blízko položených, vo vnútri obecného horizontu, sa môže vytvoriť rovnaká teplota. Ako výsledok prudkého rozfúknutia, body s rovnakou teplotou sú roznesené na gigantické vzdialenosti a nachádzajú sa mimo horizontu.

Stav rozfukujúceho sa vesmíru je nestabilný. Teplota aj hustota obyčajnej látky sa pri takomto rozpínaní rýchlo zmenšuje. Vesmír sa ochladzuje na teplotu blízku absolútnej nule. Vtedy je možný aj fázový prechod od stavu „falošného vákua" s obrovskou hustotou na stav „skutočného vákua" s nulovou alebo veľmi malou hustotou. Celá hustota hmoty (a odpovedajúca hustota energie) „falošného vákua" prechádza do hustoty hmoty obyčajnej horúcej látky, t. j. z „falošného vákua" sa rodí obrovské množstvo energetických častíc a antičastíc. Vesmír sa znovu rozohrieva do $T_{V.Z.}$ Rozohriatie vesmíru trvá niekoľko desiatok až stoviek $t_{V.Z.}$ Za tento nepatrný časový interval sa všetky rozmery vesmíru zväčšia $e^{100} \approx 10^{43}$ krát! Potom začína obyčajné rozpínanie v súlade so zákonmi horúceho vesmíru. Ten postupne chladne a po asi 15 miliardách rokoch dospieva k súčasnému stavu.

Prechod hustoty vákua do hustoty obyčajnej látky na konci štádia rozfukujúceho sa vesmíru rieši aj problém plochosti priestoru. Hustota „falošného vákua" v období rozfukujúceho sa vesmíru je totiž presne rovná kritickej a po prechode bude hustota látky tak isto rovná kritickej.

Fázový prechod „falošného vákua" do „skutočného vákua" nenastáva všade súčasne. Tento proces je možné zrovnať s kvantovým rozpadom rádioaktívnej látky. Keďže opakujúce sa rozohriatie vesmíru neprebieha všade súčasne, dochádza k vzniku nepatrných fluktuácií horúcej látky. Vo veľkých meradlách, v štádiu rozfukujúceho sa vesmíru, nastáva „parametrické" zosilnenie prvotných kvantových fluktuácií hustoty. Z týchto malých nehomogenít hustoty sa za dosť dlhý čas, už v dobe blízkej k našej, vytvárajú nebeské telesá. Tým je vyriešený problém fluktuácií.

Nie je vylúčené, že v minulosti prebehlo niekoľko štádií rozfukujúceho sa vesmíru. Ani v budúcnosti nie sú vylúčené fázové prechody vákua.

Náš prehľad končí, keď sa teoretickí fyzici dostali k okamihu 10^{-35} sekundy po začiatku rozpínania vesmíru. Niet pochýb o tom, že ďalšie priblíženie k počiatku big bangu bude ešte zaujímavejšie.

Uránove mesiace oveľa väčšie

O rodine piatich Uránových mesiacov sme už donedávna okrem ich dráh nevedeli nič. Zo Zeme sa javia ako hviezdičky štrnástej až sedemnástej veľkosti a viaceré pokusy zistiť ich rozmery a albedo pomocou detekcie ich infračerveného žiarenia boli neúspešné. Až v máji 1982 sa podarilo zachytiť a odmerať ich infračervené žiarenie pomocou trojmetrového ďalekohľadu IRTF na hore Mauna Kea na Havajských ostrovoch. Detekované žiarenie malo vlnové dĺžky v rozmedzí od 16 do 20 μm. Porovnaním jasnosti mesiacov v infračervenej oblasti spektra s ich jasnosťou vo viditeľnej oblasti spektra (v okolí 550 nm) zistili R. Hamilton Brown, D. Cruikshank a D. Morrison geometrické albedo štyroch vonkajších Uránových mesiacov a na základe toho vypočítali ich priemer. (Detekcia infračerveného žiarenia vnútorného, najmenšieho mesiaca Mirandy sa nepodarila.)

MESIAC	albedo	priemer
Ariel	0,30	1330 km
Umbriel	0,19	1110 km
Titania	0,23	1600 km
Oberon	0,18	1630 km

Prekvapuje, že albedo je dosť nízke — povrch mesiacov je teda pomerne tmavý. Predpokladalo sa totiž, že Uránove mesiace sa charakterom povrchu podobajú na vnútorné Saturnove mesiace (Mimas, Enceladus, Tethys, Dione, Rhea), ktoré majú nízke albedo, lebo majú na povrchu (a samozrejme aj vo vnútri) množstvo ľadu H_2O. Ukázalo sa však, že štyri Uránove mesiace majú povrch odlišný, zatiaľ nevedno aký. Snáď sa to dozvieme z údajov Voyagera 2, ktorý má preletieť okolo Urána a jeho mesiacov v januári 1986.

Nateraz sú podstatné údaje o albede, z ktorých vyplynulo, že tieto mesiace sú oveľa väčšie než sme si mysleli. Pre zaujímavosť — vo Hvezdárskej ročenke 1983 sú uvedené tieto hodnoty priemeru štyroch Uránových mesiacov (v rovnakom poradí ako hore): 640 km, 480 km, 960 km a 800 km. Podľa zisteného albeda sú teda tieto Uránove mesiace dvojnásobne väčšie a veľkosťou sú porovnateľné so Saturnovými mesiacmi Tethys, Dione a Rhea.

Podľa Sky ans Telescope, 9/1982-vp-

Mikroseizmy na Venuši

Mikroseizmy sa vyskytujú na mnohých miestach Zeme. Sú to nepatrné pohyby povrchu planéty, rádove jednotiek mikrónu, s intervalom jednotiek až desiatok sekúnd. Ak je Venuša seizmickou planétou, mali by sa mikroseizmy zistiť aj na nej. Pokus o ich priamu registráciu bol úlohou prístrojov na kozmických sondách Venera 13 a 14 v rámci programu Groza 2 v marci 1982. Prístroj vyvinuli v IKI (Ústave kozmických výskumov) Akadémie vied ZSSR.

Venera 13 žiadne mikroseizmy nezistila.

Seizmograf Venery 14 zaregistroval dva mikroseizmy: prvý s amplitúdou vyše 8×10^{-4} mm (asi 950 sekúnd po pristátí pristávacieho modulu) a druhý, s menšou amplitúdou (asi 1300 sekúnd po pristátí). Mikroseizmy takej amplitúdy by na Zemi zodpovedali vzdialenosti zdroja zhruba 3000 km. Približne v takej vzdialenosti od stanoviska prístrojov Venery 14 je na povrchu Venuše oblasť Beta a Phoebe, ktoré pravdepodobne patria k vulkanicky aktívnym oblastiam planéty.

Podľa Priroda 4/1983 -DK-

Gama vzplanutia stále záhadou

Vzplanutia gama žiarenia, pri ktorých dopadajú na Zem fotóny s najvyššími energiami aké poznáme, nie sú každodennou udalosťou, a preto sa prípady, keď sa podarilo na niektorom mieste oblohy zaregistrovať vzplanutie gama žiarenia, dlho študujú. Známe je vzplanutie 19. 11. 1978, ďalšie v marci 1979, avšak ich príčina stále nie je známa. Na tie miesta oblohy, odkiaľ sa zachytili gama vzplanutia, zameriavajú astronómovia najväčšie ďalekohľady vybavené špičkovou zobrazovacou technikou (CCD — Charge Coupled Devices) v nádeji, že niečo objavia.

Pre gama vzplanutie z 19. 11. 1978 prichádzajú do úvahy dva optické zdroje, ktorých poloha súhlasí (v rámci pozorovacích chýb) s miestom vzplanutia. Dostali pracovné označenie A a B. Oba sú veľmi slabé: v rozmedzí vlnových dĺžok 650 až 1000 nm má zdroj A magnitúdu 23,15 $\pm$ 0,35 a zdroj B magnitúdu 23,70 $\pm$ 0,60 podľa meraní na Európskom južnom observatóriu v Chile v júli minulého roku. V septembri bol však na tomto mieste nájdený len zdroj A, ktorého jasnosť sa temer nezmenila, zatiaľ čo zdroj B zmizol (magnitúda vzrástla nad 24,7, čo je hranica citlivosti detektora CCD). Premennosť zdroja B je podozrivá a ak bol skutočne zdrojom gama vzplanutia, potom podľa autorov správy ide najskôr o dvojhviezdu so zložkami nízkych hmotností, zatiaľ čo model so samostatnou neutrónovou hviezdou, na ktorú dopadla nejaká hmota, sa zdá byť vylúčeným. Astronómovia z Interamerican Observatory v Cerro Tololo objavili na opačnej strane od zdroja A rýchlo premenný objekt s veľkými zmenami jasnosti, pričom zdroj B ako kandidáta vylučujú.

Takže otázku ako vznikajú vzplanutia gama žiarenia, zodpovedia asi až nové pozorovania.

Podľa IAUC, 3752 (14. 12. 1982) a 3734 (15. 10. 1982) -mš-

Ako využiť Mesiac

Požiadavka zvýšiť rozlišovaciu schopnosť prístrojov primäla rádioastronómov k zostrojeniu rádiointerferometrov s dlhými základňami. V súčasnosti používané interferometre sú obmedzené rozmermi Zeme; ďalšie zlepšenie by bolo možné dosiahnuť vybudovaním kozmických interferometrov. V. S. Arťuch a I. V. Šišlov navrhujú ako využiť pre zostrojenie rádiointerferometrov efekt odrazu rádiového signálu od povrchu Mesiaca. Analýza ukázala, že takýto projekt je možné realizovať aj pri použití už existujúcich rádioteleskopov.

Princíp práce mesačného interferometra je rovnaký ako princíp morského interferometra. Pozorovania sa robia buď jednou anténou s viacsmerovou charakteristikou, alebo dvomi smerovými anténami, z ktorých jedna je nasmerovaná na skúmaný zdroj rádiového žiarenia a druhá na Mesiac. Registruje sa koherentná zložka dvoch signálov: signálu prichádzajúceho priamo od zdroje a signálu odrazeného od povrchu Mesiaca. V kanáli, ktorým ide signál odrazený od Mesiaca, vzniká časové oneskorenie $\Delta t = R\,(1 - \cos\Theta)/c$, kde c je rýchlosť svetla, R je vzdialenosť od antény k Mesiacu a Θ je uhol medzi priamym a odrazeným signálom.

Charakteristika signálu odrazeného od Mesiaca závisí od charakteru povrchu v mieste, kde signál dopadne, nerovnosti povrchu vyvolávajú moduláciu amplitúdy a fázy odrazeného signálu. Na zmenu fázy má vplyv aj medziplanetárny priestor a stav ionosféry.

Predloženú metódu je možné využiť v širokom vlnovom rozsahu od decimetrov do desiatok metrov, v ktorom (podľa údajov rádiolokácie) Mesiac dostatočne dobre odráža rádiové vlny. Jej základným nedostatkom je malá citlivosť. Pre súčasné pozorovanie mnohých zdrojov žiarenia je nevyhnutná viacsmerová anténa s veľkou efektívnou plochou (väčšou než plocha antény v Arecibo).

Návrh využiť Mesiac ako rádioastronomický prístroj podali už viacerí odborníci. Napríklad spôsob pozorovania zákrytov rádiových zdrojov Mesiacom, ktorý vypracoval G. G. Getmancev a V. L. Ginzburg v roku 1950, má dodnes široké uplatnenie.

J. Zvolánková

Teraz je rad na kvazaroch

FYZIKÁLNA PODSTATA VÝVOJA HVIEZD A SČASTI AJ GALAXIÍ JE UŽ ZNÁMA. TERAZ JE RAD NA KVAZAROCH.

Pred dvadsiatimi rokmi sa astronómom podarilo interpretovať zaujímavé spektrá slabých modrých „hviezdičiek", ktorých poloha na oblohe je totožná s polohou niektorých rádiových zdrojov.

Pomohol pri tom predpoklad, že sa „hviezdičky" od nás vzďaľujú takmer rýchlosťou svetla. Také rýchle vzďaľovanie môže súvisieť iba so všeobecným kozmologickým rozpínaním vesmíru. Obrovská rýchlosť objektov, ktoré dostali pomenovanie kvázihviezdne rádiové zdroje — kvazary — svedčí o ich obrovskej vzdialenosti, až mnoho miliárd svetelných rokov. Preto sa kvazary zdajú byť najmohutnejšími zdrojmi energie vo vesmíre.

Rozbor fotografií ukázal, že ich magnitúda nie je taká konštantná ako pri galaxiách — kvazary „blikajú". Oblasť v ktorej dochádza k vyžarovaniu energie, je relatívne malá — len niekoľkonásobok veľkosti slnečnej sústavy. Pretože kvazary sú mnohonásobne jasnejšie než galaxie, musia byť asi desaťtisíckrát kompaktnejšie.

V posledných rokoch sa popri detailnom štúdiu jednotlivých kvazarov stále častejšie používajú štatistické metódy skúmania všetkých známych kvazarov, pričom sa detailné javy jednotlivých objektov zanedbávajú a študujú sa typické vlastnosti, charakteristické pre všetky kvazary. Svojho času tento prístup pomohol objasniť stavbu a evolúciu hviezd a teraz sa úspešne používa pri skúmaní evolúcie galaxií.

Skutočne, aj z veľmi podrobného štúdia charakteristík jednotlivej hviezdy alebo galaxie, dostupných astronómom (jas, farba, spektrálne charakteristiky, hmotnosť a i.), býva obtiažne určiť, akým spôsobom dospela daná hviezda (alebo galaxia) k terajšiemu štádiu, aké vnútorné procesy ho podmienili. Diagramy pre veľký súbor objektov (napr. diagramy farba — svietivosť, hmotnosť — svietivosť, chemické zloženie — vek a pod.) pomáhajú poznávať vývoj objektov a dĺžku jeho jednotlivých etáp. Odtiaľ je už len krok k objasneniu fyzikálnych príčin evolúcie.

Počet objavených kvazarov prudko rastie: koncom roku 1976 ich bolo známych 637 a v roku 1979 už 1550. Spektrálne čiary najvzdialenejšieho z nich majú červený posun $z = 3{,}5$. Pri skúmaní rozličných vlastností kvazarov v závislosti od červeného posunu astronómovia predpokladajú, že získané závislosti nezávisia od rozloženia kvazarov v priestore, ale od rozdielnosti okamihov, kedy sa z týchto objektov vyžiarilo svetlo, prichádzajúce k nám v súčasnosti. (Napríklad svetlo z kvazaru s červeným posunom $z = 3{,}5$ registrované dnes, bolo vyžiarené pred 10 miliardami rokov). Mnohé dôkazy totiž potvrdzujú, že vesmír je vo veľkých rozmeroch homogénny a vlastnosti objektov určitej triedy v tom istom okamihu nezávisia od ich polohy v priestore.

V posledných rokoch boli zistené niektoré fakty o evolúcii kvazarov. Ukázalo sa napríklad, že ich priestorová hustota bola prv omnoho väčšia než teraz. Najjasnejšie kvazary mali, podľa všetkého, v každom čase približne rovnakú vlastnú svietivosť. Podľa niektorých údajov boli kvazary v minulosti chudobnejšie na ťažké prvky ako dnes.

V poslednom čase sa objavili ďalšie zaujímavosti o evolúcii kvazarov. Čínsky astronóm K. Czu skúmal súvislosť medzi optickou premenlivosťou kvazarov a ich červeným posunom. Už predtým niektorí astronómovia zistili, že čím väčší je červený posun kvazarov, tým menej je medzi nimi opticky premenlivých objektov (obr. 1). Bolo však silné podozrenie, že táto závislosť nie je reálnou funkciou medzi charakteristikami kvazarov, ale je vyvolaná dvoma výlučne pozorovacími efektami:

1. Čím sú kvazary od nás ďalej, tým je ich jasnosť menšia, takže neveľké kolísanie jasnosti je ťažké rozoznať.

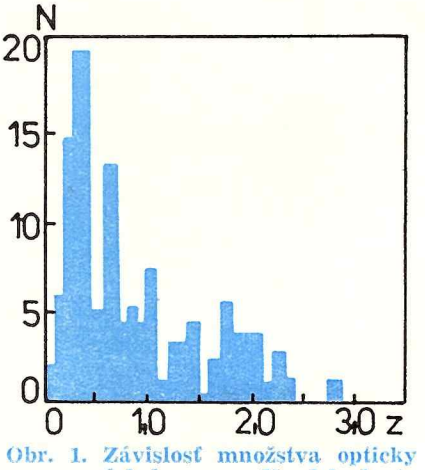
2. So vzdialenosťou kvazarov rastie rýchlosť ich vzďaľovania sa od nás (Hubbleho zákon), v dôsledku čoho procesy prebiehajúce na nich vnímame pri pozorovaní zo Zeme spomalené. Napríklad perióda zmeny svietivosti kvazaru vo vzťahu k pozemskému pozorovateľovi sa predĺži $(1 + z)$-krát. A keďže sa jasnosť kvazaru vo vlastnej vzťažnej sústave mení s periódou niekoľkých rokov, pre pozorovateľa na Zemi sa tento proces môže predĺžiť na desaťročia, a preto jeho registrovanie bude obtiažnejšie (väčšina kvazarov bola objavená len v posledných rokoch).

Avšak — ako ukázal Czu — aj s uvážením uvedených efektov je závislosť optickej premennosti od červeného posunu kvazarov reálna: s pravdepodobnosťou 99,5 % možno tvrdiť, že so zmenšujúcim sa z (t. j. s približovaním sa k súčasnosti) rastie zastúpenie opticky premenných kvazarov. Zatiaľ ťažko povedať, s akými zmenami v samotných kvazaroch to súvisí. Iba ako analógiu spomeňme, že väčšina typov premenných hviezd (napr. cefeidy a miridy) sú staré hviezdy, blížiace sa ku koncu svojej evolúcie. Že by aj optická premenlivosť kvazarov súvisela s procesmi nestability, vznikajúcimi v neskorých štádiách ich evolúcie?

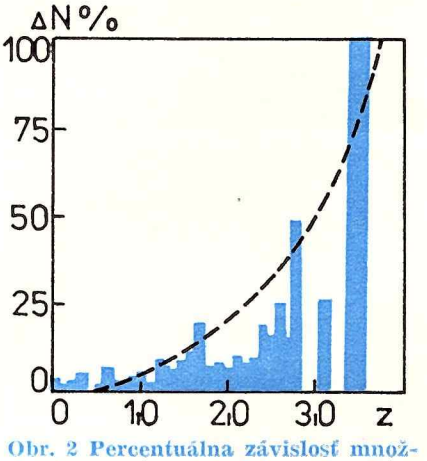
Zaujímavé pozorovanie vykonal indický astronóm D. Basu. Študoval súvislosť medzi absorpčnými a emisnými čiarami v spektre kvazarov. Je známe, že všetky emisné čiary patria samotnému kvazaru a majú rovnaký červený posun (z_e), súvisiaci s rýchlosťou vzďaľovania sa od nás. Zároveň sa v spektre kvazaru často vyskytuje niekoľko systémov absorpčných čiar, ktorých červený posun (z_a) je spravidla menší ($z_a \leq z_e$). Absorpčné čiary vznikajú pravdepodobne v oblakoch relatívne chladného plynu, nachádzajúcich sa medzi pozorovateľom a skúmaným kvazarom. Tento plyn môže patriť galaxiám, zhlukom galaxií, alebo samotnému kvazaru. Čím vzdialenejšie sú kvazary, tým častejšie sa v ich spektre objavujú absorpčné čiary (obr. 2). Je to ľahko pochopiteľné — veď čím väčšia je vzdialenosť kvazaru od pozorovateľa, tým vyššia je pravdepodobnosť výskytu nejakej galaxie, obsahujúcej hviezdny plyn, v danom priestore. Keby bolo rozmiestnenie oblakov plynu vo vesmíre náhodné, z_e kvazaru a z_a plynu by nemuseli súvisieť. Ukazuje sa však, že to nie je celkom tak. Podľa údajov D. Basu rozdelenie kvazarov podľa z_e (viď. napr. obr. 1) veľmi pripomína rozdelenie absorbujúcej hmoty, vyskytujúcej sa medzi kvazarom a pozorovateľom, podľa z_a. (Pri pozorovaní týchto rozdelení boli použité štatistické metódy).

Vidíme teda, že rozdelenie kvazarov a absorbujúcej hmoty navzájom súvisí, no príčina týchto súvislostí nie je zatiaľ známa.

Podľa Priroda 4/1983 **-DK-**



Obr. 1. Závislosť množstva opticky premenných kvazarov N od hodnoty červeného posunu z.



Obr. 2 Percentuálna závislosť množstva kvazarov, u ktorých možno identifikovať absorpčné čiary, od hodnoty ich červeného posunu z.

SS 433 v gama oblasti

Objekt SS433 v súhvezdí Orla bol po svojom objave pred šiestimi rokmi považovaný za jednu z najväčších záhad súčasnej astronómie: v jeho spektre sa našli dve skupiny Balmerových emisných čiar, jedna s extrémne veľkým modrým a druhá s extrémne veľkým červeným posunom. Preto sa tento objekt stal stredobodom záujmu stelárnych astronómov. Dnes už je známe, že SS433 je premenná hviezda V1343 Aquilae a jej neobvyklé periodické dopplerovské posuny sa podarilo vysvetliť ako dôsledok dvoch prúdov plazmy, ktorá relativistickou rýchlosťou (až 0,26 c) tryská z centrálneho zdroja na protichodné strany. Navyše prúdy vykonávajú aj precesný pohyb.

Od októbra 1979 do apríla 1980 bol tento objekt pozorovaný spektrometrom gama žiarenia s vysokým rozlíšením z paluby družice HEAO 3. Našli sa dve spektrálne čiary, jedna pri energiách 1,5 MeV a druhá slabá, pri 1,2 MeV. Ich energia sa menila s periódou asi 20 dní zhruba o 40 keV. Za predpokladu vyžarovania do všetkých smerov je výkon vyžiarený v oboch čiarach 2×10^{30}W. Pre žiarenie s vysokou energiou sa namiesto vlnovej dĺžky volí radšej údaj o energii fotónov a celková vyžiarená resp. prijatá energia je potom vyjadrená intenzitou — teda počtom fotónov, ktoré prejdú jednotkovou plochou za časovú jednotku. Intenzita čiary 1,5 MeV bola v priemere 15 ± 3 fotóny $m^{-2}s^{-1}$ a v čiare 1,2 MeV 11 ± 2 fotóny $m^{-2}s^{-1}$.

Vyžarovanie v čiarach v gama oblasti sa vysvetľuje ako žiarenie excitovaných jadier izotopu horčíka ^{24}Mg pri prechode do základného stavu. V kľudovej vzťažnej sústave majú emitované fotóny energiu 1,369 MeV, avšak v relativisticky prúdiacich výtryskoch je ich energia posunutá Dopplerovým javom k práve pozorovaným hodnotám. Registrované zmeny energie čiar súhlasia s modelom vysvetľujúcim optické chovanie objektu SS433 aj s periódou precesie výtryskov 164 dní.

IAUC 3793, 19. 4. 1983 **-šo-**

Exploduje VY Aquari na budúci rok?

V roku 1984 exploduje rekurentná nová VY Aquarii. Toto odvážne tvrdenie sa objavilo na stránkach Informačného bulletinu premenných hviezd č. 2232, ktorý vydáva komisia č. 27 Medzinárodnej astronomickej únie. Jeho autorom je Robert McNaught, astronóm-amatér, zamestnanec Astonovej univerzity v Birminghame, v Anglicku. Astrofyzikom sa tak naskytne možnosť sledovať celý priebeh výbuchu novy.

Autor predpovedá výbuch na základe správania sa VY Aquarii v priebehu uplynulých osemdesiatich rokov. V pokojných obdobiach môžeme tento zaujímavý objekt pozorovať ako slabučkú hviezdu 16-tej magnitúdy. Jej poloha na oblohe je daná súradnicami 21 h 09 m 28 s a — 9° 1,9′ (súradnice pre rok 1950.0). Prvá zaznamenaná explózia tejto novy nastala v roku 1907, keď hviezda dosiahla jasnosť ôsmej magnitúdy. Druhá explózia sa pozorovala až v roku 1962, avšak niekoľko výbuchov v období medzi týmito rokmi mohlo ostať nepovšimnutých, tvrdí Robert McNaught a dokladá to novoobjaveným zábleskom, ktorý našiel na platni exponovanej 31. júla 1973, keď hviezda dosiahla jasnosť 9,7 magnitúdy. Existenciu tohto maxima potvrdil aj W. Wenzel z observatória v Sonnebergu, NDR. Ako referuje v Cirkulári IAU č. 3759, nova dosiahla 27. júna 1973 jasnosť 12,2 magnitúdy, do 30. júla zjasnela na 9,5 magnitúdy a opätovne jej jasnosť poklesla do 6. augusta na 10,6 magnitúdy. Zatiaľ čo prvé dve maximá nastali v rozpätí 55 rokov, medzi druhým a tretím zaznamenaným zjasnením je 11 rokov. Perióda opakovaných explózií by na základe týchto výsledkov mohla byť 11, resp. 5,5 roka. Amplitúdou zjasnení o 6—7 magnitúd radí sa VY Aquarii k rekurentným novám, ale podľa navrhovanej veľmi krátkej periódy 5,5 roka by mala byť skôr trpasličou novou.

Podľa Sky and Telescope 5/83 **-vv-**

Družice pre seizmológiu

V posledných rokoch bola objavená nová predzvesť zemetrasení: tesne pred začiatkom prvých otrasov pôdy možno v oblasti seizmickej aktivity pozorovať na povrchu Zeme zákmity elektromagnetického žiarenia. Je všeobecne známe, že začiatok seizmického rozrúšania hornín sprevádzajú silné impulzy rozsiahlych prúdov v zemskej kôre. Objavené anomálie vysokofrekvenčného elektromagnetického poľa Zeme tesne pred seizmickým otrasom spôsobuje podľa všetkého žiarenie sekundárnych zdrojov v ionosfére, ktoré sú indukované elektrickými poľami seizmického pôvodu. Toto tvrdí teória...

M. B. Gochberg, V. A. Pilijenko a O. A. Pochotelov z Ústavu fyziky Zeme AV ZSSR sa pokúsili určiť na základe údajov z americkej družice OGO-6, ktorá bola vypustená v máji roku 1969 na takmer kruhovú obežnú dráhu okolo Zeme, možné elektromagnetické poruchy nad ohniskami zemetrasení. Na tejto družici bol inštalovaný trojzložkový indukčný magnetometer, ktorý registroval krátkovlnné nízkofrekvenčné žiarenie vo frekvenčnom pásme 10—1000 Hz. Autori preskúmali záznamy družice, ktoré vyslala 24 hodín pred zemetrasením a 24 hodín po ňom na úsekoch svojej dráhy nad epicentrami zemetrasení o sile väčšej ako 5,5 stupňa. Analýza údajov ukázala, že zreteľný zákmit elektromagnetického žiarenia bol zaznamenaný práve vtedy, keď sa družica nachádzala nad epicentrom zemetrasenia niekoľko hodín pred prvým otrasom.

Najväčší problém pri zisťovaní zákmitov elektromagnetického žiarenia, ktoré majú seizmický pôvod, spočíva v identifikácii príslušného signálu a jeho odlíšení od signálov pochádzajúcich napríklad od atmosferických výbojov alebo spôsobených rýchlymi časticami magnetosféry. Podľa mienky autorov sa ich údaje vzťahujú práve na uvedené elektromagnetické žiarenie. Zákmity žiarenia tohto typu neboli zaregistrované nad epicentrami hĺbkových zemetrasení s hĺbkou ohniska väčšou ako 80 km, čo je v plnom súlade s predstavami o fyzikálnom mechanizme seizmoionosferických väzieb: pomerne hrubá vrstva vodivej zemskej kôry nad ohniskom hĺbkového zemetrasenia intenzívne „pohlcuje" elektromagnetické žiarenie, ktoré sa v dôsledku toho na povrch nedostáva.

Doklady AV ZSSR, 1/1983 **-il-**

Svetielkovanie oblohy pri zemetraseniach

Mnohé pozorovania svedčia o tom, že pri zemetraseniach niekedy vidno modrobiele svetielkovanie oblohy. Veľmi pravdepodobné objasnenie mechanizmu tohto javu navrhol J. Byerly (USA) na konferencii Americkej geofyzikálnej spoločnosti vo Filadelfii roku 1982.

Pri trení priľahlých krýh zemskej kôry, ktoré vyvoláva seizmické otrasy, sa uvoľňuje množstvo tepelnej energie, takže sa pôda pozdĺž zlomu zemskej kôry intenzívne vyparuje. Pritom vzniká elektrický náboj podobný náboju v atmosfére pred búrkou a jeho výboje potom vidíme ako svetielkovanie oblohy. Niekedy je také intenzívne, že ho vidno až do vzdialenosti 100 km od epicentra zemetrasenia. Je to mechanizmus podobný ako atmosferické výboje — blesky, ktoré sa často pozorujú pri výbuchoch sopiek.

Je zrejmé, že trenie krýh zemskej kôry musí byť pomerne silné, aby spôsobilo svetielkovanie oblohy. Tým možno zdôvodniť, prečo sa počas nedávnych zemetrasení v Číne svetielkovanie oblohy pozorovalo len v tých prípadoch, keď zemetrasenie dosiahlo intenzitu minimálne 7 stupňov Richterovej stupnice. Existujú však aj fotografie svetielkovania oblohy pri menej silných zemetraseniach v Japonsku. Priebeh týchto zemetrasení mal však charakter postupných vzájomne súvisiacich otrasov, pri ktorých sa podľa všetkého uvoľnila veľká celková tepelná energia, dostatočná na vznik svetielkovania oblohy.

New Scientist 1311, 1982

Ako sa rodí hviezda

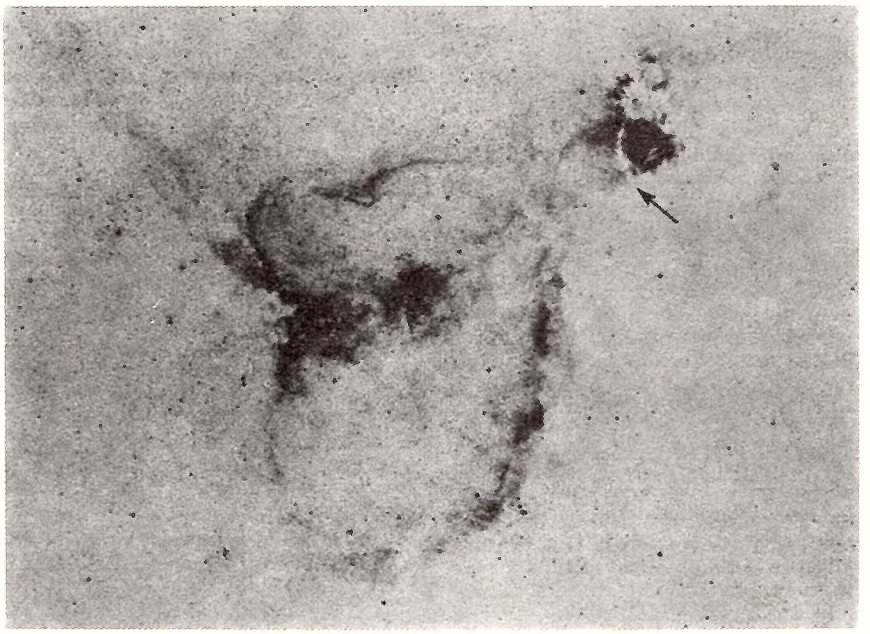
ZAUJÍMAVÉ OBJEKTY OBLOHY

Molekulárny oblak W3 (značka podľa katalógu rádiových zdrojov zhotoveného rádioteleskopom vo Westerborku v Holandsku) leží v súhvezdí Kasiopeje, je časťou hmloviny NGC 1795. Obsahuje svietiacu hmlovinu IC 1805, oblasť vodíkovej plazmy, ionizovanú ultrafialovým žiarením horúcich hviezd otvorenej hviezdokopy Melotte 15 (v strede snímky).

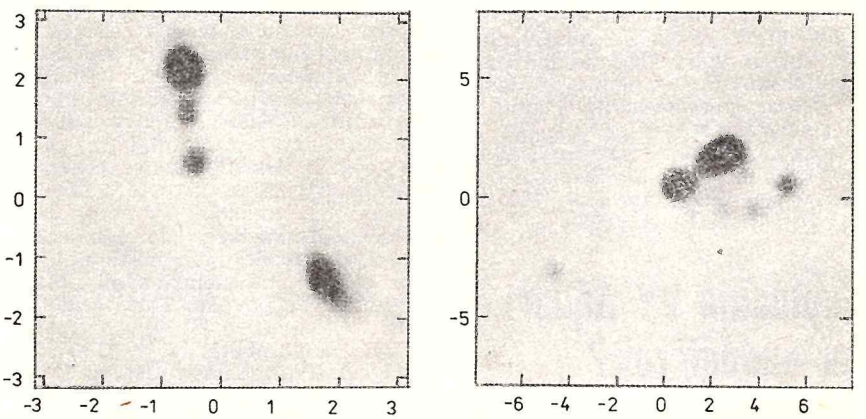
Rádiový zdroj W3 má veľa pozoruhodných vlastností. Jeho spektrum je zložené z dvoch komponentov — spojitého rádiového žiarenia a zo spektra molekulárnych pásov. Spojité rádiové žiarenie na vlnových dĺžkach 1 m až 1 cm vzniká voľno-voľnými prechodmi elektrónov v plazme. Je to dej, pri ktorom sa voľný elektrón zrazí s kladným iónom (resp. preletí v jeho blízkosti), dráha elektrónu sa pritom zakriví (elektrón sa pohybuje zrýchlene). Po zrážke opäť ako voľný odletí iným smerom. Pretože aj zrýchlene sa pohybujúci elektrón musí dodržiavať zákon zachovania hybnosti (a samozrejme aj ďalšie zákony), musí pritom vyžiariť časť svojej pohybovej energie vo forme fotónu. Keďže jeho rýchlosť poklesne (lebo klesá jeho energia), vzniknuté žiarenie sa nazýva brzdné. Žiadna podmienka neobmedzuje množstvo vyžiarenej energie, preto je spektrum brzdného žiarenia spojité. Závisí od teploty plazmy, či je maximum brzdného žiarenia v rádiovej alebo vo viditeľnej oblasti spektra. Hlavný vrchol spojitého spektra W3 je spôsobený tepelným žiarením prachu, ktorý je obsiahnutý v molekulárnom mraku. Prach má teplotu približne 30 až 100 K, teda je to prostredie relatívne chladné. To však neplatí v tesnej blízkosti hviezd, kde má plazma teplotu 10 tisíc K a kde sa prachové zrnká môžu udržať len obmedzený čas.

Pri lepšom rozlíšení vlnových dĺžok, čo je možné najmä v rádiovej oblasti, sa pozoruje bohaté spektrum molekulárnych pásov. V chladnom oblaku sú molekuly CO, formaldehydu H_2CO, NH_3, OH, H_2O a iné. Čiary hydroxylu však už od svojho objavu v r. 1967 boli nápadné nezvyčajnou mohutnosťou, ktorá by pri normálnom spôsobe vyžarovania vyžadovala teplotu nad 50 tisíc K, čo ale nie je možné. Astronómovia sa pri pozorovaní tejto molekuly prvýkrát stretli s kozmickým maserom, ktorý je v dnešnom astrofyzikálnom slovníku už celkom bežný. Vzniká vtedy, keď molekula má medzi energetickými stavmi A a B aj tretí, tzv. metastabilný stav, v ktorom môže zotrvávať dlhšiu dobu bez toho, aby sa vyžiarením fotónu zbavila energie. Kým pracuje mechanizmus „pumpujúci" molekuly zo stavu A do B, z ktorého môžu samovoľne prejsť do C, je pripravená pôda pre maserovú emisiu. Energiu do molekúl môže pumpovať buď infračervené žiarenie (prípad W3), alebo zrážky — alebo celý pochod môže prebiehať aj ináč. Dôležitý je počiatočný stav: k dispozícii je relatívne veľa molekúl, ktoré môžu prejsť zo stavu C do niektorého z nižších energetických stavov a vyžiariť pritom svoju nadobudnutú energiu. Iniciátorom vyžarovania sa môže stať nejaký fotón, ktorého energia práve zodpovedá energii medzi stavom C a niektorým nižším, neobsadeným energetickým stavom molekuly. Pri hydroxyle OH majú tieto fotóny najčastejšie frekvenciu 1665 MHz, zriedkavejšie 1667 alebo 1612 MHz. Ak takýto fotón preletí tesne vedľa molekuly v stave C, rozkmitá ju a tá potom ľahko prejde do nižšieho stavu, pričom vyžiari fotón úplne rovnaký ako prelietajúci. Vyžiarený fotón má teda smer, frekvenciu, fázu a polarizáciu rovnakú ako fotón, ktorý vyvolal tento dej. Energia uskladnená v molekulách, ktoré sú v stave C, sa potom lavínovite vyžiari v smere pôvodného fotónu.

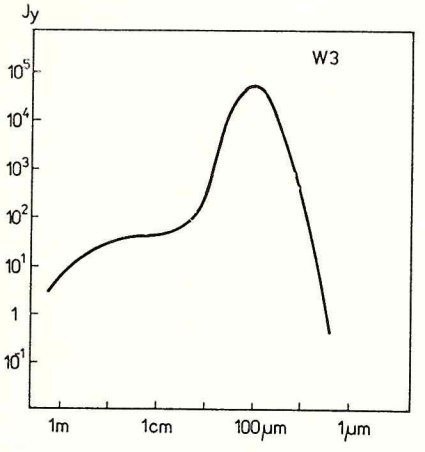
V akých veľkých oblastiach plynu môže dochádzať k tejto lavínovej maserovej emisii? Zdá sa, že to ne-



Obr. 1: Blízko galaktického rovníka, v súhvezdí Kasiopeje, leží hmlovina NGC 1795, ktorej časť vidíme na snímke (fotografia je negatívna, žiariace oblasti sú tmavé). Objekt je zaclonený oblakmi prachu; časť hmloviny, ktorá vo vizuálnej oblasti žiari najjasnejšie, má označenie IC 1805) v strede fotografie). V rádiovej oblasti je najvýhodnejší komplex W3, označený šípkou, ktorý vysiela intenzívne infračervené žiarenie. V ľavom hornom rohu fotografie, teda severovýchodne od IC 1805 je hviezdokopa NGC 1027.



Obr. 2: Maserové oblasti vo W3. Snímky sú vyhotovené počítačom, ktorý vyhodnotil a graficky znázornil intenzitu rádiového žiarenia. Mierka na oboch osiach je v stotinách oblúkovej sekundy.



Obr. 3: Spojité spektrum objektu W3 v rádiovej a infračervenej oblasti. Na zvislej osi je meraný tok žiarenia v jednotkách Jánský (1 Jy = $= 10^{-26}$ W . m^{-2} . Hz^{-1}).

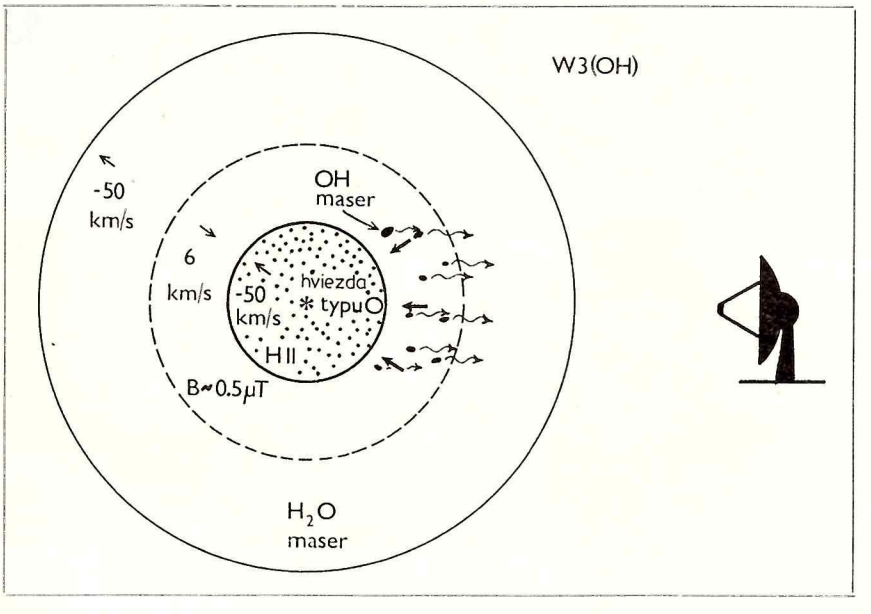
okolo 130 AU. Voči stredu objektu, ktorý je označený šípkou na obr. 1 majú všetky tieto maserové zdroje rovnakú radiálnu rýchlosť 6 km/s, čo ukazuje, že touto rýchlosťou padá plyn do stredu oblasti, zatiaľ čo v hlbších a v okrajových vrstvách plyn expanduje, a to rýchlosťou 50 km/s.

Model objektu W3 je na obrázku 4. V strede je veľmi mladá hviezda typu O s hmotnosťou asi 60 hmotností Slnka, ktorá svojím ultrafialovým žiarením ionizuje okolitý plyn a vytvára okolo seba expandujúcu oblasť H II s polomerom asi 2 tisíc AU (na obrázku vybodkovaná plocha). Za ionizačným čelom (spojeným s rázovou vlnou), ktorá expanduje rýchlosťou 50 km/s, sú zbytky pôvodnej kolabujúcej plynoprachovej obálky. Práve tu sa vyskytujú oblasti s maserovou emisiou. Obálka kolabuje rýchlosťou asi 6 km/s. Pomocou Zeemanovho rozštiepenia spektrálnych čiar tu bola nameraná magnetická indukcia B ∼ 0,5 μT. Maserové oblaky možno pozorovať len na priemete oblasti H II vo vzdialenosti okolo 3 tisíc AU smerom k pozorovateľovi. Emisiu z ostatných oblakov pozorovateľ zachytiť nemôže, lebo maserové fotóny letia smerom od pozadia ionizovaného plynu. Tu sa pozorujú aj absorpčné pásy molekuly NH_3.

Možno vznikne námietka, prečo sa venuje toľko pozornosti práve čiare OH na frekvencii 1665 MHz, keď plyn vyžaruje aj na iných frekvenciách. Odpoveď je jednoduchá. Maserový efekt je v danej oblasti najvýznamnejší proces, pretože vyžiarený výkon práve v tejto jedinej čiare vôbec nie je zanedbateľný: presahuje žiarivý výkon Slnka v celom spektre!

V poradí tretia vrstva obalu hviezdy v popisovanom modeli obsahuje molekuly CO, H_2CO a NH_3, ktoré vysielajú emisné pásy, a molekuly vody, v ktorých sa tiež, ale v menšej miere, pozoruje maserová emisia na frekvencii 22,235 GHz.

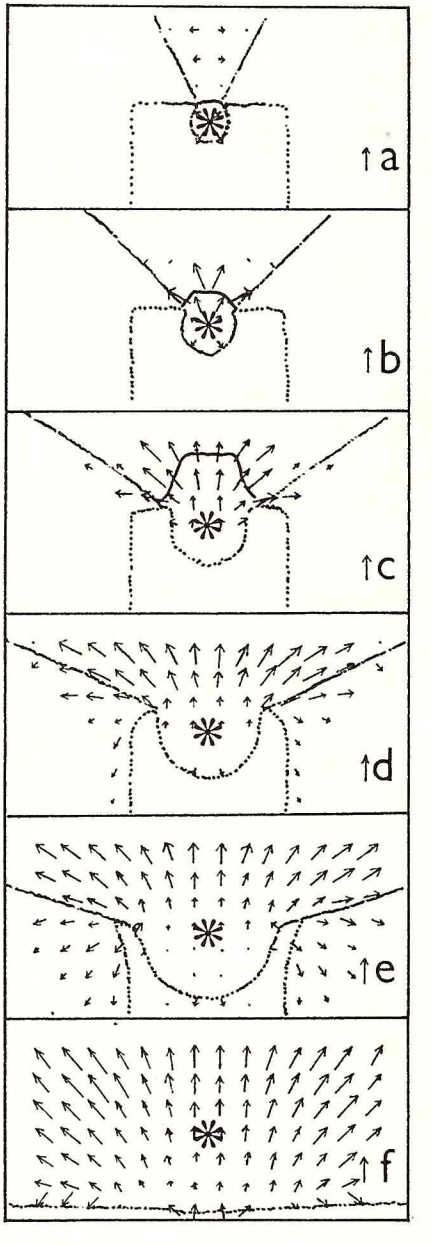
Aké budú ďalšie osudy takejto práve zrodenej hviezdy? Skôr či neskôr hranice rozpínajúcej sa oblasti H II dosiahnu okraj molekulárneho oblaku a potom nastane jav, ktorý je nakreslený počítačom na obr. 5. Z rozširujúceho sa otvoru na hranici oblaku bude prúdiť ionizovaný vodík (rýchlosti plazmy z miesta na miesto sú vyznačené šípkami). Až potom vonkajší pozorovateľ uvidí aj na optických frekvenciách práve odhalenú hviezdu so žiariacim závojom ionizovaného vodíka. -mš-



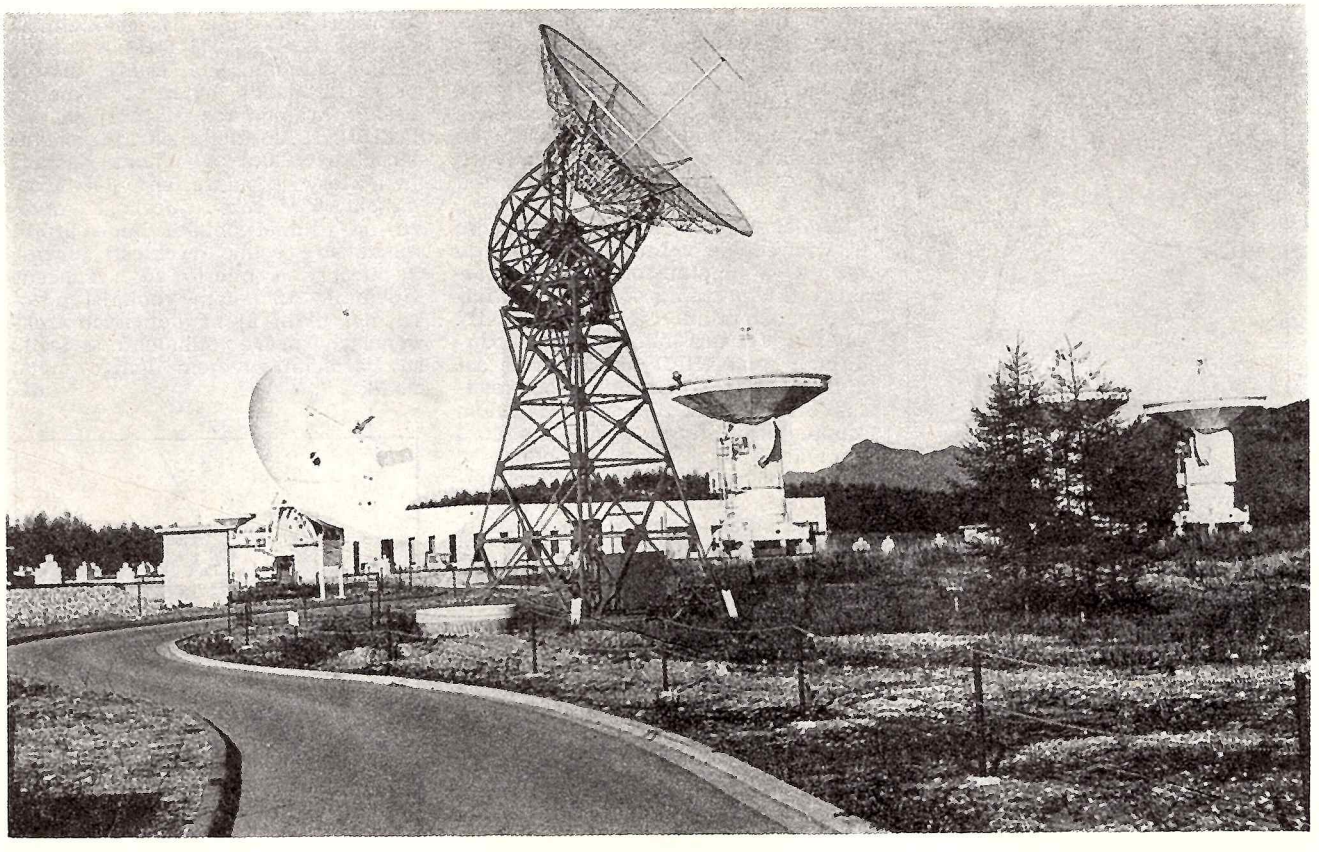
Obr. 4: Model objektu W3 (podľa Astrophys. J. 1. 7. 1980) popis v texte.

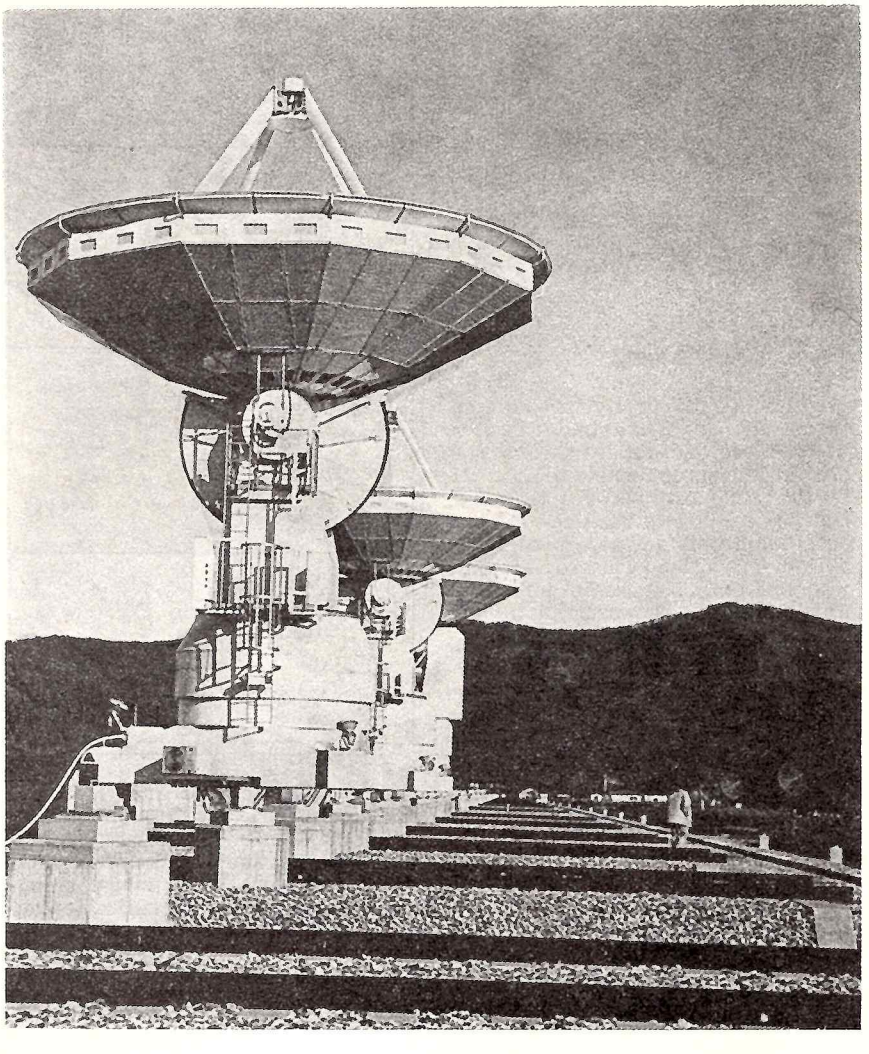
môžu byť oblasti príliš veľké (lebo rôzne nepravidelnosti v rozložení hustoty a rýchlosti plynu by lavínovitému šíreniu emisie zabránili a rádiové pozorovania to potvrdzujú. Pretože zdroj W3 leží vo vzdialenosti 2200 pc, majú tieto oblasti nepatrný uhlový priemer, a preto na ich pozorovanie treba využiť možnosti súčasnej rádiovej interferometrie.

Na pozorovanie zdroja W3 bolo spriahnutých deväť veľkých rádioteleskopov na severoamerickom kontinente. Vytvoril sa tým interferometer s rozlišovacou sshopnosťou 3 tisíciny oblúkovej sekundy, ktorým zodpovedá vo vzdialenosti 2,2 kpc dĺžka 7 AU. Tak sa podarilo nájsť 70 maserových zdrojov so stredným uhlovým priemerom 5 tisícin oblúkovej sekundy, avšak štvrtina z nich bola ešte menšia ako rozlišovacia schopnosť interferometra, teda menej než 7 AU. Všetky tieto zdroje sa premietajú na oblasť ionizovaného vodíka (H II oblasť) a združujú sa asi do tucta skupín s priemerom



Obr. 5: Model znázorňuje H II oblasť, ktorá pri okraji plynoprachového molekulárneho oblaku expanduje. Čiarkovane je zakreslené ionizačné čelo — hranica medzi chladným neutrálnym a horúcim ionizovaným plynom. Šípky označujú vektory rýchlosti plynu v danom bode. Tok plazmy pripomína šumivé víno, a preto model dostal označenie „šampanský“.





Japonská observatoř pro milimetrovou radioastronomii

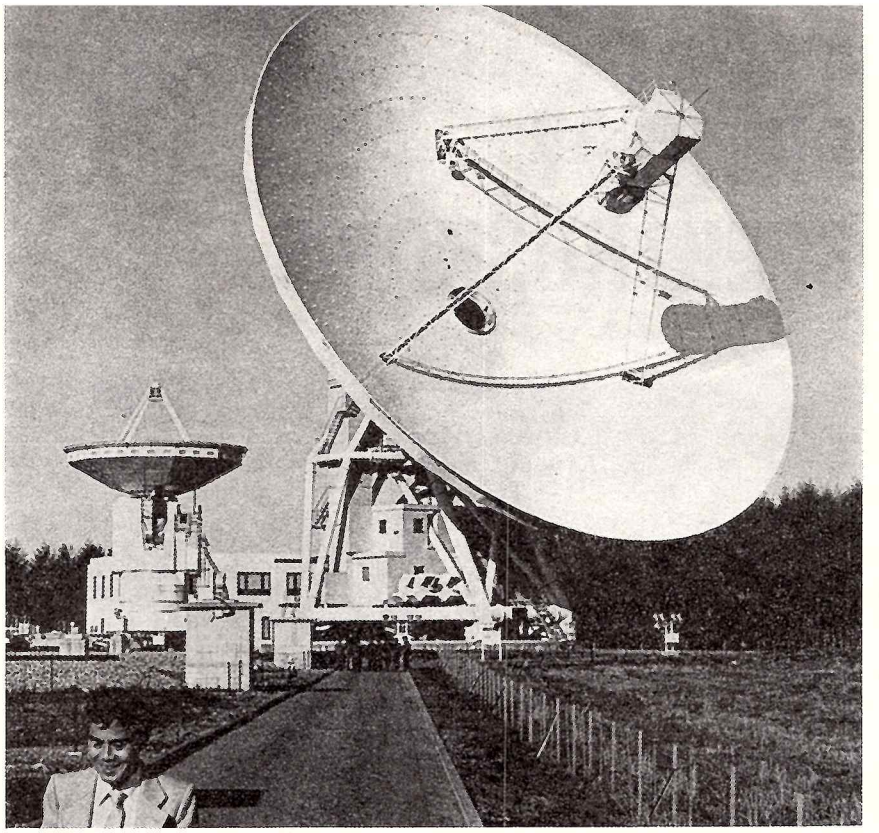
V japonských Alpách, u vesnice Nobejama v nadmořské výšce 1350 m, vznikla v roce 1965 radioastronomická observatoř. Vzhledem k mimořádně příznivým klimatickým podmínkám (minimum deště a sněžení) je veškerá aktivita observatoře Nobejama zaměřena na výzkum na milimetrových vlnách. V roce 1981 byla dokončena antena ∅ 45 m se soustavou přijímacích zařízení v pásmu od 30 do 300 GHz (1 cm—1 mm). Plně pohyblivý paraboloid vykazuje střední kvadratickou odchylku od teoretické parabolické plochy menší než 0,25 mm. Je téměř neuvěřitelné, že tuto přesnost dosahuje použitím hliníkových sendvičových panelů na hliníkové opěrné konstrukci, která je jen zezadu chráněna krytem proti tepelnému vli-

◀ **Antenní řada s antenami ∅ 10,5 m a kolejištěm**

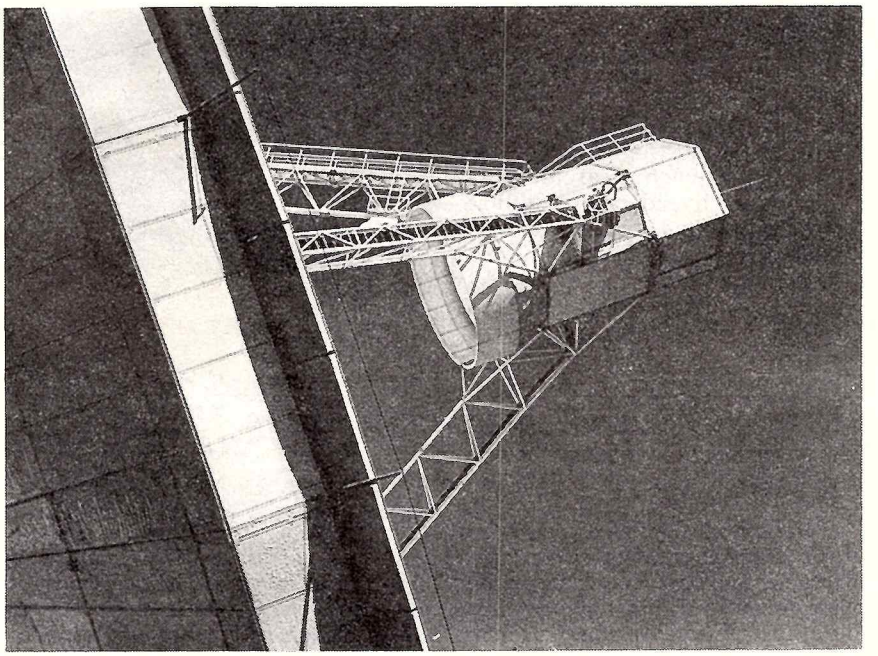
vu větru. Po ploše reflektoru je rozmístěno několik set odrazových hranolů, jež slouží ke kontrole přesnosti povrchu pomocí optické nivelace.

Optika této anteny typu Gregory dovoluje používat systém i pro „nízkofrekvenční" experimenty. Záření v pásmu milimetrových vln je vedeno do budovy pod antenou paprskovodem, v němž jsou rozmístěna otáčivá zrcadla, jimiž signál z anteny odbočuje do řady připravených nízkošumových přijímačů. Vstupní směšovače, následované parametrickými mezifrekvenčními zesilovači, jsou chlazeny na teplotu kapalného helia pomocí chladících zařízení s uzavřeným cyklem. Všechna přijímací zařízení jsou širokopásmová a slouží k plánovitému měření spekter mimozemských radiových zdrojů; zejména jde o spektra organických sloučenin.

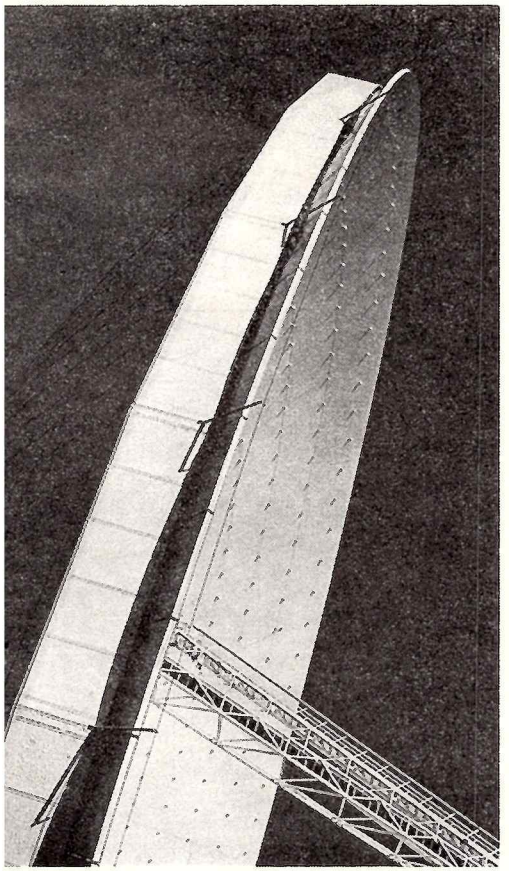
Druhým hlavním zařízením observatoře je „syntetická apertura", sestávající z pěti anten ∅ 10,5 m, rozmístitelných na 30 stanovištích podél dvou drah ve tvaru písmene lambda. Všechny dráhy ve směru V—Z a SV—JZ jsou dlouhé 1350 m a opatřeny širokorozchodným kolejištěm, po němž pojíždějí speciální vozidla, jež ukládají 35 tun těžké anteny s podstavci na



Antena ∅ 45 m



Ozařovač anteny ∅ 45 m (reflektor Gregory)



Pohled na plochu reflektoru ∅ 45 m s nivelačními hranolky

tříbodové opěry ve zvolených stanovištích.

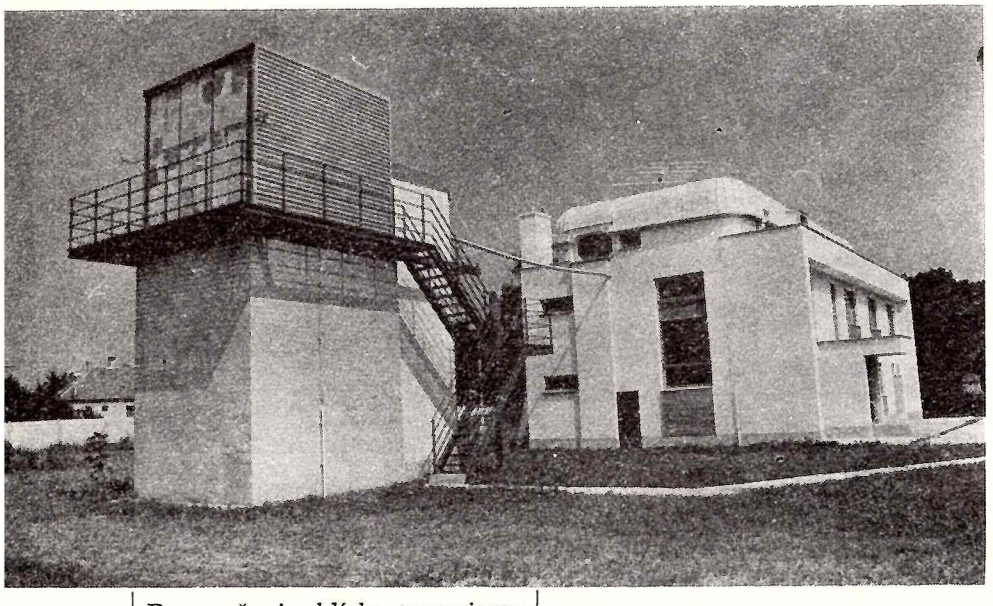
Anteny ∅ 10,5 m jsou určeny k činnosti v pásmu 22—115 GHz ve spolupráci s vyměnitelnými přijímači. Přesnost povrchu jejich reflektorů je lepší než 0,2 mm, konstrukcí jsou podobné své větší sestře. Signály z přijímačů se vedou kabely do ústřední budovy ke zpracování. Aperturová syntéza se provádí pomocí optického procesoru, který ve spojení s počítačem umožňuje mapovat radiové zdroje a získávat jejich spektra.

Pro řízení činnosti anten a přijímacích systémů slouží řada menších i větších počítačů. Celou observatoř obsluhuje celkem 20 pracovníků v čele s Dr. Morimotem.

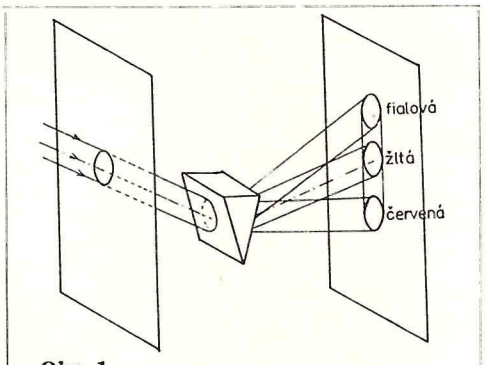
Vybavení observatoře je po všech stránkách na světové špičce. Mechanická i elektronická řešení jsou řadou lahůdek pro zasvěcené i laické pozorovatele, jichž denně přijíždějí desítky. Kromě špičkové techniky, která již dává zajímavé výsledky, nabízí Nobejama i nádherné panorama okolní horské krajiny.

Ing. J. Polívka, CSc.

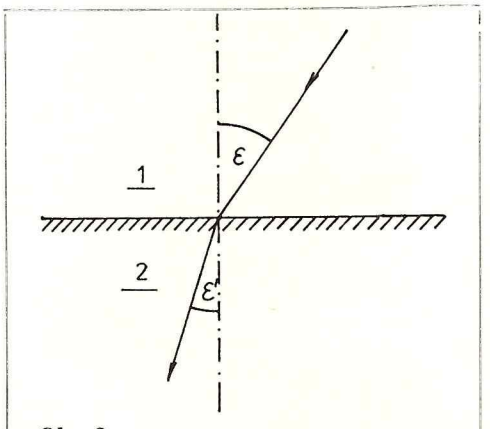
PRINCÍPY SPEKTROSKOPIE



Prv než si zblízka prezrieme nový veľký horizontálny spektrograf umiestnený v týchto dvoch budovách v areáli hurbanovskej hvezdárne, je dobré uvedomiť si, že tento zložitý, dômyselný prístroj pracuje na tom istom princípe ako spektroskop, ktorý pred 160-timi rokmi postavil Fraunhofer.

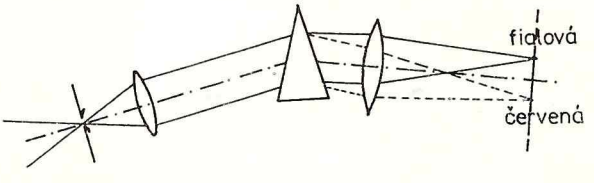


Obr. 1



Obr. 2

Obr. 3

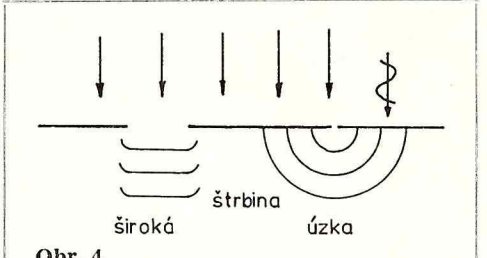


RNDr. MILAN RYBANSKÝ, CSc.

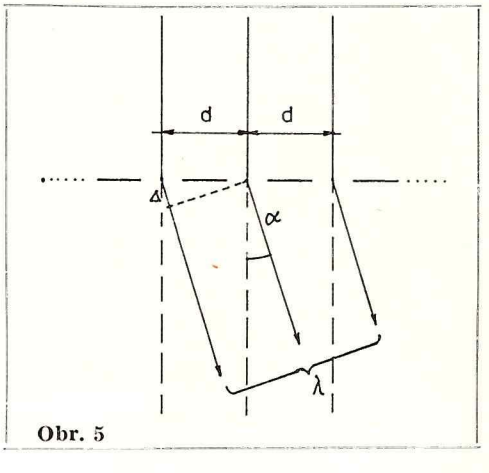
Takmer všetky naše znalosti o fyzikálnych podmienkach, ktoré panujú na rôznych vesmírnych telesách, sme získali zo štúdia a interpretácie spektra svetla, ktoré vyžarujú. Takto sme zistili chemické zloženie hviezd, ich teplotu, tlak v povrchových vrstvách (nepriamo aj hmotnosť), intenzitu magnetického poľa, radiálne pohyby hviezd, nepriamo vzdialenosti hviezd, rotačné rýchlosti spektroskopických dvojhviezd a mnohé ďalšie parametre.

Tieto skutočnosti sú pomerne dobre známe, dokonca ani teoretické vysvetlenie spektroskopických postupov obyčajne nerobí ťažkosti. Horšie je to s pochopením použitej prístrojovej techniky. Asi to súvisí s tým, že astronóm amatér obyčajne nepríde do styku s touto technikou, lebo ľudové hvezdárne zväčša nie sú vybavené spektrografmi. Ďalej sa pokúsime zaplniť túto medzeru a ukázať, že spektrograf by mohol byť dostupným prístrojom pre každú ľudovú hvezdáreň.

Zo školských čias si mnohí pamätáme pokus, ktorým sa demonštruje, že biele svetlo je zložené z rôznych farieb. Je to pokus, ktorý v roku 1666 vykonal Isaac Newton: Cez kruhový otvor v stene miestnosti nechal dopadať slnečný lúč na sklenený hranol a na tienidle mohol pozorovať spektrum farieb, z ktorých je biele svetlo zložené (obr. 1). Málokto si však uvedomuje, že interpretácia tohto pokusu bola 250 rokov predmetom sporov vo fyzike. V spore išlo o podstatu svetla; či má vlnovú alebo korpuskulárnu



Obr. 4



Obr. 5

povahu. Spor vyriešila až kvantová fyzika kompromisom (o správnosti ktorého dnes zasa teoretická fyzika pochybuje). Pre náš ďalší výklad použijeme klasickú vlnovú teóriu svetla, lebo pokiaľ sa nejde hlboko do podstaty javov, táto veľmi názorne dokáže vysvetliť pozorované fakty.

To, čo vnímame ako rôzne farby, je vlastne rôzna vlnová dĺžka svetla. Svetlo rôznych vlnových dĺžok má v skle rozličnú rýchlosť šírenia, a preto po prechode svetla hranolom dochádza k jeho rozkladu.

Pripomeňme si zákon lomu svetla: Svetlo, ktoré prechádza rozhraním z prostredia **1** do prostredia **2** (obr. 2) sa láme podľa zákona $\sin \varepsilon : \sin \varepsilon' = n_{21} = c_1 : c_2$, kde c_1 a c_2 sú rýchlosti šírenia svetla v jednotlivých prostrediach.

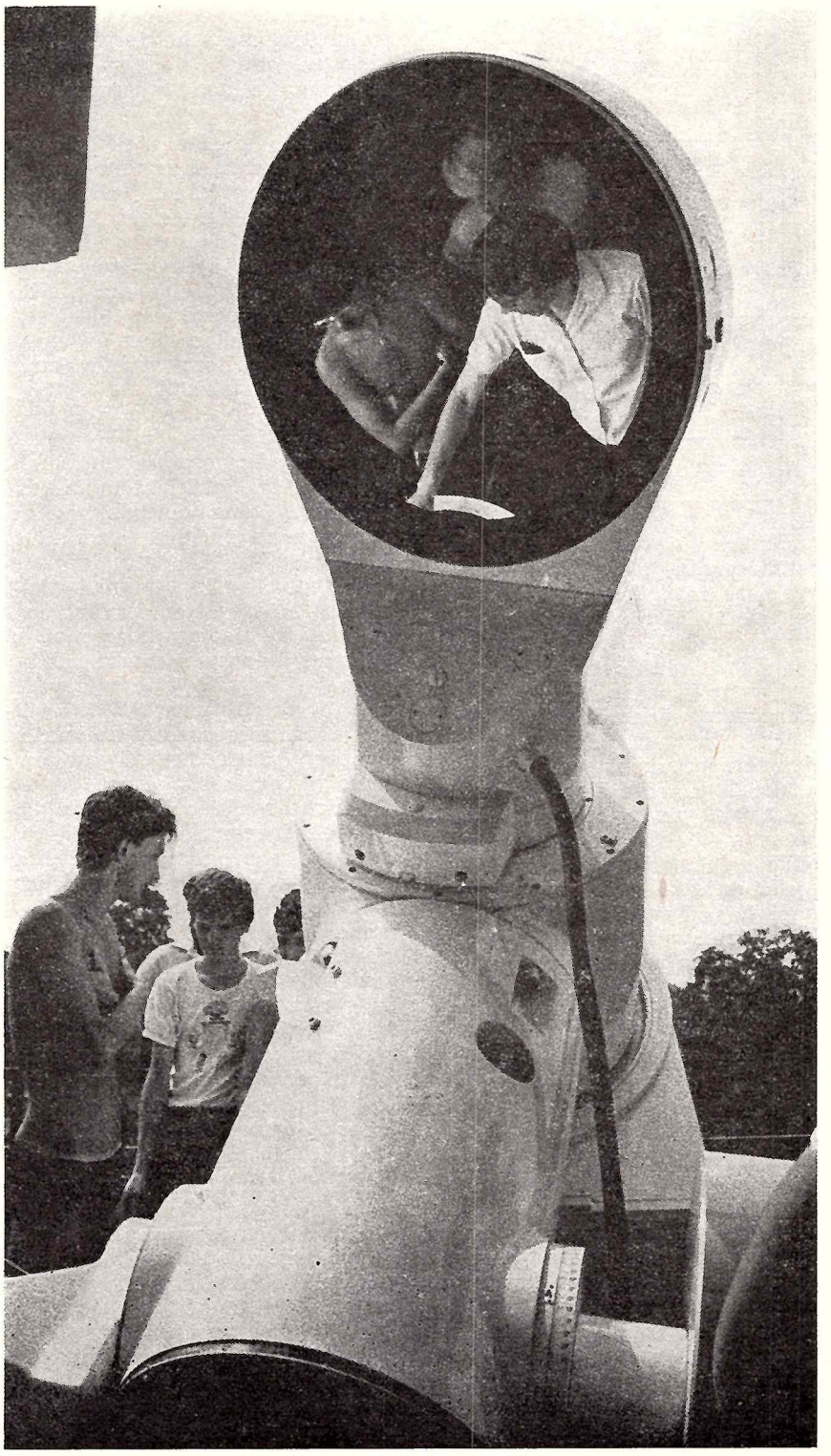
Použitím tohto zákona a z výsledkov Newtonovho pokusu môžeme zistiť, že červené svetlo sa šíri v skle rýchlejšie ako fialové, a teda sa láme menej (zmena smeru pri dopade na rozhranie je menšia).

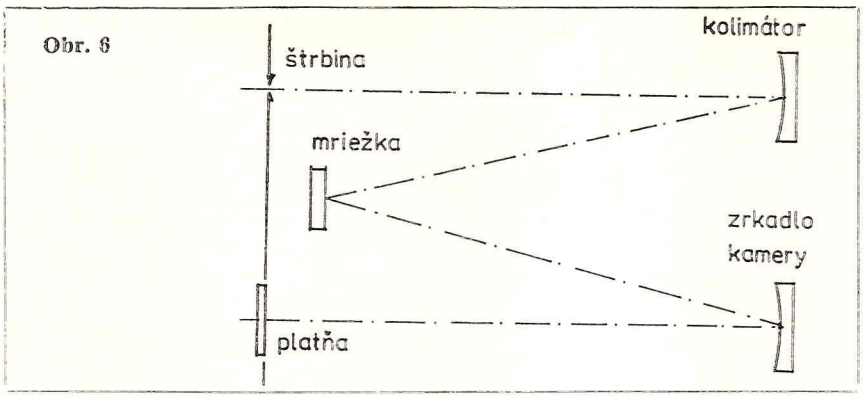
Ďalších 150 rokov veda o spektre stagnovala. O prelom, a to o prelom podstatný a ďalekosiahly, sa v rokoch 1812—1814 zaslúžil Fraunhofer. Pritom nie je bez zaujímavosti, že objav urobil náhodou, pri riešení inej úlohy. Už dlhší čas sa bez úspechu snažil zostrojiť achromatický objektív. Návrh takéhoto objektívu vyžaduje čo najpresnejšie poznať index lomu rôznych druhov skla, pre rôzne, presne definované farby (vlnové dĺžky). Avšak pre farby nemal v spojitom spektre žiadne presné ohraničenie. Prvým krokom k objavu bola úprava prístroja. Vstupný kruhový otvor nahradil úzkou štrbinou, použil kolimátor a objektív, čím vznikol spektroskop, ktorý sa od dnešného principiálne nelíši (obr. 3). Keď Fraunhofer takýmto spektroskopom pozoroval spektrum plameňa, našiel ostro ohraničenú svetlú čiaru (dnes vieme, že patrí sodíku; školský pokus s kuchynskou soľou). Keď namieril svoj spektroskop na Slnko, videl na tom istom mieste tmavú čiaru, ale okrem toho s prekvapením zistil, že v spektre Slnka vidieť veľké množstvo ostrých, tmavých čiar, ktoré môžu byť vytúženými značkami pre presné definovanie farby svetla. Fraunhofer ich napočítal 475, starostlivo ich zaznamenal a najmarkantnejšie z nich označil veľkými latinskými písmenami.

Súčasnými spektrografmi ich vo viditeľnom spektre rozlíšime okolo 20 000. Objav bol základom chemickej spektrálnej analýzy a impulzom pre vypracovanie elementárnej teórie svetla a v konečnom dôsledku aj atómovej fyziky. K otázkam podstaty spektrálnych čiar sa ešte v krátkosti vrátime na konci článku.

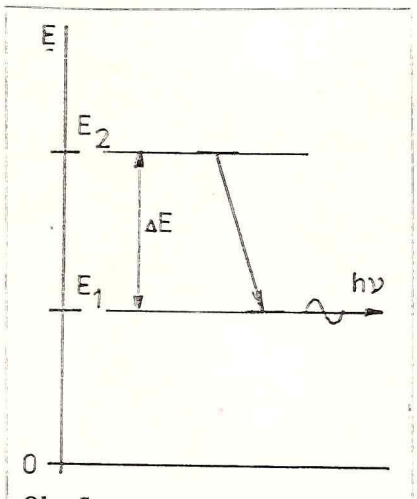
Ďalším zlepšením spektroskopickej techniky bolo zavedenie difrakčnej mriežky namiesto hranola. Najjednoduchšia difrakčná mriežka sa skladá z radu rovnobežných štrbín, oddelených rovnako veľkými nepriehľadnými medzerami. Ak je šírka štrbiny porovnateľná s vlnovou dĺžkou svetla, môžeme štrbinu považovať za bodový zdroj svetla, ako to ilustruje obr. 4.

Na difrakčnej mriežke sa svetlo rozkladá v dôsledku interferencie na mnohých štrbinách. Princíp si vysvetlíme podľa obrázka 5. Na mriežku dopadá rovnobežný zväzok bieleho svetla. Každú štrbinu môžeme považovať za bodový zdroj svetla. Po prechode mriežkou uvažujme smer, ktorý je od pôvodného odchýlený o uhol α. V tomto smere je zosilnené svetlo s vlnovou dĺžkou λ (pri mnohých





Obr. 6



Obr. 7

štrbinách sú ostatné vlnové dĺžky takmer úplne potlačené), pre ktorú platí, že dráhový rozdiel Δ je jej celočíselným násobkom (amplitúdy rovnakého znamienka od susedných štrbín sa sčítajú):

$\Delta = n\lambda = d \,.\, \sin \alpha$.

n nazývame rádom spektra (0, $\pm$ 1, $\pm$2, . . .),

d mriežkovou konštantou.

Mriežky, ktoré sa v súčasnosti používajú, pracujú prevažne v odrazovom režime (úzke zrkadielka, oddelené tmavými pásikmi). Typická mriežka má 650 vrypov na mm, t. j. $d = 1{,}538 \,.\, 10^{-6}$. Pre takúto mriežku sa napríklad vlnová dĺžka 520 nm (zelená farba) zobrazuje v smere odchýlenom o 20° od pôvodného v prvom ráde, o 42°30′ v druhom ráde, atď.

Prvý mriežkový spektrograf vyhotovil Fraunhofer v roku 1821. Mriežku tvorila sústava rovnobežných tenkých drôtikov. Bolo ich 136 na 1 cm. Dnešné mriežky pre viditeľné svetlo majú 600 až 1500 vrypov na 1 milimeter.

Mriežkové spektrografy môžu byť zostrojené podľa rôznych schém s použitím objektívov alebo zrkadiel. Musia byť dodržané tieto zásady: ohnisko kolimátora musí byť v mieste štrbiny; z kolimátora ide rovnobežný zväzok na mriežku, odtiaľ, po rozklade dopadá na objektív (zrkadlo), v ohnisku ktorého sa zobrazuje spektrum. Typická schéma je znázornená na obr. 6. Je to napríklad schéma nového spektrografu v Hurbanove.

Povieme si ešte niekoľko slov k teórii vzniku čiarového spektra a jeho interpretácii. Veľkosť potenciálnej energie elektrónu v atóme môže dosiahnuť iba konečný počet hodnôt. Elementárne kvantum svetla, fotón, vzniká prechodom elektrónu z vyššej energetickej hladiny na nižšiu. Vyžiarený fotón má pritom vlnovú dĺžku $\lambda = h \,.\, c/\Delta E$. (obr. 7).

Energetické hladiny v atóme sú presne definované, takže rozdiel energií hladín je pre atóm daného prvku stály. Pokiaľ atómy nie sú v rýchlom tepelnom pohybe a nemajú veľkú hustotu, vznikajúca čiara je úzka. Ak je však hustota atómov veľká (vysoký tlak), atómy si navzájom ovplyvňujú energetické hladiny, takže namiesto úzkej hladiny E_i máme pás konečnej šírky, ktorý je tým väčší, čím je väčší tlak, čo má za následok rozšírenie pozorovanej čiary. Podobný dôsledok má zvýšenie teploty žiariaceho plynu. Analýzou tvaru rozšírenia (štúdium profilu) dokážeme však tieto dve príčiny od seba oddeliť a určiť tlak aj teplotu v mieste vzniku čiary. Z Dopplerovho posunu čiar môžeme určiť radiálne rýchlosti žiariacich objektov, zo Zeemanovho rozštepu veľkosť magnetického poľa v mieste vzniku čiary a rôzne iné fyzikálne parametre. Podrobnejšie sa touto otázkou zaoberajú učebnice astrofyziky a mnohé vedecké práce publikované v odborných časopisoch.

Nakoniec ešte niekoľko praktických myšlienok. Podľa môjho názoru je stavba slnečného spektrografu malých rozmerov iba o málo zložitejšia ako stavba ďalekohľadu. Problémom je iba získanie mriežky. Pre nás je dostupná mriežka s rytou plochou 40×60 mm s 1300 vrypmi na mm, ktorú vyrába VEB Zeiss v NDR a dodáva ju PZO Merkuria, Praha. Jej cena je okolo 15 000 Kčs.

Zatmenie v Indonézii

Koncom júna vrátila sa z Indonézie expedícia našich astronómov z Observatória AÚ SAV na Skalnatom Plese, ktorá 11. júna 1983 pozorovala na ostrove Jáva úplné zatmenie Slnka. Hneď po návrate nám RNDr. V. Rušin, CSc. referoval:

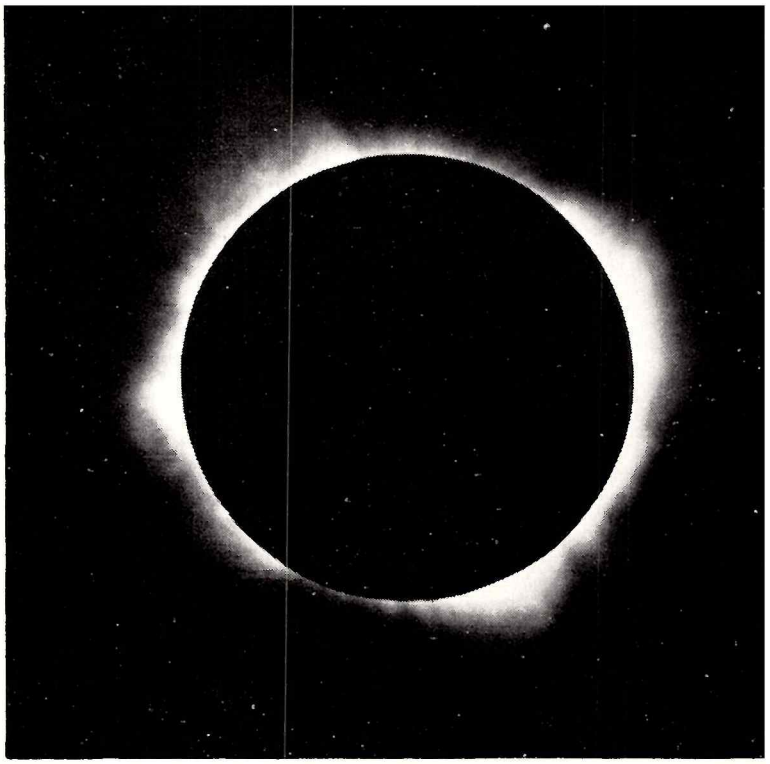
Pri tejto, v poradí už štvrtej expedícii, ktorú sme podnikli za úplným zatmením Slnka, nebolo počasie až také ideálne ako pri predošlých výpravách. Objavili sa riedke mraky. Zatmenie sa síce dalo pozorovať, aj celý program sme zvládli, ale podľa všetkého z niektorých experimentov (ako je snímkovanie polarizovaného svetla koróny) nezískame taký materiál ako pri predošlých zatmeniach.

Stanovište sme mali vo vysokoškolskom areáli 80-tisícového mesta Cepu, kde okrem nás pozorovali zatmenie aj expedície profesionálnych astronómov z Japonska a Francúzska, ako aj francúzski a americkí amatéri. Tropické horúčavy neboli síce väčšie ako tento rok u nás doma, ale v tom bezvetrí a vlhkosti 80—90 % znášalo sa to oveľa ťažšie. Bolo to po prvýkrát, čo sme na expedíciu cestovali letecky, aj s prístrojmi, ktoré vážili 350 kg. Je to samozrejme pohodlnejšie, rýchlejšie, ale zato cestovateľských zážitkov je menej.

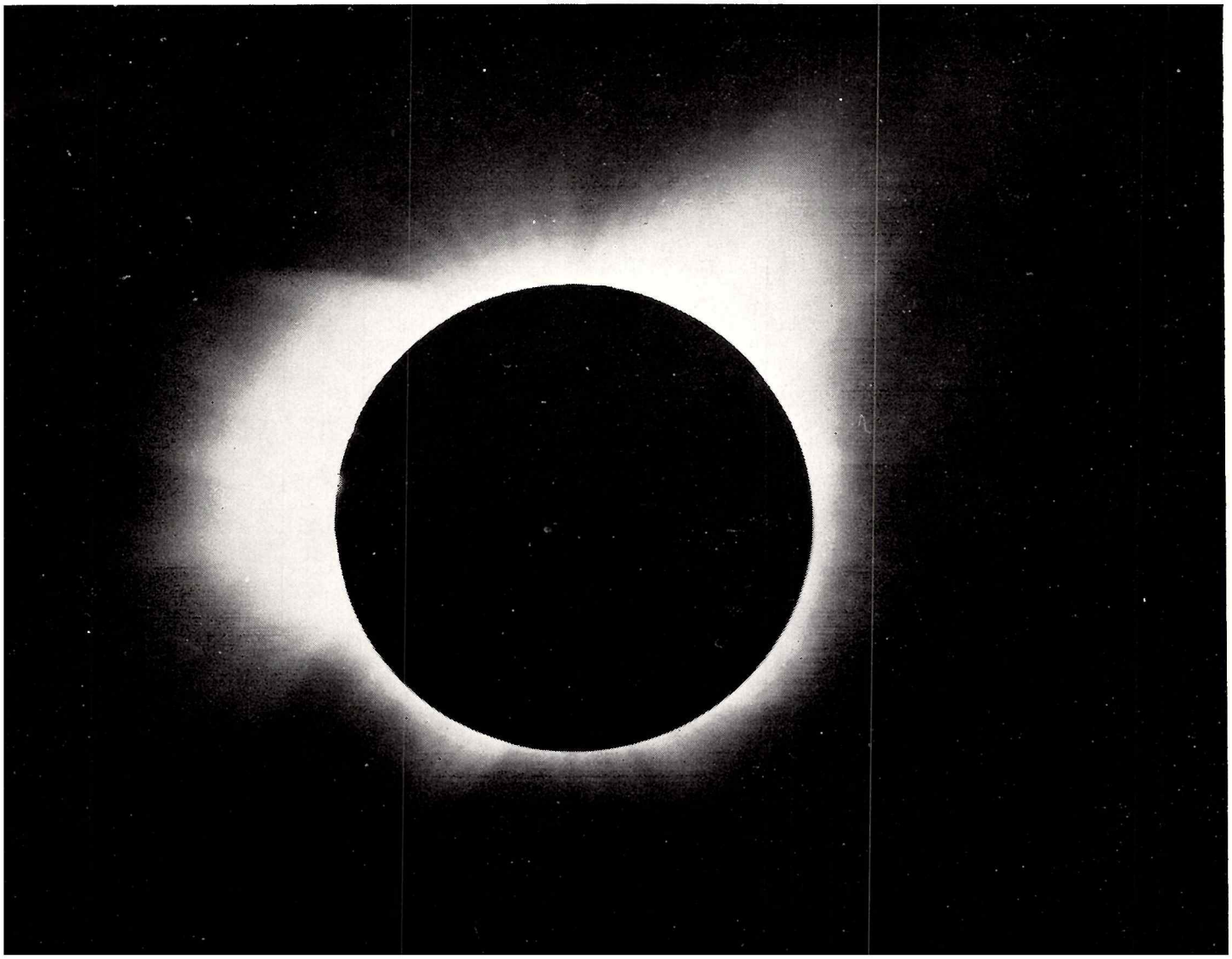
Až doma sme sa dozvedeli, že na Jáve bolo v deň zatmenia aj zemetrasenie. My sme nijaké otrasy nezacítili. Ako reagovali na zatmenie obyvatelia Jávy? Neboli takí spontánne zvedaví ako ľudia v Nigérii, ale ani poverčiví ako mnohí Indovia. O pozorovanie sa nie veľmi zaujímali — jednak preto, že tlač dlho vopred upozorňovala obyvateľov, že pozorovaním bez príslušného vybavenia môže dôjsť k vážnym poškodeniam zraku a zároveň aj preto, že celý priebeh úplného zatmenia vysielala televízia.

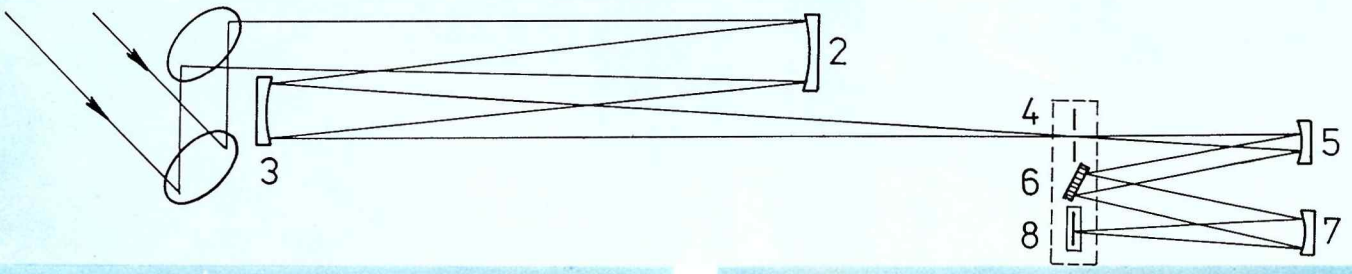
Naša expedícia bola päťčlenná. Viedol ju RNDr. J. Sýkora, riaditeľ Astronomického ústavu SAV, ďalšími členmi boli RNDr. Vojtech Rušin, CSc., RNDr. Milan Rybanský, CSc., Ing. P. Minarovjech a P. Zimmermann.

-tf-



Slnko pri úplnom zatmení 11. júla 1983 na snímkach expedície Astronomického ústavu SAV. Obe fotografie zachytávajú spojité spektrum koróny v bielom svetle, jedna pri expozícii 3 sekundy (hore), druhá 8 sekúnd. Ďalekohľad s objektívom 12 cm, cez ktorý boli exponované tieto snímky, vidíme na zábere, ktorý je urobený tesne pred odchodom expedície do Indonézie: dr. V. Rušin, CSc. a P. Zimmermann pri poslednej kontrole všetkých prístrojov.

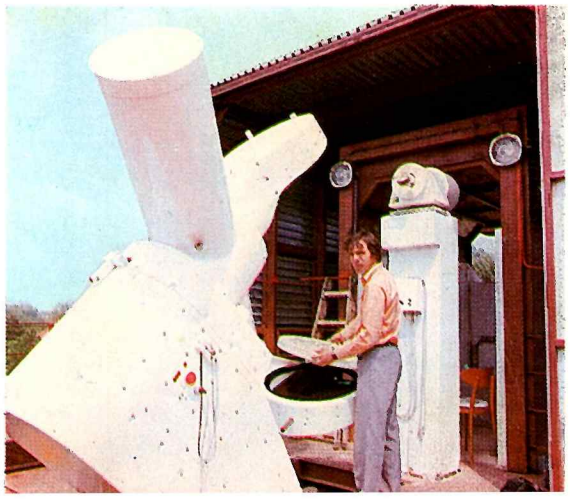




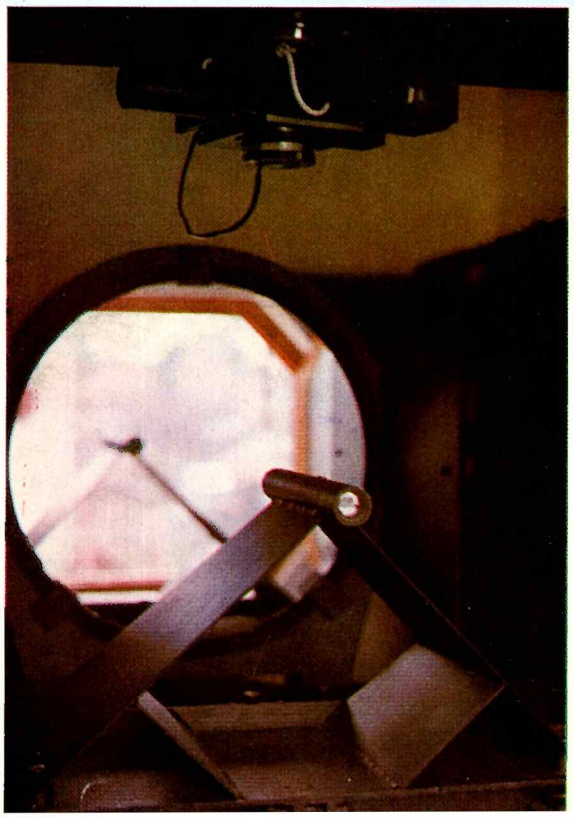
Zariadenia v oboch týchto budovách tvoria jediný veľký prístroj — horizontálny spektrograf — v súčasnosti náš najmodernejší prístroj pre slnečnú astonómiu. Vyrobený je v sérii piatich kusov; tri budú pracovať na ondřejovskom observatóriu, jeden na novom pracovisku Astronomického ústavu SAV v Starej Lesnej a jeden na hvezdárni v Hurbanove, odkiaľ sú aj naše zábery, na ktorých vám priblížime jednotlivé súčasti a funkciu tohto zaujímavého prístroja.

Veľký horizontálny spektrograf je vlastne kombinácia ďalekohľadu, ktorý vytvára obraz Slnka, s mriežkovým spektroskopom a zariadením na záznam spektra. Ďalekohľad má veľkú ohniskovú vzdialenosť (až 35 metrov), aby sa dosiahlo čím väčšie zväčšenie obrazu Slnka. Na priemete má slnečný kotúč priemer 33 cm. Takéto zväčšenie dáva už možnosť získať spektrum žiarenia nielen celého slnečného povrchu, ale aj spektrum jednotlivých útvarov na Slnku. Umožňuje teda študovať fyzikálne podmienky v škvrnách, protuberanciách, v pokojných i aktívnych oblastiach Slnka, a to v širokom rozmedzí vlnových dĺžok, od 300 do 1000 nm.

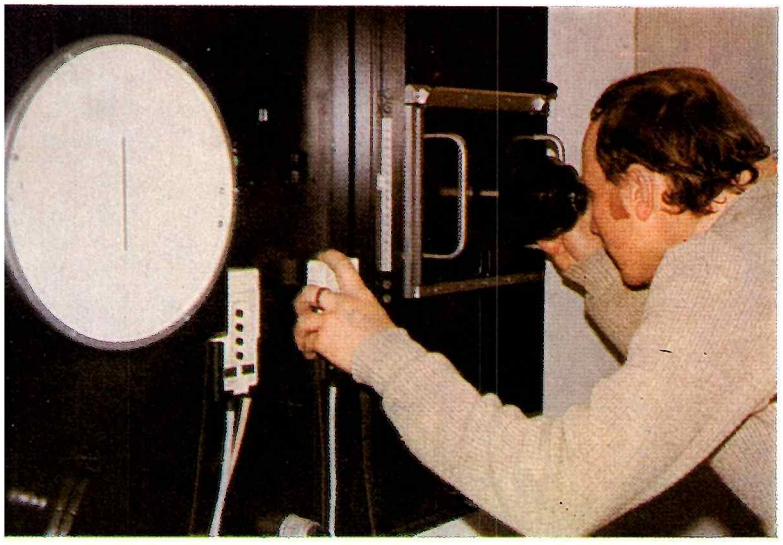
1. Mohutný coelostat sa otáča za Slnkom a odráža jeho lúče dovnútra prístroja. Teda na rozdiel od klasických ďalekohľadov, ktoré sa celé natáčajú za objektom, tu je pohyblivý iba coelostat — zrkadlá slnečného ďalekohľadu, umiestnené vo vnútri budov, sú uložené fixne. Coelostat je síce pomocné zariadenie, ale od rovnomernosti jeho chodu v mnohom závisí funkčnosť celého spektrografu. Preto je masívny coelostat veľmi presným, jemným zariadením. Tento coelostat je konštrukčne netradičný tým, že sa obe jeho zrkadlá otáčajú okolo spoločnej osi, smerujúcej ku svetovému pólu.



2. Cez otvor v stene putujú slnečné lúče z coelostatu do druhej budovy, na **hlavné zrkadlo,** ktoré je objektívom slnečného ďalekohľadu. Je sférické, priemer má 50 cm. Pred zrkadlom je na kovovej konštrukcii teleobjektív, ktorý premieta obraz Slnka smerom nahor, na fotobunky. Je to systém automatickej pointácie, ktorým sa zabezpečuje, aby sa obraz Slnka nevychýlil zo zvolenej polohy. Presné nastavenie sa udržuje korekciou pohybu coelostatu, ktorú zabezpečuje číslicová riadiaca jednotka.

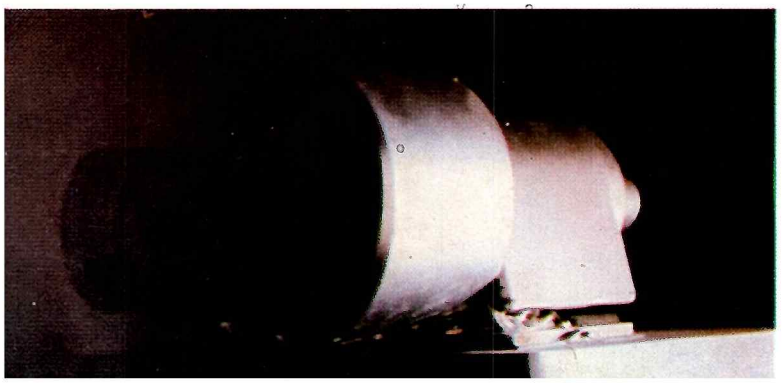


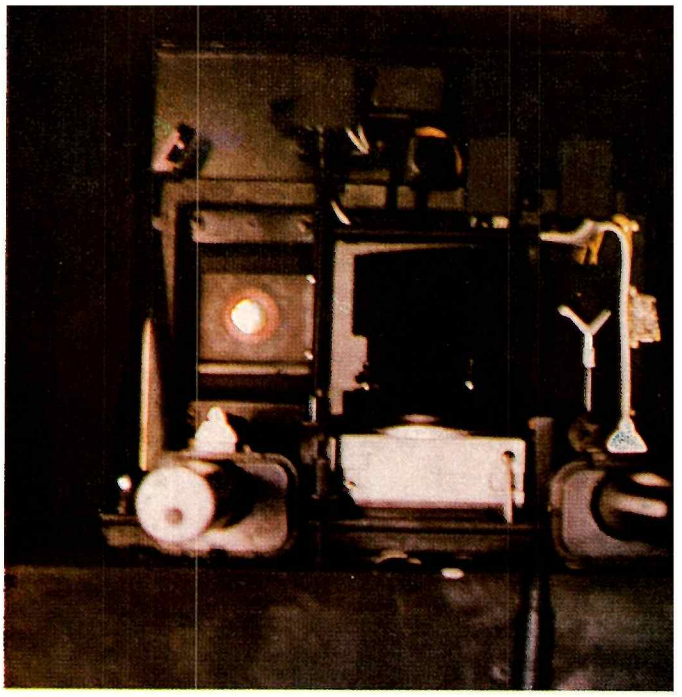
3 Ďalekohľad má ohniskovú vzdialenosť 35 metrov. Túto trasu musia teda lúče prejsť od objektívu (2) do ohniska (4). Vzdialenosť budov je však malá, a preto sa dráha svetla medzi nimi predlžuje pomocou **rovinného zrkadla,** ktoré vidíme na tejto snímke. Umiestnené je hneď za coelostatom, v menšej budove. Všetky zrkadlá spektrografu (hlavné, pomocné rovinné, kolimátor, objektív i obe zrkadlá coelostatu) sú vyrobené zo sitalu, ktorý má malú tepelnú roztažnosť, čo je pre kvalitu obrazu pri takých veľkých optických plochách osobitne dôležité.



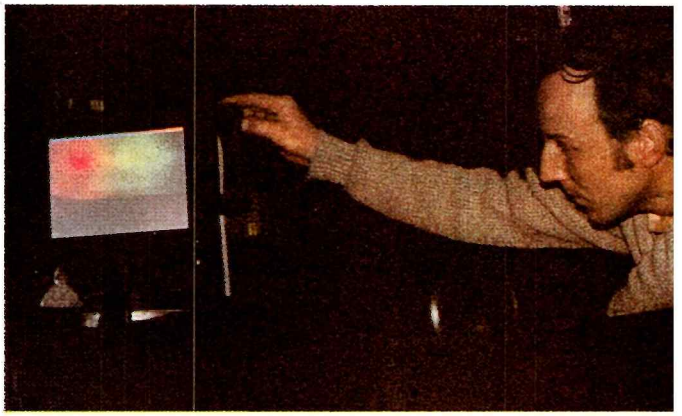
4 Napokon, po 35 metrov dlhej ceste sa dostanú slnečné lúče do ohniska ďalekohľadu. Obraz Slnka premieta sa na **čelnú stenu spektrografu** a ďalej postupujú len tie lúče, ktoré prejdú štrbinou spektrografu (za stredovým výrezom). Závisí od pozorovateľa, ktorú a akú veľkú oblasť na Slnku si vyberie a podľa toho nastaví veľkosť štrbiny. Úsečka, ktorá má na priemete Slnka dĺžku 1 mm, predstavuje na Slnku vzdialenosť 4200 km. V miestnosti, kde je čelná stena spektrografu, je umiestnená aj číslicová riadiaca jednotka, ktorá umožňuje reguláciu a programovanie celého horizontálneho spektrografu, vrátane prídavných zariadení.

5—7 Po prechode štrbinou, ktorá je v ohnisku ďalekohľadu, vytvoria lúče opäť rozbiehavý zväzok. My však potrebujeme, aby na difrakčnú mriežku dopadali rovnobežné lúče — a to je úlohou menšieho zrkadla, **kolimátora (5).** Po odraze od neho vznikne už zväzok rovnobežných lúčov, ktoré potom dopadajú na difrakčnú mriežku, najdôležitejšiu časť prístroja, kde sa vytvára spektrum. Väčšie zrkadlo slúži ako **objektív (7).** Odráža svetlo, už rozložené na spektrum, na fotografickú platňu, resp. iné záznamové zariadenie. Obe zrkadlá sú v svetlotesnej miestnosti, oproti hlavnej časti prístroja (6).



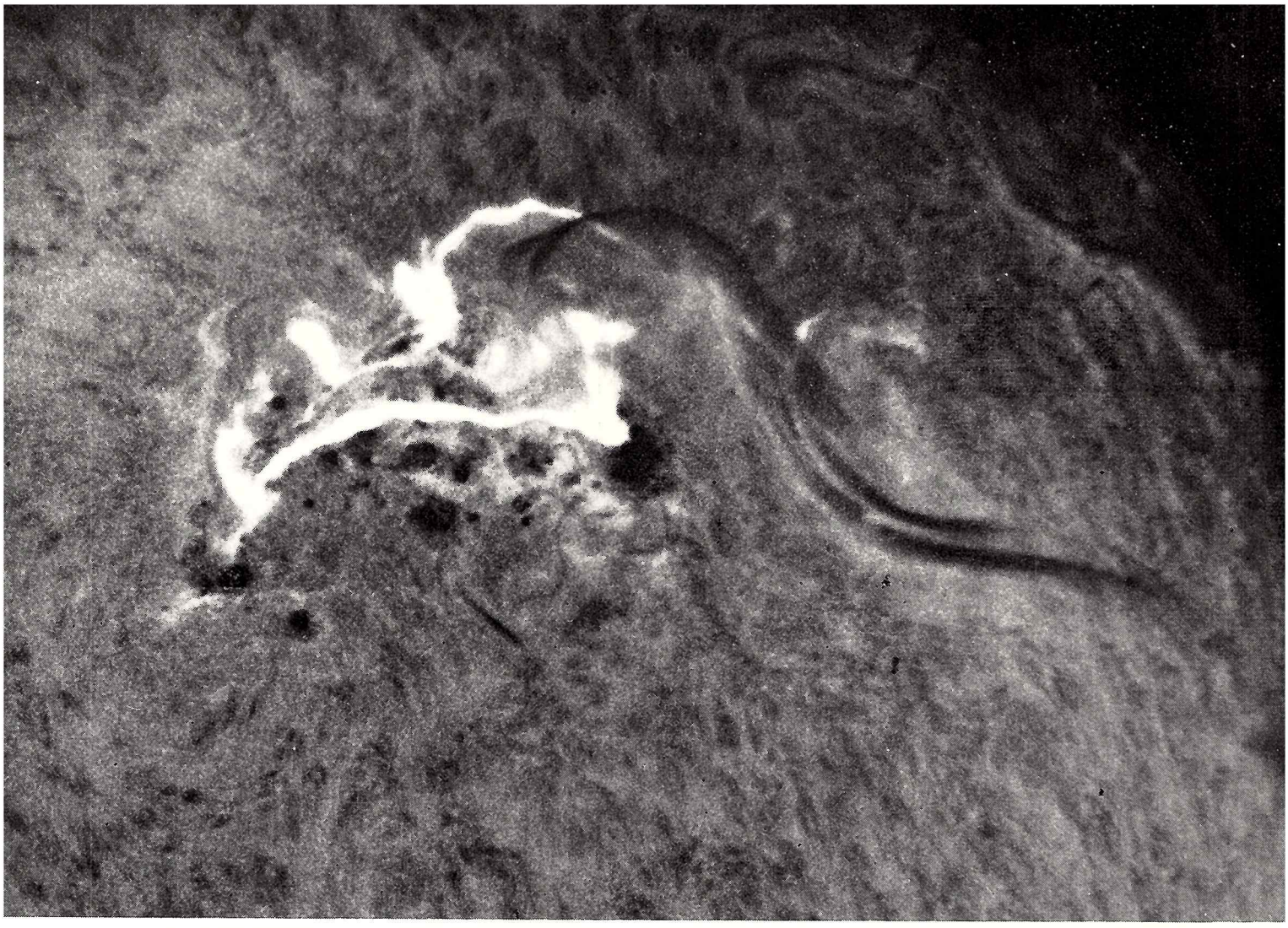


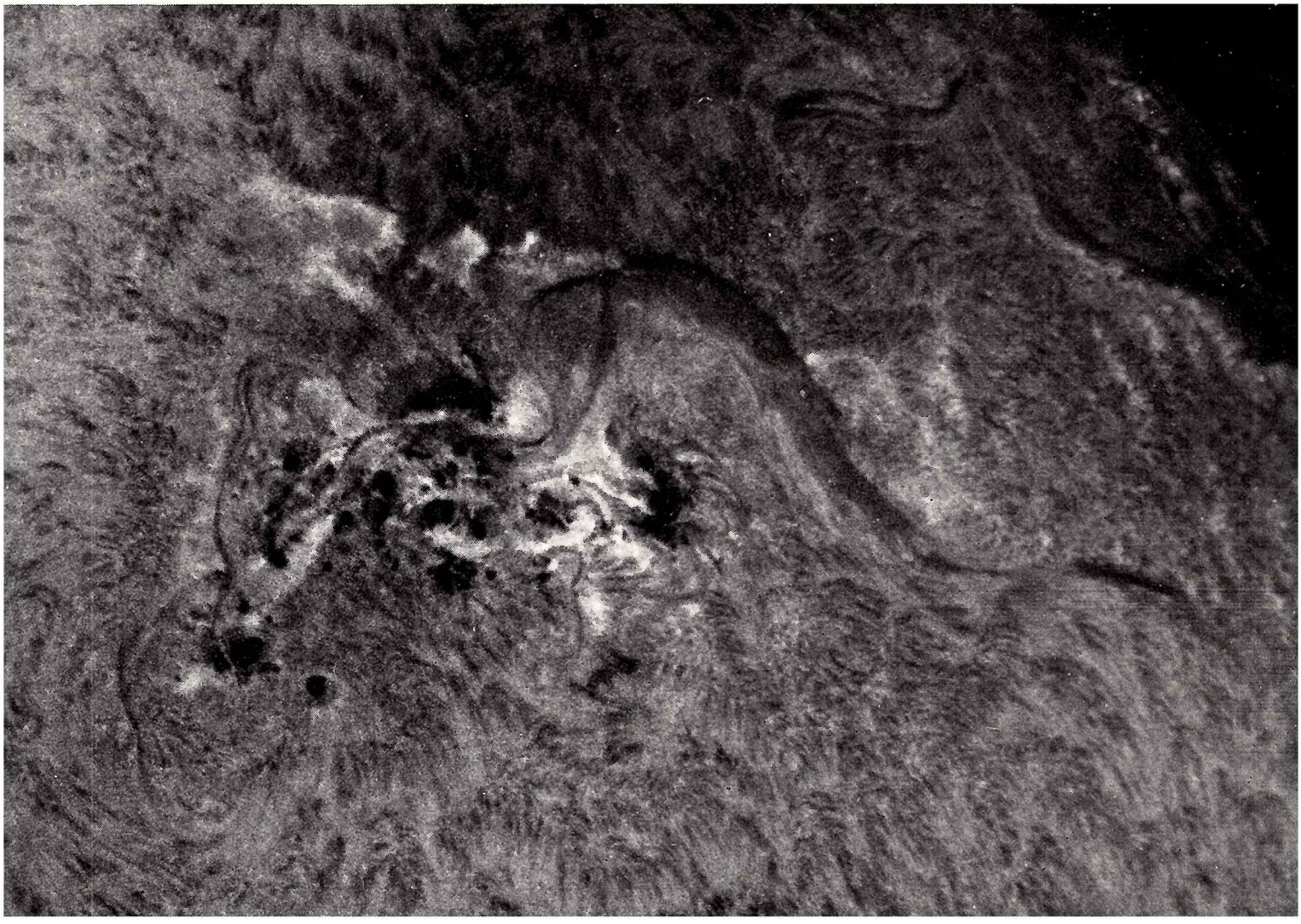
6. Toto je hlavná časť celého prístroja: všetky jeho predchádzajúce súčasti slúžia k tomu, aby sa svetelné lúče dostali na difrakčnú mriežku, kde sa rozložia na spektrum a tak poskytnú informáciu o žiarení a tým aj o fyzikálnych vlastnostiach vybranej časti slnečného povrchu. Mriežka má 632 presne rovnobežných vrypov na 1 milimeter. Na týchto vrypoch sa svetlo ohýba, v určitých smeroch sa interferenciou zosilňuje a v ostatných ruší. Natočením mriežky sa volí vlnová dĺžka, na ktorej chceme pozorovať, v rozmedzí zhruba od 3000 do 1000 nm.



8. Spektrum, ktoré vidíme na mriežke, sa zaznamenáva na fotografickú platňu. Na jeho spracovanie treba však ďalšie záznamové a prídavné zariadenia, aby moderný prístroj mohol čo najlepšie slúžiť svojmu účelu.

Pri prehliadke veľkého horizontálneho spektrografu má čo obdivovať astronóm, konštruktér i elektrotechnik. Je to prístroj krásny a dômyselný. A navyše, môže slúžiť ako príklad úspešnej medzinárodnej spolupráce: koncepciu prístroja navrhli astronómovia ondřejovského observatória, ktorí zhotovili aj prototyp, výroby sa ujal n. p. Zeiss v Jene, pričom elektronický ovládací systém prístroja vyrobili v maďarskom podniku Vilati. Veľký horizontálny spektrograf bol vyrobený v sérii piatich kusov, z ktorých jeden sa inštaloval na hurbanovskej hvezdárni, ktorá tým získava ďalšie perspektívy pre svoj hlavný odborný program — výskum Slnka.





Veľké zjasnené miesto na pravej (východnej) časti slnečného disku je erupcia, ktorá vznikla 12. júla 1982 a bola mimoriadne veľkým útvarom. Mohutná aktívna oblasť, v ktorej sa erupcia vytvorila, bola viditeľná dokonca aj voľným okom. Na snímkach z ondřejovského observatória vidíme erupciu jednak na celom slnečnom disku (obr. hore) i v detailoch (na predchádzajúcej strane). Detailné snímky sú urobené s časovým rozdielom 4 hodín. Na hornom zábere dominuje najmä erupcia, ktorá žiari nad skupinou škvŕn. Dolný záber je urobený v čase, keď už erupcia zoslabla; obrovský tmavý filament (výtrysk chladnejšej plazmy), ktorý sa tiahne z aktívnej oblasti, zostal však po celý čas rovnako výrazný. Filament pekne vidno aj na snímke celého slnečného disku, kde vyniká mohutnosť tohto útvaru. Erupcia má skutočne obrovskú rozlohu: Ak si uvedomíme, že Slnko má 109-krát väčší priemer ako naša Zem, tak erupcia sa rozkladá na dĺžke zhruba desaťkrát väčšej než je priemer Zeme. Plocha, ktorú erupcia zaberala na slnečnom disku, bola takmer 30-násobkom všetkých kontinentov našej Zeme.

VEĽKÝ MEDVEĎ

Takéto pomenovanie dostala veľká aktívna oblasť, ktorá sa objavila na východnom okraji slnečného disku dňa 9. júla 1982. Nazvali ju tak v bulletine Solar Geophysical Data N^0 457/I, kde vystupuje pod číslom 18474. Táto „Big Bear Region" nebola síce novovzniknutá aktívna oblasť — na slnečnom disku bola pozorovaná už pri predchádzajúcej otočke — ale v čase, keď prechádzala centrálnym meridiánom až kým nezapadla (15.—21. júla) mala obrovskú plochu, takže bola viditeľná dokonca aj voľným okom.

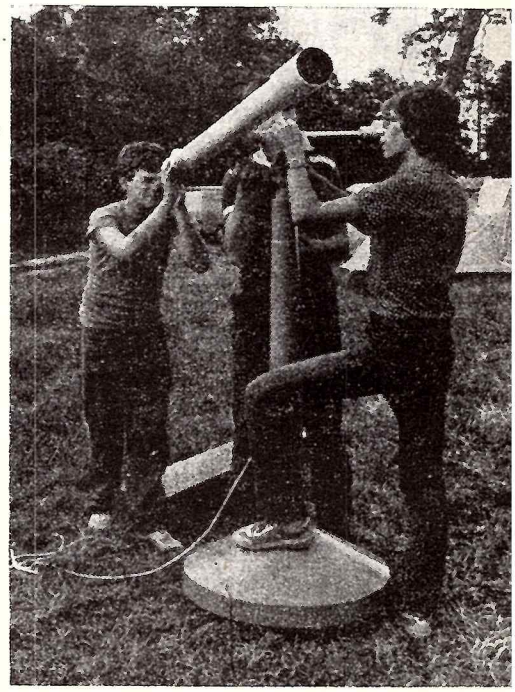
Už pri prvých pozorovaniach bolo vidieť, že ide o aktívnu oblasť so zložitou fotosferickou štruktúrou, čo ukazovalo, že má zložitú magnetickú konfiguráciu. Všetko toto naznačovalo, že aktívna oblasť Big Bear Region 18474 bude zdrojom zvýšenej erupčnej aktivity.

Pozorovanie tejto aktívnej oblasti prebehlo i v slnečnom oddelení Astronomického ústavu ČSAV v Ondřejove, kde sme urobili snímky oblasti v integrálnom svetle, v čiare H_α, ako aj sériu magnetogramov a niekoľko spektier časti aktívnej oblasti.

Dňa 12. júla 1982 v čase od 10 22 UT do 12 35 UT bola v tejto oblasti pozorovaná jedna z plošne najväčších slnečných erupcií. Súradnice mala N 12 E 37, jej importancia (mohutnosť) bola 3B a v čase maxima mala plochu 1450 miliónin slnečného disku.

Snímka celého slnečného disku v spektrálnej čiare H_α je urobená refraktorom s priemerom objektívu 11 cm a ohniskovou vzdialenosťou 165 cm cez úzkopásmový filter Šolcovho typu. Detaily erupcie boli získané refraktorom s priemerom objektívu ∅ 21 cm a f = 341 cm pri použití filtra Day Star University. Autori snímok: RNDr. Jan Suda, CSc. (detaily), František Zloch (celý disk). Fotografie spracoval Tomáš Vaněk.

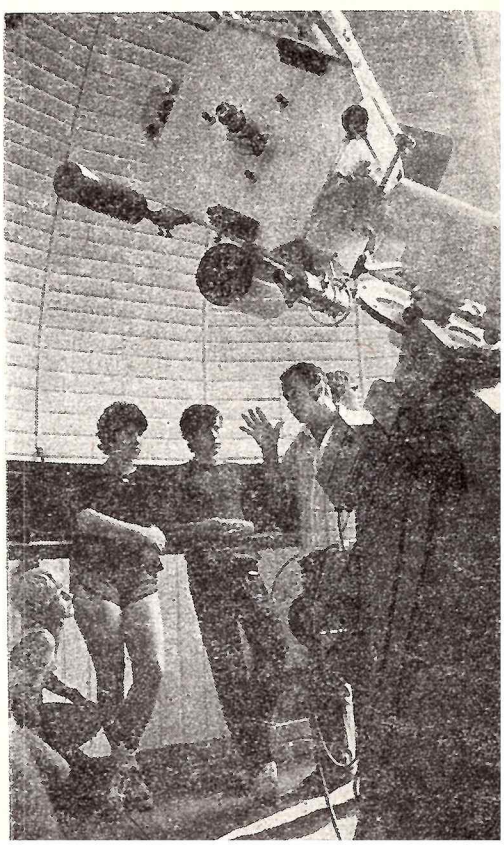
Detaily erupcie 12. júla sú urobené o 10 35 UT (horná snímka) a o 14 32 UT (dolná snímka), celý disk o 11 07 UT.



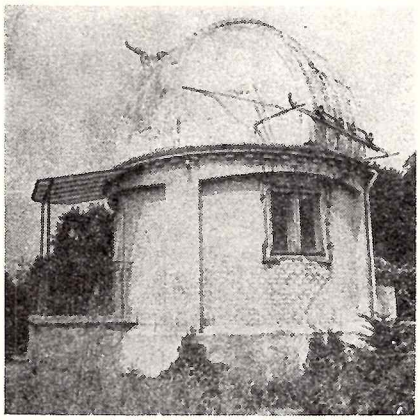
Svoje tradičné podujatie, celoslovenský zraz mladých astronómov, poriadalo Slovenské ústredie amatérskej astronómie tento rok už v novovybudovanom areáli svojej hvezdárne v Hurbanove. Okrem práce v šiestich odborných sekciách získali účastníci možnosť prezrieť si aj náš najmodernejší prístroj pre odborné pozorovanie Slnka — veľký horizontálny spektrograf. Aj pozorovanie nočnej oblohy cez oba ďalekohľady v kupolách hvezdárne — 40 cm reflektor a 15 cm Coudé refraktor bolo zážitkom najmä pre tých, ktorí prvýkrát pozorovali cez takéto pomerne výkonné prístroje. A pretože účastníkov bolo asi 80, využité boli aj dva prenosné ďalekohľady na lúke pred hvezdárňou: 15 cm Cassegrain a 8 cm Kepler.

-dk-

Foto: Ľ. Lacinová



HVEZDÁRNE SLOVENSKA



Biela kupola v parku hvezdárne. Umiestnený je tam Celestron 14. Foto: G. Krajčovičová

Hurbanovo staré

Skúsme si na chvíľu odmyslieť všetko, čo patrí do nášho storočia — elektrinu, diaľnice, počítače, ochranu prírody, televíziu, družice, teóriu relativity i paneláky — a prenesme sa v predstavách o sto rokov späť. Jazdí sa na kočoch, svieti sa petrolejkou, na tróne rakúsko-uhorskom sedí František Jozef a fotografia je v astronómii modernou metódou. Na Uhorskej nížine severne od Komárna má svoje pozemky gróf Konkoly Thege. Jeho kaštieľ vraj zďaleka nie je taký veľkolepý ako hvezdáreň, ktorú si vybudoval po návrate zo študijnej cesty po európskych observatóriách.

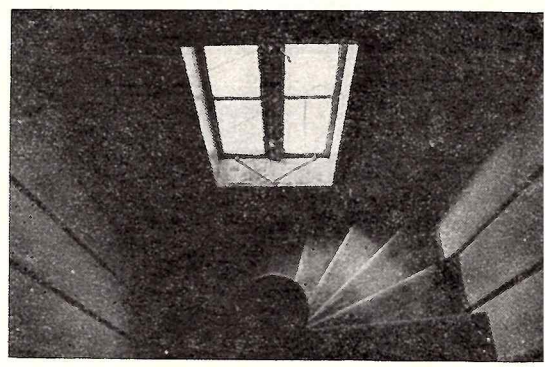
Pri pohľade na tú budovu asi každý uverí, že Konkoly Thege staval bez architekta: tu dal pristaviť výklenok, tam kupolu, hlavný bol účel — a celkový dojem napravil prekrásne udržiavaný park okolo celej hvezdárne. Ale aj sem, do parku, postupne prenikali rôzne malé pozorovateľne — pre meteorologické prístroje i seizmograf, vyrástla Biela kupola a v tej idylickej zeleni, ďaleko od rušivého vplyvu miest, v kraji, kde aj dnes počujete spievať žlny, hvezdáreň systematicky pracovala dlhé desaťročia. Pravidelne dodávala presný čas pre pošty a železnice (v tých časoch vraj vlaky chodili presne), v jej dielňach vyrábali astronomické prístroje zdokonalenej konštrukcie, ktoré získavali ocenenie aj na medzinárodných výstavách a hvezdáreň v malej uhorskej obci Ó Gyalla (Stará Ďala — ako sa vtedy Hurbanovo volalo) mala povesť jedného z najlepšie vybavených astronomických observatórií v Európe.

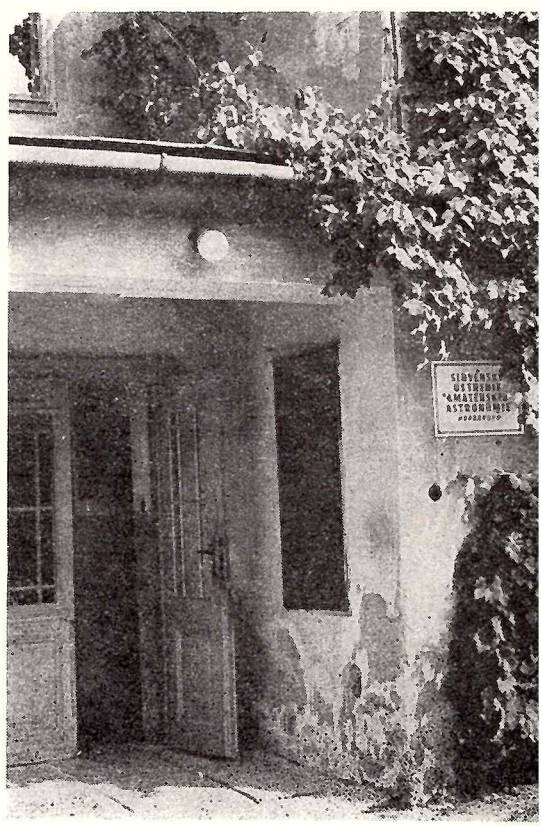
Škoda, že tie prístroje poznáme len z archívnych fotografií! Refraktory (pointované presným hodinovým strojom) boli priam ovešané bohatým príslušenstvom a umožňovali nielen fotografovanie, ale aj spektroskopiu, ktorá sa vtedy hlásila o slovo. Dr. Konkoly Thege bol jedným z jej priekopníkov. Prispel k vylepšeniu spektroskopických metód a prístrojov, určil spektrá 615 hviezd, zistil, že v spektre meteorov sú najvýraznejšie sodíkové čiary a dokonca postrehol príbuznosť komét a meteorov. Výpočet jeho prác, založených na mnohostrannom pozorovacom programe staroďalskej hvezdárne bol by pridlhý. Veď to boli celé desaťročia systematickej práce: zachoval sa Konkolyho popis meteorického dažďa Bielid 27. novembra 1872 — i pozorovanie Halleyovej kométy pri návrate r. 1910.

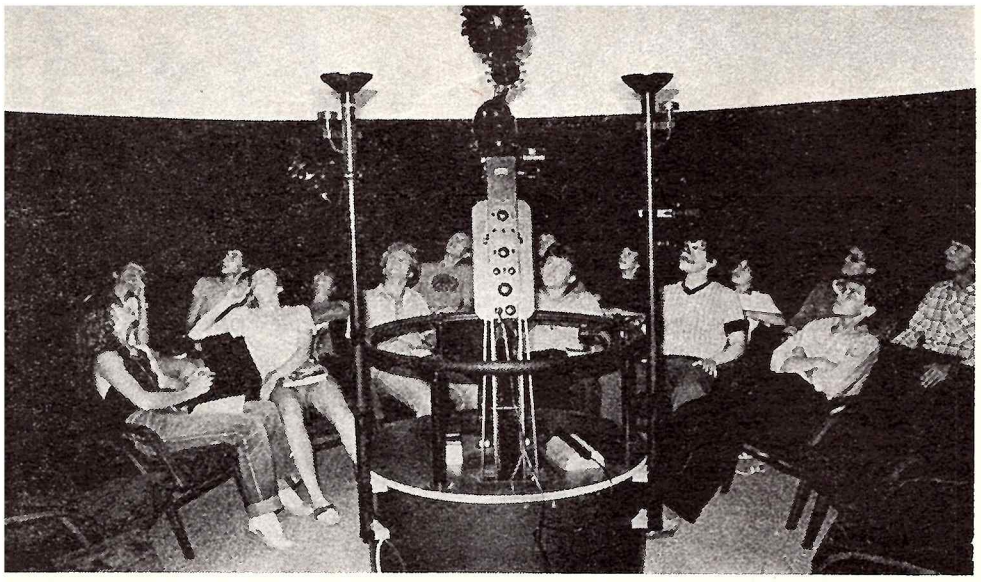
Dr. Konkoly Thege bol riadnym členom Maďarskej akadémie vied, dožil sa mnohých pôct a hvezdáreň, ktorú na prelome storočia venoval štátu, v podstate usmerňoval aj ďalej. Zomrel r. 1916 vo veku 74 rokov.

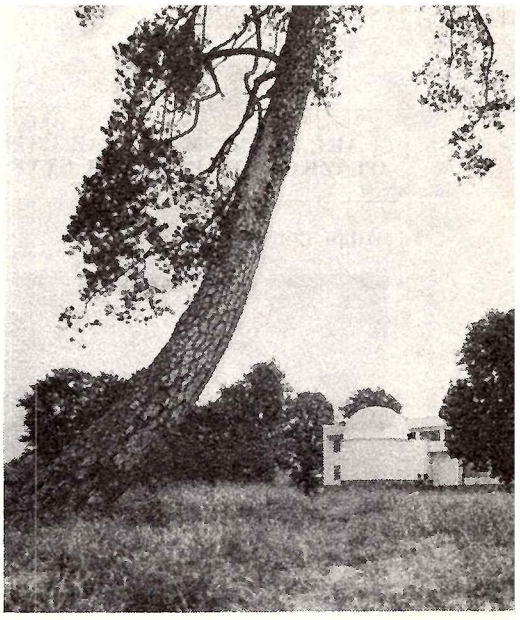
Budova hvezdárne je národná technická pamiatka ako prvé a dlho jediné profesionálne astronomické observatórium na našom území (až do vybudovania observatória v Tatrách o 73 rokov neskôr). Od svojho založenia pracovala staroďalská hvezdáreň nepretržite takmer pol storočia (1871—1916) a v tomto období znamenala aj v rámci celosvetovom prínos pre rozvoj astronómie.

Ešte po prvej svetovej vojne zažila staroďalská hvezdáreň obdobie plné úsilia a nádejí, ale netr-









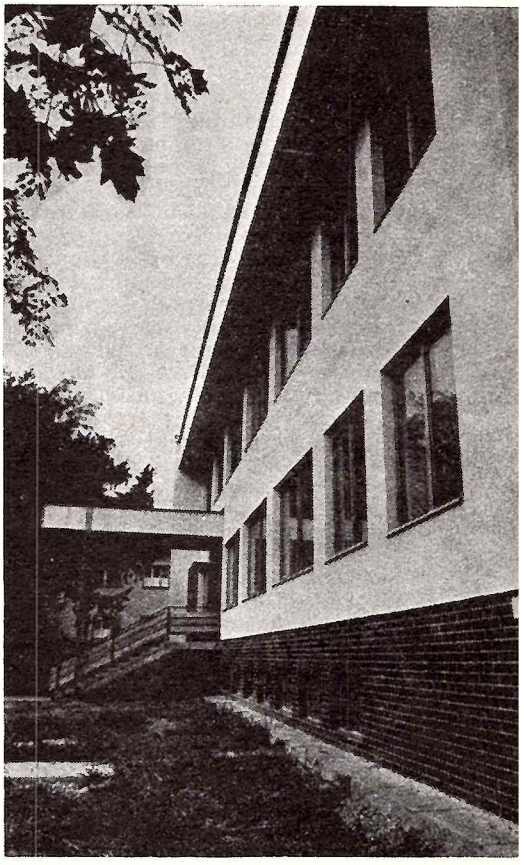
a nové

valo dlho: len čo sa tu inštaloval nový 60 cm Zeissov reflektor (vtedy najväčší ďalekohľad v republike) a rozbehli sa pozorovania, bola vyhlásená okupácia a ďalekohľad sa musel demontovať. Zostávajú len spomienky na fotometriu Finslerovej kométy a snímky Pluta, prvé v Európe — práce, ktorými staroďalské observatórium opäť dalo o sebe vedieť — v období, keď tu pôsobil dr. Bohumil Šternberk (1927—1939).

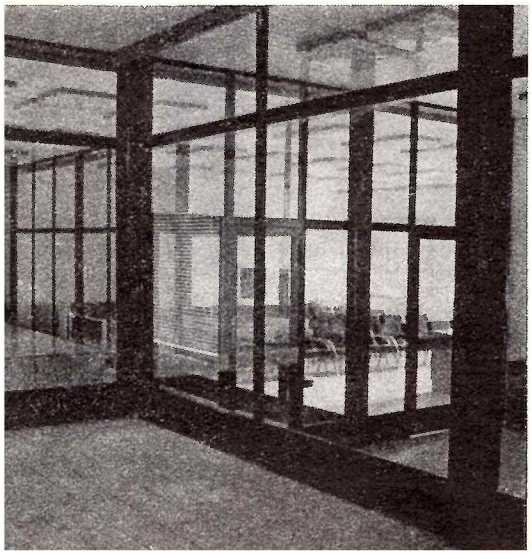
Zničená a bez akéhokoľvek vybavenia zostala hvezdáreň po II. svetovej vojne. Až r. 1962 sa rozhodlo o tom, že observatórium v Hurbanove treba vrátiť pôvodnému účelu a zriadila sa tu ľudová hvezdáreň. Lenže šesťdesiate roky — to už je éra družíc, elektroniky, kvazarov a veľkých zrkadlových ďalekohľadov. Špičková astronomická technika je čoraz náročnejšia na prostriedky, ale aj na priestory a počet odborníkov. V dobe, keď ďalekohľad s dvojmetrovým zrkadlom považujeme za stredne veľký, nemôže sa malé observatórium stať rovnocenným partnerom astronomických kolosov. Môže však urobiť kus užitočnej práce pri popularizácii astronómie.

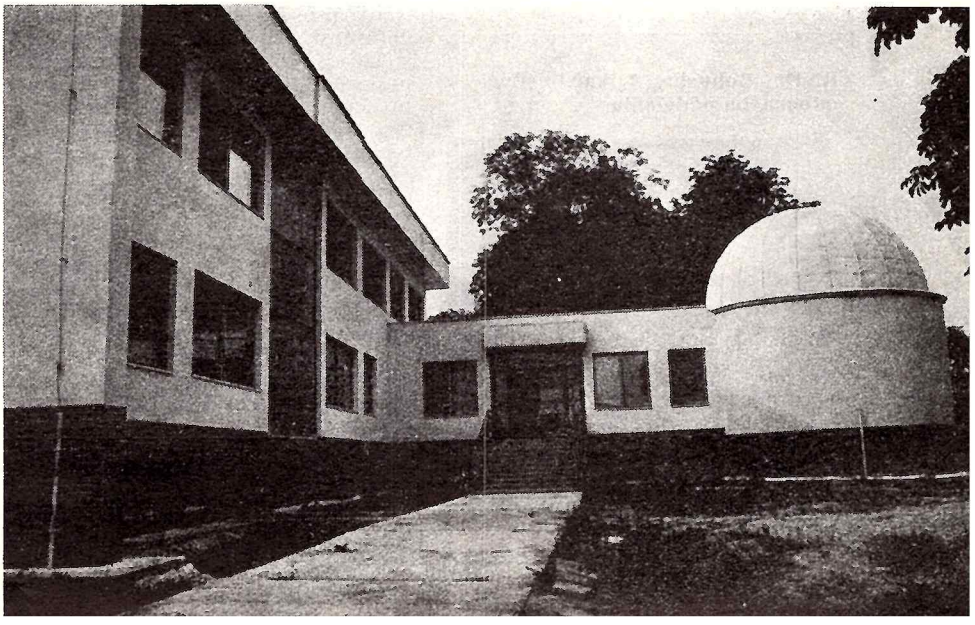
Od r. 1968 má hurbanovská hvezdáreň celoslovenskú pôsobnosť ako metodické centrum pre ľudové hvezdárne a r. 1972 súčasne so spresnením štatútu dostáva názov Slovenské ústredie amatérskej astronómie.

Tento rok má už hurbanovské ústredie podstatne lepšie podmienky pre svoju činnosť. Vlani sa podarilo dokončiť stavbu nových moderných budov, ktoré teraz dominujú v areáli hvezdárne. Predovšetkým sú to budovy, kde je umiestnený veľký horizontálny slnečný spektrograf — prístroj, ktorý už dáva možnosť profesionálnej práce pri výskume Slnka. Zároveň sa dokončila 1-poschodová budova s planetáriom, prednáškovými miestnosťami a pracovňami.



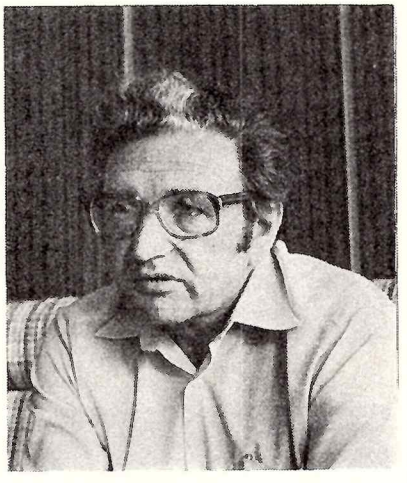
Snímky: Ľ. Lacinová





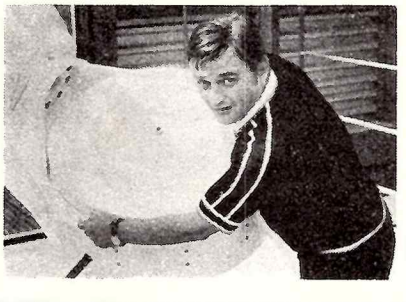
AKÉ PLÁNY MÁ TERAZ ÚSTREDIE PRI TÝCHTO NOVÝCH PRACOVNÝCH MOŽNOSTIACH? OTÁZKU SME POLOŽILI ŠTYROM VEDÚCIM PRACOVNÍKOM SÚAA.

Milan Bélik, riaditeľ SÚAA



Veľký spektrograf je po dlhom čase prvý prístroj na našej hvezdárni, ktorý umožňuje aj odborné pozorovania. Nová budova s planetáriom dáva nám zas podstatne lepšie možnosti pre popularizačnú a metodickú činnosť. Teší nás to — a súčasne i zaväzuje, aby sme tieto nové možnosti využili čo najlepšie. Prijali sme aj nových pracovníkov: teraz je celkový stav zamestnancov SÚAA 27. Modernizácia nášho areálu bude pokračovať obnovou budovy starej hvezdárne, ktorá bude aj naďalej slúžiť pre pozorovanie. Chceli by sme terajší 40 cm ďalekohľad v hlavnej kupole vymeniť za výkonnejší, so zrkadlom 60—80 cm. V starej budove, ktorá má byť renovovaná približne do roku 1986, chceme zriadiť aj stálu expozíciu, ktorá by dokumentovala vývoj astronómie od najstarších čias po súčasnosť. Medzi exponátmi by sme chceli mať aj staršie typy astronomických prístrojov, ak sa ich podarí získať a odkúpiť. Renovovať sa bude aj štýlový park ako súčasť areálu tohto pamiatkového objektu. Veríme, že vytvoríme prostredie, ktoré umocní dojmy návštevníkov, prichádzajúcich na našu hvezdáreň za poučením i oddychom.

RNDr. Bohuslav Lukáč, vedúci odborného oddelenia



Pomocou spektrografu budeme merať radiálne rýchlosti pohybu hmoty v slnečnej fotosfére, veľkosť magnetických polí v slnečných škvrnách a ďalej sa chceme venovať štúdiu profilov spektrálnych čiar. Aby sme mohli zaviesť tieto pozorovacie programy, potrebujeme však doplniť spektrograf o prídavné zariadenia. Je to rovnako ako u klasických ďalekohľadov: Výrobca dodá len základný prístroj — a zvyšok treba doplniť podľa spôsobu využitia prístroja. Kým nemáme napríklad optické doplnky (štvrťvlnové dostičky pre vybrané spektrálne čiary) dostali by sme neúplné údaje. A to ešte stále hovoríme len o vizuálnych pozorovaniach: na fotoelektrickú registráciu treba už slnečný magnetograf. Veríme preto, že prístroj postupne vybavíme zariadením na vyhodnocovanie údajov tak, aby mohol plniť svoj účel pri odborných pozorovaniach.

Ladislav Druga, vedúci metodického oddelenia

Pre naše planetárium — druhé na Slovensku — robíme teraz programy pre školské návštevy i pre verejnosť. Prednáškovú miestnosť v našej novej budove chceme čo najlepšie vybaviť učebnými pomôckami a audiovizuálnymi prostriedkami tak, aby tu mohli prebiehať vzorové vyučovacie hodiny astronómie. Aby návštevníci mohli sledovať aj pozorovanie cez spektrohelioskop a ďalekohľad, chceli by sme urobiť vnútorný televízny okruh, aby sa obraz z priameho pozorovania premietal do prednáškovej miestnosti. Pomýšľame Heideho kupolu využiť na školské pozorovania.

A pretože do našej hlavnej náplne patrí aj metodika práce hvezdární, poriadame tento rok teoretický seminár pre pracovníkov hvezdární, na ktorý by na budúci rok naväzovali praktiká pre pozorovateľov. Naše ústredie poskytuje pomoc astronomickým krúžkom, ktorých je na Slovensku už 770. Máme vypracované vzorové plány práce krúžkov, a to pre 5. a 6. ročník základných škôl, pre 7. a 8. ročník, pre gymnáziá a pre učňovské školy, ktoré sú u nás k dispozícii pre vedúcich astronomických krúžkov.

Mikuláš Mačanský, vedúci dielne

Amatérske ďalekohľady vyrábame na našej hvezdárni od r. 1970. Najprv sme robili len Newtony s priemerom zrkadla 120 mm, od r. 1980 aj s priemerom 130 mm. Predávame ich prostredníctvom n. p. Učebné pomôcky v Banskej Bystrici. Pretože záujem je veľký (požiadavku dodať ročne 100 kusov nezvládneme; s tromi pracovníkmi našej dielne vyrobíme asi 20 ďalekohľadov) a pretože školy majú pri kúpe prednosť, na jednotlivcov zatiaľ obyčajne nezvýši.

Chceme rozšíriť náš sortiment o ďalší typ ďalekohľadu, Cassegrain s priemerom zrkadla 150 mm a dúfame, že už v priebehu budúceho roka dodáme prvých 5 exemplárov tohto prístroja.

Vieme, že väčšina amatérov si nechce kúpiť hotový ďalekohľad, postavia si ho sami, skôr majú problémy s rôznymi drobnosťami, ako sú napríklad brúsne prášky a iný pomocný materiál, alebo potrebujú rôzne služby ako je pokovovanie zrkadla. Chceli by sme si teraz zakúpiť vákuovú pokovovačku — pre naše potreby i pre amatérov, ktorí sa na nás obrátia a dúfame, že teraz, keď nás už nezaťažujú stavby, stihneme aj tie drobné služby amatérom.

Čo priniesla rubrika

Napíšte o svojom ďalekohľade!

Keď sme pred vyše dvoma rokmi uverejnili stručnú výzvu, aby nám amatéri poslali popis svojich ďalekohľadov, netušili sme, že sa z tejto akcie vyvinie najčítanejšia amatérska rubrika nášho časopisu. Najprv sme dostali len dva listy, ale už po uverejnení prvého z nich nasledovali rýchlo za sebou ďalšie tučné zásielky, plné fotografií a nákresov, s popismi ďalekohľadov. Niektoré boli obdivuhodne dokonalé (netušili sme, čo všetko sa skrýva pod pojmom amatérsky ďalekohľad), iné zas vynikali práve svojou jednoduchosťou, ktorá ukazovala nekonvenčnosť a vynachádzavosť amatéra. Z listov napokon vznikla zaujímavá a inšpiratívna zbierka amatérskych prístrojov, ktorú postupne, už dva roky, pravidelne uverejňujeme v našom časopise. Tešíme sa, že prichádzajú ďalšie listy; zdá sa, že rubrika Napíšte o svojom ďalekohľade zďaleka nevyčerpala všetky námety a prinesie nám i čitateľom ďalšie príjemné prekvapenia. Teraz dávame slovo dr. Ivovi Zajoncovi, aby zhodnotil dva ročníky rubriky Napíšte o svojom ďalekohľade, ktorá vznikla na podnet jeho výzvy.

Výzvou, aby amatéri napísali o svojich ďalekohľadoch, sledovali sme dva hlavné ciele. Predovšetkým sme chceli širokému okruhu čitateľov ukázať možnosti, aké má amatér pri stavbe ďalekohľadov rôzneho typu, rôznej veľkosti i technickej dokonalosti a zároveň sme chceli, aby konkrétne prípady posmelili všetkých, ktorí si chcú postaviť svoj ďalekohľad, aby sa odhodlali k prvému kroku.

Hoci sme si boli vedomí toho, že články nebudú môcť poskytnúť ucelené technické informácie, predsa len najlepšie pomôžu zorientovať sa a získať predstavu o možnostiach amatérskej stavby ďalekohľadov. Hodne sme spoliehali aj na využitie ilustrácií, ktoré informovanému záujemcovi aspoň čiastočne nahradia technické výkresy, ako aj na improvizačné schopnosti amatérov, ktoré sú — ako sme sa veľakrát presvedčili — priamo prekvapujúce.

V ročníkoch 1982 a 1983 bola rubrika Napíšte o svojom ďalekohľade v každom čísle Kozmosu. Doteraz bolo uverejnených 11 príspevkov, v ktorých amatéri popisovali svoje ďalekohľady, prípadne zariadenia pre astronomickú fotografiu. Sedem príspevkov pochádzalo zo Slovenska, štyri z českých krajov.

OPTIKA

Medzi prístrojmi prevládali zrkadlové ďalekohľady, reflektory (7 príspevkov). Šošovkové ďalekohľady, refraktory, boli len dva. V niektorých prípadoch bol však väčší reflektor doplnený na tej istej montáži ešte jedným alebo viacerými refraktormi resp. reflektormi. Dva príspevky popisovali jednoduché zariadenia pre astrofotografiu.

Prevaha reflektorov svedčí o tom, že zrkadlá sú pre amatérov predsa len ľahšie dostupné než dobré refraktorové objektívy, najmä pokiaľ ide o väčšie priemery (nad 100 mm). Zrkadlá si niektorí amatéri vybrúsili sami (dva prípady z našej rubriky), pričom ostatné použité zrkadlá pochádzali z amatérskych dielní. Naproti tomu žiaden refraktorový objektív z opísaných prístrojov nebol amatérskej výroby, išlo vždy o továrenské výrobky. Ďalekohľady mali priemer zrkadla od 100 do 305 mm a ohniskovú vzdialenosť do 3000 mm. V troch prípadoch išlo o Newtonov typ, v dvoch o Cassegrainov typ a v jednom prípade o Nasmythov typ reflektora, jedno zrkadlo slúži len k fotografickým účelom. Všetky prístroje mali parabolické zrkadlá alebo korigované Maksutovove sústavy. Popísané refraktory mali priemer 75 mm (f 840 mm) a 135 mm (f 2000 mm), ich objektívy boli achromatické. Najjednoduchší refraktor s objektívom z okuliarového skla mal priemer 30 mm (f 330 mm).

MONTÁŽ

Montáž bola v prevažnej väčšine vidlicová (7 prípadov), paralaktická (5) alebo azimutálneho typu (2 prípady). Len tri prístroje mali montáž nemeckého typu. Technická dokonalosť montáží bola veľmi rozdielna. V troch prípadoch (okuliarový refraktor 30/330, reflektor 150/1200 a refraktor 75/840) nebola montáž vybavená jemnými pohybmi, u siedmich prístrojov bol pohon polárnej osi zabezpečený elektrickým alebo pružinovým pohonom, prípadne elektrickým pohonom jemných pohybov v deklinácii a hodinovom uhle. Jeden prístroj mal len ručne ovládané jemné pohyby bez pohonu polárnej osi (reflektor 210/2100).

Aj prevedenie montáži bolo veľmi rozdielne. Objavovali sa najrôznejšie riešenia, ktoré ukazovali, že konštruktér použil materiál, ktorý mu bol najdostupnejší. Snaha znížiť hmotnosť prístroja viedla v jednom prípade ku konštrukcii montáže zo zložitého systému nosníkov, ktorý podľa autora zabezpečuje dobrú stabilitu ďalekohľadu s priemerom zrkadla 300 mm.

Väčšina ďalekohľadov patrí k menším prenosným prístrojom (7 prípadov), štyri boli riešené ako zariadenia so stabilným umiestnením a boli kryté alebo odsúvateľnými búdkami, alebo otáčavou kupolou (po dva prípady).

VYUŽITIE

Prevažná časť prístrojov slúži okrem vizuálneho pozorovania aj na fotografovanie (8 prípadov), z toho dve popísané zariadenia sú zamerané výlučne na astrofotografiu. Len tri ďalekohľady boli charakterizované ako prístroje pre vizuálne pozorovanie, hoci aj tu by bola adaptácia pre fotografovanie veľmi jednoduchá.

Ukázalo sa, že niektorí amatéri sú schopní vytvoriť prístroje, ktoré rozmermi i technickým riešením prekračujú rámec toho, čo si predstavujeme pod pojmom „amatérsky astronomický ďalekohľad". Iste ide o výnimky, ktoré však zostávajú dokumentom usilovnosti a umu pri realizácii konštruktérskych zámerov astronómov-amatérov. Ďalšie príspevky priniesli celú škálu viac či menej náročných variánt, z ktorých má každý záujemca možnosť vybrať si svoj typ. Väčšina článkov bola bohato ilustrovaná; za cenné považujeme najmä fotografie a kresby podrobností technického riešenia jednotlivých častí ďalekohľadov (uchytenie objektívov, okulárový výťah, osi montáže, jemné pohyby), ktoré môžu poslúžiť ďalším nádejným konštruktérom. Naši amatéri iste uvítali aj popis niektorých výrobných procesov a poznámky k riešeniu rôznych technických problémov.

Už to je významné, koľko amatérov si postavilo svoje — často veľmi dokonalé — prístroje. Pre mnohých záujemcov, ktorí túžia po vlastnom ďalekohľade a chcú využiť pre nás prakticky jedinú prístupnú cestu ako si ho zadovážiť — svojpomocnú stavbu — bude iste rubrika Napíšte o svojom ďalekohľade aj naďalej zdrojom zaujímavých námetov a inšpiráciou k nájdeniu ďalších, netradičných riešení.

AKO ĎALEJ

Každý popis amatérsky vyrobeného ďalekohľadu sa stáva nielen stredobodom pozornosti širokého okruhu čitateľov, ale zároveň aj cenným zdrojom technických informácií. Na tejto druhej stránke by mal byť dôraz, a preto by sme chceli ďalších autorov poprosiť, aby pripojili k popisu svojho ďalekohľadu aj fotografie konštrukčných detailov alebo technické náčrtky. Bolo by užitočné viac napísať aj o možnostiach ďalekohľadov — o tom, čo všetko sa dá nimi pozorovať za dobrých podmienok. Vítané sú aj snímky exponované popisovaným prístrojom. Zaujímavé sú aj informácie, ako amatér využíva svoj prístroj, aký má pozorovací program.

Ukazuje sa, že elektronika rýchlo preniká aj do oblasti amatérskej konštrukcie ďalekohľadov. Doterajšie príspevky neobsahovali konkrétne údaje o parametroch motorov a súčastiach elektronických regulačných systémov, ani ich schémy — a sú to údaje, ktoré by mnohí obzvlášť uvítali, lebo na tento okruh problémov literatúra prakticky nejestvuje. Ak sa obávate, že týmto popisom by sa váš článok o ďalekohľade neúmerne predĺžil, napíšte o pohone samostatný príspevok: nielen že sa bude za popisom ďalekohľadu pekne vynímať, ale — čo je v našej rubrike hlavné — pomôžete ďalším nájsť cestu k zdokonaleniu svojho ďalekohľadu.

Dr. Ivo Zajonc

Napíšte o svojom ďalekohľade!

Ku chvále tohto ďalekohľadu slúži najmä to, že je v permanentnom používaní: jeho majiteľ je aktívny astronóm amatér, ktorý sa venuje najmä pozorovaniu premenných hviezd a okrem neho využívajú ďalekohľad aj ďalší pozorovatelia a široký okruh záujemcov.

Doteraz nám o svojom ďalekohľade napísali iba tí, ktorí si svoj prístroj postavili sami. Rovnako je však vítaný aj popis takého ďalekohľadu, ktorý si amatér kúpil — tak ako je to v tomto prípade — a osobitne si ceníme, keď nám napíšete, ako svoj prístroj využívate.

Reflektor Newtonova typu o průměru hlavního zrcadla 160 mm a ohniskové vzdálenosti 1050 mm jsem zakoupil koncem roku 1977 z pozůstalosti jednoho třebíčského astronoma amatéra a od té doby mi slouží zejména při pozorování proměnných hvězd. V současné době jsem ve výkonu základní vojenské služby, přesto jsem se rozhodl poslat vám popis svého dalekohledu.

OPTIKA

Hlavní zrcadlo je plné, tloušťky 28 mm, jeho ohnisková vzdálenost je 1050 mm. Optická plocha je pohliníkovaná. Zrcadlo je vysoké jakosti a kreslí spolehlivě ostře až po okraj zorného pole. Je pevně uloženo pomocí vložky z umělé hmoty v hliníkové objímce, která je opatřena vnějším závitem umožňujícím namontování objímky se zrcadlem do tubusu dalekohledu. Ve spodní části objímky jsou vyvrtány tři otvory opatřené závity, sloužící k zašroubování šroubů při demontáži zrcadla a objímky.

Tubus je vyroben ze silného plechu, je plný a samonosný. Uvnitř je natřen matnou černou barvou a zvenčí světle šedou barvou. Průměr tubusu je 205 mm a délka 1320 mm. V dolní části tubusu je umístěn prstenec s vnitřním závitem, ve kterém je zašroubována objímka se zrcadlem. V horní části, v optické ose zrcadla, je umístěn pravoúhlý hranol s pohliníkovanou přeponou, který tu plní funkci sekundárního zrcadla. Hranol je držen mechanismem, který umožňuje jeho přesné nastavení do optické osy. Kolmo na optickou osu zrcadla od středu hranolu je ve stěně tubusu otvor, kudy prochází světelné paprsky do okulárového výtahu.

Okulárový výtah je přišroubován k tubusu v jeho horní části a jeho osou procházejí paprsky z hranolu. Okulárový výtah má jemné šroubové ostření. Okuláry se vyměňují prostým vysouváním a zasouváním do otvoru v okulárovém výtahu. V něm jsou okuláry drženy a zajišťovány plochou pružinou. U svého dalekohledu používám okuláry s vnějším průměrem 36 mm, které mají ohniskovou vzdálenost 32, 20 a 12,5 mm a dávají zvětšení 33, 53, a 84 násobné. Dále mohu použít Barlowovu čočku (achromatickou tmelenou rozptylku), která mi umožňuje dosáhnout asi 200 násobného zvětšení. Vzhledem k hlavnímu použití přístroje není však zvětšení nejdůležitějším parametrem.

Montáž dalekohledu

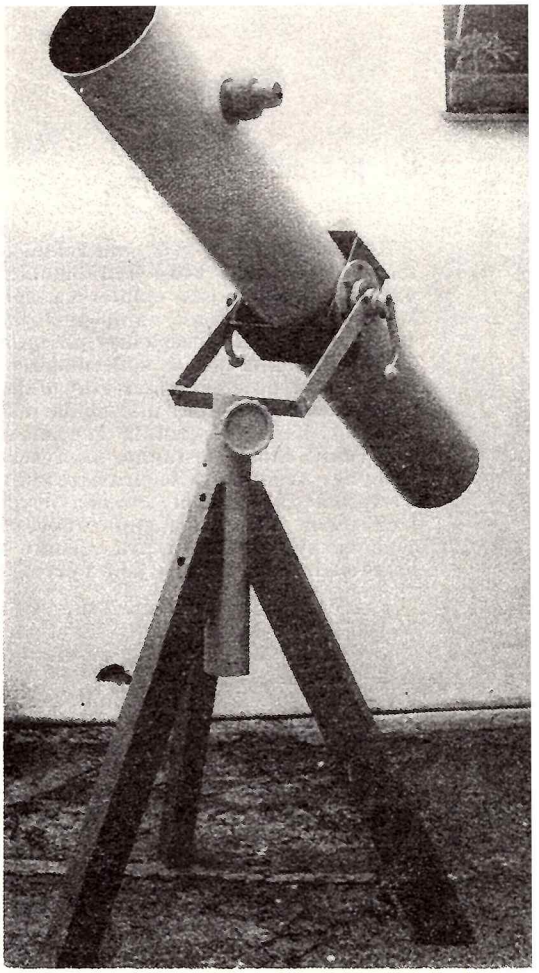
Tubus je umístěn na vidlicové azimutální montáži. Montáž je nesena masivním stojanem — trojnožkou, která je zhotovena z dřevěných hranolků a silnostěné ocelové trubky. V horní části trubky je ve špalíku tvrdého dřeva nalisován svislý čep o průměru 20 mm, na který se nasazuje vidlice nesoucí dalekohled. Tato vidlice je vlastně nejslabším článkem soustavy stojan — montáž — tubus, protože je poměrně nevhodně řešena z 5 mm silného pásového materiálu. Tato nevýhoda však bude odstraněna, protože počítám s umístěním dalekohledu na stabilní, masivní paralaktickou montáž. Zatím je velkou výhodou současně použité montáže snadná ovladatelnost a nízká hmotnost, což umožňuje snadné přenášení a převážení dalekohledu. Celková hmotnost dalekohledu s montáží a stojanem je zhruba 30 kilogramů.

Využití přístroje

Tento dalekohled je už od konce roku 1977 aktivně využíván k rozsáhlé pozorovatelské činnosti. Je to druhý nejlépe využitý přístroj v Třebíči (po hlavním přístroji třebíčské hvězdárny, 14 cm refraktoru). S přístrojem pozoruji nejvíce já sám, dále jej využívá otec a ostatní členové astronomických kroužků a Sekce pozorovatelů proměnných hvězd při třebíčské hvězdárně. Hlavní náplní pozorovací činnosti dalekohledu je sledování zákrytových proměnných hvězd. Pomocí tohoto dalekohledu získali třebíčtí proměnáři již několik desítek kvalitních pozorovacích řad, které byly publikovány v Pracech hvězdárny a planetária Mikuláše Koperníka v Brně, nebo jsou připraveny k publikaci v dalších Pracích. Kromě toho je dalekohled využíván k pozorování zákrytů hvězd Měsícem, k demonstračním účelům na třebíčské hvězdárně, k pozorování Slunce a planet. S úspěchem jsme jej použili k pozorování zatmění Měsíce v září 1978 a v březnu 1979. S tímto dalekohledem jsem vykonal v roce 1980 také několik pozorování komety Bradfield. Další pozorování vykonaná tímto přístrojem posloužily jako podklady pro dvě odborné práce — o mapkách zákrytových proměnných hvězd a o opravách světelných elementů zákrytových proměnných.

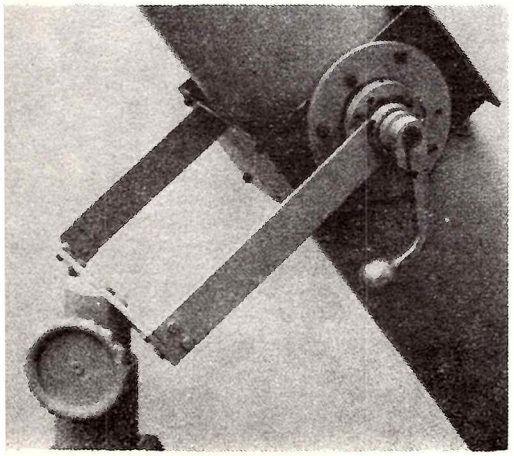
V příštích letech počítám s umístěním tohoto Newtona na paralaktickou montáž s přesným pohonem, spolu s připravovaným 25 cm dalekohledem, také Newtonova typu, což mi umožní využít svůj přístroj také v oblasti astrofotografie.

Petr Kučera
Doleželova 9
674 01 Třebíč



Ďalekohľad Petra Kučeru z Třebíča, Newton s priemerom zrkadla 16 cm, je klasický, dobre urobený amatérsky prístroj. Je ľahko prenosný a vyznačuje sa kvalitnou optikou — svetelnosť má 1:6,5.

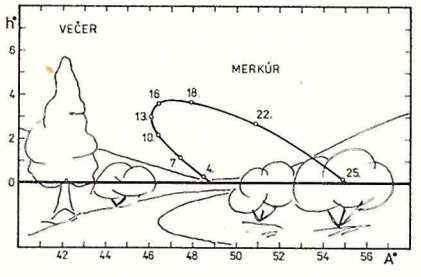
Detail, na ktorom vidíme, že montáž je síce veľmi jednoducho a vtipne navrhnutá, ale už na pohľad je zrejmé, že vidlica by mala mať niekoľkonásobne vyššiu tuhosť. Mohol by sa použiť uzavretý obdĺžnikový profil alebo aspoň valcované profilové železo s prierezom v tvare T alebo U. Ďalekohľad podstatne získa tým, že jeho majiteľ prerobí montáž na paralaktickú.

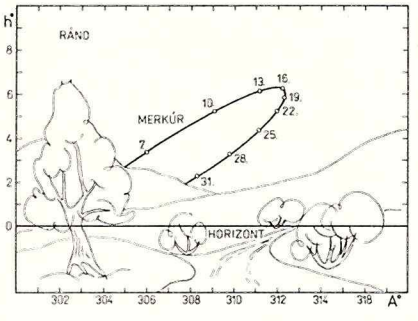


DUŠAN KALMANČOK

POZORUJTE S NAMI

VOĽNÝM OKOM
ĎALEKOHĽADOM
FOTOAPARÁTOM





MERKÚR je v decembri i v januári v najväčšej elongácii. 13. decembra večer je v najväčšej východnej elongácii 21° od Slnka, je však len nízko nad juhozápadným obzorom a je ťažko pozorovateľný. V januári sú pozorovacie podmienky o čosi lepšie. Pri rannej najväčšej západnej elongácii planéty, ktorá bude 22. 1. sa Merkúr vzdiali na 25° od Slnka. Trištvrte hodiny pred východom Slnka bude asi 6° nad juhovýchodným obzorom. Obe elongácie máme na pripojených obrázkoch. Jasnosť planéty je pri decembrovej elongácii okolo $+ 2^m$ a pri januárovej elongácii asi 0^m.

VENUŠA je počas oboch mesiacov na rannej oblohe dosť vysoko nad juhovýchodným obzorom. Vychádza asi 3 hodiny pred Slnkom. Žiari ako hviezda $-3{,}5^m$ a vidíme ju ako Zorničku. Koncom mesiaca môžeme pozorovať v jej blízkosti ustupujúci Mesiac.

MARS je tiež na rannej oblohe, ale vysoko nad obzorom. Vychádza koncom januára už okolo polnoci. Jeho jasnosť je okolo $+ 1{,}5^m$ a pomaly rastie. Je v súhvezdí Panny a pomaly prejde koncom januára až do Váh.

JUPITER v decembri pozorovať nemôžeme, pretože je 14. 12. v konjunkcii so Slnkom. Objaví sa na rannej oblohe až koncom januára v Strelcovi a jeho jasnosť bude $-1{,}5^m$.

SATURN je práve po konjunkcii so Slnkom, ktorá bola v októbri a začiatkom decembra sa už objaví na rannej oblohe, spočiatku len na svitaní, ale koncom decembra a v januári je už dobre pozorovateľný. Jeho jasnosť je asi $+ 0{,}8^m$ a pomaly narastá. Je vo Váhach.

URÁN, NEPTÚN a PLUTO sú na rannej oblohe. Najbližšie k Slnku je Neptún, vychádza začiatkom januára hodinu pred východom Slnka a je dosť ťažko pozorovateľný. Je v Škorpiónovi a jeho jasnosť je $+ 7{,}8^m$. Trochu ďalej od Slnka je Urán, ktorý vychádza začiatkom januára necelé dve hodiny pred východom Slnka. Má jasnosť $+ 6{,}0^m$. Je v súhvezdí Škorpióna a je lepšie pozorovateľný ako Neptún.

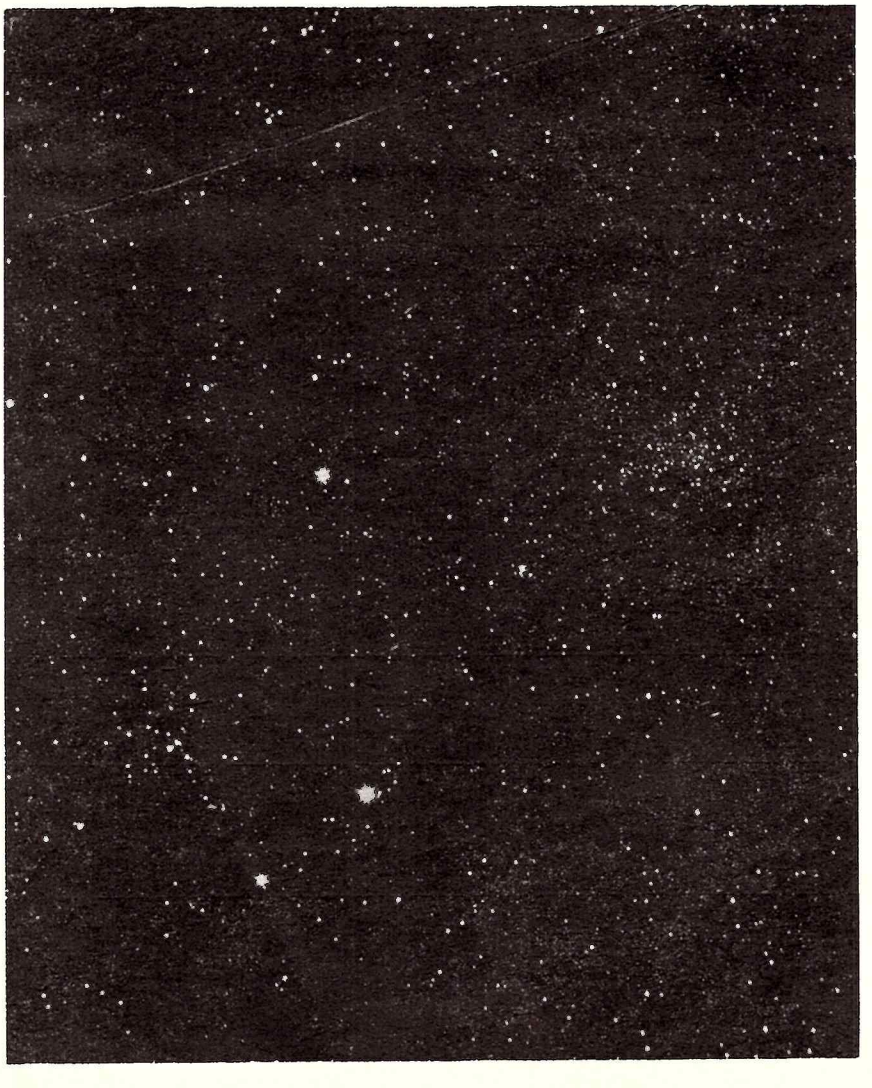
Pluto síce vychádza okolo polnoci, je v Panne, ale pre svoju nízku jasnosť $+ 14{,}3^m$ je amatérskym pozorovaniam prakticky nedostupný.

Už 2. decembra môžeme pozorovať peknú konjunkciu Saturna s Mesiacom. Ráno o pol šiestej bude planéta len 1° južne od Mesiaca. Krajšia konjunkcia však bude koncom januára (26. 1.), keď bude Saturn dve hodiny po polnoci 0,2° južne od Mesiaca.

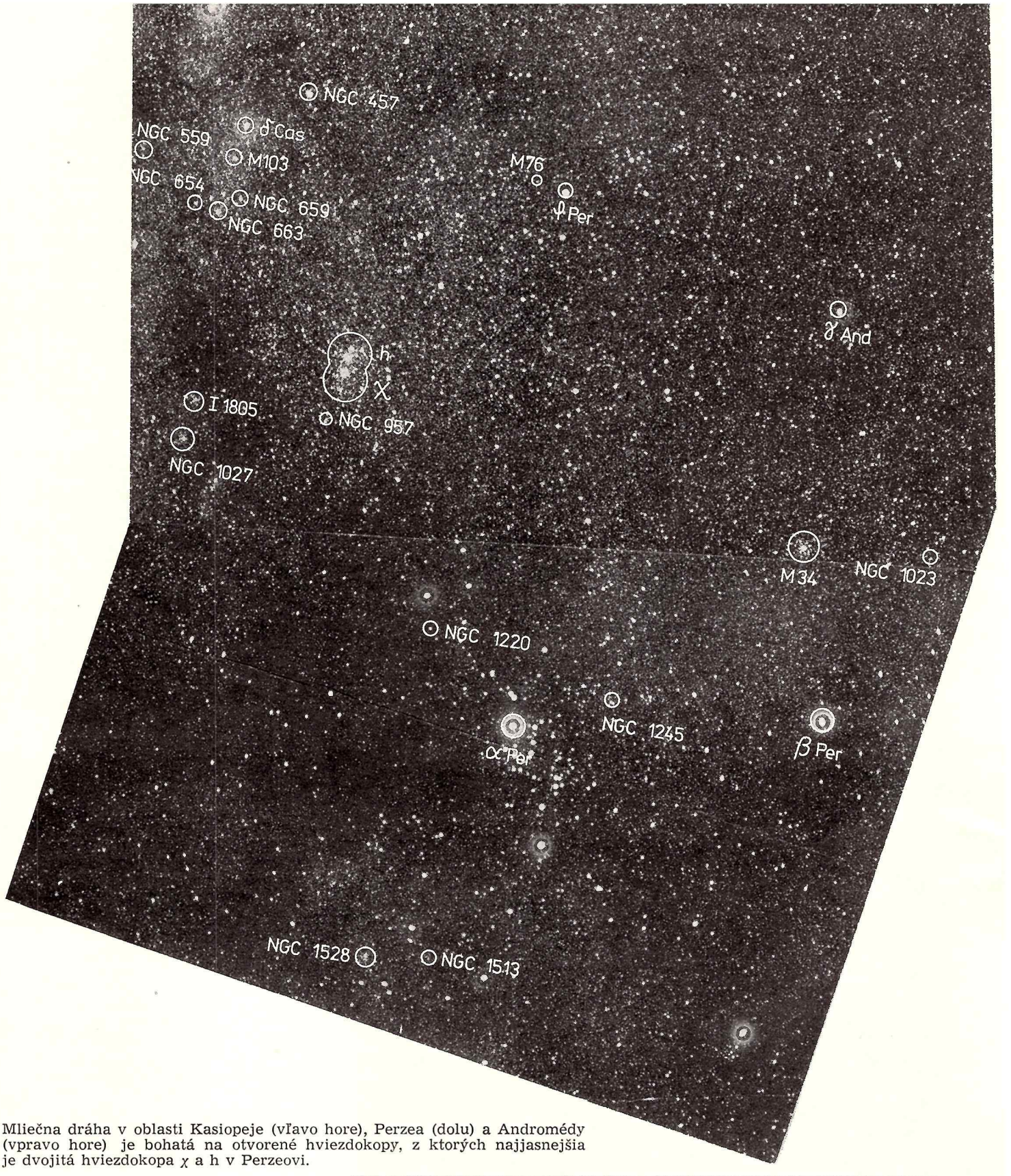
Zatmenia

4. decembra nastane prstencové zatmenie Slnka. Žiaľ, z nášho územia tento úkaz nebudeme môcť pozorovať. Ak by však predsa mal niekto o pozorovanie záujem, stačí si zacestovať do južného Maďarska, Rakúska alebo NSR. Týmito krajinami prebieha severná hranica čiastočného zatmenia.

V decembri bude i zatmenie Mesiaca. Bude to polotieňové zatmenie a z nášho územia budeme môcť pozorovať celý úkaz, ktorý nastane 12. decembra. Mesiac vstúpi do polotieňa (začiatok zatmenia) o 00,46 min. a vystúpi z polotieňa o 04,52 min. (koniec zatmenia). V najväčšej fáze zatmenia, ktorá nastane o 02,49 minúte bude zatmených 0,9 jednotiek mesačného priemeru.



◀ **Otvorená hviezdokopa NGC 1528 v s hvezdí Perzea snímkovaná cez reflektor s priemerom zrkadla 17 cm a ohniskovou vzdialenosťou 92 cm. Expozícia 55 minút.**
Foto: Jiří Drbohlav



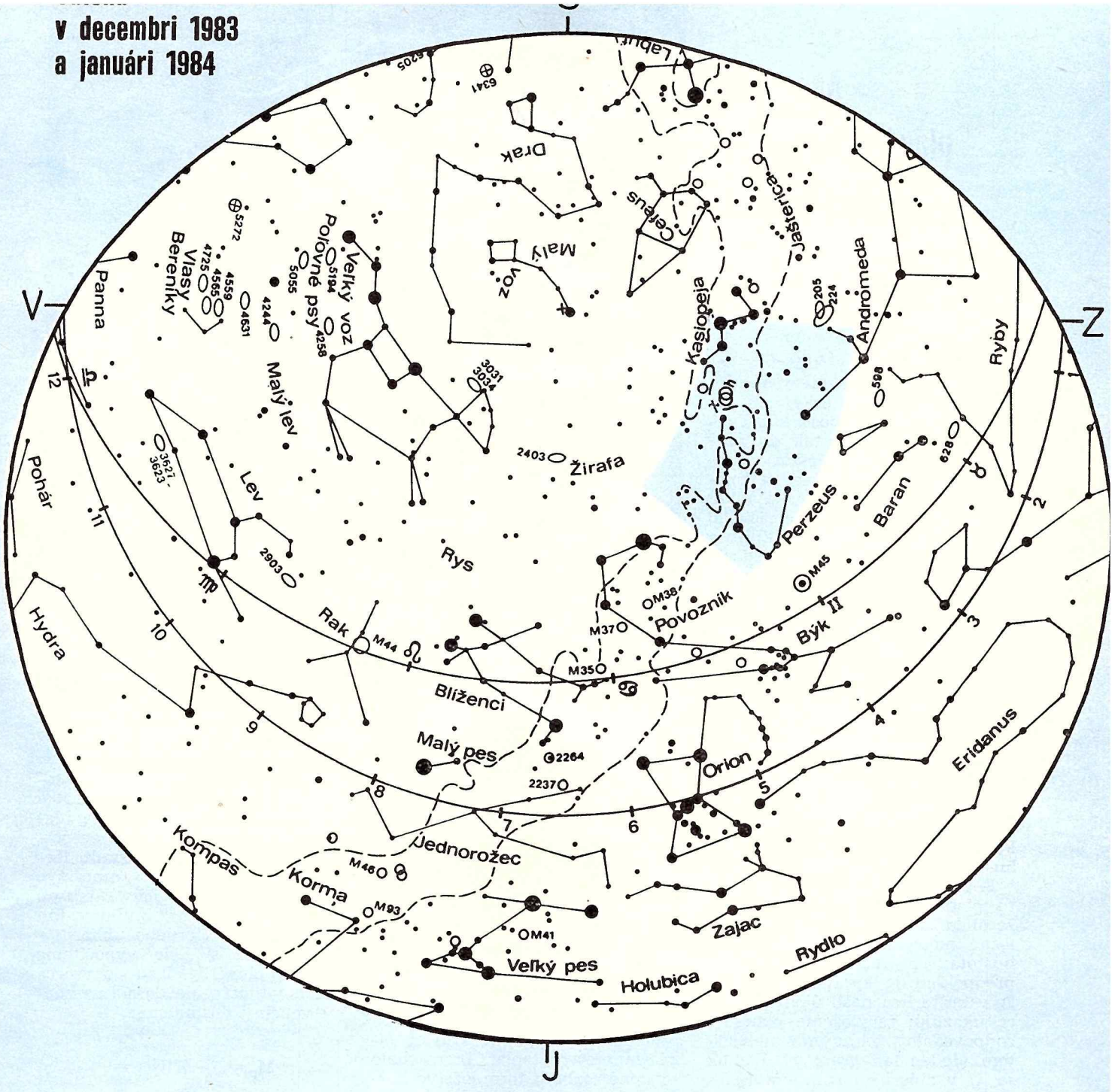
Mliečna dráha v oblasti Kasiopeje (vľavo hore), Perzea (dolu) a Andromédy (vpravo hore) je bohatá na otvorené hviezdokopy, z ktorých najjasnejšia je dvojitá hviezdokopa χ a h v Perzeovi.

Jasná hviezda vpravo dolu je β Persei (Algol). Táto zákrytová dvojhviezda sa intenzívne sleduje kvôli poruchám dráhy, ktoré zrejme spôsobuje tretia, neviditeľná zložka. Algol je hviezda hlavnej postupnosti typu B8, vzdialená 32 pc a maximálnu magnitúdu má 2,2. Minimá nastávajú v trojdňových intervaloch a ďalšie charakteristiky sa menia s oveľa väčšou, dvojročnou periódou jasnosti (presne známou).

Messier	NGC	magnitúda	priemer (′)	(pc)	vzdialenosť (pc)	počet hviezd	vek (10^6 rokov)
h Persei	869	4,1	25	16	2250	300	10
χ Persei	884	4,3	20	14	2400	240	10
M 103	581	7	7	5	2300	30	16
M 34	1039	5,6	30	4	440	60	125

Okrem týchto objektov stojí za zmienku ešte otvorená hviezdokopa NGC 1245, ktorá je používaná ako fotometrický štandard.

v decembri 1983 a januári 1984



VÝCHODY A ZÁPADY SLNKA

deň	východ h	m	západ h	m
1. 12.	7	13	15	50
5. 12.	7	18	15	48
9. 12.	7	23	15	47
13. 12.	7	27	15	47
17. 12.	7	30	15	48
21. 12.	7	32	15	49
25. 12.	7	34	15	51
29. 12.	7	35	15	54
2. 1.	7	37	15	57
6. 1.	7	36	16	02
10. 1.	7	35	16	07
14. 1.	7	32	16	12
18. 1.	7	29	16	18
22. 1.	7	26	16	23
26. 1.	7	22	16	29
30. 1.	7	17	16	35

Údaje sú v SEČ a platia pre stredné Slovensko (— 1^h 17^m, 48° 40′)

MESAČNÉ FÁZY

deň	h	m	fáza
4. 12.	13	27	nov
12. 12.	14	10	I
20. 12.	3	01	spln
26. 12.	19	53	III
3. 1.	6	17	nov
11. 1.	10	49	I
18. 1.	15	06	spln
25. 1.	5	49	III

VÝCHODY A ZÁPADY MESIACA

deň	východ h	m	západ h	m
1. 12.	3	16	14	28
5. 12.	8	15	16	27
8. 12.	11	24	20	18
13. 12.	12	48	—	—
17. 12.	14	07	4	11
21. 12.	17	10	9	02
25. 12.	22	29	11	32
29. 12.	2	20	12	56
2. 1.	7	06	15	06
6. 1.	9	53	19	09
10. 1.	11	10	23	32
14. 1.	12	32	3	02
18. 1.	15	58	7	41
22. 1.	21	33	9	58
26. 1.	1	27	11	24
30. 1.	5	58	13	52

Aká veľká planétka vytvorila Arizonský kráter?

RNDr. ELEMÍR CSERE

Známy Arizonský kráter vyzerá celkom tak ako krátery na Mesiaci. Najmä na leteckej snímke vynikne táto podobnosť, ktorá nijako nie je náhodná: tak ako prevažnú väčšinu mesačných kráterov vytvorili dopadajúce meteority, aj Arizonský kráter vznikol pri zrážke veľkého meteorického telesa so Zemou. Vek krátera možno odhadnúť podľa denudácie a nánosov, ktoré sa v ňom vytvorili, približne na 10 tisíc rokov.

Kráter je obrovský; priemer má vyše kilometra. Je zrejmé, že teleso, ktoré ho pri svojom dopade vyhĺbilo, muselo byť veľké — malo rozmery ako menšia planétka. Aký priemer a hmotnosť mohla mať táto planétka — to môžeme odhadnúť pomocou pomerne jednoduchého výpočtu.

Vieme, že kráter je kruhová vyhĺbenina s hĺbkou $h = 176$ m a s priemerom 1260 m. Hornina, do ktorej bol kráter vyhĺbený má hustotu $\rho = 2700$ kg/m^2.

Potrebujeme ešte poznať hustotu planétky. Ak predpokladáme, že mala také isté zloženie ako železné meteority, potom bola jej hustota $\rho_p = 7800$ kg/m^3. Tento predpoklad je správny aj preto, že v kráteri sa našli úlomky, ktoré ukazujú, že zloženie planétky zodpovedalo železným meteoritom. (Jeden 14,5 gramový úlomok je aj v zbierke hornín na Krajskej hvezdárni v Hlohovci.)

Napokon urobíme ešte jeden zjednodušujúci predpoklad, že planétka dopadla na Zem rýchlosťou $v = 30$ km/s, čo je približná hodnota obežnej rýchlosti Zeme okolo Slnka. Touto rýchlosťou by sa planétka zrazila so Zemou, keby bola voči Slnku v kľude.

Vieme, že na roztavenie každého kilogramu našej horniny je potrebná energia $Q = 10^5$ joulov. A teraz, keď už poznáme všetky potrebné údaje, môžeme úlohu vyriešiť: Hĺbka krátera = 176 m, polomer krátera $r = 630$ m, hustota horniny $\rho_h = 2700$ kg/m^3, hustota planétky $\rho_p = 7800$ kg/m^3, rýchlosť planétky $v = 3 \cdot 10^4$ m/s, energia potrebná na roztavenie 1 kg horniny $Q = 10^5$ J/kg.

Najprv si vypočítame hmotnosť horniny, ktorou bol pôvodne kráter vyplnený. Objem krátera je $V = \pi r^2 h$ a hmotnosť horniny $m_K = \pi r^2 h \rho_h = 5{,}925 \cdot 10^{11}$ kg.

Kinetická energia planétky pri dopade bola

$$E_{kin} = \frac{1}{2} M_p v^2,$$

kde M_p je hmotnosť planétky. Vieme, že pri dopade sa planétka zastavila, teda jej kinetická energia poklesla na nulu. Podľa zákona zachovania energie sa energia nemohla stratiť. Takmer celá sa premenila na tepelnú, a to na také množstvo tepla, ktoré bolo schopné roztaviť to množstvo horniny, ktorou bol kráter pôvodne vyplnený, teda $5{,}925 \cdot 10^{11}$ kg horniny (energiu vynaloženú na rozmetanie a čiastočné vyparenie horniny sme zanedbali). Na roztavenie tohto množstva je potrebná energia

$Q_K = 5{,}925 \cdot 10^{11} \cdot 10^5 =$
$= 5{,}925 \cdot 10^{16}$ joulov.

Pretože kinetická energia sa rovná tepelnej, môžeme napísať

$$E_{kin} = \frac{1}{2} M_p v^2 = Q_K = 5{,}925 \cdot 10^{16}\ \mathrm{J};$$

odkiaľ

$$M_p = \frac{2 \cdot 5{,}925 \cdot 10^8}{9} =$$

$= 1{,}317 \cdot 10^8$ kg

Hmotnosť planétky, ktorá vytvorila Arizonský kráter sa teda pohybovala okolo hodnoty $1{,}317 \cdot 10^8$ kg (130 tisíc ton). Je to hmotnosť, akú má veľký zaoceánsky parník alebo 130 vlakových súprav, z ktorých každá má sto desaťtonových vagónov. Energia $6 \cdot 10^{16}$ joulov uvoľnená pri dopade planétky sa uvoľní napríklad pri výbuchu 600 atómových bômb. Keby sme chceli takéto množstvo energie získať „klasicky", museli by sme spáliť až 2 milióny ton prvotriedneho čierneho uhlia.

Na záver si ešte vypočítame priemer planétky. Keď do vzorca pre hmotnosť gule dosadíme známe veličiny, dostaneme:

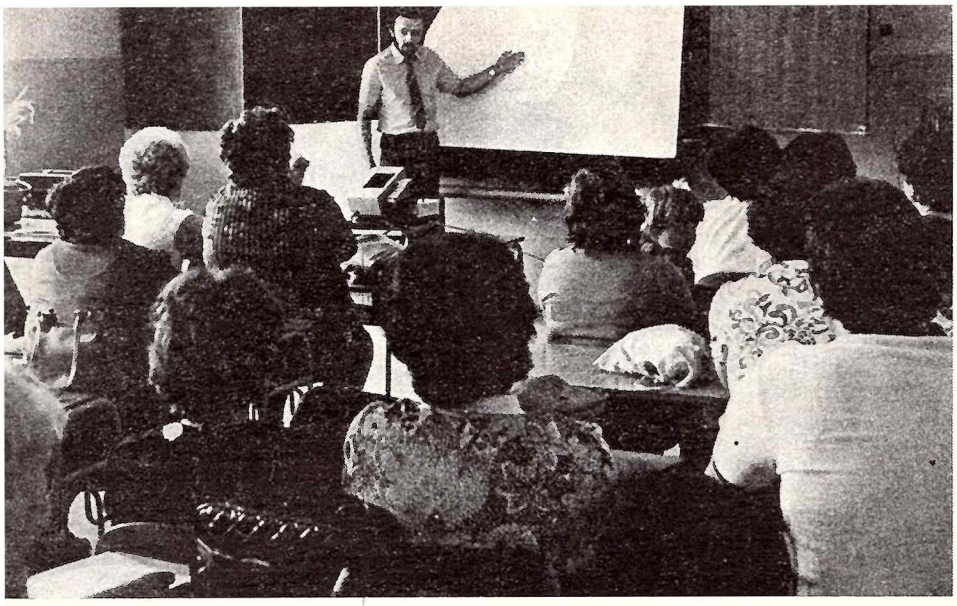
$$M_p = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho_p =$$

$$\frac{4}{3} \pi R^3 \cdot 7{,}8 \cdot 10^3 = 1{,}317 \cdot 10^8$$

$$R^3 = \frac{3 \cdot 1{,}317 \cdot 10^8}{4 \pi \cdot 7{,}8 \cdot 10^3} = 4{,}031 \cdot 10^3$$

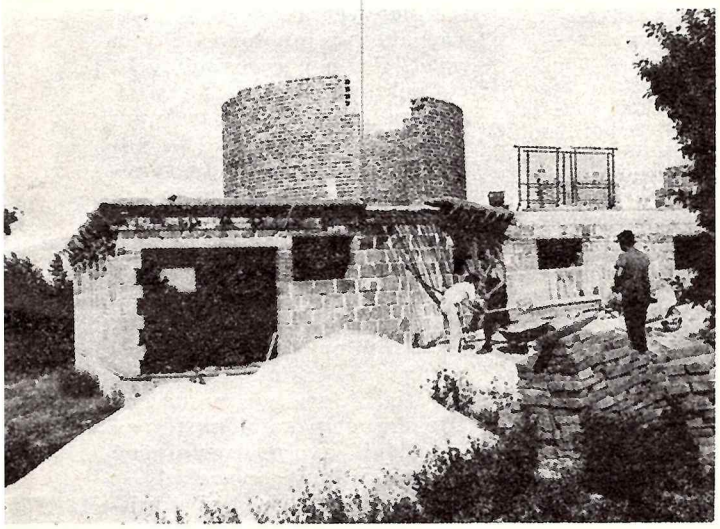
$R = 15{,}91$ m

Priemer planétky, ktorá vytvorila Arizonský kráter je $2R = 31{,}83$ m. Poznámka: Hodnotu vypočítaného priemeru planétky môžeme považovať za spoľahlivejšiu ako vypočítanú hmotnosť, pretože priemer rastie s treťou odmocninou odhadnutej veličiny Q_K, zatiaľ čo hmotnosť rastie rovnako ako Q_K. Ak napr. zväčšíme Q_K 50-násobne, hmotnosť planétky bude tiež 50-krát väčšia, ale jej priemer sa zväčší len 3,7-krát.



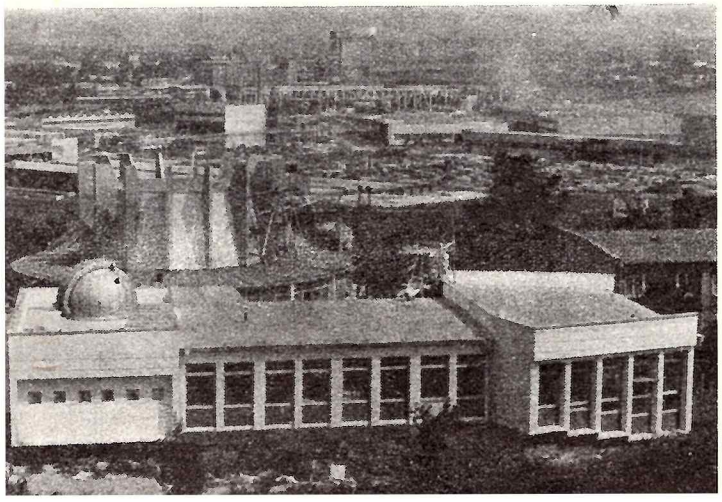
Okresná ľudová hvezdáreň v Rimavskej Sobote v spolupráci s Okresným pedagogickým strediskom usporiadali seminár pre učiteľov 4. ročníkov ZŠ, kde v prírodovede je látka Slnko a hviezdy vo vesmíre. Vlani mala táto akcia svoju premiéru a ohlas na ňu bol veľmi kladný, takže tento rok sa musela konať až dvakrát, aby sa na nej mohli zúčastniť všetci záujemcovia z okresu. Semináre boli v dňoch 31. 5. a 1. 6. a lektorsky ich viedol Peter Šulek, prom. ped., pracovník OĽH vo Svidníku (na snímke pri prednáške), ktorý, ako bývalý pedagóg, vhodnou formou priblížil posluchačom pomerne náročnú problematiku. Kladom tohto podujatia je aj dohoda o ďalšej spolupráci OĽH s pedagógmi pri vydávaní metodických materiálov, určených širokému okruhu žiakov ZŠ. -pr-

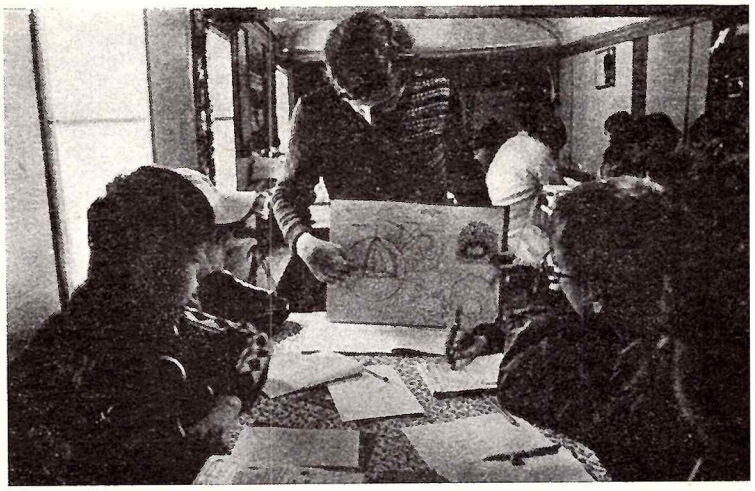
PARTIZÁNSKE — Stavba okresnej hvezdárne úspešne pokračuje druhý rok. Ako vidíte na snímke, ktorá ukazuje stav v lete, zdá sa, že do konca roka sa hrubá stavba zvládne. Na budúci rok potom zostane dorobiť inštalácie a namontovať kupolu s priemerom 5,5 metra. Ako nám napísal vedúci astronomického kabinetu v Partizánskom Jozef Koprda, hvezdáreň sa stavia za veľkej podpory mnohých funkcionárov a nadšencov amatérskej astronómie. „Všetci veríme", dodáva, „že Halleyovu kométu budeme už určite pozorovať v dokončenej, zariadenej hvezdárni, cez kvalitný ďalekohľad."



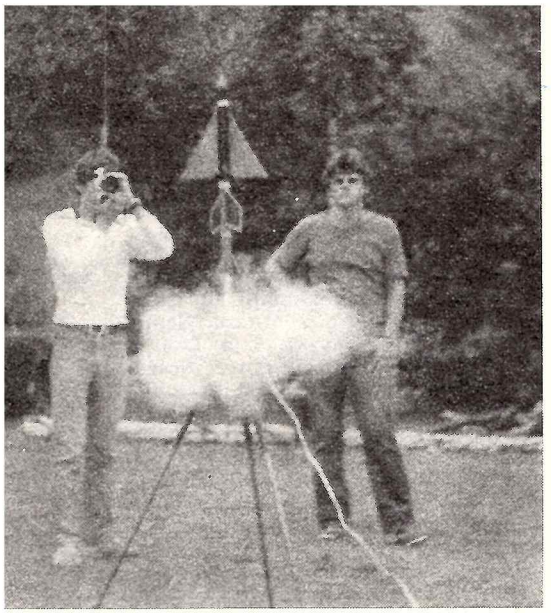
Areál hvezdárne a planetária Krajskej hvezdárne v Prešove krátko pred dokončením v auguste tohto roku.

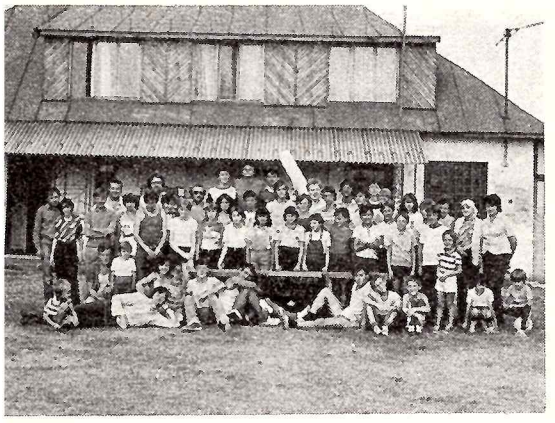
Foto: Ľuba Lacinová



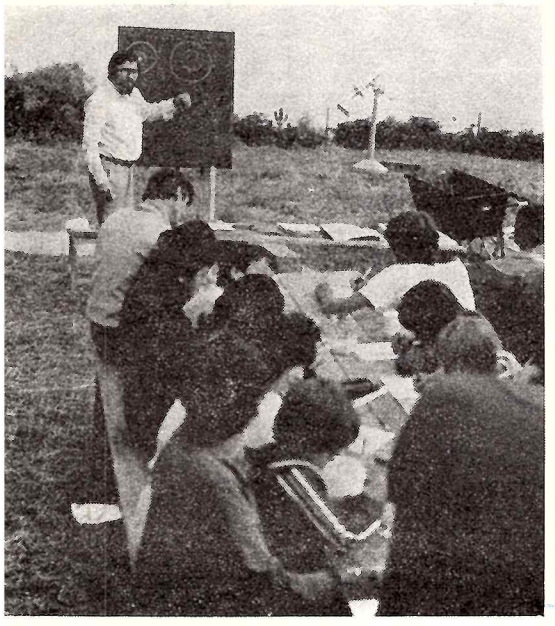


Stanový tábor „Za horou" v Spišských Vlachoch, kde 32 mladých záujemcov o astronómiu strávilo príjemný prázdninový týždeň na tradičnom Zraze mladých astronómov Východoslovenského kraja. Na fotografii vidíme prácu slnečnej sekcie (P. Ivan vysvetľuje vnútornú stavbu Slnka). Na zraze pracovala aj sekcia meteorologická, raketového modelárstva a fotografická, ktoré viedli E. Maľarová, PaeDr. J. Humeňanský a P. Šulek. Účasť na zraze je odmenou pre aktívnych členov astronomických krúžkov. Podujatie poriada Krajská hvezdáreň v Prešove a účastníkov vysielajú na zraz aj štyri okresné hvezdárne Východoslovenského kraja. —ľl—





Pozrite, koľko nás bolo na Zraze mladých astronómov okresu Rimavská Sobota! Hoci amatérska astronómia nemá u nás tradície, naše rady sa rýchlo rozrastajú. Na zraze sme mali aj hodnotné prednášky. RNDr. L. Hric (na snímke) prednášal o premenných hviezdach a RNDr. M. Macháček, CSc. pútavo hovoril nielen o prenose žiarenia, ale aj o organizácii vedeckej práce. Foto: Skýpala a P. Rapavý



POZOR, ŠTART! Nielen rakety, ale aj nového podujatia. Po prvom vydarenom pokuse zakladáme u nás, v Rimavskej Sobote, tradíciu okresného zrazu, ktorý už odteraz budeme poriadať každý rok.

Bolo to krásnych sedem dní v druhý prázdninový týždeň. Najväčšej popularite sa tešili večerné pozorovania cez Cassegrain 150/ /2250, hľadač komét 110/750 a dva binary. Pozorovacie podmienky boli mimoriadne dobré, veď chata Závada, ktorú nám pre náš zraz dal k dispozícii ZV ROH Stredoslovenských sklární v Zlatne, je v nadmorskej výške 900 m a najbližšia obec je od nej vzdialená 3 km.

Začiatočníci sa naučili ovládať ďalekohľad, hľadať objekty podľa súradníc a pokročilejší aj výpočty pohybu niektorých planét. Pri večernom pozorovaní sa každý presvedčil, že sa nezaobíde bez základov astronómie, a preto sa darila aj teoretická výuka v sekciách všeobecnej astronómie a medziplanetárnej hmoty, ktoré viedli P. Zimnikoval, M. Znášik, D. Očenáš a P. Pósa.

Účastníci prešli všetkými sekciami, ktorých bolo celkove päť. Slnečná, ktorú viedol F. Zloch z AsÚ ČSAV v Ondřejove, mala k dispozícii refraktor 110/750 na paralaktickej montáži, takže všetci si vyskúšali pozorovanie Slnka, zakresľovanie škvŕn i spracovávanie kresieb. Raketové modely (ako aj netradičné viacmotorové monštrá) sa vlastnoručne vyrábali v sekcii kozmonautiky a raketovej techniky pod vedením P. Šuleka, prom. ped. z okresnej hvezdárne vo Svidníku a štarty rakiet boli obľúbeným námetom fotografickej sekcie, ktorá priebežne dokumentovala všetko dianie na zraze. V malej provizórnej fotokomore sa neskoro do noci robili fotografie, aby sa hneď ráno tie najlepšie objavili na nástenke s vtipnými textami.

Zvyšný čas vyplnili originálne športovo-branné súťaže, exkurzia do sklární v Zlatne, prednášky i besedy — jedna s príslušníkmi ľudových milícií, iná s nadšeným ornitológom J. Kohulákom, ktorý nás prostredníctvom svojej krásnej kolekcie diapozitívov zoznámil so zaujímavosťami života našich dravých vtákov.

Keď zrátame, čo všetko sa zmestilo do týždenného programu, nie je samochvála konštatovať, že organizácia nášho zrazu perfektne fungovala po celý čas, takže druhý prázdninový týždeň niesol sa v znamení aktívneho oddychu. Osobitne dobrý pocit máme najmä z toho, že účastníci mali možnosť veľa pozorovať a veľa sa naučiť — že náš zraz bol už vo svojom prvom ročníku podujatím naozaj astronomickým.

—dr—

Astronomická ročenka 1984

Astronomickej verejnosti predkladá Krajská hvezdáreň v Hlohovci v spolupráci so Slovenským ústredím amatérskej astronómie a za odbornej spolupráce Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV už štvrtý ročník Astronomickej ročenky pre rok 1984, ktorá vyjde už pred koncom tohto roku nákladom 5000 kusov.

Obsah kalendára sa nebude v podstate líšiť od predchádzajúcich ročníkov a tak záujemci o astronómiu a hlavne pozorovatelia nájdu v nej všetky podstatné údaje o pohybe Slnka, Mesiaca a planét na oblohe.

V ročenke budú uverejnené všetky dôležité údaje o meteorických rojoch, o niektorých najjasnejších planétkach; o zatmeniach Slnka a Mesiaca a o Galileových mesiacoch Jupitera; ako aj mnohé články a vysvetlivky o pozorovaní týchto objektov. Všetky články sú doplnené bohatým a názorným obrazovým materiálom.

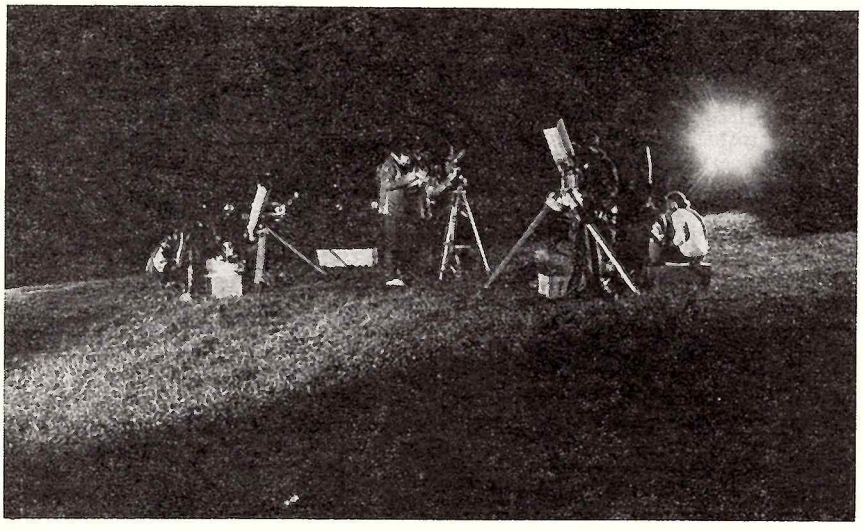
Zvláštna pozornosť je venovaná pozorovaniu premenných hviezd a dvojhviezd. Príslušné údaje sú doplnené mapkami; podrobne sú uvedené možnosti pozorovania najjasnejších zaujímavých objektov na oblohe, ako sú hmloviny a hviezdokopy rôzneho druhu, predovšetkým tie, ktoré sú zostavené v Messierovom katalógu (ktorý bude sláviť svoje dvestoročné jubileum v budúcom roku).

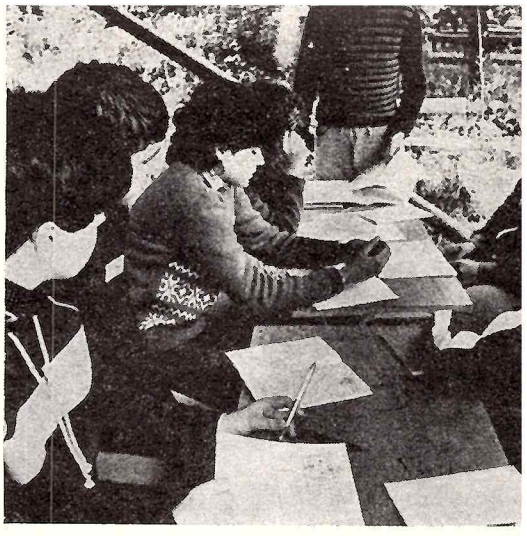
Ročenka prináša tiež zaujímavé články z astronómie a kozmonautiky.

Ročenku — ako v predchádzajúcich rokoch — zostavil RNDr. Eduard Pittich so spolupracovníkmi.

Na rozdiel od minulých rokov sa ročenka bude distribuovať prostredníctvom PNS, takže ju dostanete kúpiť aj v novinových stánkoch. Jej cena bude 21,— Kčs. Ak si chcete dať ročenku poslať na svoju adresu, môžete si ju už teraz objednať listom na adrese: Vydavateľstvo Obzor, n. p., oddelenie propagácie časopisov, ul. Čs. armády 35, 815 85 Bratislava.

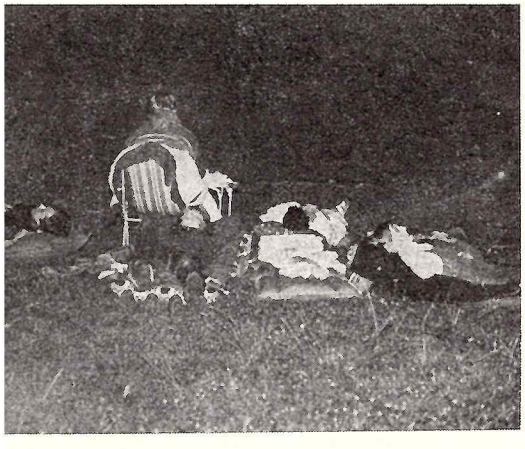
RNDr. E. Csere





Ranná inštruktáž pozorovateľov premenných hviezd. Rozdávajú sa mapky, prideľujú sa hviezdy.

O „zázelovaní" a o inom



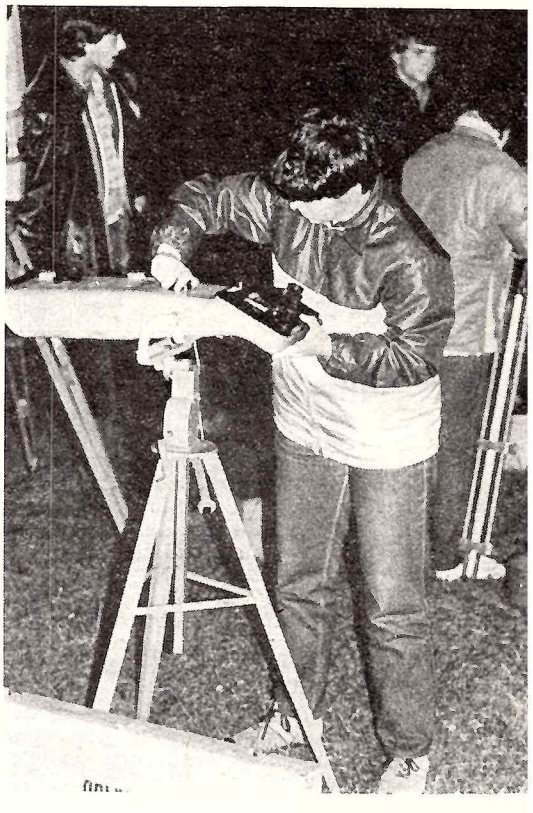
Pavel Jurašek, ktorý hrdo nosí expedičné meno Balvan, bol zapisovateľom v tzv. HI-FI skupine, zloženej z najskúsenejších pozorovateľov.

„Slávnostne sľubujem, že budem počas celej expedície len dobre fotiť a že o nej pekne napíšem" — takýto sľub som musela zložiť do rúk Jeho výsosti, boha všetkých meteorov, bolidov a astronomickej pospolitosti Zázela, ktorý medzi nás zostúpil v prvý večer XIV. východoslovenskej krajskej meteorickej expedície. Po sľube dostali noví účastníci expedičné mená, ktorými sme sa podpísali na slávnostný dokument. Dostala som meno Cvakočka a zoznámila som sa s ďalšími členmi, Balvanom i Bežným účtom.

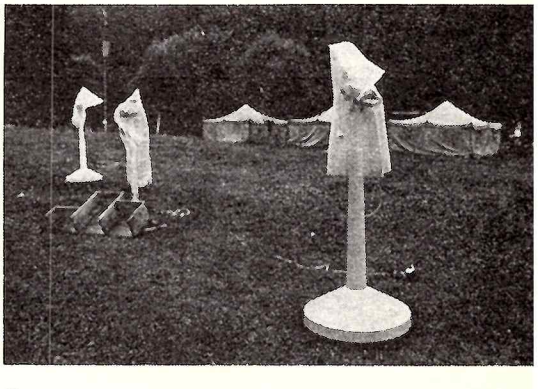
Od druhého dňa sa začala seriózna práca: cez deň teoretická príprava a vyhodnocovanie, v noci pozorovania. Pracovalo sa v 4 skupinách: troch meteorických (zakresľovacia, vizuálna a tzv. HIFI — vizuálna) a štvrtú skupinu tvorili pozorovatelia premenných hviezd. Chuti do roboty bolo dosť, ale počasie odmietlo spoluprácu. I keď sa pozorovalo menej, ako minulé roky, dala sa dokopy dobrá partia mladých ľudí, ktorých spája spoločný záujem. Získali prax v technike pozorovania i vyhodnocovania, prehĺbili svoje vedomosti. Práve v tomto je najväčší prínos expedícií. Keď pred 14 rokmi začínali, chodilo na ne 13—15 účastníkov, dnes ich je okolo 30. Od roku 1975 sa expedícií zúčastňujú aj pozorovatelia premenných hviezd. Vedúci skupín sú viac-menej stabilní, prakticky všetci pred rokmi začínali ako radoví účastníci — pozorovatelia. Viacerí z tých, ktorí začínali na expedíciách, vybrali si astronómiu za svoje povolanie: Paľo Rapavý a Paľo Jurašek, pracujú na ľudových hvezdárňach, Štefan Gajdoš je na katedre AGM MFF UK.

Boh Zázel, v civile PaeDr. Juraj Humeňanský z KH Prešov, vedúci všetkých doterajších štrnástich expedícií, môže byť spokojný s priebehom i ohlasom, aký majú tieto podujatia a hreje ho vedomie, že každý, kto už zažil ovzdušie týchto expedícií, chce prísť znova. Niektorí „starí" členovia prichádzajú dokonca v rámci dovolenky a iní prišli medzi nás aspoň na víkend.

Ľuba Lacinová

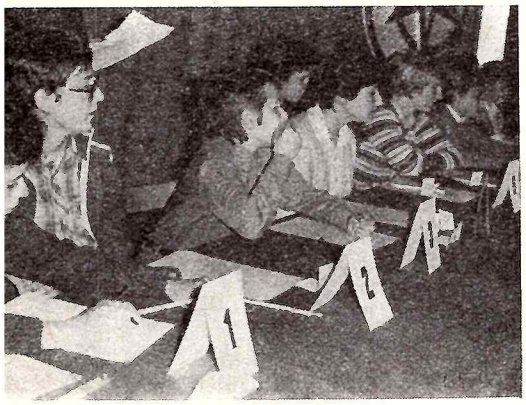


A opäť pozorovatelia premenných hviezd dúfajú, že sa vyjasní.



Ďalšia noc, akých bolo na expedícii najviac: tíško prší, tábor spí a ďalekohľady sú zabalené.

Vesmír je náš svet



Na súťaži mladých astronómov, ktorú poriadala rožňavská hvezdáreň už v desiatom ročníku, zúčastnilo sa tento rok 44 žiakov základných a stredných škôl.

Ako vidíte, zápolenie vo vedomostiach je zábavné a napínavé pre účastníkov i divákov. Víťazom súťaže v 1. kategórii sa stal Karol Proschinger (tretí zľava), žiak 5. triedy ZŠ na ulici Pionierov v Rožňave. Druhé miesto obsadil Kamil Kováč, z tej istej školy. Vedúcou astronomického krúžku je tu s. učiteľka Tóbisová. Tretie miesto získal Peter Jobbágy. V kategórii žiakov stredných škôl sa stali víťazmi Radovan Revúcky, Eva Bernáthová a Marián Lapšanský.

Foto: Š. Orbán
M. Šmelková

● **ASTRONOMICKÉ PRAKTIKÁ** pre vedúcich astronomických krúžkov, ktoré organizovala OĽH Rožňava, sa v tomto roku konali na Prednej Hore pri Muráni. Hlavnou náplňou podujatia bola prednáška RNDr. Csereho o astronomickej ročenke, o tom, čo obsahuje a ktoré údaje sa dajú použiť pri večernom pozorovaní oblohy. Prednáška bola spojená s praktickým vyhľadávaním rôznych informácií v ročenke.

Zaujímavá bola aj prednáška J. Gömöriho o slnečných hodinách, ktorou chcel vzbudiť záujem vedúcich krúžkov o postavenie slnečných hodín v areáli školy, hodiny by slúžili ako jednoduchý časomerný prístroj a zároveň by boli ozdobou steny (vertikálne), alebo voľného priestranstva (ekvatoriálne).

O najnovších poznatkoch z výskumu planét kozmickými sondami informoval P. Ivan, pracovník Krajskej hvezdárne v Prešove.

Súčasťou praktík bola exkurzia do novej pozorovateľne, ktorú si svojpomocne postavili členovia AK pri SMZ Lubeník.

Marta Šmelková

Blahoželáme

Pavel Vozár, odborný pracovník Krajskej hvezdárne v Banskej Bystrici oslávi 13. decembra tohto roku svoje 60-te narodeniny. Dlhé roky bol učiteľom a astronómii sa venoval ako svojmu koníčku. Na našej hvezdárni pôsobí už takmer 20 rokov (r. 1964 bol menovaný do funkcie riaditeľa; po dvoch rokoch prešiel zo zdravotných dôvodov do funkcie samostatného odborného pracovníka). Na úseku odbornej činnosti zabezpečoval dlhé roky pozorovanie zákrytov hviezd Mesiacom, podieľal sa na pozorovaní a fotografovaní slnečnej fotosféry a iných odborných pozorovaniach. Dlhé roky viedol a udržiaval knižnicu hvezdárne. Dôležitá je aj jeho popularizátorská činnosť. Mimoriadnu aktivitu vyvíjal pri zakladaní astronomických a svetonázorových krúžkov, hojne navštevoval s prenosným ďalekohľadom pionierske letné tábory a iné školské mládežnícke zariadenia. Jeho zásluhou sa v našom kraji každoročne poriada astronomická súťaž Vesmír je náš svet. Bol jedným z tých, čo sa aktívne zapojili do budovania hvezdárne na Vartovke. Navrhoval a konštruoval rôzne pomôcky pre vyučovanie astronómie; vyhotovil aj svetelný panel „Mesačné fázy", ktorý na hvezdárni slúži ako výborná názorná pomôcka.

Pavel Vozár je aktívnym členom Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV. V našej miestnej pobočke vykonával vyše desať rokov funkciu člena výboru, kde pracoval aj ako tajomník a hospodár.

My všetci, čo prichádzame s gratuláciou k narodeninám, doceňujeme významný prínos Pavla Vozára do amatérskeho astronomického hnutia na Slovensku a želáme jubilantovi veľa elánu v ďalšej záslužnej práci.

I. Chromek

● **OPRAVTE SI**

V Kozmose 2 na str. 65 je pod fotografiou galaxie M 106 uvedená vzdialenosť 32,6 svetelných rokov; doplňte si **miliónov.**

Pri dvoch farebných snímkach zo súťaže Astrofoto 1982 (Kozmos 3, str. 89) sú chybne uvedené expozičné časy. Hmlovina California bola exponovaná 75 minút (cez objektív Tessar 3,5/210 na film Kodak Ektachrome 200) a snímka otvorenej hviezdokopy χ a h v Perseovi bola exponovaná 1 hodinu.

Blahoželáme ešte raz Jozefovi Cvachovi a opravujeme, že oslávil nie 57. narodeniny (ako vyšlo v Kozmose č. 4), ale okrúhle jubileum 75 rokov.

Vylúštenie krížovky v Kozmose č. 5. Akademik Kapica povedal: KDE KONČIA POCHYBNOSTI, KONČÍ VEDA.

■ **KÚPIM** Huygensov okulár s f = = 2,31 cm — 2 ks, alebo šošovky do neho ∅ 2 cm, b = 5 cm a ∅ 1 cm, b = 1,5 cm tiež po dva kusy, ďalej kúpim parabolické zrkadlo ∅ 120 mm, b = 1200 mm, ortoskopický okulár b = 6—8 mm, b = 16 mm a b = = 25 mm. Na listy odpoviem. Marián Kubica, Nová Ves nad Váhom 73, 916 31 Kočovce.

■ **KÚPIM** knihu dr. I. Zajonc a kolektív Stavba amatérskych ďalekohľadov a časopis Kozmos ročníky 1975—82, i neúplné. Eduard Čuško, Ďumbierska 20, 040 01 Košice.

■ **KOUPÍM** kovovou formu k vybroušení zrcadla pro astronomický dalekohled. Minimální půměr 100 mm. Karel Dudek, Engelsova 652, 278 01 Kralupy nad Vltavou.

■ **KÚPIM** kvalitný refraktor ∅ okolo 12 cm. Stanislav Pirschel, Hotel Park, 058 01 Nový Smokovec.

■ **KOUPÍM** optoskopický okulár f = 4 mm, f = 5 mm a f = 6 mm — aspoň jeden. Lubomír Časnocha, 1. Máje 104, 703 00 Ostrava 3.

■ **KÚPIM** astronomickú optiku. Uveďte popis a cenu. Dr. L. Khandl, Pekná 5, 831 05 Bratislava, tel. 28-15 -80.

■ **KOUPÍM** parabolické pohliníkované zrcadlo (∅ 15—30), okuláry (f 5, 8, 16, 24, 40) a dva odrazové hranoly. P. Kolář, B. Martinů 7, 798 11 Prostějov 6.

■ **KÚPIM** ortoskopický okulár f = 6—12,5 mm, firma Karl Zeis Jena. Rudolf Paluš, ul. 1. mája 216, 956 22 Prašice 227.

■ **NABÍZÍM** kompletní ročníky Říše hvězd 1962—1973 a jednotlivá čísla 1957—1981. Potřebuji kompletní Kozmos 1970—1973, dále č. 4, 5 — 1975, č. 5 — 1977, č. 3 — 1979, č. 1, 2 — 1980 a Říše hvězd č. 11, 12 — 1978, č. 8, 9 — 1980. Ladislav Smrčka, Kyjevská 488/III, 377 01 Jindřichův Hradec.

■ **PRODÁM** několik fotografických astrokomor na formát 10×15 až 18×24 cm i s objektivy. Dr. Vladimír Brablc, Londýnská 8, Ústí n. Labem, 400 01.

■ **KOUPÍM** časopis Kozmos — ročníky 1978, 1979, 1980. Lenka Hálová, U tvrze 5/6, 108 00 Praha 10.

■ **KÚPIM** rôzne typy okulárov najlepšie ortoskopických za stredovým ohniskom, lomivý hranol, ktorý lomí pod uhlom 90° (i v objímke), ďalej kúpim akúkoľvek astronomickú literatúru o stavbe ďalekohľadov a fotokomôr. Vladimír Škatnár, 941 50 Dedinka, č. d. 87.

■ **KÚPIM** časopis Říše hvězd ročník 1981, čísla 1 až 6 a roč. 1983 čísla 1—6. Ďalej kúpim literatúru z astronómie a optiky, okulár ortoskopický f = 6 mm a rôzne veci pre astronomickú amatérsku činnosť. Prosím popis a cenu. Ondrej Krešňák, SDH. 8., 080 01 Prešov.

■ **KOUPÍM** achromatický objektiv na astronomický dalekohled s průměrem od 80 do 120 mm a ohniskovou vzdáleností od 1000 do 1500 mm. Na dopisy odepíšu. Cena dle dohody. František Závodný, České Meziříčí 394, okres Rychnov nad Kněžnou, 517 71.

Obsah ročníka

Názov článku — autor č./str.

KOZMOLÓGIA A STELÁRNA ASTRONÓMIA
Ako to vlastne je s vekom vesmíru? — J. Štohl 1/3
Má Slnko v našej Galaxii výnimočnú polohu? 1/14
Filozofia a kozmológia — J. Bodnár 2/37
Najrýchlejší pulzar 2/42
Objav kozmologického lítia . . 2/42
Ďalší kandidát na čiernu dieru . 2/47
Prach v galaxii M 101 . . . 2/67
Prázdne miesto? 3/77
Môžu sa otáčať planetárne hmloviny? 3/77
Objav „štandardného metra" v kozmológii 3/79
Rozloženie guľových hviezdokôp v Galaxii 3/84
Predkovia pulzarov 3/85
Dvojitá galaxia 3/86
Dvojhviezdy s čiernou dierou — D. Chochol 4/125
Ako stárnu kvazary 4/130
Rekordné červené posuny galaxií 4/130
Bečvářove atlasy 5/147
Program a výsledky stelárneho oddelenia — D. Chochol, J. Zverko 5/162
Milisekundový pulzar — druhé dejstvo 5/174
Kandidáti na čierne diery . . 5/174
Ďalší milisekundový pulzar . . 5/174
Staronové supernovy 5/175
Kvazar 3C 273 sa ohrieva . . . 5/175
Objavy družice IRAS 5/169
T. Tauri je dvojhviezda! . . . 6/182
Planetárna sústava okolo Vegy? — V. Pohánka 6/183
V blízkosti samotného počiatku — I. D. Novikov 6/184
Gama vzplanutia stále záhadou . 6/187
Teraz je rad na kvazaroch . . 6/188
SS 433 v gama oblasti 6/189
Exploduje VY Aquarii na budúci rok?. 6/189

SLNKO
Slnko a medziplanetárne magnetické pole — A. Ondrášková . 2/44
Za zatmením Slnka 11. júna — T. Fabini 3/78
Granuly a supergranuly pozorované na Slnku z družice OSO 8 . 3/82
Pôvod slnečných spikúl . . . 3/86
Slnečná energia a možnosti jej využitia v praxi — F. Smolen . 4/121
Starověká sluneční observatoř? . 4/125
Ako sa točí Slnko 4/125
Čiastočné zatmenie Slnka 15. 12. 1982 . . . . . 4/126
Naša najbližšia hviezda — A. Antalová 5/157
Koronálna stanica na Lomnickom Štíte — M. Rybanský 5/159
Zatmenie v Indonézii 6/196
Veľký Medveď 6/201

PLANÉTY A MESIACE
Tajomstvo Japeta — A. Hajduk . 1/2
Škvrny na Saturne — A. Hajduk . 1/2
Malé mesiace geologicky aktívne? — A. Hajduk 1/2
Mená nových Saturnových mesiacov — A. Hajduk 1/2
Nestability v prstencoch . . . 1/3
Je oceán Búrok kráterom? . . 2/47
Skleníkový efekt 2/47
Venuše — sestra Země? — A. Vítek 2/48
Drsnosť povrchu Venuše z rádiolokačných meraní 2/50
Problém vody na Venuši . . . 2/52
Desiata planéta? 3/84
Má Neptún prstence? 3/77
Metán na Plute a Tritóne . . . 4/130
Čierna ovca Saturnovej rodiny . 6/182
Uránove mesiace oveľa väčšie . 6/187
Mikroseizmy na Venuši . . . 6/187

MEDZIPLANETÁRNA HMOTA
Halleyova kométa medzinárodne — A. Hajduk 1/5
Najbližší susedia Zeme — Ľ. Kresák 1/7
Kométa Austin 1982 g — M. Antal 1/17
Halleyova kométa v histórii — J. Svoreň 4/111
Perzeidy 1982 — J. Humeňanský, M. Havriľák 1/24
Blíži sa najslávnejšia z komét . 2/38
Halleyova kométa opäť pozorovateľná — M. Antal 2/40
Orionidy 82 — D. Očenáš . . . 2/71
Zákryt hviezd kométou . . . 3/77
Chvost Austinovej kométy pozorovaný 17. 8. 1982 . . . . . 3/85
Prečo vyhynuli veľjaštery? . . 3/85
Nebola to supernova . . . 3/85
Jadrá komét 3/86
Halleyova kométa v histórii — J. Svoreň 4/111
Označovanie komét — Ľ. Kresák . 4/114
A teraz nás citujú — A. Hajduk . 4/115
Meteority pod mikroskopom — T. Fabini 4/116
Úroda meteoritov z Antarktídy . 4/120
Meteorit cez strechu 4/120
O meteoroch celoštátne — R. Piffl 4/139
Meteory, kométy, asteroidy — J. Štohl 5/150
Naše asteroidy 5/151
Tatranské kométy — Ľ. Kresák . 5/156
Dve kométy blízko Zeme — Ľ. Kresák 5/167
Halleyova kométa — maser . . 5/174
Priemer planétky Thisbe . . . 5/175

AMATÉRSKA ASTRONÓMIA
Gravitácia a čierne diery — Š. Lenzová 1/19
KH Hlohovec pripravuje — E. Csere 1/19
Zraz na Čergove — P. Šulek . . 1/23
Periférne videnie 1/25
Ilúzia skutočnosti (Planetárium v Košiciach) 1/30
Astronómia v Bratislave — T. Fabini 2/58
Inšpirácia z Holandska — D. Očenáš 2/62
Hvezdárne pre vás pripravujú . 2/64
Hvezdárne súťažia 2/70
20 rokov handlovskej pozorovateľne — J. Fabricius 2/72
III. celoslovenská konferencia o amatérskej astronómii . . . 3/73,96
Astrofoto 1982 — Hodnotenie súťaže 3/88
Podmienky súťaže Astrofoto 1983 . 3/95
Celoslovenská súťaž výchovno-vzdelávacích programov hvezdární 3/99
Za Jozefom Novotným — B. Vavrová 3/106
Pripomíname si — P. Orolín . . 3/106
Hvezdárne Slovenska — Rimavská Sobota 4/137
Čo vieš o hviezdach — Ľ. Mach . 4/142
Jak na to? — V. Česchan . . . 4/142
Blahoželáme (A. Cvacho 75 rokov) — E. Csere 4/142
Slniečkári v Prešove 5/178
Prehliadka detských filmov . . 5/178
Blahoželáme (J. Závodský 75 r.) — Š. Kupča 5/179
Blahoželáme (K. Berényi 70 r.) — M. Havriľák 5/179
Súboj vedomostí v Levoči — M. Kostelník 5/179
Astronomická ročenka 1984 — E. Csere 6/212
O „zázelovaní" a o inom — Ľ. Lacinová 6/213
Vesmír je náš svet — M. Šmelková 6/214
Blahoželáme (P. Vozár 60 r.) — I. Chromek 6/214
Astronomické praktiká . . . 6/214

NAPÍŠTE O SVOJOM ĎALEKOHĽADE
Newton 305/1800 mm — J. Soldán . 1/29
Cassegrain 200/1008/3006 mm — E. Kéčkei 2/60
Obr pro panelák — Nasmyth 210/840/2100 mm — M. Vlček . . . 3/100
Refraktor 75/840 mm — I. Zajonc . 4/140
Reflektor Maksutovovho typu 100/1100 mm — F. Kozelský . . . 5/173
Newton 160/1050 mm — P. Kučera 6/206
Čo priniesla rubrika napíšte o svojom ďalekohľade — I. Zajonc 6/205

ZAUJÍMAVÉ OBJEKTY OBLOHY
Plejády 1/25
Mizar-prvá spektroskopická dvojhviezda 2/66
Prečo sa Veľký voz volá Veľká Medvedica 2/66
Barnardova hviezda 3/104
Dumbbell a jej prvenstvá . . . 4/131
Špirálová galaxia M33 v Trojuholníku 5/176
Ako sa rodí hviezda 6/190

KOZMONAUTIKA
Astrometrický projekt Hipparchos 2/42
Projekt Globmet 2/42
Infračervená astronómia . . . 3/77
Lacnejšie k Venuši 3/84
Pioneer opúšťa slnečnú sústavu . 5/168
Tretia je Sally Ride 5/168
Družica Astron na obežnej dráhe — D. Chochol 5/168
Druhá japonská rentgenová družice 5/169

ÚVODNÍKY
Amatérska astronómia — retrospektíva a perspektívy — M. Bélik 1/1
Filozofia a kozmológia — J. Bodnár 2/37
Karol Marx a súčasná veda — J. Dubnička 4/109
Dve jubileá našej astronómie — J. Sýkora 5/145
K otázke pojmu vesmír — M. Suchý 6/181

RÔZNE
Program v Patrase 1/3
Nová komisia IAU pre výskum mimozemského života 1/16
Albedo — V. Pohánka 1/20
Prečo je Zem guľatá — E. Csere . 1/22
Vyučovanie astronómie v Juhoslávii 1/32
Argumenty kontra Däniken — I. Kapišinský 2/43
Najvyššie vrchy na planétach — E. Csere 2/46
Rádiové vlny a ionosféra . . . 3/79
Perspektívy riadenej termojadrovej syntézy — V. Balek . . . 3/80
Ako by sa zmenila tiaž na Zemi, keby neexistoval Mesiac? — L. Brimich 3/87
Začiatky observatória na Skalnatom Plese — J. Svoreň . . . 5/146
Hostia nášho observatória — A. Antalová 5/148
Pracoviská Astronomického ústavu SAV 5/149
Ešte trochu spomienok — M. Rybanský 5/161
Nielen ďalekohľady — J. Zverko 5/164
VIII. zjazd SAS pri SAV . . . 5/177
Ako využiť Mesiac 6/187
Družice pre seizmológiu . . . 6/189
Svetielkovanie oblohy pri zemetraseniach 6/189
Japonská observatoř pro milimetrovou radioastronomii — J. Polívka 6/192
Princípy spektroskopie — M. Rybanský 6/194
Aká veľká planétka vytvorila Arizonský kráter? — E. Csere . 6/210

PREDNÁ STRANA OBÁLKY

Heliostat horizontálneho spektrografu v Hurbanove. Foto: Krajčovičová

ZADNÁ STRANA OBÁLKY

Snímky a údaje, ktoré vyslali sondy Voyager pri prelete okolo Saturna (Voyager 1 v novembri 1980 a Voyager 2 v auguste 1981) sú stále zdrojom nových prekvapení. Jedným z nich je záver, že na Saturne predsa len môžu byť búrky — práve tak ako na Zemi, na Venuši i na Jupiteri, ibaže oveľa mohutnejšie. Vyplynulo to z dodatočnej podrobnej analýzy signálov, ktoré zaregistrovali rádioastronomické prístroje na oboch sondách.

Signály na rádiových vlnách sa hneď podľa prvých interpretácií považovali za typické elektrické výboje (podobné aké zachytí rádiová anténa, keď je nablízku búrka), avšak usudzovalo sa, že výboje vznikajú v prstencoch, nie na samotnej planéte. Zdalo sa to pravdepodobné aj preto, že v okolí prstencov sa zistili elektricky nabité čiastočky. Signály mali určitú pravidelnosť: trvali niekoľko hodín a potom vždy nasledovala trojhodinová pauza. Viedlo to k domnienke, že elektrické výboje v prstencoch môže spôsobovať teleso, ktoré obieha okolo planéty. Prečo sa v optickej oblasti nepodarilo zaznamenať nijaké blýskanie? Zdôvodňovalo sa to tým, že v riedkom prostredí prstencov sa elektrické výboje pravdepodobne prejavujú iba na dlhších vlnách, v rádiovej oblasti.

Dodatočné podrobné analýzy, o ktorých NASA vydala správu 6. mája tohto roku, vylúčili možnosť, že by výboje súviseli s nejakým telesom obiehajúcim blízko planéty, lebo perióda signálu nemôže súhlasiť s obežnou dobou telesa v prstenci. Nová interpretácia je oveľa jednoduchšia: rádiové signály pochádzali z planéty, a to z rozsiahleho búrkového komplexu, ktorý sa tiahol asi 64 tisíc km pozdĺž Saturnového rovníka.

Elektrické výboje by sa teda mali prejaviť aj v optickej oblasti. Pri opätovnej prehliadke tisícov snímok Saturna, ktoré vyslali sondy Voyager, sa síce nenašla žiadna, ktorá by poskytovala priamy dôkaz búrkovej činnosti na planéte, avšak je to ľahko zdôvoditeľné: je pravdepodobné, že cez hrubú vrstvu hmly, ktorá zahaľuje túto planétu, nemôže byť vidno záblesky, ani keby boli veľmi silné.

Presvedčiť sa, či sú na Saturne búrky, nie je jednoduché, ale je nádej, že prejavy búrkovej činnosti, aké na rádiových vlnách zachytili Voyagery, bude možné zachytiť aj veľkým rádioteleskopom zo Zeme. Prípravy na takýto pokus sa už začali na veľkých rádioastronomických observatóriách v Novom Mexiku, vo Francúzsku a v Chile.

Na Saturne dosahuje vietor v rovníkovej oblasti neuveriteľnú rýchlosť až 1600 km za hodinu, a preto búrková činnosť by mala byť ešte mohutnejšia než na Jupiteri. Nádej zachytiť pozemským rádioteleskopom prejavy najsilnejších búrok v slnečnej sústave je teda rozhodne lákavá.

Na zadnej strane obálky je snímka Saturna, ktorú vyslala sonda Voyager 1 zo vzdialenosti 1,5 milióna km od planéty. Prstence, hoci sú také jemné, že cez ne zreteľne presvitá disk planéty, vrhajú na povrch Saturna jasne ohraničený, výrazný tieň.

Pre mnohých záujemcov je iste vítaná správa, že farebný 16 mm dokumentárny film Objavený Saturn — let Voyagera 1, natočený v USA r. 1981 s použitím originálnych záberov sondy Voyager, ktorý bol u nás premietnutý na Techfilme 1982, je už v distribúcii Informfilmservisu (Štěpánská 42, 110 00 Praha) pod číslom 3755.

REDAKCIA časopisu Kozmos v Bratislave príjme redaktora s vážnym záujmom o popularizáciu astronómie a príbuzných vied a s rozhľadom v problematike. Vítaný je záujem o amatérsku astronómiu, rečové znalosti, štylistické a organizačné schopnosti, príp. aj záľuba vo fotografovaní. Predpokladom pre prijatie do pracovného pomeru je, aby sa uchádzač osvedčil najprv pri externej spolupráci.
Žiadosti adresujte na redakciu Kozmos, 841 01 Bratislava, Hanulova 11, tel. 362-343.

KOZMOS — populárno-vedecký astronomický dvojmesačník.
Vydáva Slovenské ústredie amatérskej astronómie v Hurbanove za odbornej spolupráce Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV, vo vydavateľstve OBZOR, n. p., Bratislava. Redakcia: Tatiana Fabini (poverená vedením redakcie), Gabriela Krajčovičová. Grafická úprava Milan Lackovič. Redakčná rada: Ivan Molnár, prom. fyz., RNDr. Elemír Csere, PhDr. Ján Dubnička, CSc., Dušan Kalmančok, Ing. Štefan Knoška, CSc., PhDr. Štefan Kopčan, JUDr. Štefan Kupča, Štefánia Lenzová, prom. ped., RNDr. Bohuslav Lukáč, Ján Mackovič, RNDr. Daniel Očenáš, RNDr. Matej Škorvanek, CSc., RNDr. Juraj Zverko, CSc. Príspevky posielajte na adresu: Redakcia Kozmos, Hanulova 11, 841 01 Bratislava. Telefón do redakcie: 362 343. Adresa vydavateľa: Slovenské ústredie amatérskej astronómie, 947 01 Hurbanovo, tel.: 24 84. Neobjednané rukopisy sa nevracajú. Tlačia: Tlačiarne SNP, n. p., Martin. Vychádza 6-krát do roka, v každom nepárnom mesiaci. Cena jedného čísla 4,— Kčs, ročné predplatné 24,— Kčs. Rozširuje, objednávky a predplatné prijíma PNS — ÚEDT Bratislava, každá pošta a doručovateľ. Objednávky do zahraničia vybavuje PNS — Ústredná expedícia a dovoz tlače, Gottwaldovo nám. č. 6, 813 81 Bratislava. Číslo bolo zadané do tlače 1. 9. 1983
Index. číslo 46257 Reg. SÚTI 9/8

OBSAH

K otázke pojmu vesmír — M. Suchý 181
Planetárna sústava okolo Vegy? — V. Pohánka 183
V blízkosti samotného počiatku — I. D. Novikov . . . 184
Zaujímavé objekty oblohy — Ako sa rodí hviezda . . . 190
Japonská observatoř pro milimetrovou radioastronomii — J. Polívka 192
Princípy spektroskopie — M. Rybanský 194
Hvezdárne Slovenska: Hurbanovo staré a nové 202
Čo priniesla rubrika Napíšte o svojom ďalekohľade — I. Zajonc 204
Napíšte o svojom ďalekohľade — Newton 160/1050 mm — P. Kučera 206
Pozorujte s nami — D. Kalmančok 207
Aká veľká planétka vytvorila Arizonský kráter — E. Csere . 210

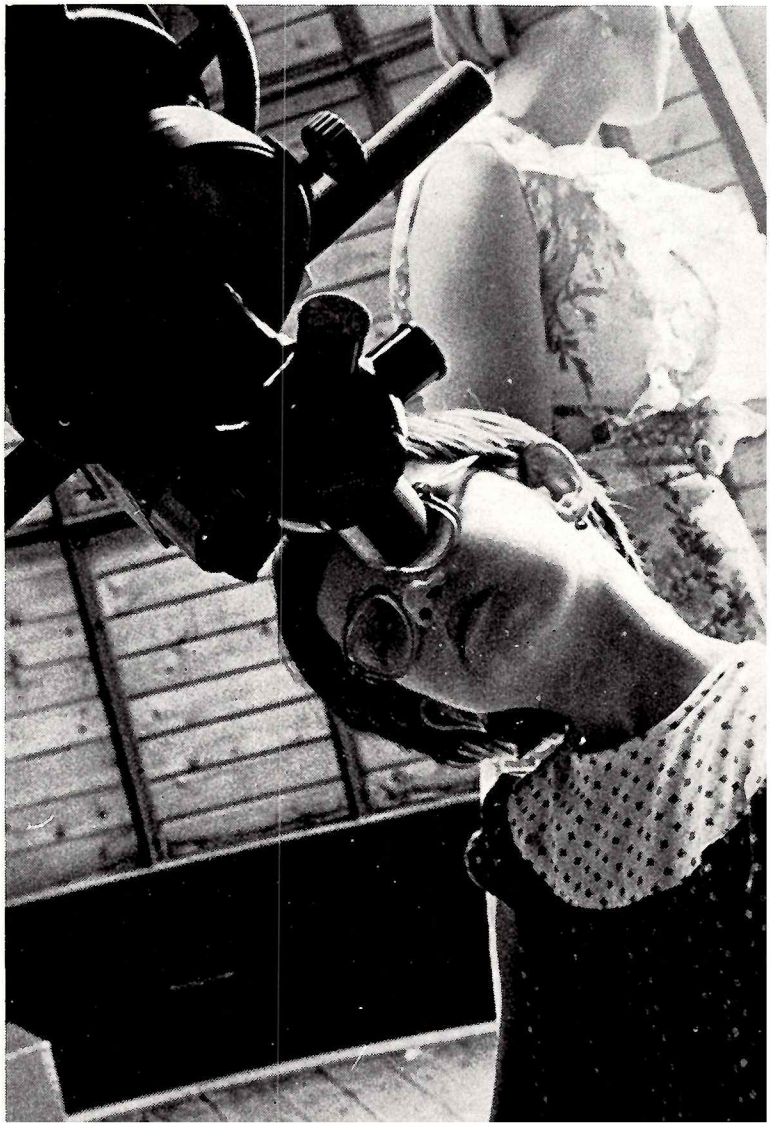
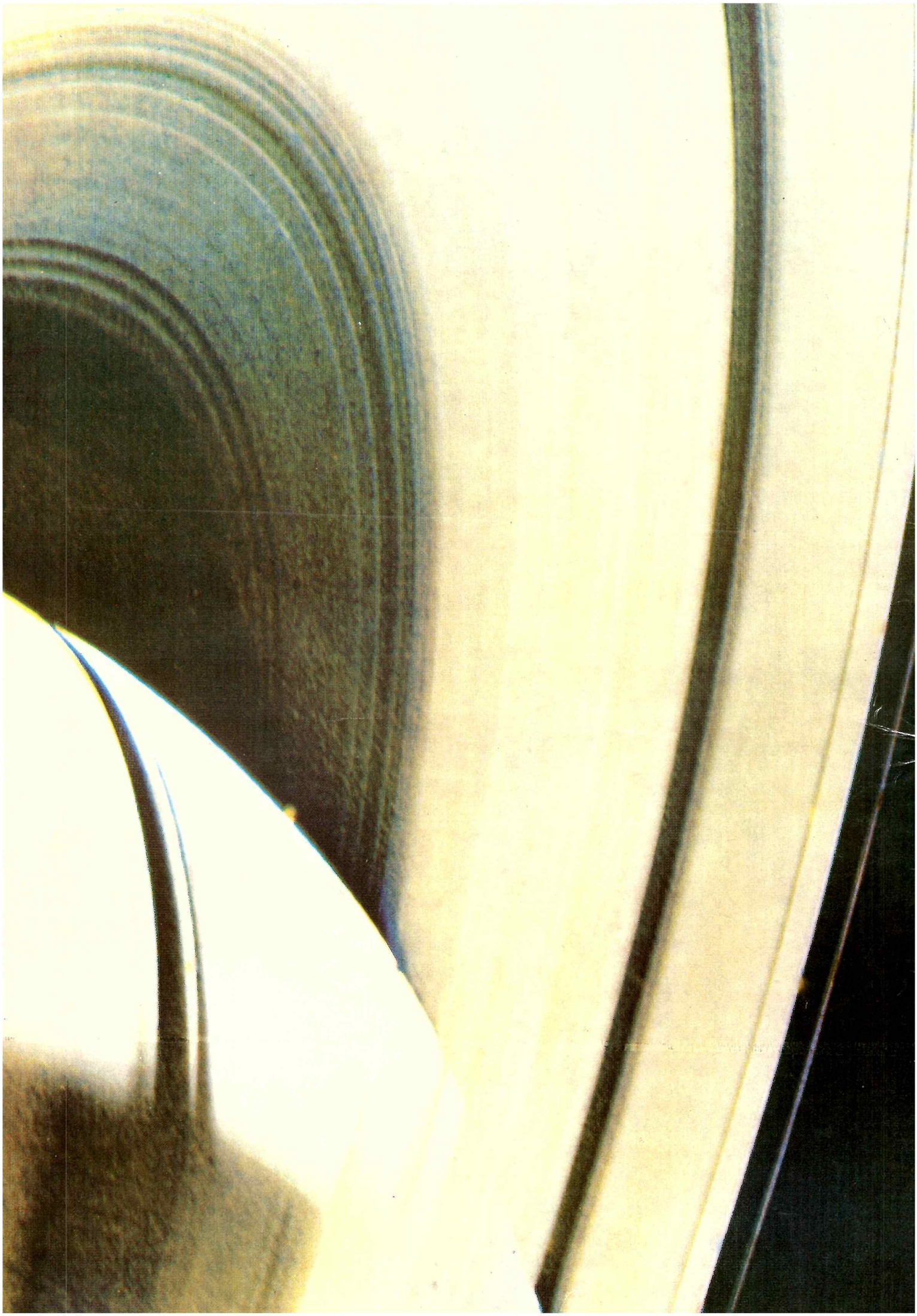
CONTENTS

On the Definition of the Term "the Universe" — M. Suchý . 181
A Planetary System around Vega? — V. Pohánka . . . 183
Close to the Very Beginning — I. D. Novikov 184
Conspicuous Sky Objects: The Birth of a Star 190
A Japanese Observatory for Millimeter Radioastronomy — J. Polívka 192
The Principles of Spectroscopy — M. Rybanský 194
The Observatories of Slovakia: Hurbanovo Old and New . . 202
The Review of the Column „Tell Us about Your Telescope" — I. Zajonc 204
"Tell Us about Your Telescope" Newton 160/1050 mm — P. Kučera 206
Let Us Observe Together — D. Kalmančok 207
How Large Was the Asteroid Which Produced the Arizona Crater — E. Csere 210

СОДЕРЖАНИЕ

К вопросу понятия термина Вселенная — М. Сухи . . . 181
Пранетарная система в окрестности Веги? — В. Поганка . 183
Вблизи самого начала — И. Д. Новиков 184
Интересные объекты на небосводе — Как рождается звезда 190
Японская обсерватория для милиметровой радиоастрономии — Й. Поливка 192
Принципы спектроскопии — М. Рибански 194
Астрономические обсерватории в Словакии: Гурбаново старое и новое 202
Что принесла рубрика Напишите о своем телескопе — И. Зайонц 204
Напишите о своем телескопе — Ньютон 160/1050 мм — П. Кучера 206
Наблюдайте с нами — Д. Калманчок 207
Небосвод в декабре 1983 и январе 1984 208
Какой большой астероид образовал кратер в Аризоне — Э. Черe 210

V dňoch 16.–22. mája 1983 pripravila Okresná ľudová hvezdáreň v Rimavskej Sobote pre svojich návštevníkov „Týždeň otvorených dverí“. Počas siedmich dní bola hvezdáreň nepretržite otvorená, návštevníci a kolektívne návštevy mali možnosť pozorovať veľkým ďalekohľadom OĽH, pri „návaloch“ aj menšími prístrojmi. Cez deň videli Slnko a Venušu a večer všetko, čo bolo v dosahu ďalekohľadov. Na požiadanie videli filmy, diapozitívy, besedovali alebo počúvali prednášku. Otázky nemali niekedy konca-kraja, zopár nadšencov bolo na hvezdárni 6–8 hodín, niektorí aj celú noc. Pracovníci OĽH v Rimavskej Sobote skúsili „čo to urobí“, a vyše 800 návštevníkov bolo najlepšou odmenou za vyčerpávajúci týždeň. Najmenší návštevníci večer odchádzali z hvezdárne so slzami v očiach, pretože ich rodičia volali domov a oni by tak radi ešte videli to či ono...

Týždeň otvorených dverí

Text a snímky
Pavol Rapavý