



Kometa IRAS—Araki—Alcock, fotografovaná na hvězdárně na Kleti v noci 9./10. V. 1983. Nahoře expozice mezi 23^h48,5^m—23^h53,5^m, na první str. obálky mezi 22^h40,6^m—22^h50,6^m SEČ. [Foto A. Mrkos; k článku na str. 141—145.]

Ľ. B. Zeldovič

Relativistická astrofyzika a teorie gravitace

Před 150 lety se astronomie skládala ze dvou zcela oddělených částí. Optická pozorovací astronomie byla vědou popisnou. Zabývala se určováním poloh hvězd na obloze a měřením paralax — vzdáleností nejbližších hvězd. Spektrální analýza poskytovala údaje o chemickém složení hvězd nebo alespoň jejich vnějších vrstev. Začínal výzkum proměnných hvězd a dvojhvězd.

Proti tomu nebeská mechanika dosáhla ve třicátých letech minulého století již vysoké dokonalosti. Teoretikové objevili z rozboru poruch v pohybu Urana vzdálenou planetu Neptun. Méně se ví o tom, že přibližně v téže době byla na základě nepravidelností pohybů Merkura předpověděna existence planety Vulkán, která měla být ke Slunci o hodně blíže než Merkur. To se však později nepotvrdilo — nepravidelnosti pohybů Merkura byly posléze objasněny pomocí Einsteinovy teorie relativity.

Dnes často říkáme, že pozorování a výpočty týkající se sluneční soustavy velkolepě potvrdily Newtonovu nebeskou mechaniku i Newtonovu gravitační teorii. Ještě před tím, než začnu hovořit o teorii relativity, rád bych se slovy chvály zmínil o klasické astronomii: dosáhla totiž velkých úspěchů již před 150 lety, ale neustrnula — naopak pokračovala a pokračuje ve svém rozvoji. A navíc, relativistická astrofyzika by nemohla vzniknout bez tohoto pevného klasického základu.

Relativistická astrofyzika vděčí za svůj vznik vědecké revoluci, spjaté s vytvořením speciální a obecné teorie relativity. Vztah ekvivalence hmotnosti a energie $E = m c^2$, odvozený A. Einsteinem v roce 1905, našel velmi brzo uplatnění právě v astronomii. A. Eddington na základě srovnání hmotností atomů hélia a vodíku zjistil, že přeměna vodíku na hélium nutně uvolní ohromnou energii. Tímto způsobem lze zabezpečit záření Slunce v průběhu deseti i více miliard let.

Byla to od Eddingtona obdivuhodná vědecká odvaha: vždyt jaderná fyzika, která by pomohla odhalit konkrétní cesty přeměny vodíku na hélium, ještě neexistovala! Až ve třicátých letech našeho století byla sestavena detailní schémata této jaderné reakce. Teorie vzniku hvězd hlavní posloupnosti (ke kterým patří i Slunce) a její srovnání s pozorováními, nás utvrzují o správnosti myšlenky, že jaderné reakce jsou zdrojem hvězdné energie. Naproti tomu zatím neuspokojivé výsledky pokusů R. Davise (podstatný rozdíl mezi výpočtem a skutečností) zachytit tok neutrin, pocházejících z vedlejších jaderných reakcí v nitru Slunce, ukazují, že ani dnes nejsou ještě všechny detaily procesu beze zbytku objasněny.

Dalším využitím speciální teorie relativity v astrofyzice se stala teorie ultra-relativistických částic, pohybujících se rychlostí v , která je blízká rychlosti světla c . Jejich energie E je

$$E = m_0 c^2 / \sqrt{1 - v^2 / c^2}.$$

Neuběhlo mnoho času a byly objeveny kosmické paprsky s energií protonů značně větší než $m_0 c^2$. Současně s relativistickými protony a atomovými jádry byly objeveny relativistické elektrony.

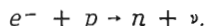
Konečně v letech 1915—1916 bylo dovršeno vytvoření relativistické teorie gravitace — obecné teorie relativity (OTR). Nebudu se nijak podrobně rozepisovat o grandiózním přebudování našich nejobecnějších představ o prostoru a čase. Myšlenky Lobačevského, Bolyaie, Gausse, Riemanna, Clifforda a dalších, že geometrie a vlastnosti prostoru jsou částí fyziky (jsou určeny látkou, energií a silami) našly své konkrétní vyjádření. Také Newtonův gravitační zákon našel své opodstatnění a ukázal se být nevyhnutelným důsledkem spojení geometrie s fyzikou. Současně byly nalezeny i meze platnosti Newtonova zákona a korekce k němu.

První laboratoři, ve které byla obecná teorie relativity prověřena, se stala naše sluneční soustava. OTR v této zkoušce obstála se ctí. A tak se vzrůstajícím počtem potvrzených pozorování (provedených radioastronomickými, radiolokačními a družicovými metodami) roste přesnost shody pozorovaných a teorií relativity předpověděných veličin a současně také sílí naše víra ve správnost obecné teorie relativity. Například předpověděná odchyłka elektromagnetických vln v gravitačním poli Slunce byla změřena v optickém i rádiovém oboru. Přesnost shody s OTR dosahuje 1 %. Změna plynutí času v závislosti na gravitačním potenciálu se projevuje posuvem frekvence fotonů (kvant záření) při jejich klesání nebo vzestupu v gravitačním poli. Tento efekt byl potvrzen v pozemských laboratořích.

Avšak nás tady zajímají více ty procesy, úkazy a objekty, ve kterých obecná teorie relativity přestává hrát roli drobných korekcí a stává se rozhodující. Poruším teď historický sled a začnu od suprahustých hvězd, které představují konečné stádium života hvězd, jež vyčerpaly své jaderné palivo.

L. D. Landau a S. Chandrasekhar ukázali, že ve hvězdách o hmotnosti Slunce a menší mají i chladné elektrony velkou energii, vyvíjejí dostatečně vysoký tlak a přerušují tak další smršťování hvězdy. Tak byla vytvořena teorie bílých trpaslíků — hvězd s hmotností přibližně Slunce, avšak rozměrů jako Země. Hustota hmoty bílých trpaslíků je miliónkrát větší než hustota vody (v pozemských podmínkách).

Velmi hmotné hvězdy při dále trvajícím smrštění mají elektrony s energií (která není závislá na teplotě, nýbrž jen na hustotě látky) natolik vysokou, že mohou narušit atomová jádra a přemění je na kompaktní neutronovou látku reakcí



Vznikají tak neutronové hvězdy s poloměrem asi 20—30 km. Ani neutronové hvězdy však nejsou schopny zůstat v rovnováze, je-li jejich hmota více než (2—3)násobkem hmotnosti Slunce. Jestliže hmotnost překročí tuto hranici, proběhne nezadržitelné smrštění — vznikají černé díry, jejichž teorie je plně založena na obecné teorii relativity. O možnosti přeměny hmoty na neutrony uvažovali již na počátku třicátých let astronomové W. Baade a F. Zwicky a fyzik L. D. Landau. Teorii zhroucení černých děr rozpracoval člověk se zvláštním a těžkým osudem — J. Oppenheimer.

Dramatickými kolizemi bylo doprovázeno proniknutí obecné teorie relativity do kosmologie. Existovala zde především nesmírná psychologická hradba: nakořik lehce o vesmíru jako celku hovořili filozofové, natolik trýznivě se k této představě přibližovali fyzikové. Je příznačné, že ještě v roce 1961 vynikající sovětský fyzik V. A. Fok napsal: „Když uvažujeme o prostoru jako celku, nikdy tím nemyslíme celý vesmír; uvažovat o celém vesmíru mi připadá z gnosologických důvodů nemožné.“ A přitom již v roce 1917 A. Einstein vytvořil model uzavřeného statického vesmíru! Správně chápal, že právě na základě obecné teorie relativity je možné se přesně a důsledně zabývat kosmologickými problémy.

Pravé řešení — teorii vyvíjejícího se a rozpínajícího se vesmíru — našel A. A. Fridman v hladovějícím Petrohradě v letech 1922—1924. Rozpínání vesmíru potvrdil v roce 1929 E. Hubble zjištěním červeného posuvu ve spektrech galaxií. Neobešlo se to bez kuriozit: Einstein nepřijal Fridmanovu teorii ihned a ve dvou poznámkách v odborných časopisech — první vyvracející a druhé omluvné —

bylo znát váhání velikého vědce. Pokud jde o Hubbla, zmýlil se v určení škály vesmírných vzdáleností právě desetkrát. Z jeho měření pak vyplývalo, že stáří vesmíru je menší než geologické stáří Země! Bylo zapotřebí padesáti let, než se Hubblova chyba opravila.

Významným doplněním teorie rozpínajícího se vesmíru se stala teorie perturbací homogenního vesmíru, rozvinutá v roce 1940 E. M. Lifšicem, žákem a spolupracovníkem L. D. Landaua. Konečně se objevila teorie horkého velkého třesku, rozpracovaná zejména G. A. Gamovem. Teorie byla potvrzena v roce 1965 přímými pozorováními záření pozadí, které prostupuje celým vesmírem. Tento objev A. Penziase a R. Wilsona (za kterými těsně následovala cílevědomá pozorování záření pozadí, vykonaná R. Dickeem, P. Peeblesem, P. Rollem a D. Wilkinsonem) se stal rozhodujícím pro pochopení fyzikálního obrazu raného vesmíru a současně určil cestu širokému a zároveň realistickému rozpracování teorie vesmírného vývoje.

(Úryvek ze stejnojmenné statě v časopise *Zemlja i vselennaja* č. 4/1982, str. 16, přeložila L. Kalašová.)

Jiří Grygar | Žeň objevů 1982*

Pokrok v chápání povahy vzplanutí gama vedl k řadě teoretických prací, jež rozebírají možné fyzikální mechanismy, při nichž se náhle uvolňuje velké množství záření gama a X. Všeobecně se má za to, že základní příčinou je *akrece hmoty na neutronovou hvězdu*, a to buď z mezihvězdného prostoru či ze druhé složky dvojhvězdy anebo srážkou s chuchvalcem mezihvězdného materiálu či dokonce s kompaktním tělesem jako je malá planeta. W. Howard aj. počítali průběh srážky neutronové hvězdy s ocelovým kulovým asteroidem o průměru 4 km. Volný pád ze vzdálenosti 10 000 km od neutronové hvězdy o hmotnosti $1,4 M_{\odot}$ trvá jen 1 sekundu, přičemž při dopadu má asteroid rychlost asi $1/3$ rychlosti světla. Slapovým působením se přitom deformuje na těleso ve tvaru nabroušené tužky s hrotem o průměru 200 m a vlastním tělesem o průměru 800 m a délce 70 km (ve směru letu). Při dopadu se během méně než 1 milisekundy změní kinetická energie asteroidu v záření gama. S. Colgate a A. Petschek ukázali, že za přítomnosti silného magnetického pole vznikne místo tužky tenký pásek o tloušťce 3 mm, šířce 1 km a délce mnoha desítek kilometrů, jehož střední hustota dosáhne 10^9 kg m^{-3} !

Jakkoliv efektivní jsou tyto výpočty, jednoznačně z nich plyne, že frekvence srážek malých planet s mateřskou neutronovou hvězdou by měly být mnohem nižší, než se nyní pozoruje, tj. řádově jeden úkaz za milión let. Jelikož všechno nasvědčuje tomu, že ve skutečnosti se vzplanutí opakují řádově během 1–100 let, považuje se téměř za jisté, že příčinou je pomalá akrece materiálu bohatého na vodík či hélium na povrch neutronové hvězdy. Takové výpočty uveřejnili S. Woosley a R. Wallace, B. Fryxell a J. Hameury aj. Modely vzplanutí se shodují v tom, že stačí akrece vodíku tempem $10^{-13} M_{\odot}$ za rok, aby docházelo k nestabilitám v termonukleárním hoření na povrchu neutronové hvězdy. Jakmile slupka na povrchu neutronové hvězdy dosáhne hmotnosti $3 \cdot 10^{20} \text{ kg}$ ($10^{-10} M_{\odot}$), nastane překotná termonukleární reakce, při níž se vodík explozivně mění v hélium a to vzápětí také detonuje. Modely dávají správné hodnoty rychlosti úkazu i přiměřené hodnoty uvolněné energie řádu 10^{32} J a předpovídají rekurence kratší než století.

Nepřímou podporu modelu poskytlo unikátní zjištění B. Schaefera, že zdroj *vzplanutí gama* z 19. 11. 1978 (FXP 0116-289) se nalézá na místě, kde dne 17. 11. 1928 na krátkou dobu vzplála hvězda 3^m . Autor totiž prohlédl archivní desky Harvardovy observatoře a zjišťoval případné optické úkazy na místech tří známých zdrojů vzplanutí gama. Celkem šlo o více než půl roku integrovaných

* Pokračování z č. 5/1983 (str. 95–97) a 6/1983 (str. 113–116).

expozic oblohy v letech 1889—1979. V tomto souboru se vyskytuje jediný optický jev, který byl téměř určitě vyvolán zábleskem hvězdy 3^m o trvání řádu 1 sekundy!

Modely vzplanutí gama vskutku předvídají i krátkodobou optickou emisi a tak — pokud se potvrdí Schaeferovo pozorování — znamená to, že alespoň v jednom případě se vzplanutí opakovalo po 50 letech, což jednoznačně podporuje termonukleární model úkazů a vylučuje hypotézu o srážkách s asteroidy. Schaeferův objev podnítl rozsáhlé hledání obdobných koincidencí v archívních materiálech z jiných observatoří; to je přirozeně velmi piplavá práce. Jen několik vzplanutí gama má dostatečně spolehlivě určené souřadnice a optické pokrytí oblohy je velmi sporadické (oblačnost, svit Měsíce). Navíc jsou fotografické emulze většinou plny kazů, které mohou simulovat záblesky, takže na jednoznačnější závěry si zřejmě ještě nějakou dobu počkáme.

Zdá se tedy, že výzkum neutronových hvězd odpovědných za vzplanutí gama, může rozvinout i naše poznatky o hmotě akreované z mezihvězdného prostoru. Tato složka galaktické látky je dosud známa zcela nedostatečně, jak o tom svědčí loňský objev M. Jury a W. Smitha, kteří v absorpčním spektru hvězdy ζ Oph objevili mezihvězdnou čáru na vlnové délce 780 nm, která přísluší *neutrálnímu rubidiu*. Jde o nejtěžší chemický prvek dosud objevený v mezihvězdném prostoru (atomové číslo 37, tj. prvek vzniká zachycováním neutronů při výbuchu supernovy, nikoliv při termonukleárních reakcích ve hvězdách).

Studium mezihvězdné i mezigalaktické hmoty začíná být zřetelně Achillovou patou moderní astronomie. Z nejrůznějších náznaků tušíme, že vesmír obsahuje mnoho *neviditelné hmoty*; je jí úhrnem nejméně o řád a možná o dva řády více než hmoty viditelné — velká část je zřejmě „ukryta“ v korónách samotných galaxií a o její povaze se toho ví velmi málo. Také rozložení hmoty v prostoru je známo zcela nedostatečně. Z teorie expandujícího vesmíru odvodili J. Zeldovič a S. Šandarin, že galaxie by měly vytvářet nehomogenní shluky, oddělené oblastmi relativní prázdnoty o objemech řádu 10^6 Mpc³. Objev takových prázdnot ohlásili předloni J. Krischner aj. ve směru souhvězdí Bootes, ale jejich práce je nyní kritizována V. Balzanem a D. Weedmanem a dále N. Sanduleakem a P. Peschem. Zmínění autoři našli řadu galaxií Markarjanova typu, jejichž červené posuvy spadají právě do oblasti uvažované mezigalaktické díry. Není ovšem známo, zda jsou Markarjanovy galaxie typickou galaktickou populací, takže celý problém zůstává otevřen. Další pokrok závisí na řádovém rozšíření údajů o červeném posuvu galaxií, protože se pozorovatelé u velkých dalekohledů předhánějí v úsilí, s nímž pořizují a měří červené posuvy ve spektrech velmi vzdálených galaxií či kvasarů.

Galaxie a kvasary — a to dnes víme prakticky bez jakýchkoliv pochybností — spolu prostorově i geneticky souvisejí. J. Tyson aj. potvrdili, že kolem proslulého kvasaru 3C-273 v souhvězdí Panny je mlhovina červené barvy což je vlastně zčervenale světlá obří eliptické galaxie v příslušné kupě galaxií. Hmotnost kvasaru odhadli C. Dyer a R. Roeder na $5 \cdot 10^{13} M_{\odot}$. T. Boroson a J. Oke objevili červeně posunuté absorpční čáry odpovídající průměrnému spektru hvězd třídy A7 v okolí kvasaru 3C-48. To znamená, že tento kvasar leží v jasné spirální galaxii, která je 100krát svítivější než Mléčná dráha. Konečně J. Hutchings aj. našli mlhovinné obaly kolem všech 29 kvasarů, které zkoumali na snímcích velkým 3,6m teleskopem CFHT. Odtud nejspíš plyne, že kvasary představují počáteční fázi vývoje některých galaxií, kdy se kolem supermasívní černé díry — vlastního kvasaru — tvoří a zase hned slapově trhají svězdy.

Podle statistiky, kterou zveřejnili L. Woltjer a G. Setti, je na obloze jen asi sto kvasarů do 15^m , tj. 10^{-4} počtu hvězd do téže mezní hvězdné velikosti. Kolem 20^m je však již řádově 10^5 kvasarů, tj. 10^{-2} hvězd a do 24^m je 10^9 kvasarů, tj. týž počet jako hvězd, ale stále ještě jen 10 % počtu galaxií do téže mezní hvězdné velikosti. Hledání tak slabých kvasarů je metodicky obtížné, poněvadž běžná kritéria (koincidence s rádiovým zdroji či ultrafialový přebytek záření ve spektru) pro velmi slabé — a tedy i vzdálené — objekty selhávají. Někdy se daří nalézt kvasary pomocí rentgenového záření, ale naneštěstí toho času nepracuje žádná dostatečně výkonná družice pro detekci rentgenového záření.

Tyto potíže se projevují například rozpornými tvrzeními o prostorové hustotě kvasarů s mimořádně velkými červenými posuvy. P. Osmer na základě přehlídky 4m dalekohledem CTIO v Chile soudí, že neexistují kvasary s červeným posuvem větším než 3,7 — což by ukazovalo na časovou hranici, před níž ve vesmíru kvasary ještě neexistovaly. Naproti tomu G. Mather a L. Nottale usuzují, že prostorová hustota kvasarů se nemění nejméně do hodnot červeného posuvu $z = 6$.

K tomu poznamenejme, že B. Peterson aj. oznámili objev nejvzdálenějšího a nejsvitivějšího kvasaru PKS 2000-330 v souhvězdí Střelce, jenž se jeví opticky jako modrá hvězda 19^m a rádiově byl identifikován v Parkesu již v roce 1971. Spektrum obsahuje 6 čar, jejichž červený posuv $z = 3,78$ je novým rekordem {vzdalování 91 % rychlosti světla} — viz *ŘH* 12/1982, str. 258.

Pokud jde o svítivost, má tento objekt vážného konkurenta v kvasaru 3C-345, jenž byl pozorován P. Harveyem aj. v daleké infračervené oblasti (pásmo 50 a 100 μ) pomocí létající infračervené observatoře KAO. Velký infračervený přebytek tohoto poměrně blízkého kvasaru (vzdálenost 1,2 Gpc) odpovídá svítivosti 4. $10^{13} L_{\odot}$, tj. více než o dva řády vyšší než u obřích galaxií.

Třetí případ kvasaru, zobrazeného gravitační čočkou našli D. Weedman aj. Kvasar 2345+007 se skládá ze složek o vzájemné úhlové vzdálenosti 7,3" se zdánlivými jasnostmi 19,5^m a 21^m. Složky mají červené posuvy 2,152 a 2,147. C. Dyer a R. Roeder soudí, že také pár 1038+528 je kvasarem zobrazeným bližším kvasarem jako gravitační čočkou! Odtud lze odhadnout hmotnost bližšího kvasaru na 7. $10^{13} M_{\odot}$. To obecně znamená, že mimořádné svítivosti kvasarů souvisejí zcela zřetelně s jejich mimořádnými (vůči běžným galaxiím) hmotnostmi.

Dvacet let zkoumání kvasarů pomohlo přece jen vyjasnit dva základní problémy — tj. kvasary jsou zřejmě ve vzdálenostech, které plynou z kosmologického výkladu červeného posuvu v jejich spektrech a základním energetickým mechanismem je přeměna gravitační energie v záření v okolí těles, které jsou nejspíše supermasívními černými děrami. Rozhodující úlohu při tom hraje magnetické pole, jež přenáší rotační a orbitální energii na vzdálené zářící částice [D. MacDonald a K. Thorne].

Naproti tomu uplynulých dvacet let spíše zkomplikovalo základní problém observační kosmologie, totiž určení *škály vzdáleností ve vesmíru*. Jak známo, přímé metody měření vzdáleností (trigonometrie, pohyby otevřených hvězdokup) selhávají již uvnitř naší Galaxie. Všechny ostatní indikátory vzdáleností jsou nepřímé a relativně nejlépe vyhovují svítivé hvězdy jako cefeidy, novy a supernovy. Nicméně už zde nastávají problémy s určováním nulových bodů atp., takže s výjimkou blízkých galaxií v místní soustavě nemáme příliš spolehlivou základní kalibraci vzdáleností galaxií. To se pak velmi rušivě projevuje, když přecházíme do kosmologických vzdáleností a chceme odvozovat vzdálenosti galaxií či celých kup a nadkup z Hubbleova vztahu. Základním parametrem je zde, jak známo, hodnota Hubbleovy konstanty H_0 , a v tomto směru se situace v poslední době spíše zhoršuje [viz též *ŘH* 12/1982, str. 247]. A. Sandage a G. Tammann sice odvozují hodnotu $H_0 = (50 \pm 7) \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ v souladu s Fridmanovým modelem vesmíru, jenž pro decelerační parametr $q = 0$ dává teoretickou hodnotu $H_0 = (46 \pm 6) \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ při stáří vesmíru (17 \pm 2) miliardy let (tuto hodnotu lze určit z pozorovaného stáří hvězd v kulových hvězdokupách). Naproti tomu D. Hanes revidoval Sandageovu-Tammannovu metodu a dostal $H_0 = (76 \pm 12) \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ a nevylučuje ani H_0 kolem 100 $\text{km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$.

Tím vzniká vážný rozpor mezi stářím vesmíru odvozeném na jedné straně z Hubbleovy konstanty (cca 10 miliard let) a na druhé straně stářím vypočítaným z věku kulových hvězdokup a z radioaktivního rozpadu různých nuklidů (16—20 miliard let). Rozličná vysvětlení nesouhlasu jsou sice početná, ale značně „divoká“, takže se prostě musíme na čas smířit s tím, že v této základní otázce nemá současná kosmologie příliš jasno.

Zato velmi mnoho užitečné teoretické práce bylo vykonáno při studiu *počátečních a závěrečných fází vývoje vesmíru*. Nejranější fází vesmírného vývoje

se zejména zabývali L. Griščuk a J. Zeldovič, kteří poukazují na neznámou povahu počáteční kosmologické singularity. K jejímu budoucímu studiu je zřejmě potřebí vybudovat kvantovou teorii gravitace. Zatímni vývojový scénář pro vesmír vypadá podle citovaných autorů tak, že „na počátku byl čas, kdy nebyl žádný čas“, neexistovaly žádné hmotné částice a žádný prostor. Kosmologickou singularitu lze odstranit spontánním vznikem vesmíru z ničeho, jak poprvé ukázal Tryon v roce 1973 (*Nature* 246, 396). Počáteční stav lze pak popsat jako fluktuace vakua všech fyzikálních polí. Jako výsledek kvantových fluktuací se objevila uzavřená geometrie prostoročasu, v níž klasické relativistické gravitační pole hrálo roli vnějšího pole vůči všem ostatním kvantovým polím. Tak došlo k polarizaci vakua vnějším gravitačním polem a ke vzniku vesmíru, který již můžeme fyzikálně popisovat v rámci současných teorií velkého sjednocení fyzikálních interakcí.

Tento vesmír je především vysoce homogenní i izotropní v měřítkách nad 100 Mpc, ačkoliv podle standardního modelu nebyly částice v raném vesmíru v kauzálním styku. Střední hustota hmoty ve vesmíru byla neobyčejně blízko hustoty kritické, tj. kinetická energie expanze vesmíru je velmi blízká gravitační potenciální energii — například v raných období vzniku lehkých prvků je tato rovnost splněna s relativní přesností lepší než 10^{-15} , což je přímo neuvěřitelná shoda. V původně homogenním vesmíru se v důsledku adiabatické expanze začaly vytvářet poruchy hustoty menších měřítek — zárodky kup galaxií. Vesmír jeví vysokou baryonovou asymetrii (baryonů je mnohem více než antibaryonů) a fotonovou asymetrii (fotonů je 10^9 krát více než baryonů), takže specifická entropie vesmíru je vysoká a opravňuje nás hovořit o horkém počátečním vesmíru. Pokud je tento scénář rámcově správný, měli bychom časem nalézt gravitační záření kosmického pozadí obdobné reliktovému záření elektromagnetickému.

V další práci ukázal I. Rozental, že strukturu vesmíru pravděpodobně určují numerické hodnoty některých základních fyzikálních konstant, a to relativní hodnoty konstant čtyř fyzikálních interakcí, rozměrovost prostoru, poměr hmotností elektronu a nukleonu a konečně rozptyl hmotností částicových multipletů. Autor ukazuje, že již poměrně malé změny hodnot kterékoliv z konstant by vedly k vesmírům drasticky odlišným od našeho (například k vesmíru bez atomů nebo molekul či bez hvězd a galaxií). V tomto smyslu autor vlastně rozvíjí proslulý antropický princip, o němž jsme na tomto místě pojednali před rokem.

D. Page a M. McKee se zabývali *budoucím vývojem trvale expandujícího vesmíru* s ohledem na nové výsledky částicové fyziky, tj. že neutrina mají (snad) hmotnost větší než nula, a že proton má poločas rozpadu řádu 10^{31} let. V tom případě během 10^{30} let zaniknou hvězdy i galaxie v dnešní podobě. Veškerý materiál (mezihvězdný plyn a prach, planety a menší kompaktní tělesa, černí trpaslíci, neutronové hvězdy i hvězdné černé díry) splyne do supermasivních černých děr o hmotnostech nadkup galaxií. Rozpad protonů však povede k vytvoření pozitronů, fotonů i gravitonů, takže za 10^{33} let budou ve vesmíru supermasivní černé díry, stabilní pozitrony, fotony a případně elektrony. Tyto supermasivní černé díry se Hawkingovým mechanismem vypaří za 10^{108} let. Vznikne tak pozitronově-elektronové plazma, jež už ve stáří nad 10^{100} let bude dominující složkou vesmíru. Páry pozitron-elektron se přemění v záření v intervalu od 10^{116} do 10^{230} let, čímž přestane být další vývoj expandujícího vesmíru fyzikálně zajímavý. Netrapme se však více pochmurnými vyhlídkami expandujícího vesmíru a vraťme se k astrofyzikálním perspektivám nejbližší budoucnosti.

S. P. Boughn aj. z Princetonské univerzity uveřejnili negativní výsledky *hledání gravitačních vln* pomocí 4,8 t hliníkového válce chlazeného na teplotu kapalného hélia po dobu delší než jeden rok. Ačkoliv mohli zaznamenat vibrace o amplitudě 10^{-18} (tj. přístroj je asi 10^3 krát citlivější než původní aparatura J. Webera), nezaznamenali žádné signály. To je v podstatě ve shodě s rozborem I. Dymnikovové aj., kteří ukázali, že od aktivních jader galaxií a případně od kulových hvězdokup lze čekat záblesky gravitačního záření s relativní ampli-

tudou 10^{-19} až 10^{-21} v pásmu frekvencí od 10^{-5} Hz do 10^{-4} Hz. Nízkofrekvenční signály by se snad daly zachytit rozborem přesných drah kosmických sond zatímco vysokofrekvenční složku lze principiálně detektovat gravitačními anténami na zemském povrchu.

Přehled o stavu možností detekce gravitačních vln z vesmíru publikoval R. Drever, jenž především poukázal na skutečnost, že gravitační vlny vznikají při urychlování těžkých hmot. Urychlujeme-li však jakékoliv těleso daným směrem, znamená to prakticky, že musíme jinou hmotu vrhnout protilehlým směrem, takže výsledné gravitační záření obou objektů se „skoro“ zruší. Jestliže je přesto naděje na detekci gravitačního záření, vděčíme za to kvadrupólovému momentu celého systému opačně urychlovaných hmot, jenž se urychlováním změní a vede k vyzáření energie v podobě gravitačních vln. Není proto divu, že takto uvolněná energie je velmi slabá; přispívá k tomu okolnost, že relativní hodnota konstanty gravitační interakce je extrémně nízká, například gravitační síla mezi protony je 10^{-36} krát menší než jejich vzájemné elektrostatické působení.

Vzniklé gravitační záření registrujeme na Zemi vhodným detektorem (gravitační anténou), což je v zásadě soustava dvou testovacích těžkých těles. Průchodem gravitační vlny dochází k deformaci prostoru, což se projeví malou změnou vzájemné vzdálenosti testovacích hmot. Jsou-li testovací hmoty vzdáleny 1 m od sebe, pak supernova v naší Galaxii (přesněji gravitační kolaps jádra hvězdy, která vybuchuje jako supernova) způsobí posuvy testovacích hmot o 10^{-17} m (průměr jádra atomu je 10^{-15} m)! Podobně supernova v kupě galaxií v souhvězdí Panny dá posuvy řádu 10^{-20} m. Téhož řádu je úhrnné gravitační záření vznikající oběhem všech dvojhvězd v Galaxii. Gravitační záření vznikající rotací pulsaru v Krabí mlhovině by dalo posuvy 10^{-24} až 10^{-27} m, tj. dostáváme se do nesnázi díky Heisenbergově relaci neurčitosti.

Drever odhaduje, že citlivost soudobých aparatur bude potřeba zvýšit ještě o šest řádů, abychom obdrželi rozumný počet řádově 10 gravitačních úkazů do roka. Jako pozemské gravitační antény připadají v úvahu zejména silně chlazené těžké hmoty nebo obří safírové krystaly s detektory na principu supravodivých skvidů anebo obří optické interferometry. Mimo Zemi lze využít extrémně přesných měření poloh kosmických sond a případně vibrací velmi hmotných těles jako je Měsíc. Není sporu o tom, že objev gravitačního záření by zásadně změnil obraz soudobé astronomie; i největší optimisté však soudí, že k detekci nedojde dříve než koncem tohoto století.

Také některé nové výsledky ve fyzice elementárních částic se bezprostředně dotýkají astrofyziky. Tak B. Cabrera ze Stanfordské univerzity oznámil pravděpodobný objev *magnetického monopólu* pomocí supravodivého skvidu dne 14. 2. 1982 — další rozbor však posuzuje velmi skepticky možnost že Cabrerou pozorovaný úkaz je vskutku projevem magnetického monopólu. J. Vuilleumeir aj. nezjistili u švýcarského výzkumného reaktoru Gosgen žádné *oscilace neutrin*, v rozporu s teoriemi velkého sjednocení, jež předvídají nenulové a navzájem různé hmotnosti tří typů neutrin (nejtěžší by mělo být neutrinu tau a nejtěžší elektronové neutrinu).

Jak uvádí N. Dombey, teorie velkého sjednocení nevylučují možnost, že ve velmi chladném vesmíru nabude při dalším porušení symetrie klidovou hmotnost i částice, jejíž nulová klidová hmotnost se má bezmála za posvátnou, totiž foton! K ověření takové možnosti je ovšem potřeba docílit extrémně nízkých teplot (pod 0,05 K), pročež Clark aj. připravují experiment, který by umožnil zjistit klidovou hmotnost „chladného“ fotonu, jestliže dosahuje hodnoty aspoň 10^{-9} eV/c².

Z nových metodických postupů uveďme alespoň jediný, který nevyžaduje žádnou složitou moderní techniku a je tudíž v principu přístupný i astronomům-amatérům. D. Malin si všiml skutečnosti že *fotografický záznam* astronomického objektu je fakticky trojrozměrný, tj. proniká do hloubky emulze tím více, čím vyšší je ozáření daného místa emulze. To naopak znamená, že slabé partie obrazů mlhovin a jiných plošných zdrojů jsou zachyceny převážně v povrchové vrstvě emulze a odtud je můžeme vhodným postupem podstatně zvý-

raznit vůči pozadí. Malinův postup spočívá v tom, že se originální negativ prosvětluje rozptýleným světlem, jež slouží k vytvoření kontaktní kopie. Metoda je nenáročná a mimořádně úspěšná, jak autor doložil na snímcích mlhovin i galaxií, obsahujících dříve nevidané množství jemných podrobností.

Mírné oživení zaznamenala loni kontroverzní otázka existence či *hledání cizích civilizací*. Vnější projevem této okolnosti je ustavení samostatné 51. komise IAU „Hledání mimozemského života“ s M. Papagiannisem jako jejím prvním prezidentem. Současně se americká NASA podařilo uvolnit aspoň část fondů na projekty hledání cizích civilizací, které byly zablokovány americkým Kongresem na základě tzv. Proxmirova dodatku (zřejmou zásluhu na pacifikaci senátora Proxmira má prof. C. Sagan, který s ním o uvedené otázce dlouze diskutoval). S. Wallenhorst se zabýval současným tvarem proslulé Drakeovy rovnice z roku 1961, vyjadřující pravděpodobnost existence cizích civilizací v Galaxii. Jestliže původní hodnoty uvažované v Drakeově rovnici vedly k odhadu průměrné vzdálenosti mezi civilizacemi řádu 100 parseků, nová revize udává průměrnou vzdálenost 2 kpc, takže naše přehlídka by měla zahrnout řádově 10^9 hvězd. F. Tipler a M. Hart uvedli rozumné důvody pro poměrně rychlou kolonizaci Galaxie nejpokročilejší civilizací v době kratší než 10^7 let. Hart ukázal na malé a časově proměnné hranice ekosfér kolem hvězd slunečného typu. Nicméně hlavními pesimisty při diskusích o existenci mimozemských civilizací zůstávají biologové, kteří snesli postupně řadu argumentů proti snadnosti vzniku života i za příhodných fyzikálně-chemických podmínek (nakonec i na Zemi se vznik života podařil patrně pouze jednou: všechny živé organismy jsou pravděpodobně potomky jediné prvotní buňky a souhra náhod, jež vedla ke vzniku, udržení a rozvoji pozemského života, obsahuje stále delší spís přímo neuvěřitelně nepravděpodobných koincidencí).

V loňském roce jsme zaznamenali úmrtí řady významných zahraničních astronomů: dr. J. A. Whelana (teoretická astrofyzika, akreční disky), prof. J. Neymana (statistická kosmologie), dr. K. Serkowského (polarometrie), profesora a M. Bappu (prezident IAU, hvězdná astrofyzika), dr. E. Linfoota (astronomická optika), prof. G. A. Abettiho (sluneční fyzika), prof. O. Melnikova (sluneční fyzika), dr. D. O'Connella (těsné dvojhvězdy), F. Maliny (astronautika) a u nás prof. O. Obůrky (viz *RH* 3/1983, str. 56).

Britská královská astronomická společnost udělila Herschelovu medaili prof. G. de Vaucouleursovi, známému odborníku na morfologii galaxií, a zlatou medaili prof. R. Giacconimu, řediteli Ústavu pro kosmický teleskop. Pacifická astronomická společnost udělila medaili K. Bruceové dr. E. M. Burbidgeové, jež studuje zejména galaxie a kvasary. Stejnomenou amatérskou medaili obdržel G. Alcock z Anglie, objevitel řady nov a komet.

Velmi originální studii předložili N. Koževnikov a A. Šarov, když sestrojili histogramy roků narození a délek života 4245 významných vědeckých a uměleckých osobností 19. a 20. století. Zjistili, že délky života jsou poměrně vlnitou funkcí se značnou amplitudou s periodami 2,7; 5,5 a 11 roků (nejvýraznější je vlnovka s periodou 5,5 roku), a že nejvíce významných lidí se rodí v době extrémů sluneční činnosti.

Filadelfský Ústav pro vědecké informace uveřejnil seznam 105 vědeckých prací ve fyzice, jež byly publikovány v roce 1979 a získaly v letech 1979—1980 nejvíce citací. V tomto souboru je astronomie a astrofyzika zastoupena celkem 18 pracemi. Vůbec nejvíce byla citována práce B. Kurucze o modelech atmosfér pro hvězdy hlavní posloupnosti (195 citací). Na dalších místech jsou pak soubory prací o pozorováních z družice Einstein (31 spoluautorů, 136 citací) a o výsledcích kosmické sondy Voyager 1 při průletu kolem Jupitera (22 spoluautorů, 122 citací). Experimentální práce jsou citovány pětkrát častěji ve srovnání s teoretickými.

Statistikou prací amerických astronomů se jako obvykle zabýval H. Abt. Tentokrát zkoumal publikační historii 115 amerických astronomů, kteří uveřejnili v letech 1945—1980 celkem 2988 prací. V časovém rozložení četnosti prací objevil dvě maxima, jedno v době získání akademické hodnosti Ph. D. (tj. zhruba naše CSc.) a druhé 5—8 let po doktorátu. Pak si většina astronomů zhruba po

čtvrtstoletí udržuje konstantní produktivitu. Výjimkou jsou špičkoví astronomové, kteří od doktorátu podávají stále vyšší výkony a maxima dosahují až o 27 let později. Ke špičce řadí Abt 11 % astronomů daného souboru, kteří se zpočátku podílejí na 30 % a později dokonce na 65 % celkové roční astronomické produkce ve Spojených státech. Není vyloučeno, že obdobný soubor pro jiné země by prokázal podobné či přímo shodné rysy, takže Abtovy výzkumy by měli zvláště pečlivě studovat zejména manažeři vědy.

O rychlém pokroku astronomie svědčí nejenom tento přehled, ale také výsledky posledního, v pořadí již 18. valného shromáždění Mezinárodní astronomické unie (IAU), které se konalo v srpnu 1982 v Patrasu v Řecku (viz *ŘH* 12/1982, str. 245). Na práci IAU se nyní podílí 5200 členů z 50 zemí světa. Československo je zastoupeno 1 % členů. Ve výkonných orgánech Unie pracuje člen korespondent SAV L. Kresák jako jeden ze šesti viceprezidentů výkonného výboru a jako viceprezident 15. komise (komety). Dále je doc. A. Mrkos viceprezidentem 6. komise pro astronomické telegramy. Přesto se nám však nezdáří udržovat si vynikající postavení, které čs. astronomie v této vrcholné mezinárodní astronomické instituci donedávna měla. To má zajisté řadu vnějších i vnitřních příčin, jež musí analyzovat odpovědní činitelé. Zmiňují se však o tomto faktu, abychom si i na něm ukázali, že v současné astronomii není žádný vědecký či organizační výsledek trvalý — chceme-li si udržet kontakt s astronomickým děním, musíme o to cílevědomě usilovat — ať už v oboru pracujeme aktivně anebo si o něm jenom čteme v Říši hvězd.

Jiří Bouška

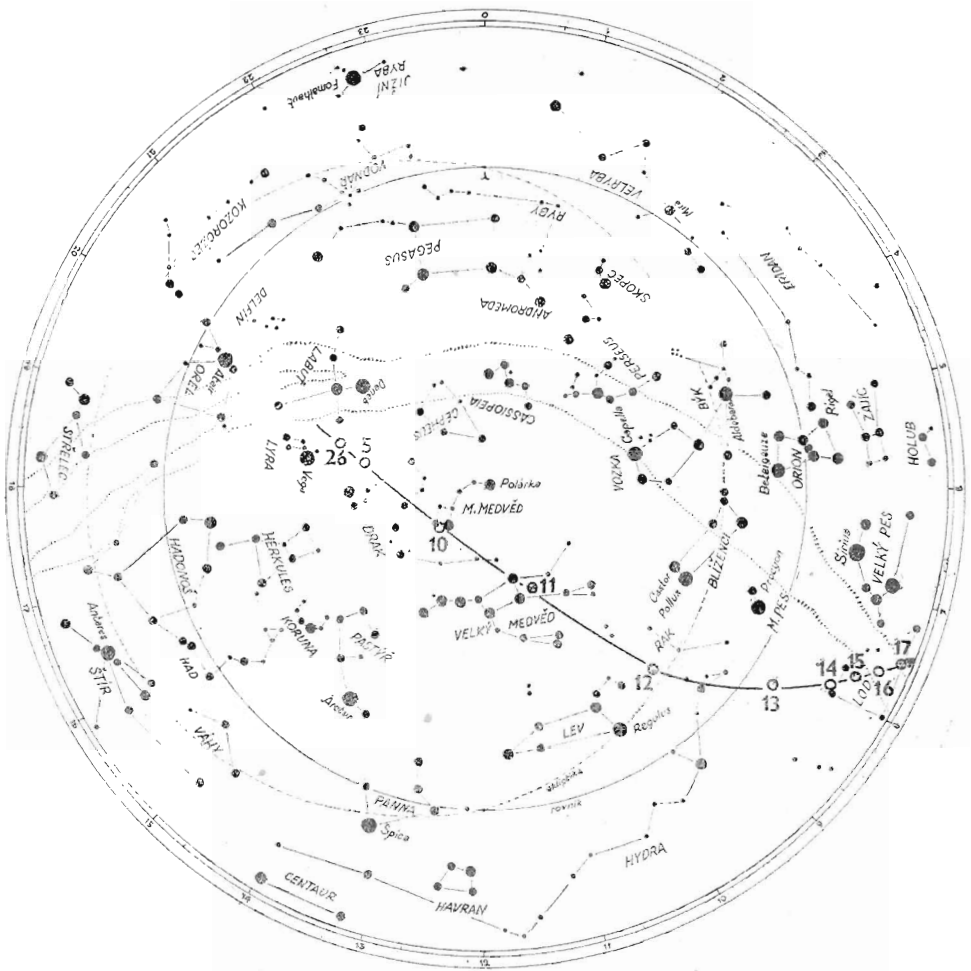
Kometa IRAS-Araki-Alcock (1983d)

Jak jsme ještě stačili informovat čtenáře v minulém čísle (v korekturách, dlouho po uzávěrce), byla 25. dubna objevena kometa 1983d, která byla kolem 11. května poměrně jasná a dobře viditelná (pokud bylo jasné počasí). Kolem objevu a pak s dalšími informacemi bylo tolik zmatku, že něco podobného snad už nikdo nepamatuje. I odborníci (a nejen u nás) se o kometě většinou dozvěděli ze zpráv rozhlasu, televize a tiskových agentur; takže měli přesně stejné zprávy jako nejširší veřejnost dožadující se podrobných informací. U nás na vědeckých pracovištích jsme se o kometě 1983d dozvěděli opravdu náhodou z různých neoficiálních pramenů. Bude-li fungovat International Halley Watch stejným způsobem, bude jen zajímavé sledovat, jak to všechno dopadne.

Jak to s objevem komety 1983d ve stručnosti bylo? To v *IAUC* 3796 uvádí B. G. Marsden. Dne 25. dubna ve 22^h SEČ byl mezinárodní infračervenou družicí IRAS (viz *ŘH* 3/1983) registrován rychle se pohybující objekt, zprvu považovaný za planetku. J. Davies (Leicester Univ., Anglie) o něm informoval 26. dubna některé observatoře, ale nikoliv mezinárodní ústředí pro astronomické telegramy a cirkuláře při Mezinárodní astronomické unii. To pochopitelně o objektu nic nevědělo a proto také žádné zprávy nerozeslalo. Něco podobného se už skutečně dlouho nestalo, a doufejme, že se také dlouho nestane.

Daviesova zpráva se dostala také do Švédska a podle Marsdena z nejasně zaznamenané zprávy H. Rickmana (Uppsala) vyplývalo, že objekt fotografoval T. Oja 27. dubna Schmidtovou komorou v Kvistabergu a zjistil, že jde o kometu. Ani ze Švédska, ani z družice IRAS však nebyly sděleny pozice objektu! To je skutečně pozoruhodné, i když těžko pochopitelné.

Aniž by měl údaje o poloze objektu, pokusil se ho nalézt a fotografovat J. Gibson (Palomar Obs.) dne 2. května. Avšak dříve než stačil objekt nalézt, fotografovat a prohlédnout snímky, dostalo mezinárodní ústředí zprávu, že amatér George E. D. Alcock (Peterborough, V. Británie) objevil 3. května pravděpodobně jasnou kometu; byla udána alespoň přibližná pozice (pro



Obr. 1. Dráha komety 1983d na obloze od objevu 26. dubna do 17. května. Polohy jsou vyznačeny vždy pro 0^h světového času uvedených dnů.

1983 V. 3,916 SČ): $\alpha = 18^{\text{h}}54,8^{\text{m}}$ $\delta = +53^{\circ}02'$

Krátce nato byl objev potvrzen G. M. Hurstem (Wellingborough, V. Británie). Mezinárodní ústředí předpokládalo, že objekt registrovaný družicí IRAS je totožný s Alcockem objevenou kometou, ale stále chyběly podrobnější údaje z IRAS. Mezitím došla zpráva z Japonska, že další amatér, Genichi Araki (Yuzawa, Niigata) objevil kometu nezávisle 3. května (a uvedl její přibližnou polohu a jasnost 7^m).

Dne 4. května rozoslal Marsden telegramy o objevu i naléhavou žádost Daviesovi o zaslání poloh objektu z družice IRAS a ze Švédska. Mezitím kometu pozorovali 4. května D. W. E. Green, A. C. Porter aj.; její jasnost byla 6,0 až 6,5^m a průměr kómy asi 18'. V IAU 3796 se Marsdenovi podařilo shromáždit 12 poloh komety mezi 25. dubnem a 4. květnem, z nichž však pouze 5 mezi 27. dubnem a 2. květnem bylo dostatečně přesných. Marsden z nich také vypočetl první přibližnou dráhu komety, z níž vyplýval průchod perihelem 21. května a vzdálenost komety od Slunce v té době 0,9913 AU. Ukázalo se též, že se kometa přiblíží 11. května k Zemi na asi 0,034 AU a podle předpokladu měla mít v té době jasnost asi 2^m.

U nás se podařilo kometu fotografovat doc. Mrkosovi na hvězdárně na Kleti. Některé z těchto snímků reprodukuje na obálce tohoto čísla. Byly expono-

TAB. 1. POLOHY KOMETY
1983d DNE 11. V. 1983
TAB. 2. STŘEDNÍ DENNÍ
RYCHLOSTI KOMETY 1983d

1983 (EČ)	n
V. 8,0—9,0	6,7°
9,0—10,0	13,3
10,0—11,0	27,9
11,0—12,0	44,0
12,0—13,0	28,8
13,0—14,0	13,9
14,0—15,0	6,9
15,0—16,0	4,0

V. (EČ)	α	δ
11,0	10 ^h 25,21 ^m	+60°46,9'
11,1	10 08,23	+57 18,7
11,2	9 53,60	+53 32,8
11,3	9 40,97	+49 32,4
11,4	9 30,01	+45 21,3
11,5	9 20,46	+41 03,4
11,6	9 12,09	+36 42,9
11,7	9 04,71	+32 23,8
11,8	8 58,16	+28 09,8
11,9	8 52,33	+24 04,0
12,0	8 47,11	+20 03,8

vány velkou Maksutovovou komorou (625/830/1870 mm) na desky ORWO ZU 21. V noci 9./10. května měla kometa podle Mrkose jasnost asi 2,5^m, jasnost jádra byla asi 9^m a průměr kómy dosahoval asi 2,5° (!).

Neobyčejně velké zdánlivé rozměry kómy i značná jasnost byly důsledkem velkého přiblížení komety k Zemi. V poledních hodinách (světového času) dne 11. května prošla (nebo lépe řečeno prolétla) kolem Země ve vzdálenosti jen 0,031 AU (tj. 4,64 · 10⁶ km). V té době měla vzhledem ke Slunci rychlost 42,1 km/s (střední rychlost Země kolem Slunce je 29,8 km/s, Měsíce kolem Země jen 1,0 km/s). Na obr. 1 je znázorněn pohyb komety od objevu 26. dubna do 17. května; během této doby, jak je vidět, prolétla větší část oblohy.

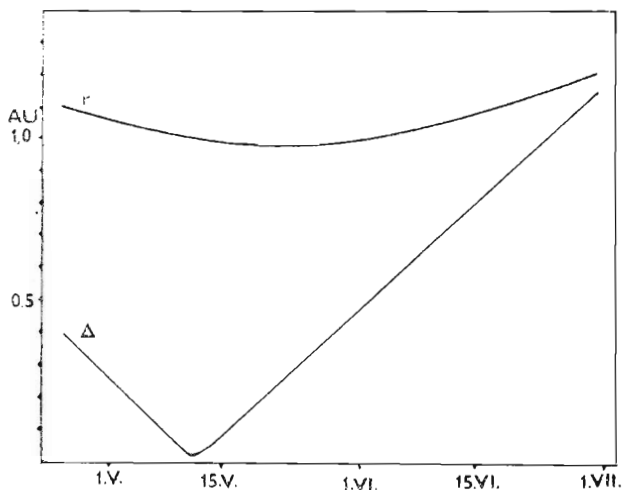
Neobyčejně rychlý pohyb komety během jejího největšího přiblížení k Zemi 11. května je také názorně vidět z tab. 1, v níž jsou její polohy po desetínách dne (tj. 2,4 h). V tab. 2 je uveden denní pohyb komety (n) mezi 8.—9. až 15.—16. květnem. Pro srovnání uvedme, že střední denní pohyb Měsíce je 13,18°.

Kometa 1983d je kometou, která se přiblížila k Zemi na velmi malou vzdálenost. Dosud se nejbliže k Zemi dostala kometa Lexell 1770 I, která prošla 3. VII. 1770 ve vzdálenosti od Země 0,015 AU (tj. 2,26 · 10⁶ km); měla tehdy jasnost 2^m a průměr kómy 2,4°. Tato kometa, objevená 14. června 1770 v Paříži, prošla přísluním 14. srpna 1770 ve vzdálenosti 0,6744 AU od Slunce. Pohybovala se po výrazně eliptické dráze (e = 0,786), takže šlo o jasně krátkoperiodickou kometu, ale již nikdy více nebyla pozorována, protože poruchovým působením při přiblížení k Jupiteru v r. 1779 došlo k výrazné změně dráhy. Ve vzdálenosti 0,023 AU (3,46 · 10⁶ km) od Země prošla 26. října 1366 periodická kometa Tempel-Tuttle; měla jasnost asi 3^m.

Vratme se však ke kometě 1983d, o níž si již podle prvních dosud publikovaných zpráv můžeme udělat alespoň informativní představu. Ze zdánlivých jasností je možno snadno vypočítat absolutní jasnost, tj. jasnost, jakou by kometa měla ve vzdálenosti 1 AU jak od Země, tak i od Slunce. Protože se však během období pozorování jen nepatrně měnila vzdálenost komety od Slunce (viz obr. 2), bylo možno absolutní jasnost počítat pouze za předpokladu, že se zdánlivá jasnost měnila s druhou mocninou nejen geocentrické, ale i heliocentrické vzdálenosti. Absolutní jasnost komety 1983d vychází velmi malá pouze 9,75. (Např. již zmíněná kometa 1770 I měla takto počítanou absolutní jasnost 7,7, tedy o 2 magnitudy větší.)

Z jasnosti jádra (udaného Mrkosem) je možno vypočítat jeho rozměry. Zanedbáme-li funkci fázového úhlu, pak za předpokladu albeda A = 0,1 vychází poloměr jádra asi 2 km, při A = 0,5 pak asi 1 km. Což jsou hodnoty velmi malé. Jde pochopitelně o tzv. optické jádro, skutečné fyzické jádro bylo ještě menší. Podobně z odhadů zdánlivých rozměrů kómy je možno snadno vypočítat rozměry skutečné; ukazuje se, že kóma měla maximální průměr asi 3 · 10⁵ km (tj. více než 20 průměrů Země).

Na několika hvězdárnách a pomocí mezinárodní ultrafialové astronomické družice (IUE) byla získána spektra komety. Tak V. Smith z pozorování 5. května na McDonaldově hvězdárně zjistil, že jádro má spojitě spektrum (odražené



Obr. 2. Horní křivka (r) značí průběh vzdálenosti komety 1983d od Slunce, dolní (Δ) od Země v období od objevu do konce června t. r.

světlo sluneční] s několika slabými emisními pásy C_2 . Totéž zjistili B. L. Lutz a R. M. Wagner podle spekter z 5. a 6. května (Perkins Obs.); v kómě našli emisní pásy CN , C_2 , C_3 , NH_2 a $[O I]$. Z pozorování IUE 6. a 8. května zjistil M. Festou a spol. v ultrafialové oblasti spektra (120–320 nm) emisní čáru vodíku $L\alpha$, velmi silné pásy CS a slabé emise S a CO_2^+ ; kontinuum bylo velmi slabé. Z pozorování z 6. května byla také určena produkce OH : $6 \cdot 10^{27}$ molekul za sekundu. K podobnému výsledku došli také M. F. A'Hearn a R. Millis na základě pozorování ze 7. května; dostali produkci $9 \cdot 10^{27}$ molekul OH/s a $5 \cdot 10^{25}$ molekul CN/s . Z pozorování IUE mezi 11.–13. květnem (v oboru 280–310 nm) identifikovali P. D. Feldman a A'Hearn emisní molekuly S_2 v oblasti ne větší než 100 km kolem jádra. To je skutečně pozoruhodné.

Polarizaci komety měřil 5. a 6. května R. P. Boyle na Mt Lemmon. V kómě byla zjištěna lineární polarizace 25 % ve spektrálních oborech V , R a I , poněkud menší v oborech U a B . V oblasti 385 nm, tedy těsně u známého výrazného pásu molekuly CN (388 nm), byla polarizace 13 %. Na havajské horské observatoři Mauna Kea měřil 6.–8. května D. P. Cruikshank a spol. infračervené záření komety ve spektrálních oborech L až Q (3,3–20 μm). Měření odpovídala křivce záření černého tělesa o teplotě asi 300 K. Nebyly zjištěny žádné silikátové emise; žádné emise v oblasti 0,8–2,6 μm nebyly také nalezeny v nukleární kondenzaci.

B. G. Marsden počítal několikrát z různých pozorování dráhu komety, která byla velmi blízká parabole (excentricita kolem 0,98). Z pozorování mezi 27. dubnem a 11. květnem dostal tyto elementy:

$$\left. \begin{aligned} T &= 1983 \text{ V. } 21,1891 \text{ EČ} \\ \omega &= 192,7860^\circ \\ \Omega &= 48,3993^\circ \\ i &= 73,3733^\circ \\ q &= 0,991373 \text{ AU} \end{aligned} \right\} 1950$$

V důsledku těsného přiblížení komety k Zemi došlo poruchovým působením mezi 10.–14. květnem k těmto změnám elementů:

$$\left. \begin{aligned} \Delta T &= -0,0025 \text{ dne} \\ \Delta \omega &= -0,0030^\circ \\ \Delta \Omega &= 0,0000^\circ \\ \Delta i &= -0,0037^\circ \\ \Delta q &= +0,000006 \text{ AU} \\ \Delta e &= +0,000167 \end{aligned} \right\}$$

J. Drummond (Steward Obs.) předpověděl možný meteorický roj související s kometou: maximum činnosti v časných ranních hodinách 10. května, poloha radiantu $\alpha = 289^\circ$, $\delta = +44^\circ$.

Budou-li publikovány další zajímavé zprávy, ještě se ke kometě 1983d na stránkách Říše hvězd vrátíme. Končíme tím, že článek by mohl mít podtitulek „Velké zmatky kolem malé komety“ — protože když není spojení, není nejen velení, ale nemůže ani být mezinárodní spolupráce v astronomii. Kdyby bylo vše fungovalo normálně, mohlo se po celém světě získat mnohem více pozorovacího materiálu, protože se mohly včas a v klidu udělat nutné přípravy. Avšak i tak bylo o kometě 1983d získáno množství velmi cenných informací.

Helena Nováková

Prázdný prostor v Bootu už zase vyplněn?

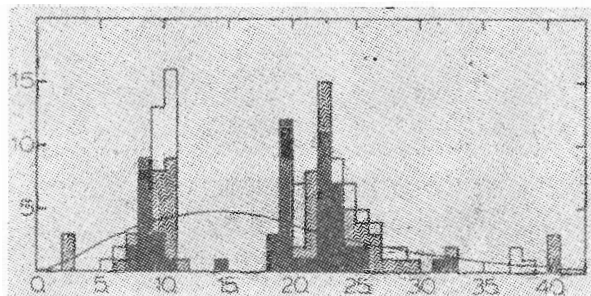
Asi před rokem proběhla tiskem zpráva s názvem „Obrovská díra ve vesmíru objevena“. R. P. Kirshner, A. Jr. Oemler, P. L. Schechter a S. A. Schectman oznámili, že našli zcela prázdný prostor v souhvězdí Boota. Po zveřejnění práce se zabývali další astronomové podrobně danou oblastí. Jenom v roce 1982 uveřejnil časopis *Astrophysical Journal* (*Ap. J.*) tři práce, které se zabývaly předpokládanou „dírou ve vesmíru“.

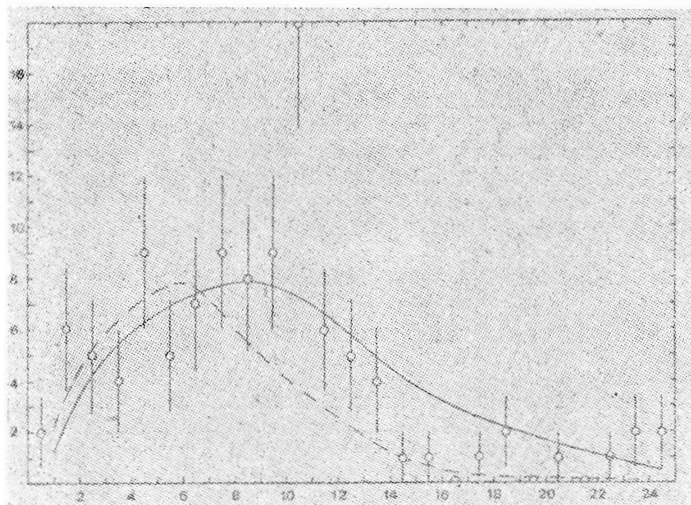
Kirshner a spol. zkoumali tři menší hvězdná pole v okolí Boota a zjistili, že rozdělení radiálních rychlostí galaxií v těchto oblastech je poněkud neobvyklé. Jejich radiální rychlosti zde dosahují nadprůměrně často hodnot kolem 9000 a 20 000 $\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$. Skupina našla pouze jednu jedinou galaxii s rychlostí mezi 12 000 a 18 000 $\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$. Kirshner a spol. vycházeli ve své práci z předpokladu, že zjištěná skutečnost není náhodná. Dále dospěli k názoru, že v trojúhelníku mezi třemi již dříve zkoumanými oblastmi chybějí galaxie s rudým posuvem mezi 12 000 a 18 000 $\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$. V souhvězdí Boota asi ve vzdálenosti 200 Mpc se nalézá obrovský prázdný prostor, v němž nejsou galaxie, prostor o průměru nejméně 100 Mpc. Objev takové „díry“ ve vesmíru by byl důležitým potvrzením buňkovité struktury kosmu.

Práce Kirshnera a spol. vyšla 1. září 1981 a okamžitě na ni reagovali astronomové, kteří již danou oblast zkoumali. Otázkou se začali zabývat Vicki A. Balzano a Daniel W. Weedman. Rychle dali dohromady svá vlastní dřívější měření a už 31. října byl jejich rukopis v redakci *Ap. J.* Výsledek práce: o žádné „díře“ nemůže být ani řeč. Ze 36 Markarjanových galaxií uvnitř diskutovaného trojúhelníka jich pět má rudý posuv, odpovídající rychlosti mezi 12 000 až 18 000 $\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$.

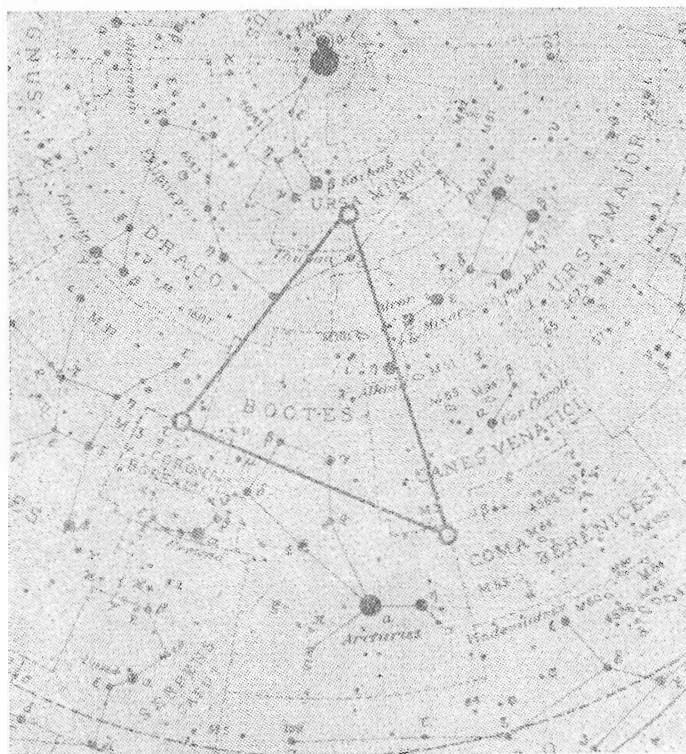
Vyplnili tím prázdný prostor? V lednu minulého roku obdržel časopis *Ap. J.* další práci od N. Sanduleaka a P. Pesche, kteří v této oblasti zjišťovali emisní čáry galaxií. V daném trojúhelníku zjistili sedm (asi z 55) galaxií, které na základě vypočteného rudého posuvu vyplňují prostor v Bootu. Zkoumaná oblast tedy není v žádném případě prázdná, nalézají se zde galaxie s emisními čarami. V. Balzano a D. Weedman nemožou však popřít, že je v této oblasti poněkud méně galaxií s rychlostmi 12 000 až 18 000 $\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$ a naopak ve vnějších částech je jich opět více než je obvyklé.

Obr. 1. Rozdělení radiálních rychlostí (vodorovná osa, v 10^5 km/s) 133 galaxií ve třech polích kolem souhvězdí Boota. Křivka ukazuje očekávané rozdělení rychlostí v případě rovnoměrného rozložení. Mezi $V_R = 12 000 \text{ km/s}$ a $V_R = 18 000 \text{ km/s}$ je pouze jediná galaxie. Pod touto hranicí rychlostí a nad ní je příliš mnoho galaxií.





Obr. 2. Rozdělení radiálních rychlostí (vodorovná osa, v 10^3 km/s) 113 Markarianových galaxií v souhvězdí Boota a jeho okolí. Protažená a čárkovaná křivka ukazuje očekávané rozdělení galaxií, kdy $m_{\text{lim}} = 16^m$, případně 15^m . V oblasti 12 000 až 18 000 km/s je několik galaxií, ale přece i zde je při rychlosti 16 000 km/s relativně prázdný prostor. (Z práce Balzana a Weedmana, Ap. J. [Letters] 255, L1, roč. 1982.)



Obr. 3. Tak zvaná „díra v Bootu“. Na obrázku jsou vyznačena tři pole, kde zjišťoval Kirsner a spol. rudý posuv. Jejich předpoklad prázdného prostoru se vztahuje na celý trojúhelník. (Obr. 1–3 podle SuW 21, 504, 12/1982.)

Vysvětlení tohoto nezvyklého rozdělení galaxií v oblasti Boota snad podává práce Neta A. Bahcalla a Raymonda M. Soneira [Ap. J. 258, L 17, 1982]. Autoři se zabývali nadkupami kolem sporného prázdného prostoru.

V blízkosti jednoho z vrcholů trojúhelníku ($\alpha = 16^h$, $\delta = +40^\circ$) se nalézá nadkupa v Herkulovi ($V_R \approx 10\,000$ km \cdot s $^{-1}$). U druhého vrcholu ($\alpha = 13^h 25^m$, $\delta = +27^\circ$) leží další objekt stejného charakteru, ale ve větší vzdálenosti ($V_R \approx 22\,000$ km \cdot s $^{-1}$). A pouze 20° od severního, posledního z vrcholů, se nalézá také nadkupa s $V_R \approx 18\,000$ km \cdot s $^{-1}$. Uvnitř „prázdného prostoru“ nejsou

iž žádné galaktické kupy. To znamená, že Kirshner a spol. možná skutečně našli oblast bez kup galaxií, která je však obklopená nadkupami tak, že převládají galaxie s určitým rudým posuvem. Prostor však není zcela prázdný, jak potvrzuje 12 zde nalezených galaxií. Zajímavostí této oblasti je však značné nakupení Markarjanových galaxií a galaxií s emisními čarami, které se vyskytují poměrně výjimečně. Zůstává však otázka, zda je jejich rozložení v dané oblasti reprezentativní pro rozdělení galaxií.

(Podle SuW 21, 504; 12/1982)

Co nového v astronomii

KOMETA SUGANO—SAIGUSA—FUJIKAWA

Japonští astronomové Sugano, Saigusa a Fujikawa objevili 8. května poměrně jasnou kometu. V době objevu byla v souhvězdí Andromedy a jevila se jako difúzní objekt 7. magnitudy. Dne 9. května pozoroval E. Everhart ohon délky 15'. Kometa byla objevena až asi za týden po průchodu přísluním, takže se již vzdalovala od Slunce. Dne 8. května byla vzdálena od Slunce 0,517 AU, dne 5. června již 0,930 AU. V době objevu byla vzdálena od Země 0,995 AU, nejbližší Zemi prošla 12. června ve vzdálenosti pouze 0,06 AU.

Uvádíme elementy předběžně parabolické dráhy, které vypočetl B. G. Marsden z 9 polch mezi 9.—12. květnem:

$$\left. \begin{aligned} T &= 1983 \text{ V. } 1,268 \text{ EČ} \\ \omega &= 82,041^\circ \\ \Omega &= 82,280^\circ \\ i &= 96,465^\circ \\ q &= 0,46965 \text{ AU.} \end{aligned} \right\} 1950,0$$

IAUC 3803—3810 (B)

DALEŠÍ KANDIDÁTI NA ČERNÉ DÍRY

V polovině května t. r. oznámili N. E. White a F. E. Marshall (IAUC 3806), že při rentgenové přehlídce oblohy družicí HEAO-1 A2 bylo objeveno 6 zdrojů rentgenového záření s ultraměkkými X-spektry ($kT < 3$ keV), podobnými rentgenovým spektrům zdrojů považovaných za možné černé díry. Jde o tyto objekty: LMC X-3, LMC X-1, 4U 0142+61, H1743—32, 4U 1755—33 a 4U 1957+11.

První dva zdroje, nalézající se ve Velkém Magellanově oblaku, byly nezávisle identifikované jako možní kandidáti na černé díry na základě měření radiálních rychlostí.

H1743—32 byl dočasným zdrojem a 5 jiných podobných objektů (A0620—00, H1705—250, 4U 1543—47, A1524—62 a 4U 1630—47) mělo odpovídající ultraměkká rentgenová spektra.

Zdroje H0845—33, A1742—294 a 4U 1907+09 mají spektra podobná buď možným černým díram nebo rentgenovým pulsarům.

Rentgenová spektra těchto objektů jsou velmi odlišná od většiny galaktických zdrojů záření X a tak jsou naléhavě potřebná další pozorování, aby bylo možno objasnit povahu těchto objektů. J. B.

DALEŠÍ MILISEKUNDOVÝ PULSAR

V čísle 2/1984 (str. 40—41) jsme přinesli zprávu o objevu prvního milisekundového pulsaru 1937+215 v rádiovém zdroji 4C 21.53 a pak jsme o tomto objektu ještě dvakrát referovali [č. 4, str. 74; č. 6, str. 115]. V květnu t. r. oznámili V. Boriskoff, R. Buccheri a F. Fauci objev dalšího milisekundového pulsaru 300m radioteleskopem v Arecibo. Jde o podvojný rádiový pulsar ve zdroji záření gama 2C G065+1, v poloze (1950,0)

$$\alpha = 19^{\text{h}}53^{\text{m}}26,7'' \quad \delta = +29^{\circ}00'42''$$

Perioda pulsaru byla 3. dubna t. r. $P = 6,13369 \pm 0,000019$ ms, změna periody $dP/dt < 0,58 \cdot 10^{-15}$. Oběžná doba je 120 ± 4 dny, $a \cdot \sin i = (0,92 \pm 0,08) \cdot 10^7$ km, excentricita dráhy $e \sim 0$. IAUC 3806 (B)

ZEMĚTŘESENÍ 14. DUBNA V ČECHÁCH

Zemětřesení jsou v Čechách poměrně vzácným úkazem, protože toto území neleží v žádné seismicky aktivní oblasti. Avšak čas od času — průměrně asi jednou za 20 let — jsou v Čechách zemětřesení registrována. Jejich epicentra leží obvykle ve střední a východní oblasti Aip, příp. v jejich podhůří; zpravidla se projevují u nás jen slabšími otřesy. K posledním zemětřesení došlo v Čechách letos 14. dubna — hlášení o něm došla zvláště z Českých Budějovic, Krumlova a Plané nad Šumavou. K otřesům došlo v celé oblasti Jihočeského kraje, v menší míře i v Praze a v oblasti Středočeského kraje. Zemětřesení ze 14. dubna registrovaly seismické stanice Geofyzikálního ústavu ČSAV v Příhonicích u Prahy a v Kašperských horách; jeho epicentrum bylo v Rakousku, asi 20 km jižně od města Scheibbs, kde dosáhlo intenzity 5 stupňů Richterovy stupnice.

NOVÉ SUPERNOVY

J. Maza (Cerro El Roble) objevil na snímku, který exponoval s L. E. Gonzálezem 13. února supernovu, vzdálenou 16" výcho-

ně a 16" severně od jádra bezejmenné galaxie, jejíž poloha je

$$\alpha = 11^{\text{h}}51,7^{\text{m}} \quad \delta = -28^{\circ}47'$$

Supernova je zřejmě ve spojení se slabší interagující kompaktní galaxií. Na snímku z 13. února měla hvězda fotografickou jasnost 19^m, dodatečně byla nalezena i na negativu z 12. ledna t. r., kdy měla jasnost 18^m.

Na negativu exponovaném 15. února objevil L. E. González supernovu v bezejmenné galaxii, jejíž poloha je

$$\alpha = 3^{\text{h}}25,5^{\text{m}} \quad \delta = -55^{\circ}15'$$

Supernova byla 2" východně a 12" severně od jádra galaxie. V době objevu měla fotografickou jasnost 17,5^m, dne 10. března již jen 19,5^m.

Další supernovu objevil González na snímku z 12. března. Měla fotografickou jasnost 18,0^m a byla v centru slabé bezejmenné galaxie, jejíž poloha je

$$\alpha = 18^{\text{h}}37,2^{\text{m}} \quad \delta = -67^{\circ}05'$$

Na krymské stanici Šternbergova astronomického ústavu objevil 13. března Metlov supernovu 14. fotogr. velikosti v galaxii NGC 3044, jejíž souřadnice jsou

$$\alpha = 9^{\text{h}}51,1^{\text{m}} \quad \delta = +1^{\circ}48'$$

Supernova byla 25" východně a 10" jižně od jádra galaxie.

V nepravidelné galaxii NGC 4753 objevil nezávisle K. Okazaki [Japonsko] 4. dubna, R. Evans [N. J. Wales] 6. dubna a Cvetkov [SSSR] 9. dubna supernovu 13. vizuální jasnosti. Byla 40" jihozápadně od jádra galaxie v poloze

$$\alpha = 12^{\text{h}}49^{\text{m}}47,4^{\text{s}} \quad \delta = -0^{\circ}55'54''$$

Supernova byla pozorována také mezinárodní astronomickou ultrafialovou družicí IUE; podle spektrogramu, získaného 10. dubna v Bologni, šlo o supernovu I. typu. V maximu jasnosti byla zřejmě v druhé polovině března t. r.

Na negativu exponovaném L. E. Gonzálezem 6. dubna objevil M. Wischnjewsky supernovu v galaxii ESO 270—G05. Byla 18" západně a 10" jižně od jádra galaxie, jejíž poloha je

$$\alpha = 13^{\text{h}}18,7^{\text{m}} \quad \delta = -45^{\circ}40'$$

Fotografická jasnost hvězdy byla 18^m.

Wischnjewsky objevil na dalším snímku exponovaném Gonzálezem 14. dubna pravděpodobně supernovu 18. fotografické jasnosti. Byla 57" východně a 10" jižně od jádra galaxie NGC 7083, jejíž poloha je

$$\alpha = 21^{\text{h}}31,8^{\text{m}} \quad \delta = -64^{\circ}07'$$

Rektascenze a deklinace jsou uvedeny pro ekvinokcium 1950,0.

IAUC 3777—3794 (B)

NA OBĚŽNÉ DRÁZE CHALLENGER

S dvouapůlměsíčním zpožděním startoval 4. dubna 1983 ke svému prvnímu vesmírnému letu druhý letový exemplář raketoplánu NASA pojmenovaný Challenger. V celkovém pořadí šestý start tohoto nového transportního prostředku — po pěti startech Columbie — byl několikrát odložen pro zjištění materiálových závad (výskyt trhlinek v systému palivového rozvodu všech tří hlavních raketových jednotek raketoplánu).

Protí Columbií byla startovní hmotnost Challengeru snížena o 9300 kg. Poprvé bylo k letu použito lehčího typu velké vnější přídavné nádrže na pohonné hmoty; snížením počtu jejich výztuh, zeslabením stěn a zjednodušením její tepelné izolace došlo ke snížení hmotnosti okolo 3000 kg. Protože Challenger již nemá ve vybavení pilotní kabiny katapultovací křesla, mohla být odlehčena podlažní konstrukce kabiny, což rovněž znamenalo další snížení hmotnosti. Celkové úspory hmotnosti u tohoto druhého exempláře znamenají, že je schopen dopravit na okolozemskou dráhu asi o šest tun užitečného zatížení více než první raketoplán.

V pětidenním programu letu čekaly na čtyřčlennou posádku ve složení Paul Weitz, Karol Bobko, Story Musgrave a Donald Peterson především dva závažné úkoly: vypuštění telekomunikačního satelitu TDRS-1 a uskutečnění „vesmírné procházky“.

Telekomunikační družice TDRS-1 (Tracking and Data Relay Satellite) byla hlavním nákladem vneseným v nákladovém prostoru. Satelit o hmotnosti okolo 2,5 tuny je prvním ze tří spojových družic tohoto typu, které mají v budoucnosti sloužit k přenosu dat i k zajištění veškerých komunikací mezi družicemi i raketoplány s pozemskými středisky. Družice typu TDRS budou umístěny na geostacionární dráhu, odkud budou zprostředkovávat veškeré telekomunikace s určenými družicemi a pilotovanými raketoplány. Základní přijímací stanice na zemském povrchu byla vybudována na základně White Sands v Novém Mexiku. Uvedení do provozu této nové kosmické spojové sítě umožní NASA uzavřít většinu nynějšších pozemských sledovacích stanic mimo území Spojených států. Životnost družice TDRS má být minimálně 10 let a jedna družice tohoto typu bude schopna simultánně předávat k Zemi data z 20 družic.

Vypuštění TDRS-1 z nákladového prostoru šlo bez obtíží, avšak pro závalu v činnosti druhého stupně raketové jednotky IUS (Inertial Upper Stage) nebyla družice navedena na plánovanou geostacionární dráhu ve výši 35 880 km. Odborníci však doufají, že s pomocí vlastní raketové jednotky družice — na palubě TDRS-1 je

téměř 600 kg hydrazinu určeného pro stabilizaci na dané dráze — se jim může podařit navést družici na požadovanou dráhu. *TDRS-2* má být vypuštěna v červenci letošního roku a *TDRS-3* v roce 1984.

Dne 7. dubna uskutečnila dvojice letových specialistů S. Musgrave a D. Peterson čtyřhodinovou vycházku v otevřeném prostoru nákladové části raketoplánu. Program této vycházky měl být uskutečněn již při předchozím pátém letu raketoplánu, avšak pro technické problémy s novým typem skafandrů byl výstup do volného vesmíru odvolán. Při činnosti vně kabiny astronauti prověřovali systémy skafandrů, zkoušeli nové druhy vesmírného nářadí, prováděli vizuální inspekci vnější konstrukce raketoplánu a rovněž nacvičovali nouzové uzavírání dveří nákladového prostoru. Některé vesmírné práce byly přípravou na „opravářský“ let k družici Solar Maximum Mission; při třináctém letu raketoplánu se v roce 1984 mají astronauti pokusit opět uvést do činnosti výše zmíněnou vědeckou družici, která v roce 1980 přestala nedlouho po startu fungovat.

První let Challengeru byl především technickým letem. Proto na palubě bylo uskutečněno jen několik experimentů z oblasti biologie, materiálových výzkumů a atmosférických pozorování. Větší pozornost byla věnována sledování zdravotního stavu posádky — letový specialista S. Musgrave je lékařem. NASA totiž oznámila, že při prvních letech raketoplánu přibližně asi polovina astronautů trpěla v prvních dnech nevolnostmi — jedná se o vesmírnou verzi pozemské „mořské nemoci“. Nevolnosti způsobené počátečním pobytem v beztíži netrvají sice většinou déle než dva či tři dny, ale s ohledem na krátkodobé lety raketoplánů dokáží výrazně narušit celkový program činnosti posádky. Z tohoto důvodu jsou proto do dalších posádek zařazování letovní specialisté — lékaři.

Challenger přistál dne 9. dubna na základně Edwards v Kalifornii po 120 hodinách a 54 minutách letu. Šlo o předposlední plánované přistání na této základně, v září letošního roku zde má při devátém letu přistát posádka Columbie s laboratoří Spacelab, další přistání Challengeru se již mají uskutečnit na místě startu, na floridském kosmodromu. 1H

ODCHYLKY ČASOVÝCH SIGNÁLŮ V DUBNU 1983

Den	UT1-UTC	UT2-UTC
5. IV.	-0,0456 ^s	-0,0294 ^s
10. IV.	-0,0616	-0,0434
15. IV.	-0,0756	-0,0553
20. IV.	-0,0887	-0,0664
25. IV.	-0,1012	-0,0770
30. IV.	-0,1137	-0,0878

Vysvětlení k tabulce viz *ŘH* 64, 14; 1/1983. V. Ptáček

Mapy a seznamy objektů souhvězdí otiskujeme v *Říši hvězd* již od roku 1981, v polovině příštího roku seriál skončí. Na žádost četných čtenářů jsou na str. 152 a 153 schematicky znázorněna jednotlivá souhvězdí severní oblohy a v přehledu uvádíme abecedně (podle českých názvů souhvězdí), v kterém čísle byly mapy souhvězdí a seznamy objektů otištěny; kde není tento údaj uveden, mapy a seznamy budou uveřejněny v dalších číslech a čtenáři si mohou údaje dodatečně doplnit.

Mapy a seznamy objektů souhvězdí viditelných na 50° s. š. s polohami pro ekvinoxium 1975,0, které na pokračování otiskujeme v *Říši hvězd*, obsahují

hvězdy do 4,5^m podle katalogu *FK 4* (souřadnice) a stálé části publikace *Astronomičeskij kalendár* (fyzikální údaje); dvojhvězdy jsou uvedeny, pokud vzdálenost složek je větší než 2" a složky jsou jasnější než 5,0^m (jasnější složka) a 8,1^m (slabší složka),

proměnné hvězdy v maximu jasnější než 8,0^m podle *Katalogu peremennych zvezd*, radianty význačných meteorických rojů, ostatní objekty podle *The Revised New General Catalogue of Nonstellar Astronomical Objects* do magnitudy [zaokrouhleno na bližší polovinu hv. vel.]: 10,0^m u galaxií a mlhovin, 9,0^m u kulových hvězdokup a 8,0^m u otevřených hvězdokup; jsou však uvedeny všechny objekty *Messierova katalogu*.

V tabulkách hvězd je uvedeno číslo hvězdy v *Bossově General Catalogue (GC)*, označení pořadí v souhvězdí číslem nebo řeckým písmenem a latinskou zkratkou souhvězdí, rektascenze α a deklinace δ , vizuální hvězdná velikost m , vlastní (roční) pohyb v rektascenzi μ (α) a deklinaci μ (δ), spektrum podle *harvardského třídění* a luminozitní třída, radiální rychlost R , paralaxa π . V poznámkách značí D dvojhvězdu, s spektroskopickou dvojhvězdu, v proměnnou hvězdu.

U dvojhvězd je uvedeno číslo *GC*, označení hvězdy, souřadnice, vizuální hvězdná velikost soustavy a složek, poziční úhel P , vzdálenost složek d v obl. vteřinách, rok měření E (nebo výstřednost $[e]$, velká poloosa dráhy $[a]$ v obl. vteřinách a oběžná doba $[P]$ v rocích). Údaje jsou podle katalogu *k Atlasu Coeli 1950,0*.

Proměnné hvězdy jsou značeny třemi způsoby: plný kotouček se soustředným kroužkem značí proměnné, které v maximu i minimu jsou jasnější než 5^m a rozdíl mezi maximem i minimem lze zachytit různou velikostí kotoučků hvězd podle magni-

HVĚZDY

GC	Název	<i>m</i>	α (1975,0)	μ (α) (10 ⁻³) s	δ (1975,0)	μ (δ) (10 ⁻³)''	Sp	π (10 ⁻³)''	<i>R</i> km/s	Pozn.
20550	2 <i>f</i> Lup	4,33	15h16,3m	-1	-30°03'	-15	K0 II	12±9	-4	
20643	φ_1 Lup	3,56	15 20,2	-8	-36 10	-69	K5 III	8±10	-29,4	
21281	5 χ Lup	3,95	15 49,4	-1	-33 33	-36	A0 III-IV	12	-18v	s
21478	η Lup	3,41	15 59,0	-2	-38 19	-36	B2 V	8 dyn	+7	D
21625	θ Lup	4,23	16 04,9	-2	-36 44	-37	B2n V	5	+14,6	
21398	5 ρ Sco	3,86	15 55,3	-1	-29 09	-26	B2 V	5	+2,8	
21447	6 π Sco	2,91	15 57,3	-1	-26 03	-32	B1 V+B2	5±10	-3v	s
21489	7 δ Sco	2,32	15 58,9	-1	-22 33	-30	B0 V	11	-14v	
21593	$\xi_{1,2}$ Sco	4,17	16 03,4	-4	-11 18	-36	F5 IV	36±4	-29,4	D, s
21609	8 β_1 Sco	2,59	16 04,0	0	-19 44	-26	B0,5 V+B2 V	4±8	-6,6v	D, s
21639	9 ω Sco	3,97	16 06,0	-1	-20 36	-29	B1 V	4	-4v	
21773	14 ν Sco	4,01	16 10,6	-1	-19 24	-30	B2 IV-V	20±8	-7v	D, s
21982	20 σ Sco	2,88	16 19,7	-1	-25 32	-28	B1 III	9	-0,4v	s, v
22157	21 α Sco	0,91	16 27,9	-1	-26 23	-28	M1 Ia+dB4	19±6	-3,2v	D, s, v
22195	<i>N</i> Sco	4,23	16 29,7	-1	-34 39	-22	B2 III	5	+0,4v	
22303	23 τ Sco	2,81	16 34,3	-1	-28 10	-28	B0 V	14±10	+3,5	
22311	<i>H</i> Sco	4,16	16 34,8	+2	-35 12	-4	gK6	16±10	+2,1v	
22640	26 ϵ Sco	2,29	16 48,5	-49	-34 15	-256	K2,5 III	49±12	-3	
22677	μ_1 Sco	3,03	16 50,2	-1	-38 00	-30	B1,5 V	11	-25v	s, v
22691	μ_2 Sco	3,56	16 50,7	-1	-37 59	-28	B2 IV	4	+2v?	
23693	34 ν Sco	2,68	17 29,1	0	-37 17	-39	B3 Ib	10	+18v?	s
23769	35 λ Sco	1,63	17 31,9	0	-37 05	-31	B1 V	12	0v	
23846	<i>Q</i> Sco	4,29	17 34,9	-1	-38 37	-204	K0 II	12±9	-48,8v	
23988	ν Sco	2,41	17 40,8	-1	-39 01	-28	B2 IV	9	-10v	
24188	<i>G</i> Sco	3,20	17 48,1	+5	-37 02	+28	K1 III	32±11	+24,7	
23451	42 θ Oph	3,26	17 20,5	0	-24 59	-25	B2 IV	8	-4v	
23597	44 <i>b</i> Oph	4,16	17 24,8	-1	-24 09	-123	A9 V	43±9	-37,2	
23627	45 <i>d</i> Oph	4,27	17 25,8	+1	-29 51	-147	F5 IV	15±9	+38	

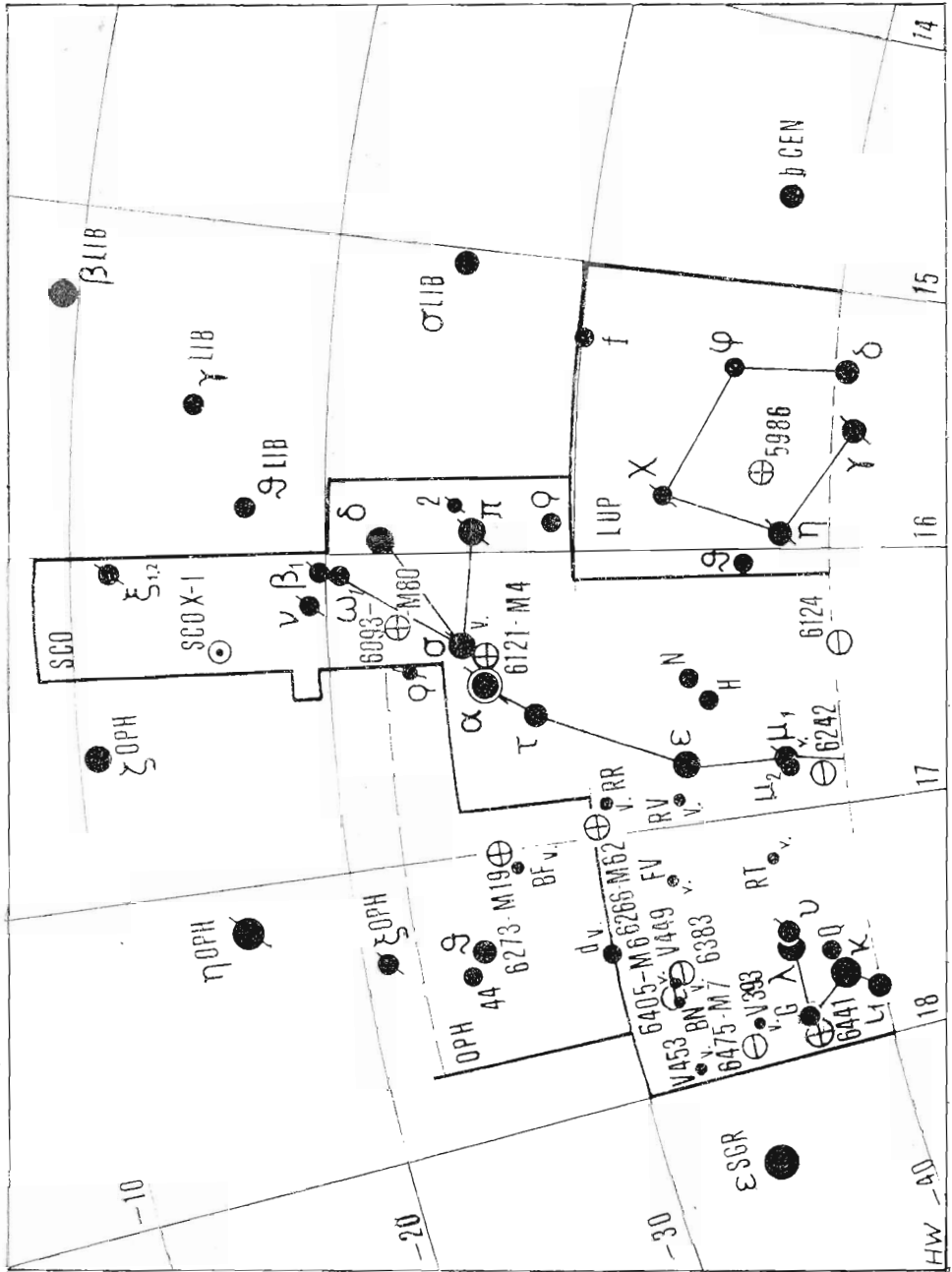
DVOJHVĚZDY (slabší 4,5 m)

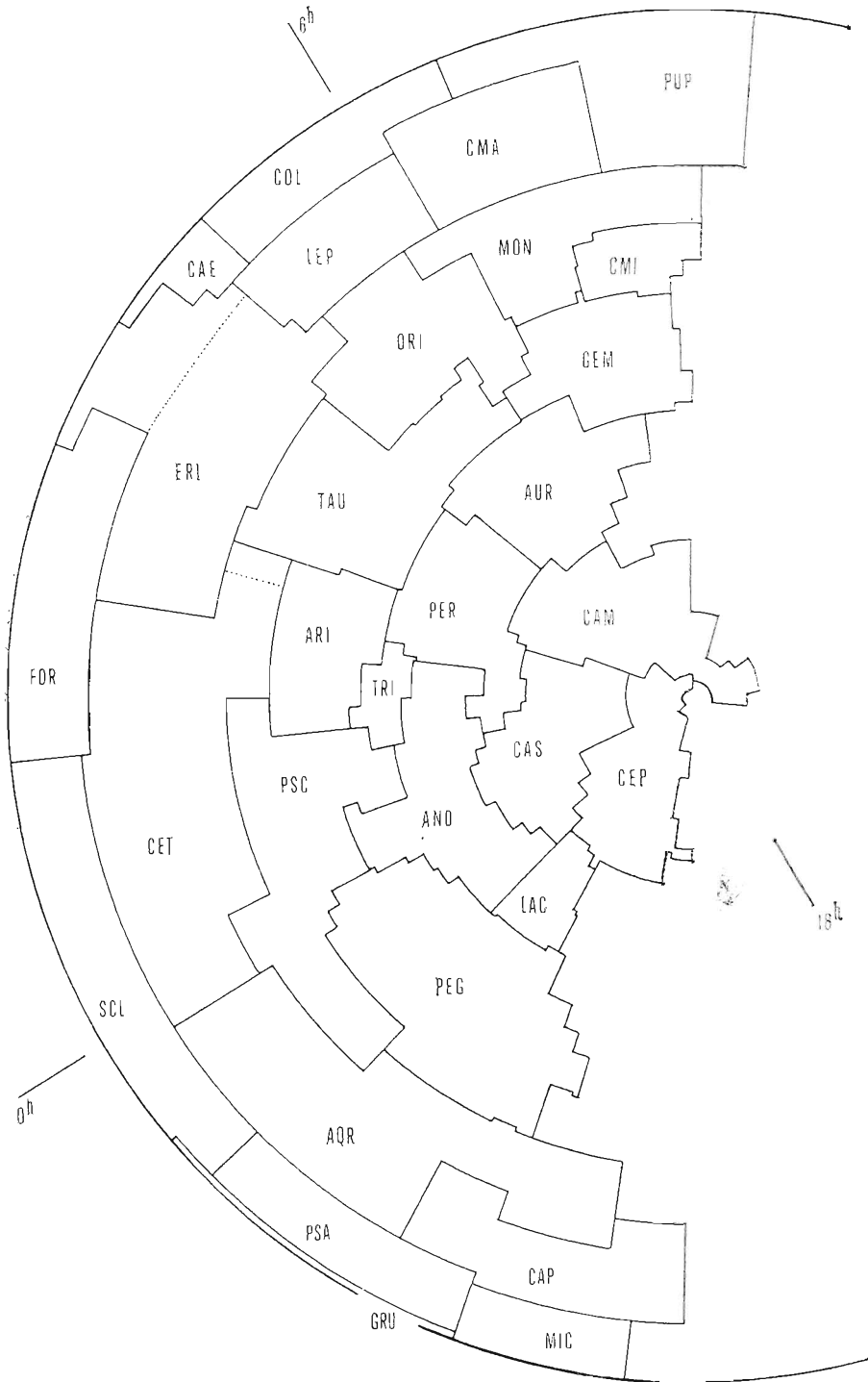
GC	Název	α (1975,0)	δ (1975,0)	<i>m</i>	<i>m</i> ₁	<i>m</i> ₂	<i>p</i>	<i>d</i>	<i>E</i>
21329	2 Sco	15h52,1m	-25°15'	4,66	4,8	7,3	272°	2,5''	1938
22078-9	ρ Oph	16 24,1	-23 23	4,76	5,92	5,22	347	3,5	1945

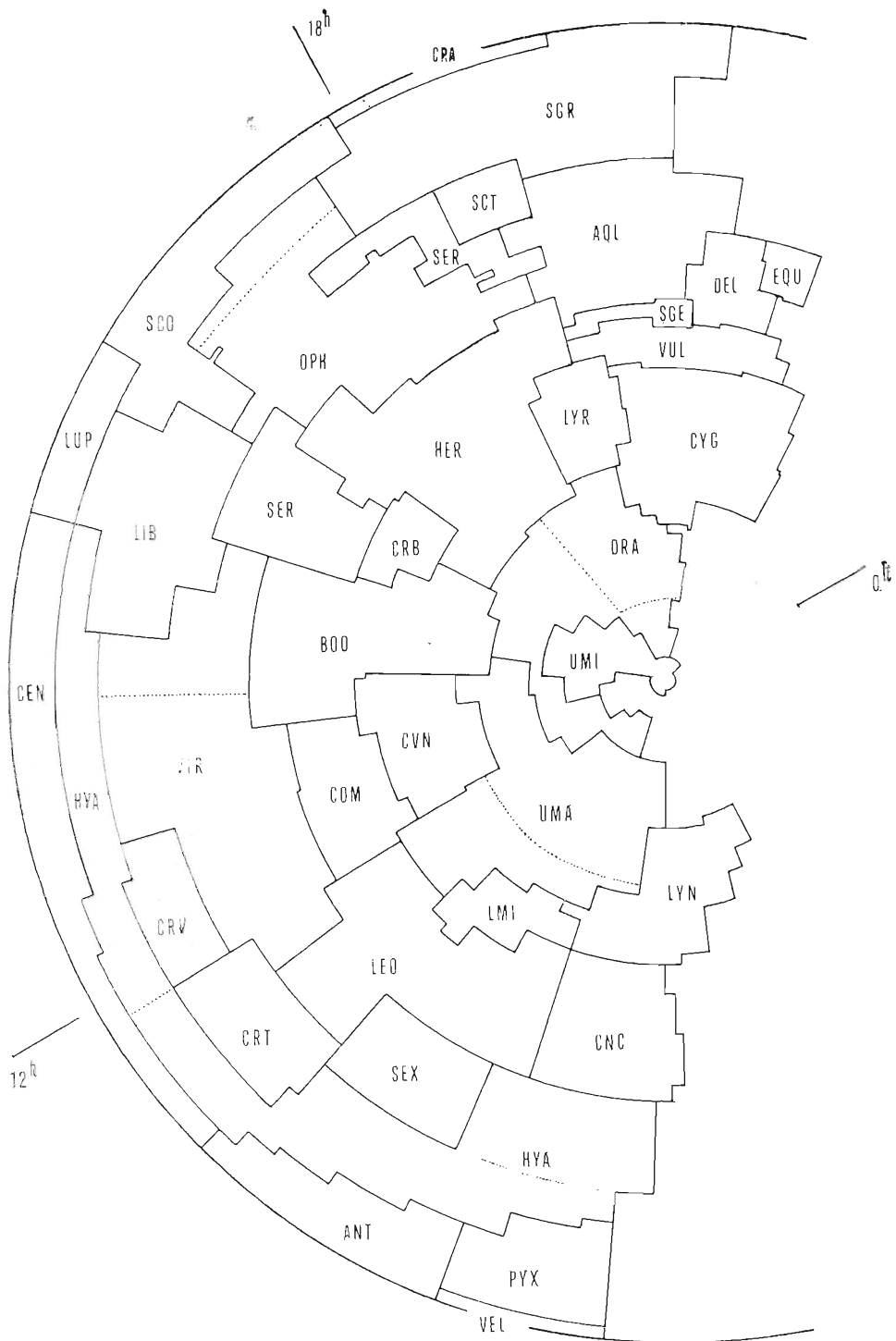
PROMĚNNÉ HVĚZDY

Název	α (1975,0)	δ (1975,0)	max.	min.	Perioda (dny)	Typ	Spektrum
σ Sco	16h19,7m	-25°32'	3,0p	3,8p	0,2468	β C	B1 III
α Sco	16 27,9	-26 23	0,9v	1,8v	1733	SRc	M1 Ib
μ_1 Sco	16 50,2	-38 00	3,0p	3,28p	1,4403	EB	B1,5 V
RR Sco	16 55,0	-30 33	5,0v	12,4v	279,74	M	M5e - M8e
RV Sco	16 56,7	-33 35	7,22p	8,4p	6,0613	C δ	F5 - G5
RT Sco	17 01,8	-36 53	7,0v	< 14,6v	448,02	M	M6e - M7e
FV Sco	17 12,1	-32 50	7,9p	8,6p	5,7279	EA	B9
V449 Sco	17 35,4	-32 07	7,0p	7,6p		?	A2 V
BM Sco	17 39,3	-32 12	6,8p	8,7p		SR	K0
V393 Sco	17 47,1	-35 03	7,7p	8,6p	7,7125	EA	B9
V453 Sco	17 54,6	-32 29	6,5p	7,0p	12,0042	EB	B0 se
BF Oph	17 04,5	-26 45	7,54p	8,4p	4,0678	C δ	F8 - K2

D... dvojhvězdy, *KH*... kulové hvězdokupy, *OH*... otevřené hvězdokupy, *M*... mlhce viny, *RZ*... rádiové zdroje, *RT*... radianty rojů, *G*... galaxie, *v*... značení proměnných hvězd u plných kotoučků.







Český název	Zkratka	ŘH (číslo/ rok)	Český název	Zkratka	ŘH (číslo/ rok)	Český název	Zkratka	ŘH (číslo/ rok)
Andromeda	And		Kentaur	Cen	4/82	Rys	Lyn	2/82
Beran	Ari	1/82	Kompas	Pyx	3/82	Severní koruna	CrB	6/82
Bliženci	Gem	1/83	Koníček	Equ	8/81	Sextant	Sex	
Býk	Tau	12/82	Kozoroh	Cap	9/82	Sochař	ScI	
Cefeus	Cep		Labuť	Cyg	9/81	Střelec	Sgr	7/82
Delfín	Del	8/81	Lev	Leo	4/81	Šíp	Sge	8/81
Drak	Dra		Lištička	Vul		Štír	Sco	7/83
Drobnohled	Mic	9/82	Lodní záď	Pup	3/83	Štít	Sct	8/81
Eridanus	Eri		Lyra	Lyr		Trojúhelník	Tri	1/82
Had	Ser	6/83	Malý lev	LMi	5/83	Váhy	Lib	6/81
Hadonoš	Oph	7/81	Malý medvěd	UMi		Velká medvědice	UMa	4/83
		7/83	Malý pes	CMi	2/81			5/83
Havran	Crv	5/81	Orel	Aql	8/81	Velký pes	CMa	3/83
Herkules	Her	8/82	Orion	Ori	1/81	Velryba	Cet	11/82
Holubice	Col	3/83	Panna	Vir	5/81			12/82
Honitci psi	CVn	5/82			6/81	Vlas		
Hydra	Hya	3/81	Pastýř	Boo	6/82	Bereničin	Com	5/82
		3/82	Pec	For		Vlk	Lup	7/83
		4/82	Pegas	Peg	10/81	Vodnář	Aqr	10/82
Jednorožec	Mon	2/81	Perseus	Per	1/82	Vozka	Aur	12/81
Jeřáb	Gru	9/82	Plachty	Vel	3/82	Vývěva	Ant	3/82
Ještěrka	Lac	9/81	Pohár	Crt	3/82	Zajíc	Lep	1/81
Jižní koruna	CrA	7/82	Rak	Cnc	3/81	Zírafa	Cam	2/83
Jižní ryba	PsA	9/82	Ryby	Psc	11/81			
Kastorjeja	Cas		Rydlo	Cae				

DALŠÍ OBJEKTY

NGC	M	α (1975,0)	δ (1975,0)	Druh
5986	—	15h44,4m	-37°42'	KH
6093	80	16 15,6	-22 56	KH
(Sco X 1)	—	16 18,5	-15 34	RZ*
6121	4	16 22,1	-26 27	KH
6242	—	16 53,9	-39 27	OH
6266	62	16 59,7	-30 05	KH
6273	19	17 01,0	-26 13	KH
6383	—	17 33,0	-32 34	OH
6405	6	17 38,4	-32 12	OH
6441	—	17 48,5	-37 02	KH
6475	7	17 52,3	-34 48	OH

* rentgenový zdroj

tuč, kroužek s bílou výplní značí proměnné v maximu do 5^m s minimem slabším, plný kotouček s písmenem v značí proměnné slabší 5^m nebo ty, u kterých nelze rozdílit maxima a minima graficky vyjádřit naší stupnicí hvězdných velikostí. Tabulka obsahuje označení proměnné, její souřadnice, vizuální (*v*), fotografickou (*p*), fotovizuální (*pv*) nebo fotoelektrickou (*pe*) hvězdnou velikost v maximu a minimu, periodu ve dnech, spektrum [popřípadě luminozitní třídu], typ podle katalogu Obščij katalog peremennych zvezd (Kukarkin, Parenago, 1958).

U dalších objektů je uváděno číslo NGC podle R^{NGC}, popřípadě číslo Messierova katalogu M, souřadnice a označení druhu objektu podle legendy pod obrázkem.

O. Hlad, J. Weiselová

Z lidových hvězdáren a astronomických kroužků

DEMONŠTRAČNĚ SLNEČNĚ HODINY

Slnečné hodiny patria medzi najstaršie časomerné prístroje (ŘH 60, č. 7—11/1979). Kedysi slúžili výhradne len pre astronómov, no neskoršie ich používanie sa rozšírilo natoľko, že slnečné hodiny zdobili nielen veľké verejné budovy, ale i skoro každé súkromné budovy. Bola doba, kedy veľkosť a tvar slnečných hodín bol akýmsi meradlom a symbolom vyjadrujúcim výsostnosť a zámožnosť tej ktorej rodiny. Preto konštruovali a zhotovovali čo najväčšie, čo najkrajšie a samozrejme čo najdrahšie slnečné hodiny.

Prudkým rozvojom slnečných hodín vzniklo aj nové remeslo — konštruktéri a stavbári slnečných hodín všetkých typov a druhov. Stavba niektorých viacúčelových a veľmi zložitých slnečných hodín svedčí aj o tom, že ich tvorcovia sa vyznačovali nielen veľkou zručnosťou, ale dokonale sa vyznali v sférickej astronómii, matematike a geometrii.

Okrem veľkých slnečných hodín konštruovali aj malé, ba dokonca aj prenosné, tzv. cestovné, alebo vreckové slnečné hodiny. Zhotovovali ich z mosadze, striebra, zlata, ale i zo slonoviny. Niektoré z nich

boli skutočným vrcholom umeleckého die-
la.

Po vynáleze presných mechanických hodín boli slnečné hodiny zatlačené do pozadia a prestali ich používať ako časomer-
né prístroje. Ponechali sa len ako histo-
rická kultúrna pamiatka, alebo ako exklu-
zívna dekorácia priečelia budovy, väčšinou
kaštieľov, kostolov a pod.

Aj v galantskom okrese bolo v minulosti
niekoľko zaujímavých slnečných hodín, bo-
hužiaľ, ktoré boli postupne zničené a od-
straňované v priebehu niekoľkonásobnej
prestavby kaštieľov a kostolov a to tak
v minulosti, ako i v súčasnosti.

V galantskom okrese aktívne pracuje viac
ako 40 astronomických krúžkov, preto je
len samozrejme, že rapídne rástol záujem
o slnečné hodiny. Okresný astronomický
kabinet v Galante preto vydal niekoľko
druhov pomôčok na zhotovovanie jedno-
duchých prenosných slnečných hodín a vy-
dal tiež podrobný návod na zhotovenie veľ-
kých nástenných slnečných hodín.

Na základe týchto metodických materiá-
lov v rokoch 1976—1977 Ján Kovács, učiteľ
fyziky a dlhoročný vedúci astronomického
krúžku, za aktívnej spoluúčasti členov krúž-
ku konštruovali a zhotovili veľké nástenné
slnečné hodiny na priečelí novej školskej
budovy v Diakovciach. Slnečné hodiny
okrem toho, že ukazujú pravý miestny
slnečný čas, sú zaujímavou dekoráciou prie-
čelia budovy novej školy a slúžia aj ako
dôležitá učebná pomôcka vo vyučovaní fy-
ziky, zemepisu a astronómie (viď 3. str.
obálky).

Ukazovateľ týchto slnečných hodín má
dĺžku 160 cm, vonkajší priemer číselníku
je 122,5 cm, jeho šírka 20 cm, vzdialenosť
bodú upevnenia ukazovateľa hodín od dol-
ného konca dátumovej stupnice je 350,7 cm
a dĺžka z hliníkového pásu vyrobenej dá-
tumovej stupnice je 196 cm.

A teraz niekoľko slov aj o funkcií slneč-
ných hodín v Diakovciach: Slnečné hodiny
ukazujú dosť presne pravý miestny slnečný
čas, pri kulminácii na jednej stupnici ko-
niec ukazovateľa ukazuje približný dátum
v roku [deň, mesiac] a časovú rovnicu,
ďalej možno odčítať dátum jarnej a jesen-
nej rovnodennosti a letného a zimného
slnovratu. Uvedené slnečné hodiny plánujú
doplniť ešte štylizovanými znakmi zvierat-
níkových súhvezdí, aby bolo možno určiť
aj súhvezdie, v ktorom sa Slnko práve
zrzuje.

Nakoľko je známa zemepisná dĺžka a
časová rovnica, členovia krúžku dokážu
veľmi rýchlo v pamäti prepočítať pravý
miestny slnečný čas na stredný miestny
slnečný čas a tento po odpočítaní stálej
časovej opravy na rozdiel medzi stredo-
európskym a miestnym poludníkom na stre-
doeurópsky čas. Toto prepočítavanie čle-
nom krúžku netrvá ani 1 minútu!

Nakoľko táto učebná pomôcka v praxi
sa veľmi osvedčila a ďalej okrem toho, že
slúži ako užitočná učebná pomôcka, je aj
zaujímavou dekoráciou priečelia školskej
budovy, preto vrele doporučujeme a prop-
agujeme zhotovenie podobných demon-
štračných slnečných hodín aj inde.

Ivan Molnár

Úkazy na obloze v zári 1983

Slunce vychází 1. zári v 5^h14^m, zapadá
v 18^h45^m. Dne 30. zári vychází v 5^h57^m,
zapadá v 17^h42^m. Během zári se zkrátí dél-
ka dne o 1 h 46 min a polední výška
Slunce nad obzorem se zmenší o 11°, ze
48° na 37°. Dne 23. zári vstupuje v 15^h42^m
Slunce do znamení Vah; v tento okamžik
je podzimní rovnodennost a začíná astro-
nomický podzim.

Měsíc je 7. IX. ve 3^h36^m v novu, 14. IX.
ve 3^h25^m v první čtvrti, 22. IX. v 7^h37^m
v úplňku a 29. IX. ve 21^h06^m v poslední
čtvrti. Přizemím prochází Měsíc 6. zári, od-
zemím 18. zári. Během zári dojde k těmto
konjunkcím Měsíce s planetami: dne 5. IX.
ve 4^h s Marsem a v 15^h s Venuší, 10. IX.
v 8^h se Saturnem, 12. IX. v 19^h s Jupiterem
a ve 22^h s Uranem, 14. IX. v 15^h s Neptu-
nem. Při konjunkci Měsíce s Jupiterem 12.
zári nastane zákryt planety Měsícem, třetí
v letošním roce (poslední, čtvrtý, nastane
10. října, ale ten nebude u nás prakticky
pozorovatelný). Začátek zákrytu Jupitera
(vstup) 12. zári bude v Praze v 19^h39,2^m;
pro jiná místa nalezneme, příp. můžeme
vypočítat čas vstupu podle údajů v Hvěz-
dářské ročence 1983. Konec zákrytu (vý-
stup) nebude u nás pozorovatelný.

Merkur je počátkem měsíce na západní
obloze, ale zapadá 1. zári již v 19^h00^m, te-
dy pouze 1/4 h po západu Slunce, takže
není pozorovatelný. Dne 15. zári je v dolní
konjunkci se Sluncem, po níž se objeví na
ranní obloze. Dne 20. zári vychází v 5^h00^m
(tedy asi 3/4 h před východem Slunce),
30. zári již ve 4^h15^m (v 5^h30^m, tedy asi
1/2 h před východem Slunce bude asi 11°
nad východním obzorem). Dne 1. zári je
jasnost Merkura 1,0^m, 20. zári 2,0^m a 30.
zári -0,1^m. Dne 1. a 24. zári je Merkur
stacionární a 1. října v největší západní
elongaci (18° od Slunce). Nejbliže Zemi
(0,64 AU) je Merkur 13. zári, nejbliže Slun-
ci 30. zári (0,31 AU).

Venuše je po dolní konjunkci se Sluncem
z 25. srpna v zári na ranní obloze. Počát-
kem měsíce vychází ve 4^h40^m, tedy pouze
asi 1/2 h před východem Slunce, koncem
zári již ve 2^h31^m. Jasnost Venuše se během
zári zvětšuje z -3,4^m na -4,3^m. Planeta
bude dobře viditelná v druhé polovině mě-
síce ráno nad východním obzorem. Dne

14. září je Venuše stacionární a současně v konjunkci s Marsem (Venuše bude 9° jižně od Marsu).

Mars se v září pohybuje souhvězdími Raká a Lva a bude viditelný na ranní obloze. Počátkem měsíce vychází ve 2^h41^m, koncem září ve 2^h30^m. Má jasnost 2,0^m až 1,9^m. Dne 28. září ve 22^h dojde ke konjunkci Marsu s Regulem, při níž bude planeta asi 1° severně od hvězdy.

Jupiter je v souhvězdí Štíra. Je pozorovatelný jen zvečera, protože počátkem září zapadá ve 21^h42^m, koncem měsíce již v 19^h59^m. Dne 24. září ve 23^h nastává konjunkce Jupitera s Uranem. Během září se jasnost Jupitera zmenšuje z -1,7^m na -1,5^m.

Saturn je v souhvězdí Panny a je pozorovatelný jen krátce po západu Slunce. Počátkem září zapadá ve 20^h34^m, koncem měsíce již v 18^h45^m (tedy jen asi 1 h po západu Slunce). Saturn má v září jasnost 0,9^m.

Uran je v souhvězdí Štíra a je, podobně jako Jupiter, pozorovatelný jen zvečera. Počátkem měsíce zapadá ve 21^h46^m, koncem měsíce již v 19^h54^m. Uran má jasnost asi 5,9^m.

Neptun je v souhvězdí Střelce na večerní obloze. Počátkem září zapadá ve 23^h10^m, koncem měsíce již ve 21^h17^m. Neptun má jasnost asi 7,7^m. Dne 8. září je Neptun stacionární.

Pluto je v souhvězdí Panny a protože se blíží do konjunkce se Sluncem, která nastane 23. října, není již v září ve vhodné poloze k pozorování. Zapadá večer, počátkem měsíce ve 21^h52^m, koncem září již v 19^h59^m. Pluto má jasnost asi 14,5^m. Pluto je i v září blíže Slunci než Neptun, ale od Země dále než tato planeta. V polovině měsíce je vzdálenost Neptuna od Slunce 30,26 AU, Pluta 29,86 AU, vzdálenost Neptuna od Země je 30,16 AU, Pluta 30,63 AU.

Planetky. V září dojde ke konjunkcím planetek (6) Hebe a (4) Vesta s jasnějšími hvězdami. Hebe (9,8^m) se přiblíží 4. IX. ve 13^h na 26' jižně k hvězdě ν Serpentis (4,4^m) a 21. IX. ve 22^h na 12' jižně ke hvězdě ξ Serpentis (3,6^m). Vesta projde 8. září ve 2^h jen 2' severně od hvězdy 115 Tauri (5,3^m); jasnost Vesty je 8,2^m.

Meteory. V září není v činnosti žádný hlavní meteorický roj, z vedlejších mají maximum činnosti β Perseidy kolem 20. září, jižní Piscidy 21. září, \times Aquaridy 22. září, π Orionidy kolem 24. září a Sextantidy 28. září. Podrobnosti nalezneme ve Hvězdářské ročence 1983 (str. 128).

Všechny časové údaje v tomto přehledu jsou uvedeny v čase středoevropském. Jak známo, letní čas u nás letos platí do 24. září, od 25. září je v platnosti opět čas středoevropský. Časové okamžiky východů a západů Slunce a planet platí pro průsečík 15° poledníku východní délky od Gr. a 50° rovnoběžky severní zeměpisné šířky.

J. B.

OBSAH

J. B. Zeldovič: Relativistická astrofyzika a teorie gravitace — J. Grygar: Žeň objevů 1982 — J. Bouška: Kometa IRAS — Araki—Alcock (1983d) — H. Nováková: Prázdný prostor v Bootu už zase vyplněn? — Úkazy na obloze v září 1983

СОДЕРЖАНИЕ

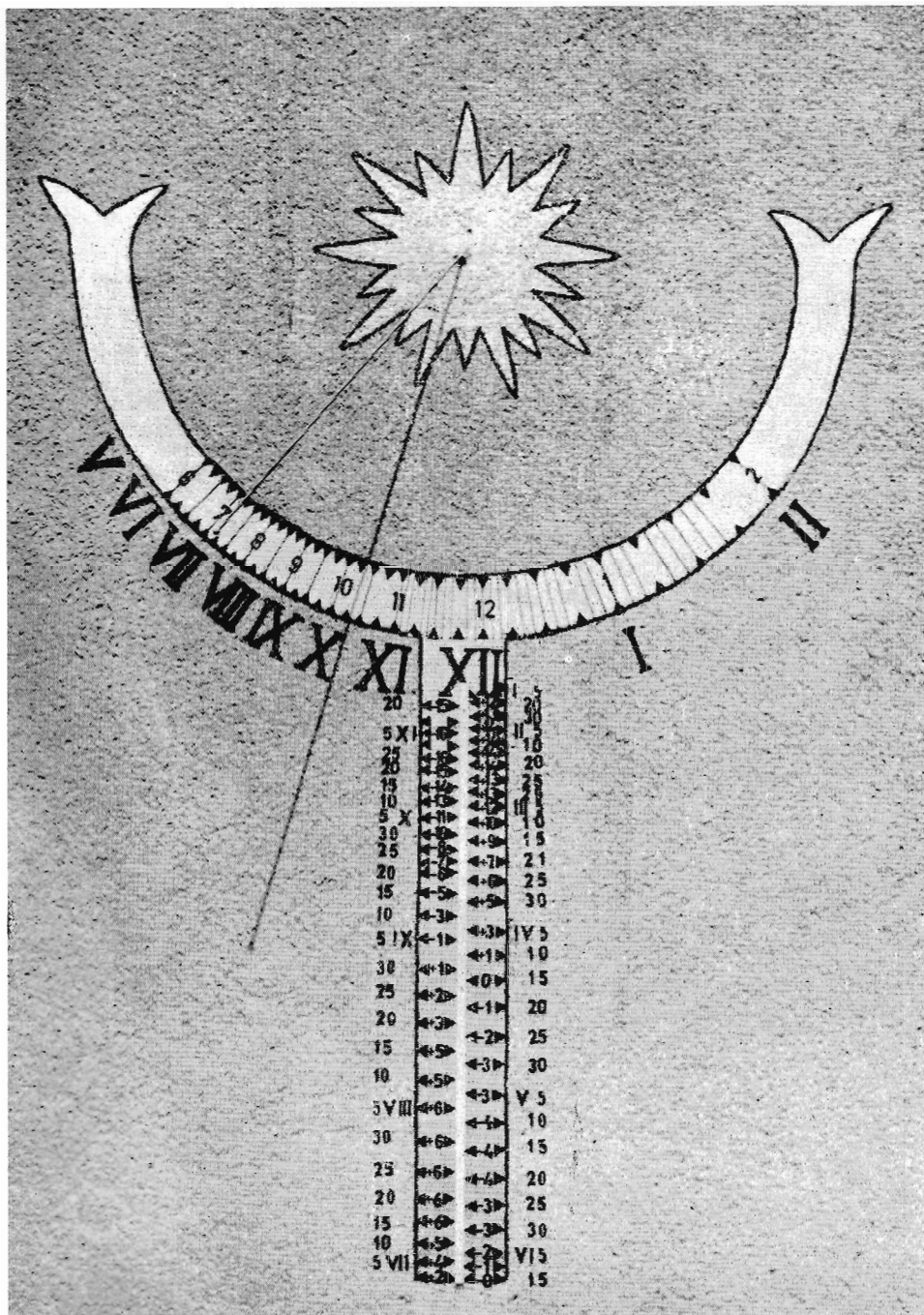
Я. Б. Зельдович: Релятивистская астрофизика и теория тяготения — Й. Грыгар: Успехи астрономии в 1982 г. — Й. Боушка: Комета 1983d — Г. Новакова: Пустое пространство в Волопасу опять заполнено — Явления на небе в сентябре 1983

CONTENTS

J. B. Zeldovich: Relativistic Astrophysics and Gravitation Theory — J. Grygar: Highlights in Astronomy in the Year 1982 — J. Bouška: Comet IRAS—Araki—Alcock (1983d) — H. Nováková: Empty Space in Bootes is Full Again — Phenomena in September 1983

ISSN 0035-5550

Říší hvězd řídí redakční rada: Doc. Antonín Mrkos, CSc. [předseda redakční rady]; doc. RNDr. Jiří Bouška, CSc. (výkonný redaktor); RNDr. Jiří Grygar, CSc.; prof. Oldřich Hlad; člen korespondent ČSAV RNDr. Miloslav Kopecný, DrSc.; ing. Bohumil Maleček, CSc.; RNDr. Jan Štohl, CSc.; technická redaktorka Věra Suchánková. — Vydává ministerstvo kultury ČR v nakladatelství a vydavatelství Panorama, Hálkova 1, 120 72 Praha 2. — Tisknou Tiskařské závody, n. p., závod 3, Slezská 13, 120 00 Praha 2. — Vychází dvanáctkrát ročně, cena jednotlivého čísla Kčs 2,50, roční předplatné Kčs 30.—. Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS — ÚED Praha. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, závod 01, administrace vývozu tisku, Kafkova 19, 160 00 Praha 6. — Příspěvky, které musí vyhovovat pokynům pro autory (viz ŘH 64, 24; 1/1983) přijímá redakce Říše hvězd, Švédská 8, 150 00 Praha 5. Ručopisy a obrázky se nevracejí. — Toto číslo bylo dáno do tisku 7. června, vyšlo v červenci 1983.



Slnéčné hodiny na budove základnej školy v Diakovciach. Autorom je J. Kovács, foto I. Molnár. (K článku na str. 154–155.)

Na 4. str. obálky je kometa IRAS–Araki–Alcock. Dvacetiminutová expozícia v noci 9./10. V. 1983 na hviezdárňe na Kleti ukazuje rozsáhlou kómu. (Foto A. Mrkos)

