

5 * 1984

2,50 Kčs

ŘÍŠE HVĚZD





Halleyova kometa fotografovaná 29. května 1910 astrografem o průměru objektivu 25 cm, expozice 1 h 57 min (Yerkesova hvězdárna). — Na 1. str. obálky je počítačem zpracovaný obraz P/Halley ze 4 negativů exponovaných 25. května 1910 (Helwan — IHW).

Osamocení jedinec sotva může dnes ve vědě dosáhnout pronikavějšího úspěchu a ještě méně může své dílo rozvinout do širě a postarat se o jeho úspěšnou cestu světem.

J. Heyrovský

Vladimír Vanýsek

Naše účast na výzkumu Halleyovy komety

Halleyova kometa, jejíž příští průchod perihelem nastane 9. února 1986, je předmětem intenzivního, mezinárodně organizovaného výzkumu pozemskými i kosmickými metodami. První pozemská pozorování v kampani byla vykonána v říjnu až prosinci 1982 po znovuobjevení komety dne 16. října 1982. Tato pozorování umožnila především upřesnění dráhových elementů (budou patrně možná ještě v letech 1989 až 1990). Nejdůležitější období je však od září 1985 do května 1986.

Poslední návrat Halleyovy komety na jaře roku 1910 vzbudil velkou pozornost veřejnosti. Tehdy byla vzájemná poloha Slunce, Země a komety mnohem příznivější pro pozorování v našich zeměpisných šířkách. V roce 1985/86 však bude situace příznivější pro pozorování z jižní polokoule. V době průchodu perihelem bude kometa nepozorovatelná, neboť bude prakticky skryta za Sluncem. V našich krajinách bude snadno sledovatelná v podzimních měsících 1985 středními a později i menšími dalekohledy až do prvních dnů ledna 1986. Koncem března 1986 bude snad u nás viditelný chvost nad jižním obzorem a pak již jen jako slabý objekt v dubnu se kometa pozvolna ztratí z dosahu menších astronomických přístrojů. V našich zeměpisných šířkách bude tedy hlavní kampaň pozemských pozorování končit počátkem ledna 1986.

Kosmický výzkum Halleyovy komety se uskuteční čtyřmi sondami v první polovině března 1986, kdy bude kometa v blízkosti sestupného uzlu své dráhy.

Za posledních několik desetiletí se podstatně změnila jak technika pozorování, tak i metody jejich zpracování. Dnes je možný komplexní výzkum tohoto zajímavého tělesa. Je však nutné mnohem dokonaleji zajistit rychlé zpracování rozsáhlého materiálu. Z tohoto důvodu vznikly dvě oblasti mezinárodní spolupráce při výzkumu Halleyovy komety:

(1) Výzkum z povrchu Země se soustřeďuje především v mezinárodním projektu Halleyovy komety (International Halley Watch) schváleném rezolucí Mezinárodní astronomické unie v roce 1982.

(2) Výzkum pomocí kosmických sond:

(a) Sovětský projekt *VEGA*, na kterém spolupracuje řada socialistických zemí, Francie, Rakousko, NSR.

(b) Západoevropský projekt *GIOTTO*, na kterém spolupracuje NSR, Francie, V. Británie, Holandsko, Švýcarsko, Itálie, Irsko.

(c) Japonský projekt *PLANET A*.

International Halley Watch (*IHW*) je mezinárodní organizace, která má za úkol plánovat, organizovat a koordinovat v celosvětovém měřítku pozemská pozorování Halleyovy komety, zajišťovat jejich vazbu na kosmický výzkum, archivovat pozorovací data získaná pozemskými i kosmickými metodami, umožnit k nim přístup vědeckým pracovníkům a informovat o dosažených výsledcích širokou veřejnost.

IHW má dvě centra: evropské (vede prof. J. Rahe, univerzita Erlangen,

observatoř Bamberg) a americké (vede dr. R. L. Newburn, Jet Propulsion Laboratory, Pasadena). Stanovení cílů a kontrola činnosti *IHW* je zajišťována prostřednictvím pětadvacetičlenného mezinárodního řídicího sboru (Steering Group), jehož členy jsou za Československo L. Kresák a autor tohoto článku.

Vlastní vědecká náplň je rozdělena do sedmi tematických skupin, každou skupinu vedou odborníci (Discipline Specialist). Steering Group (*S.G.*) a Discipline Specialists (*D.S.*) se scházejí nejméně jednou ročně na společné poradě. Poslední taková porada byla ve dnech 5.—7. října 1983 v Bambergu a příští se bude konat 20.—22. června 1984 v Praze. Sbor specialistů určuje konkrétní náplň pro pozorovací síť *IHW*, která má zajistit, pokud možno, časově spojitě získávání dat následujícími metodami:

1. Sledování jevů probíhajících ve velkém prostorovém měřítku (např. vývoj a změny ve chvostu komety tvořeném ionizovanými plyny). Základem bude fotografické sledování širokouhlými kamerami. (Tento program je vhodný i pro amatérské pozorovatele).

2. Studium jevů v blízkosti jádra při použití moderní elektronické zobrazovací techniky. Má být hlavně sledována aktivita jádra a odvozena jeho rotační doba apod.

3. Spektroskopie a spektrometrie ve vizuální, blízké ultrafialové a infračervené oblasti spektra, k určení relativního zastoupení molekul v atmosféře komety.

4. Fotometrie a polarimetrie, která spolu se spektroskopií má poskytnout data o množství produkovaných molekul, rozdělení hustoty plynu a prachu v kómě apod.

5. Radioastronomické sledování, které umožní zjišťovat především mateřské molekuly nezářící ve viditelném světle.

6. Infračervená spektroskopie a radiometrie má poskytnout především informace o tepelném záření prachu v atmosféře komety.

7. Astrometrie, přesné určení polohy jádra komety má poskytnout, dlouho před průchodem přísluním, potřebná data k výpočtu přesné dráhy komety tak, aby bylo možno včas korigovat dráhy sond naváděných ke kometě.

Síť má pracovat pokud možno spojitě. To nebude možné v programech vázaných na velké přístroje. Proto byly stanoveny tzv. *IHW* dny, kdy i velké přístroje mají být rezervovány pro tento program. Pro spolupráci a návaznost s kosmickým výzkumem jsou v *IHW* zástupci jednotlivých projektů, a to: *Interkosmos* — *VEGA*, akademik Sagdžev, SSSR; *ESA* — *GIOTTO*, R. Reinhard, Holandsko; *ISAS* — *Planet A*, K. Hirao, Japonsko; *NASA* — *Space telescope*, R. A. Brown, USA; *ISSE-3* (kometa Giacobini-Zinner), R. Farquart, USA. V SSSR, Velké Británii a jiných zemích se vytvořily jakési národní organizace zabezpečující organizaci pozorování Halleyovy komety v rámci vlastních institucí a ve spolupráci s *IHW*.

IHW publikuje pravidelně materiály v *IHW Newsletters* a vydává příležitostně další publikace.

Jak bylo již výše uvedeno, dva českoslovenští odborníci pracují jak v řídicím sboru, tak i ve sboru specialistů, kde je autor tohoto článku pověřen péčí o program fotometrie. Oba jmenovaní se aktivně zúčastňují práce *S.G.*, kde předložili několik doplňujících návrhů k činnosti *IHW*.

Konkrétním československým příspěvkem k hlavním úkolům *IHW* bylo vytvoření fotometrického systému a výběr hlavních a vedlejších fotometrických standardů. Výsledky těchto prací jsou již publikovány.

Fotometrický standardní systém byl vypracován v roce 1979 pracovní skupinou 15. komise *IAU*. Tento systém byl později přijat jako standardní fotometrický systém *IHW*. Vlastní metoda separace molekulárních emisí v tomto

systemu je založena na tom, že se ve vybraných filtrech pro oblast kontinua měří tzv. sluneční analogy, tj. hvězdy, u nichž distribuce intenzity ve spektru je analogická se slunečním spektrem. Výběr těchto hvězd není možno provést toliko podle jednoduché spektrální klasifikace, a proto jsme u nás vypracovali metodu založenou na sedmibarevné fotometrii, tzv. ženevském systému. Touto metodou jsme našli sekundární sluneční analogy nalézající se v blízkosti zdánlivé dráhy komety. Tak vznikl fotometrický katalog který je základem pro fotometrickou síť *IHW*. Katalog bude publikován v nejbližší době.

Československé observatoře (Ondřejov, Kleť, Skalnaté Pleso) se nadále budou podílet v rámci daných možností na dalších metodách pozorování, jako astrometrie a studium velkoškálových jevů. V nejbližší době je na programu studie, která spojuje do jisté míry astrometrii a fotometrii. Podle předběžné domluvy s pracovníky Ústavu teoretické astronomie v Leningradě bude nám poskytnuta topocentrická efemerida (pro polohu Ondřejova) Halleyovy komety v období září až prosinec 1985 v jednodenním intervalu. Na základě této efemeridy budou vyhledány hvězdy do 12. magnitudy, u nichž přichází v úvahu zákryt kómou. Vzhledem k tomu, že kóma v opticky nejhustší části má rozměry řádově 10^3 km, lze předpokládat, že fotometricky zjištělé zeslabení hvězdy při zákrytu kómy bude pozorovatelné v široké oblasti střední Evropy. Zjištění těchto efektů by mělo nejen velký význam pro určení hustoty vnitřní kómy, případně rozměru jádra, ale byly by tím získány i mimořádně přesné poziční údaje.

Dosavadní zkušenosti ukazují, že spolupráce *IHW*, zejména s tými řešícími úkoly pro projekt *GIOTTO*, je dobrá. Je to dáno především tím, že v řídicím sboru jsou zastoupeni pracovníci podílející se na kosmických experimentech. Komunikace mezi jednotlivými odborníky je velmi dobrá a celková informovanost specialistů *IHW* o současném stavu projektu *GIOTTO* je dokonalá. Přesto však se ukázalo, že nebyla dobrá koordinace při výběru některých filtrů, zejména pro oblast kontinua. Projekt *GIOTTO* nerespektoval standardní systém doporučený již před čtyřmi lety *IAU*. Je to jeden z příkladů, jak je nutné závčas koordinovat spolupráci mezi pozemskými a kosmickými metodami.

Pro nás je ovšem velmi důležitá spolupráce mezi *IHW* a projektem *VEGA*.

Program výzkumu Halleyovy komety kosmickými sondami bude znamenat velký přínos pro rozšíření našich znalostí nejen o kometách, ale i fyzikálních podmínkách, které panovaly v době vzniku sluneční soustavy, a o některých vlastnostech meziplanetárního prostoru. Hlavní cíle výzkumu komet kosmickými sondami jsou:

1. Přímé pozorování jádra komety v různých spektrálních oborech. Zjištění velikostí, tvaru, struktury povrchu, albeda a rotace kometárního jádra pomocí televizní obrazové techniky.
2. Stanovení relativního zastoupení prvků a jejich izotopů v plynné i prachové složce kometární atmosféry speciálními hmotovými spektrometry.
3. Určení prostorové hustoty prachových částic, rozdělení četnosti jejich hmotností pomocí impaktních detektorů.
4. Stanovení hustoty rychlých iontů a elektronů (tj. interakce se slunečním větrem) v atmosféře komety, jakož i stanovení hustoty částic s velkými energiemi pomocí speciálních detektorů.
5. Stanovení velikosti magnetického pole v blízkosti jádra komety pomocí citlivých magnetometrů.

V zásadě experimenty na sondách *VEGA* a *GIOTTO* jsou příbuzné. *VEGA* má navíc náročný experiment fotometrie v dalekém infračerveném oboru. Podstatný rozdíl je v tom, že *GIOTTO* je koncipováno spíše pro výzkum „in situ“, kdežto *VEGA* pro dálkový průzkum. Z hlediska československé participace na kosmickém výzkumu je důležité diskutovat blíže experimenty *VEGA*.

Soustava televizních kamer (SSSR, Maďarsko, Francie):

(a) širokoúhlá $f = 13,5$ cm, 1 : 3, pole $3,5^\circ \times 5,5^\circ$;
teoretické rozlišení 10^{-4} rad., 1 filtr 0,63 — 0,76 μm ;

(b) dlouhofokální $f = 120$ cm, 1 : 6,5, pole $0,44^\circ \times 0,66^\circ$;
teoretické rozlišení 10^{-5} rad., 8 filtrů; detektory CCD 512×576 pixel — 24×18 μm ; při vzdálenosti 10^4 km lze očekávat efektivní rozlišení podrobností na povrchu jádra 200 m/pixel, tj. 400 m.

Pokud bude tento experiment úspěšně připraven, lze očekávat vysoce kvalitní data díky delšímu integračnímu času pro studium rozložení C_2 v kómě a díky orientaci spolehlivější odvození rotace jádra. V tomto směru bude *VEGA* výhodnější než *GIOTTO*. Jelikož citlivost detektorů CCD je téměř nulová v oblasti nejintenzivnější emise CN, dominantní molekulární emisí přispívající k celkovému jasů bude pás C_2 , $\Delta\nu = 0$.

Struktura rozložení C_2 může být značně složitá. Způsobila například zdánlivou mnohonásobnost jádra pozorovanou v roce 1910. Je jen malá naděje, že bude možné získat informace o struktuře povrchu samotného jádra. Nelze očekávat, že budou rozlišeny podrobnosti menší než asi 0,1 jeho průměru. Kromě toho nutno počítat se značnou optickou tloušťkou prachové složky kometární atmosféry v blízkosti povrchu jádra.

Jelikož u nás jsou značné zkušenosti ve studiu životních dob mateřských molekul, bylo by vhodné při návrhu spolupráce se zaměřit na studium rozložení C_2 v blízkosti jádra. Tyto studie by měly dobrou vazbu na pozemská fotometrická a velkoškálová pozorování.

Tříkanálový spektrometr (SSSR, Bulharsko, Francie).

Spektrometr je opticky napájen dalekohledem typu Cassegrain o průměru 10 cm, $f = 35$ cm. Pracuje ve třech spektrálních oblastech v rozsahu vlnových délek 120 až 1800 nm. Rozlišovací schopnost je 0,4 nm/pixel v ultrafialovém a 0,8 nm ve vizuálním a dlouhovlnném oboru, což je ekvivalent přibližně 18 Å až 26 Å na milimetr rozlišovací schopnosti na běžném astronomickém spektrogramu. Díky velkému zornému poli mohou pozorovací data poskytnout informace o rozložení hustoty fotodisociovaných atomů molekul v kómě, a to především těch molekul, o kterých nemáme informaci z vizuální oblasti spektra, například C, S, CS apod., případně H_2O . Bylo by proto možno odvodit extrémně krátké životní doby některých molekul. Rozlišovací schopnost však nedovolí podrobně studovat rozdělení intenzity příslušející jednotlivým rotačně vibračním stavům. Proto předpoklad konstruktérů přístroje, že bude možno spekter použít například k rozhodnutí, do jaké míry je obsazení hladin ovlivněno srážkami, se zdá nereálný. Tento experiment slibuje být špičkový. Jako vhodný program pro použití těchto spekter by byla studie rozložení hustoty disociovaných molekul z fotometrických profilů měřených podél osy čar.

Infračervený spektrometr (Francie).

Tento přístroj je napájen dalekohledem typu Ritchey-Chrétien o průměru 14 cm, $f = 54$ cm se zorným polem 1° . Hlavní optický svazek je dělen do tří kanálů ve spektrálních oblastech 2,5 — 5 μm , 6 — 12 μm a 7 — 14 μm (detektory typu HgCdTe chlazené na 78 K tekutým dusíkem). Při zpracování signálu je použito Fourierovy transformace rozdělení intenzity v ohniskové rovině podél jedné souřadnice. Poměr intenzity v různých vlnových délkách dá informaci o teplotě jádra a prachu (očekávaná je cca 200 K a prachu cca 300 K), v oblasti 2,5 — 12 μm lze očekávat emise H_2O , CO, CO_2 a charakteristickou emisí silikátových částic kolem 10 μm . I když rozlišovací schopnost je malá ($\lambda/\Delta\lambda = 50$), umožní to v každém případě odlišit tři Planckovy křivky (složky): (a) Rozptýlené sluneční záření na prachové složce + emise některých molekul; (b) Tepelné záření prachových částic s maximem kolem 10 μm +

+ silikátovou emisní deformaci; [c] Tepelné záření jádra s maximem kolem 15 až 16 μm , které při pozemských měřeních v obdobných předchozích případech bylo zahlceno složkou [b]. Je to špičkový experiment, který bude umístěn jen na sondách *VEGA*, nikoli na *GIOTTO*.

Hmotové spektrometry.

Na palubě sond *VEGA* budou umístěny tyto hmotové spektrometry:

[a] Spektrometr pro neutrální složku plynné kómy [SSSR, NSR].

[b] Spektrometr pro prachovou složku [identický s přístrojem na *GIOTTO*] [SSSR, NSR].

[c] Iontový spektrometr s třemi detektory: dva pro detekci iontů a jeden pro detekci elektronů [SSSR, Maďarsko]. Detektory v tomto případě jsou orientovány vzhledem k relativnímu vektoru rychlosti sonda—kometa, resp. ke Slunci.

Vzhledem k tomu, že sonda má mít nominální vzdálenost od jádra 10^4 [možná 5×10^3] km ve směru ke Slunci, nedá se očekávat u spektrometru pro prachovou složku velká četnost analyzovaných částic. Některé problémy nelze proto řešit, např. poměr izotopů, který bude menší než 3 : 1 [odpadá tedy zajímavý problém stabilních izotopů uhlíku]. Nadějnější je řešení otázky poměru izotopů lítia. Mnohem přitažlivější se zdá tematika spektrometru pro plynou složku, který by např. umožnil řešit otázku poměru H : D apod.

Na palubě automatických stanic *VEGA* budou dále umístěny prachové im-paktní detektory, plazmové analyzátoři a magnetometr.

Československo se podílí významnou měrou na projektu *VEGA* tím, že u nás byla vyvinuta a vyrobená plošina automaticky orientovatelná na směr k jádru komety. Toto zařízení umožní umístit a udržet obraz komety v zorném poli přístrojového komplexu složeného z výše popsané soustavy televizních kamer a obou spektrometrů. Kromě toho českoslovenští geofyzici se podílejí na konstrukci analyzátoři, kterým budou studovány nízkofrekvenční plazmové vlny v atmosféře komety.

Jak je z uvedeného přehledu patrné, je pro nadcházející návrat Halleyovy komety do přísluní připravena celá řada pozorovacích programů, a to jak z pozemských observatoří (pochopitelně vzhledem k pozorovacím podmínkám především z jižní zemské polokoule), tak i pomocí automatických kosmických stanic. Lze proto právem očekávat, že koncem tohoto desetiletí toho budeme vědět o kometách podstatně více než nyní.

Jiří Grygar | **Žeň objevů 1983***

Díky překotnému rozvoji pozorovací techniky se astronomické objevy v minulých letech dostávaly často na první stránky novin nebo do rozhlasových i televizních zpráv. Zdá se, že toto údobí zvolna končí. Především se již podařilo zotvírat všechna okna elektromagnetického spektra od hektometrových rádiových vln až po pronikavé záření gama a za druhé, všude ve světě stagnují nebo se dokonce snižují prostředky věnované na základní vědecký výzkum. Tento „oddech“ ve studiu vesmíru však není tak úplně na škodu. V uplynulých letech se totiž nahromadilo nesmírné množství z větší části nepracovaného (často dokonce ani neprohlédnutého) pozorovacího materiálu a jeho nynější zpracování přináší často překvapivé vědecké zisky. Kromě toho důkladnější zamyšlení nad nedávnými objevy a případně vyplnění mezer v objevovaných souvislostech přináší mnohem komplexnější a celistvější pohled na děje, které v kosmu probíhají.

* Věnováno památce prof. Jana Pířaly [1906—1983] z Opavy.

Tak například z množství dílčích poznatků, získaných převážně kosmickými sondami, ale také radiolokací ze Země, se podařilo podstatně zlepšit naše vědomosti o *planetě Venuši*. Atmosféra Venuše je z 96 % tvořena oxidem uhličitým a zbytek představuje molekulární dusík s nepatrnou příměsí vodní páry. Povrch Venuše je neustále zcela zakryt mraky, které dosahují výšky až 20 km nad terénem. Další oblačné vrstvy se vyskytují mezi 48 a 70 km nad povrchem planety. Ve výšce 30 km nad planetou vane vítr ve směru východ—západ rychlostí 30 m/s a ve výšce 60 km rychlostí 100 m/s. V atmosféře Venuše byly pozorovány elektrické výboje (blesky) a na noční straně i ionosféra. Radarem byly získány údaje o výškopisu (topografii) planety s plošným rozlišením 10 000 km² a výškovým na 200 m. Z toho plyne, že 60 % povrchu Venuše tvoří roviny, 16 % prolákliny a 24 % horské oblasti. Jestliže za nulovou hladinu zvolíme střední poloměr planety 6051,4 km, pak nejnižší deprese dosahuje relativní hloubky 2,9 km a nejvyšší převýšení má pohoří Maxwell Montes (10,8 km). V oblasti označené Beta a Afrodite Terra se velmi pravděpodobně nacházejí aktivní sopky, jejichž sopečné kužele dosahují relativní výšky až 6 km. Další zlepšení našich vědomostí o planetě, která se hmotností a rozměry nejvíce podobá Zemi, přinesou nepochybně nedávno vypuštěné sondy Veněra 15 a 16, jakož i plánované automatické stanice.

Pozoruhodným výsledkem nejnovějšího výzkumu kosmického prostoru jsou mnohé překvapivé poznatky, týkající se naší *Země* jako kosmického tělesa. V. M. Canuto aj. se zabývali vznikem nejranější atmosféry Země v období budování sluneční soustavy. Především se ukazuje, že plynná složka sluneční pramlhoviny se rozptýlila během několika málo miliónů let, zatímco proces nabírání (akrece) planetesimál, z nichž posléze vznikly planety, je řádově mnohem delší. To znamená, že téměř celý akreční proces vzniku planet probíhal v prostředí zbaveném volných plynů, takže atmosféry planet musí být až následným produktem poté, kdy tato pevná tělesa vznikla. Podle zmíněných autorů se na *vzniku a složení zemské atmosféry* zprvu podílely tyto procesy: srážky s kometami, vypaření tuhých těles (meteoritů, planetek) srážejících se se Zemí a výron plynů ze zemského nitra při vulkanických procesech. Hlavní složky prvotní atmosféry byly podle toho kyslík (!), vodík a jejich jednoduché sloučeniny jako hydroxyl a formaldehyd.

Stáří Země, určené různými metodami, dává podle R. Hutchinsona shodně 4,5 miliardy let. (W. Compston našel na hoře Narrayer v západní Austrálii krystal zirkónia starý 4,2 miliardy let.) V období od —4,4 do —3,8 miliard let postihlo Zemi tzv. těžké bombardování, kdy na Zemi (podobně jako na další vnitřní planety a na Měsíc) často dopadala volná menší tělesa rané sluneční soustavy. Pravděpodobně již před 3,8 miliardami let vznikl na Zemi život, a to jediným procesem. Bakteriální buňky jsou prokázány již ze stáří —3,5 miliardy let. Pro vznik života mělo patrně klíčový význam bombardování Země uhlíkatými chondrity, které snad pocházejí z komet, tj. z prvotního nepřetvořeného stavebního materiálu sluneční soustavy.

Zajímavé údaje o *stavbě zemského tělesa* poskytuje nejen geologie a geofyzika, ale také srovnávání s vlastnostmi planet zemského typu a s Měsícem (V. L. Barsukov a V. S. Urusov). Je vlastně překvapující, jak tenká je zemská kůra, jejíž tloušťka pod dny oceánů nepřesahuje 12 km, zatímco v místech kontinentů dosahuje až 65 km. Největší hmotnost i objem má pod kůrou se nalézající plášť o celkové tloušťce 2900 km, který zaujímá 83 % objemu celé Země a 68 % její hmotnosti. Plášť je hlavní zásobárnou zemského tepla a zdrojem hlubinných zemětřesení u vulkanismu. Obsahuje zejména sloučeniny Si, Mg, O, Al, Fe a Ca. Hustota hornin pláště převyšuje 3,3 až 4,2krát hustotu vody a teploty se pohybují od 1000 do 2000 °C. Směrem ke středu Země pak následuje vnější jádro o tloušťce zhruba 2200 km, které je roztavené. Posledních 1215 km směrem ke středu Země

představuje vnitřní krystalické jádro bohaté na železo a nikl. Podle D. L. Andersona má toto vnitřní jádro charakter skla. Barsukov a Urusov usuzují, že poloměr Země se za poslední 2 miliardy let zvětšil o 3–4 %, což způsobilo praskání zemské kůry a posléze i rozlomení prakontinentů na dnešní oddělené světadily. Tyto donedávna hypotetické pochody lze již studovat přímo z pozorování.

Mnohaleté sledování poloh retroreflektorů na Měsíci i na specializovaných umělých družicích pomocí laserových impulsů, dále rádiová měření na velmi dlouhých základních metodou mezikontinentální interferometrie (VLBI), jakož i rádiová Dopplerova měření pohybu družic dramaticky zvýšila *přesnost měření poloh a vzdáleností*, takže například vzdálenost Země—Měsíc se běžně měří se standardní chybou ± 200 mm a polohy specializované družice Lageos dokonce ± 50 mm! Souběžně vzrůstá také přesnost časových měření, příkladně perioda rotace Země se měří s chybou $\pm 0,5$ milisekundy. Odtud se podařilo určit například souřadnice zemských pólů s chybou ± 110 mm, poloměr Země s chybou $\pm 1,0$ m, rychlost vzdalování Měsíce od Země (37 ± 2) mm/rok a směr pohybu litosférických desek a tedy i kontinentů na Zemi (viz též *ŘH* 64, 225; 11/1983).

Velmi cenná jsou pozorování již zmíněné družice Lageos, vypuštěné v květnu 1976 na kruhovou dráhu ve výši 6000 km nad Zemí se sklonem 73° . Družice o průměru 0,6 m má na svém povrchu 426 koutových odražečů, což umožňuje měřit její polohu (resp. vzdálenost) s přesností, která převyšuje hodnoty pro jakoukoliv jinou umělou družici. Jak ukázal D. E. Smith, poloměr dráhy družice se zmenšuje o 1 mm/den, tj. o jeden až dva řády více, než se očekávalo. Smith usuzuje, že rychlost poklesu ovlivňují změny v albedu Země a tím i změny v působení tlaku záření na družici. W. M. Kaula odvodil ze změn v poloze uzlu dráhy Lageosu změny tvaru Země, způsobené patrně proměnností ledového příkrovu Země v polárních oblastech.

A. Mazaud aj. zkoumali průběh změn *polarity zemského magnetického pole* za posledních 100 miliónů let. Jednotliví autoři zjistili, že zemské magnetické pole změnilo během té doby polaritu 174—191krát, a že každé „překlopení“ trvalo méně než 40 000 let. Zmínění odborníci objevili v těchto datech periodu 15 miliónů let. Relativně vysoká frekvence „překlopení“ ukazuje, že život na Zemi se dokáže s těmito změnami zřejmě dobře vyrovnat a domněnky o tom, že v období „překlopení“ dochází ke katastrofám ve vývoji života vzhledem k nedostatečné ochraně před působením pronikavého kosmického záření, nejsou tedy zřejmě oprávněné.

Výrazně se však změnil názor odborné vědecké veřejnosti na jinou katastrofickou domněnku, která ještě před několika málo lety vypadala neobyčejně nepravděpodobně, totiž na následky *srážky Země s planetkami*. Vědeckým rozbořením problému se teoreticky zabýval H. C. Urey již v r. 1973 a u nás L. Křivský v r. 1978. Pak přišla proslulá práce L. a W. Alvarezových, F. Asara a H. Michelové z r. 1979, jež poukázala na anomální zastoupení iridia ve vrstvě z rozhraní druhohor a třetihor poblíž italského města Gubbio. V srpnu 1983 se konalo v Arizoně v USA samostatné sympozium o katastrofických následcích srážek s planetkami pro život na Zemi. V první řadě se ukazuje, že ke srážkám s planetkami o průměru řádu 10 km dochází zhruba jednou za 50 až 100 miliónů let (L. Kresák, E. M. Shoemaker). Za druhé je zřejmé, že v minulosti Země došlo k několika událostem, jejichž následkem bylo hromadné vymírání živočichů. Největší taková katastrofa se udála na konci prvohor, v permu, před 225 milióny lety, kdy v historicky krátké době vyhynulo 95 % (!) druhů mořských živočichů — v tomto případě však vymírání mělo velmi pravděpodobně čistě pozemskou příčinu, totiž radikální změnu přírodních podmínek vlivem zmenšení rozsahu tzv. šelfových moří. Vcelku lze paleontologicky prokázat nejméně pět katastrof za posledních 570 miliónů let.

Hlavním argumentem pro souvislost mezi uvedenými katastrofami a pády me-

teoritů, či spíše srážkami Země s planetkami, jsou nálezy anomálně vysokého zastoupení iridia v příslušných geologických vrstvičkách. Iridium je v zemské kůře velmi vzácné, kdežto v hmotě meteoritů je zastoupeno mnohem výrazněji. Jestliže tedy při dopadu obřího meteoritu (tj. malé planety) se materiál tělesa rozptýlí v ovzduší a pak znovu klesá na povrch Země na velkém území, projeví se to ostře ohraničenou anomálií v zastoupení iridia po celé Zemi. To se vskutku podařilo prokázat pro ekologickou katastrofu před 65 milióny lety, na rozhraní druhohor a třetihor, jak jsme se o tom zmínili v předešlých výročních přehledech.

Od té doby geologové nezháleli a potvrdili zmíněnou *iridiovou anomálii* již na 36 místech v různých částech zemské kůry, a to i na mořském dně v centrálních oblastech Tichého oceánu, kde byla zjištěna dokonce rekordní koncentrace, 1000 krát převyšující normální hodnoty pro zemskou kůru. V těchto vrstvách se obdobně zjistilo zvýšené zastoupení dalších kovů jako je zlato, osmium, platina, rhodium, ruthenium, paladium, nikl a kobalt. L. W. Alvarez v přehledovém článku poukázal na fakt, že jsou dobré důkazy o tom, že proslulí veleještěři vymřeli v té době náhle, a nikoliv pozvolna, jak se dosud domnívají četní paleontologové a biologové, kteří myšlenku vnějšího zásahu při vymírání pozemské fauny a flóry odmítají. Úhrnem však v té době vyhynula celá polovina pozemských živočišných druhů a zdá se, že i větší část flóry. Tak například C. Orth prokázal, že zcela náhle poklesla koncentrace pylových zrn v uvedené geologické vrstvě přibližně 300krát! Velmi významnou podporou celé domněnky se staly výpočty, provedené na zvlášť výkonných počítačích v Los Alamos. K tomu cíli byly použity programy pro hydrodynamickou simulaci následků výbuchů vodíkových pum — jde ovšem o výraznou extrapolaci, protože energie uvolněná při srážce s planetkou o průměru 10 km se odhaduje na ekvivalent 10^8 megaton TNT (tj. 10^{23} joulů), což je 10 000krát více než energie, která by se uvolnila současnými výbuchy všech jaderných zbraní, které se toho času nacházejí ve vojenských arzenálech všech atomových mocností!

Tyto výpočty prokázaly, že již několik hodin po vlastní srážce se do vysokých vrstev zemského ovzduší dostane v podobě drobných částiček prachu a kapiček vody nejméně dvacetkrát a možná stokrát více hmoty, než kolik činila hmotnost planety (odhadovaná na řádově bilión tun). Výškovým prouděním se rozdrcený materiál velmi rychle rozptýlí podél celé zemské kůry a vytvoří téměř neprůhlednou slupku, která na dobu několika měsíců zeslabí sluneční záření na pouhou stotisícinu normální hodnoty. Podle výpočtů B. Toona dojde bezprostředně po srážce k několikadennímu zvýšení průměrné teploty atmosféry Země o 30 K; což případně mohlo stačit na zahubení větších živočichů jako byli veleještěři. Pak však vlivem zeslabení slunečního svitu dojde k prudkému poklesu střední teploty na Zemi zhruba o 30 K oproti normálu, tj. asi na -15 °C, a to zahubí živočichy, kteří nejsou uzpůsobeni k přezimování. Navíc prakticky ustane fotosyntéza, takže se v oceánech přestane vytvářet plankton, čímž se naruší většina potravních řetězců a tak je zkáza dokonána.

Další autoři (zejména J. D. O'Keefe a T. J. Ahrens) poukázali i na jiné nepříznivé vlivy, jako je vznik oxidů dusíku v atmosféře a z toho vznikající kyselá dešť, jež především zahubily mořské živočichy s vápenatou skořápkou a dále na zeslabení ozónové vrstvy, což mělo za následek pronikání škodlivého ultrafialového záření na zemský povrch. Je vlastně s podivem, že přes všechny uvedené nepříznivé následky se život na Zemi poměrně rychle vzpamatoval a hlavně, že od té doby lze zaznamenat nástup savců, kteří nakonec stanuli na vrcholu pozemské pyramidy života.

Během krátké doby tak zprvu bizarní hypotéza o srážce Země s planetkou nabyla nejen na věrohodnosti, ale nutí nás přehodnotit i celkové pojetí *biologické evoluce*, do níž se ve shodě s opuštěnými názory Cuvierovými a Buffono-

vými vrací myšlenky o globálních kosmických katastrofách jako průvodním zjevu vývoje života na Zemi. Právem tedy připomíná D. Russell, že veleještěři byli sice dobře přizpůsobení podmínkám panujícím na Zemi a tak dominovali pozemské fauně celých 140 miliónů let. Dopustili se však té chyby, že nevyvinuli inteligenci a technologii na zmírnění či prevenci následků srážky Země s nepřítelš velkou planetkou a proto vyhynuli.

Při příští srážce, kterou na základě statistiky o populaci planetek, jejíž dráhy křížují dráhu Země, musíme nutně čekat v bližší nebo vzdálenější budoucnosti, bychom patrně byli na řadě my lidé. Není snad proto nijak pošetilé, že se docela vážně uvažuje o podstatném zlepšení pozorovacích údajů o členech populace planetek, které protínají zemskou dráhu, nebo se k ní značně blíží. Jde o planetky typu Apollo, Amor a Aten, jichž známe úhrnem pouze 50, ačkoliv je pravděpodobné, že jejich skutečný počet přesahuje 1300 objektů [myslím tím potenciálně „nebezpečné“ planetky s průměrem nad 10 km a hmotností nad bilión tun]. Stewardova observatoř v Arizoně v USA připravuje *program Spacewatch*, v rámci kterého by se v příštích deseti letech měla sledovat další tělesa v blízkosti Země. Specializovaný teleskop by měl být schopen zaznamenávat tělesa o průměru nad 300 m až do vzdálenosti 0,3 astronomické jednotky od Země.

Pozoruhodnou studii o *změnách sklonu zemské rotační osy* vůči ekliptice publikoval W. R. Ward. V současné době sklon zemské osy kolísá v rozmezí 2°. Ukazuje se, že nevelká amplituda kolísání sklonu souvisí s přítomností poměrně hmotného Měsíce poblíž Země. Kdyby byla Země osamělou planetou, pak by sklon zemské osy kolísal vlivem poruchového působení planet v desetkrát větších mezích a procesní perioda rotační osy Země by byla třikrát delší. V budoucnosti se však Měsíc od Země natolik vzdálí, že jeho „ochrana“ stability sklonu pomine. Podle Warda k tomu dojde asi za 1,5 miliardy roků, kdy se Měsíc vzdálí na 424 000 km od Země. Poruchové rezonanční gravitační působení ostatních planet pak způsobí mírné rozkolísání sklonu v mezích od 22° do 30° (vůči pólu ekliptiky) trvajícím statisíce let, načež se sklon ustálí na nové hodnotě 34°. Jakmile Měsíc dosáhne střední vzdálenosti 434 000 km, sklon začne kolísat kolem nové střední hodnoty 52°, v širokých mezích od 43° do 60°. Je velmi pravděpodobné, že kdyby tyto oscilace sklonu nastaly v minulosti Země, nevyvinul by se zde život. To znamená, že existence dostatečně hmotného průvodce Země v dostatečně malé vzdálenosti od ní je další nutnou podmínkou pro rozvoj života. Je pozoruhodné, jak moderní astronomie přináší neustále nové důkazy o tom, že možnost existence života na Zemi je podmíněna vsutku jedinečnou souhrou příznivých kosmických okolností. Samotný fakt, že rotační osa Země je skloněna k pólu ekliptiky, je podle J. D. O'Keefa a T. J. Ahrense důsledkem srážky Země s kosmickým tělesem o průměru kolem 1000 km v nejranější etapě existence planetární soustavy. Nebýt toho neměli jsme tedy v mírných zeměpisných pásmech čtyři roční doby.

Vztahy mezi *klimatem, počasím a sluneční činností* se kriticky zabýval A. B. Pittock, který ve svém přehledovém článku vyjádřil silné pochybnosti o souvislosti poloh sektorových hranic slunečního magnetického pole a pozemského počasí. Rovněž tak nepovažuje za prokázané statisticky dokládané korelace mezi cykly sluneční činnosti a počasím či klimatem. Podle jeho názoru jakékoliv korelace s jedenáctiletým, resp. dvaadvacetiletým cyklem je třeba prokázat na pozorovacím materiálu z intervalu minimálně 60—80 let, resp. 100 až 200 let; jinak je znehodnocuje šum meteorologických dat samotných. Pittock uvádí, že jediným reálným vztahem je korelace mezi ozářením Země Sluncem a pozemským klimatem. Ozáření se mění jednak vlivem změn parametrů zemské dráhy (na což poprvé poukázal Milankovič) a jednak díky případným změnám skutečné svítivosti Slunce. Z pozorování na umělých družicích byly prokázány naprosto nepatrné změny svítivosti Slunce v období dnů až jednoho roku.

Geologové a paleontologové mají dostatek důkazů o tom, že se svítivost Slunce v poslední miliardě roků měnila velmi málo. Jedenáctiletá a dvaadvacetiletá perioda sluneční činnosti je rovněž pozoruhodně stálý úkaz — byla geologicky prokázána na vrstvách ledovcových usazenin starých 680 miliónů let. Pittock uzavírá, že spíše než hledání statistických korelací má smysl pokusit se nalézt fyzikální převodní mechanismy mezi Sluncem a Zemí a odtud potom řešit znovu otázku vztahů sluneční činnosti a pozemského klimatu a počasí. Soudí, že v tuto chvíli způsobí vědě menší škodu zavržení správných domněnek než zavedení chybných, fyzikálně nepodložených korelací. *(Pokračování)*

Josip Kleczek | Vesmír nikdy neskončí?

Budoucnost našeho vesmíru závisí především na jeho průměrné hustotě $\bar{\rho}$. Jestliže průměrná hustota $\bar{\rho}$ je větší než kritická hustota vesmíru ρ_c , potom vlastní gravitace zastaví rozpínání vesmíru a změní je naopak ve smršťování; expanze přejde v kontrakci a rudý posuv ve spektru vzdálených galaxií přejde v posuv ultrafialový. Takový vesmír nazýváme uzavřený. Zabývali jsme se jím v minulém článku (*ŘH* 3/1984, str. 45). Tam čtenář najde vysvětlení základních pojmů (jako průměrná hustota vesmíru, kritická hustota vesmíru, vesmír uzavřený, vesmír otevřený, kosmologický princip aj.). Nebudeme se jimi proto v tomto článku zabývat. I když se mnozí odborníci kloní k názoru, že vesmír je uzavřený a že skončí v čase, je dost i těch, kteří se domnívají, že vesmír je otevřený a že nikdy neskončí. Příčina v této neshodě mezi odborníky je v nepřesném určení základních vlastností vesmíru, především průměrné hustoty $\bar{\rho}$ a také Hubbleovy konstanty H_0 (čili kritické hustoty ρ_c — jak plyne ze vztahu [9] v minulém článku). Bude proto namístě, abychom připustili i možnost, že vesmír je otevřený a že jeho rozpínání se nikdy v budoucnu nezastaví. V takovém vesmíru je k dispozici nekonečně dlouhá doba i pro ty vývojové procesy, které mají nesmírně malou pravděpodobnost (např. přeměna bílých trpaslíků v neutronové hvězdy a přeměna neutronových hvězd v černé díry). Takové procesy by ovšem nemohly v uzavřeném vesmíru pro nedostatek času proběhnout. Vždyť 80 miliard roků — trvání jednoho cyklu uzavřeného vesmíru — je nesmírně kratičká doba v porovnání s nekonečným trváním vesmíru otevřeného.

Osudy fotonů a neutrin. Vesmírný prostor je rovnoměrně zaplněn fosilními fotony a neutryny. Fotonů připadá na 1 cm³ asi 500, neutrin asi 450. Jsou to fotony o průměrné energii 10⁻³ eV, tedy několikrát menší než je energie fotonu světelného. Jsou to svědkové nejranějšího období velké exploze, kteří v počátečních statisících roků byli rozhodujícím činitelem ve vesmíru (v tzv. zářivém období). Tehdy to ovšem byly fotony s energiemi mnohem vyššími než mají fotony světelné. S rozpínáním vesmíru jednak klesá jejich počet v 1 cm³, jednak klesá energie každého z nich. Tento proces zmenšování hustoty fosilních fotonů a pokles jejich energie bude v otevřeném vesmíru pokračovat bez omezení. V daleké budoucnosti z nich budou fotony rádiového záření krátkovlnného, pak středněvlnného až dlouhovlnného.

Neutrina, která (asi!) mají klidovou hmotnost kolem padesátitisíciny hmotnosti elektronu, budou naopak zmenšovat pouze svou hustotu. Máme zde na mysli všechna neutrina a jejich antineutrina [tj. elektronové, mionové a tau]. Hvězdy sice chrlí do kosmického prostoru obrovská množství neutrin (která vznikají v jaderných reakcích při přeměně protonů v neutrony), avšak vzhledem k neutrinovému moři, kterým je kosmický prostor zaplněn, je množství neutrin hvězdného původu nepatrné a zdaleka nemůže nahradit pokles hustoty způsobený rozpínáním vesmíru. Např. Slunce vyzařuje každou sekundu 10³⁸

elektronových neutrin, zatímco prostor mezihvězdný obklopující Slunce (do vzdálenosti asi 3 světelné roky) je zaplněn 10^{60} neutrin fosilních. Tisíc bilionů (10^{15}) roků by muselo Slunce zářit, aby kolem sebe vytvořilo tak husté neutrinové moře. To je doba stotisíckrát delší než život Slunce (10^{10} roků). Za tu dobu se vzdálenosti ve vesmíru rozepnuly desettisíckrát, a hustota fosilních neutrin poklesne bilionkrát. Neutrina jsou velice netečné částice, jejich zachycení v látce je velmi nepravděpodobné a stává se ještě méně pravděpodobnější s klesající hustotou látky.

Osudy hvězd. Původní vodík s příměsí hélia byl gravitací zformován do hvězd. Jaderné síly v nitru hvězd přetvářely a přetvářejí vodík v těžší prvky a při tom uvolňují energii vyzařovanou hvězdami. Část nově vzniklých těžkých atomů se dostává z hvězd do mezihvězdného prostoru (ve formě hvězdného větru, erupcí, planetárních mlhovin, zbytků supernov) a tak se obohacuje látka ve vesmíru o těžké prvky. Chemici by měli být hvězdám vděční za pestrost látek v laboratořích, vždyť bez hvězd by byl jen vodík a hélium, takže bez hvězd by nebyli ani chemici.

Podle své původní hmotnosti zanikne hvězda buď jako bílý trpaslík ($0,06 M_{\odot} < M_* < 4 M_{\odot}$), nebo jako neutronová hvězda ($4 M_{\odot} < M_* < 8 M_{\odot}$) či jako černá díra ($8 M_{\odot} < M_*$). Na hmotnosti hvězdy závisí také délka jejího života. Hvězdy o nejmenší hmotnosti se vyvíjejí velice pomalu a mohou žít až sto miliard roků. Naopak hvězdy o velké původní hmotnosti prožívají svůj život velice rychle a bouřlivě, a dožijí se jen několika set tisíc roků. Každá hvězda, nezávisle na tom jakou má hmotnost a jak skončí, se úporně snaží zbavit svou látku energie; přeměňuje část klidové energie svých nukleonů (protonů a neutronů) ve fotony vyzařované povrchem hvězdy do okolního kosmického prostoru.

Od svého zrodu z velmi řídkého a rozsáhlého oblaku mezihvězdného plynu až po velmi hustého bílého trpaslíka (v němž nemohou existovat normální atomy s elektronovým obalem), nebo ještě mnohem hustší neutronovou hvězdu (v níž nemohou existovat ani atomová jádra a elektrony), nebo dokonce až po černou díru (v níž ztrácejí i elementární částice svou identitu) — zkrátka po celou dobu svého života hvězda nepřetržitě vysílá mohutné toky fotonů a mění se v malou, nesmírně hustou degenerovanou kouli. Za dlouhou dobu měřenou v bilionech roků projde všechna látka ve vesmíru hvězdnou fází a odumřelé hvězdy vychladnou. Galaxie budou složeny z vyhaslých bílých trpaslíků, studených černých nerotujících neutronových hvězd (ne pulzarů), a z černých děr. Nebudou zářící hvězdy na obloze a obloha bude naprosto černá. V tu dobu už Slunce bude dávno mrazivě studeným vyhaslým bílým trpaslíkem (tedy černým trpaslíkem) o velikosti Země. Země však už také nebude, neboť se při zániku Slunce ocitla v jeho nitru a vypařila se v plazmu. Inteligentní bytosti nebudou za několik bilionů roků vidět Mléčnou dráhu, i když naše Galaxie bude existovat dál — jenže bude složena z vyhaslých černých odumřelých hvězd. Ani žádná jiná galaxie nebude zářit, neboť její hvězdy nebudou moci uvolnit jediný foton světla. Už dávno vyčerpaly poslední zbytek své jaderné a vlastní gravitační energie a vyzářily své zbylé teplo do ledově mrazivého kosmického prostoru.

Rozpad galaxií. Vymřením hvězd neskončí vývoj vesmíru. Hvězdy v galaxiích budou sice zbaveny veškeré jaderné, tepelné a vlastní gravitační energie, avšak neztratily svou kinetickou a gravitační energii vzhledem ke středu galaxie. Vždyť vyhaslá hvězda i po svém zániku obíhá kolem středu své galaxie, stejně jako se pohybovala „za živa“, dokud zářila. Hvězda nepozbyla ani svou potenciální energii, závislou na vzdálenosti od galaktického středu, k němuž je přitahována gravitací.

Galaxie — a to platí i o galaxii odumřelých hvězd — je rozsáhlý systém

mnoha miliard až bilionů hvězd a je tedy vybavena obrovskou energií gravitační a kinetickou. Při setkáních si hvězdy mohou předat část své energie. Některá hvězda se tak může obohatit kinetickou energií na úkor ostatních hvězd do té míry, že nabude únikovou rychlost, vyprostí se z gravitační přitažlivosti své galaxie a vyletí do mezigalaktického prostoru. Tento proces můžeme nazvat vypařování hvězd z galaxie.

Vzhledem k velkým vzdálenostem mezi hvězdami je blízké setkání dvou hvězd poměrně vzácný jev. Proto vypařování černých trpaslíků, neutronových hvězd a černých děr z galaxie do mezigalaktického prostoru je nesmírně pomalý proces. Je třeba 10^{25} až 10^{28} roků, aby se galaxie vypařila čili rozpadla. To je opravdu nesmírně dlouhá doba, mnoho bilionkrát delší než hvězdné období vesmíru, v němž žily a zářily hvězdy. Vypaření galaxií je možné jen ve vesmíru otevřeném, časově neomezeném. Ve vesmíru uzavřeném rozhodně nemůže k úplnému rozpadu galaxií dojít — k tomu prostě není dostatek času.

Vznik supermasivních galaktických černých děr. Každá hvězda unikající z galaxie s sebou odnáší kinetickou energii převzatou od ostatních hvězd. Zbývající hvězdy ochuzované vypařováním o kinetickou energii se více a více přimykají ke galaktickému středu. Nakonec se zhluknou zbývající hvězdy do kulové hvězdokupy kolem galaktického středu. Z původní galaxie zůstane jen ubohé torzo — kulová hvězdokupa obsahující zhruba jedno procento původního počtu hvězd. A s každou unikající hvězdou hvězdokupa zmenší svůj objem a hvězdy se sobě ještě více přiblíží. Blízká setkání hvězd se stávají častější.

Kulová hvězdokupa — husté seskupení asi miliardy vyhaslých hvězd, může ztrácet energii ještě jiným způsobem než vypařováním rychlých hvězd. Hvězdy, které se míjejí nebo které se obíhají v těsné blízkosti vyzařují gravitační vlny. To vyplývá z obecné teorie relativity, která je teorií gravitace. Čím bližší jsou hvězdy ve dvojhvězdě, tím větší je jejich gravitační záření. Proto dvojhvězda složená ze dvou černých děr, vzdálených jen několik málo kilometrů, bude gravitačně zářit intenzivně — a to na úkor své kinetické energie. Obě černé díry se k sobě budou více a více přibližovat, až splynou v jedinou větší černou díru. I při blízkých průchodech osamocených hvězd a při srážkách hvězd bude vysíláno gravitační záření (podobně jako při setkání elektricky nabitých částic je vysíláno elektromagnetické záření). Postupné sblížování hvězd ve hvězdokupě v důsledku gravitačního záření a vypařování rychlých hvězd bude mít za následek spojování hvězd ve hvězdy větší. Při splynutí se bílí trpaslíci a neutronové hvězdy změní v černé díry, neboť tyto hvězdy nemohou mít samy o sobě příliš velkou hmotu. Při vzniku černé díry z bílých trpaslíků a z neutronových hvězd se uvolní energie jako záření gravitační i elektromagnetické. Konečným výsledkem splynutí hvězd hvězdokupy bude jediná velká galaktická černá díra. Její hmotnost je zhruba miliarda hmotností Slunce a její poloměr je asi tři miliardy km, méně než tři světelné hodiny. Ubohý pozůstatek galaxie s poloměrem stotisíc světelných roků. Doba, kterou gravitace potřebuje aby takovou supermasivní ($10^9 M_{\odot}$) galaktickou černou díru vytvořila je 10^{25} — 10^{27} roků, podle velikosti galaxie. Je zřejmé, že k takové přeměně galaxií může dojít jen v tom případě, že vesmír je otevřený, nekonečný v čase.

Po době 10^{25} — 10^{27} roků bude tedy vesmír sestávat ze supermasivních galaktických černých děr, které se od sebe budou v důsledku rozpínání vesmíru vzdalovat. V prostoru mezi galaktickými černými děrami budou chladní bílí trpaslíci, neutronové hvězdy a obyčejné hvězdné černé díry — odumřelé hvězdy vyvržené z galaxií do nesmírných mezigalaktických prostor, jejichž rozpínání se nikdy nezastaví.

Vypařování černých děr — Hawkingův proces. I černé díry se mění, ale nesmírně pomalu. V okolním prázdném prostoru probíhá velmi číperný vznik dvojic částice-antičástice. Je to jen na velmi kratičkou dobu, neboť částice

s antičásticí ihned anihilují a beze stopy mizí. Nejsou to částice reálné, jako ostatní částice z nichž je vybudován svět; ve vakuu totiž nemají odkud vzít potřebnou klidovou energii mc^2 (m_0 je klidová hmotnost částice, c je rychlost světla). Říká se jim částice *virtuální*, což znamená možné — jen kdyby dostaly potřebnou klidovou energii. Dostane-li virtuální dvojice potřebnou energii — např. od fotonu gama — pak se stane reálnou dvojicí; tomuto procesu říkáme *materializace*.

Ve vakuu bezprostředně nad Schwarzschildovou sférou (tj. nad obzorem událostí černé díry) dochází k neustálému vzníkáni a zanikání virtuálních dvojic částice—antičástice, například elektron—pozitron. Občas jeden člen z virtuální dvojice spadne do černé díry dříve než může anihilovat. Druhý člen nemůže nad sférou anihilovat. Buď spadne za svým partnerem do černé díry, do Schwarzschildovy sféry, nebo unikne do okolního prostoru. Vzdálený pozorovatel pak zjistí, že černá díra září — tj. emituje částice a antičástice. Jsou to reálné částice a antičástice, jejichž hmotnost (klidová energie) pochází z hmotnosti (klidové energie) černé díry. Ta virtuální částice, která spadne do černé díry, má totiž vzhledem k pozorovateli zápornou energii. Tato záporná energie se přičte k hmotnosti černé díry — a tak se zmenší její hmotnost. Výsledek tohoto — tzv. Hawkingova procesu — je korpuskulární záření na úkor hmotnosti černé díry. Černá díra tak velmi pomalu ztrácí svoji hmotnost zářením, až se docela vypaří. Trvá to nesmírně dlouho — zhruba 10^{65} roků pro černou díru o hmotnosti našeho Slunce. Větší černé díry (větší co do objemu a zároveň do hmotnosti) ztrácejí svou hmotnost mnohem pomaleji. Životní doba černé díry je úměrná třetí mocnině její hmotnosti. Například černá díra o hmotnosti $10 M_{\odot}$ bude žít tisíckrát déle, to jest 10^{68} roků. Supermasivní galaktická díra o hmotnosti $10^9 M_{\odot}$ by se tedy měla vypařit za $(10^9)^3 \cdot 10^{65}$ roků = 10^{90} roků.

Osudy bílých trpaslíků a neutronových hvězd. Poznali jsme, že přibližně jedno procento hvězd kolem středu galaxie se změní v supermasivní černou díru, kdežto 99 % hvězd se z galaxií vypaří. Jsou to jednak černé díry — odumřelé velmi těžké hvězdy, avšak daleko víc je mezi uniklými hvězdami neutronových hvězd a bílých trpaslíků. Osudy černých děr — ať hvězdných či galaktických — jsme poznali v předcházejícím textu. Neutronové hvězdy ani bílí trpaslíci v rozpínajícím se kosmickém prostoru nejsou konečnou formou vývoje hmoty ve vesmíru; podléhají také změnám, i když v nesmírně dlouhých časových měřítkách.

Bílý trpaslík (ať žhavý nebo vyhaslý) má velký nadbytek gravitační energie ve srovnání s neutronovou hvězdou, která by měla stejnou hmotnost. Pochopitelně i bílý trpaslík má přirozenou snahu dostat se do nejnižšího energetického stavu, tj. zbavit se velkého množství gravitační energie a přeměnit se v neutronovou hvězdu o poloměru tisíckrát menším. Vlastní gravitace trpaslíka na to nestačí, aby překonala velký tlak degenerovaného elektronového plynu; potřebuje dodatečnou pomoc zvenčí. Představme si, že nějaká mohutná síla působící na celý povrch bílého trpaslíka zmenší poněkud jeho objem. Tím vzroste hustota a s hustotou i tlak degenerovaného plynu. Volné elektrony budou dosahovat (v důsledku Pauliho principu) vysokých rychlostí a energií. Jakmile celková energie elektronu a protonu převyší energii neutronu, dochází k neutronizaci látky; elektron se spojuje s protonem a vznikne neutron. Tím se jednak uvolní nadměrná energie elektronu, jednak poklesne elektronový tlak. To platí nejen pro volné protony (vodíková jádra), ale i pro těžší atomy. Protony v atomových jádrech se spojují s volnými elektrony a mění se v neutrony. Tím dojde k prudkému poklesu tlaku a bílý trpaslík se bortí pod tíhou vlastní hmoty; vzniká neutronová hvězda. Zatím však neznáme sílu, která by zmáčkla bílého trpaslíka natolik, aby v něm začala neutronizace. Je však jiný způsob přeměny bílého trpaslíka v neutronovou hvězdu. Je to přeměna nesmírně

málo pravděpodobná (to jest velmi nepravděpodobná), avšak v otevřeném vesmíru je dostatek času i na události velmi nepravděpodobné.

Podle kvantové mechaniky existuje nesmírně malá pravděpodobnost, že se bílý trpaslík přemění v neutronovou hvězdu samovolně, aniž by bylo třeba vynaložit energii na jeho stlačení. Tento jev, zvaný *tunelový efekt*, známe z rozpadu radioaktivních jader. V důsledku tunelového efektu je každá látka radioaktivní: nakonec se přemění v železo, neboť jeho jádra mají nejvyšší vazebnou energii. Jen doba potřebná k přeměně v železo je nesmírně dlouhá; zhruba 10^{1000} roků. Vraťme se však k tunelovému efektu u bílých trpaslíků. F. Dyson vypočetl, že bílý trpaslík potřebuje $10^{10^{76}}$ roků, aby se tunelovým efektem přeměnil v neutronovou hvězdu. Tedy samovolně, bez zásahu a bez pomoci vnějších sil. To je ovšem nesmírně dlouhá doba, neboť její trvání je udáno mocninou deseti, v jejímž exponentu je mocnina 10^{76} . S tak velkým číslem jste se asi ještě v životě nesetkali. Nezapomeňme však, že i tato nesmírně dlouhá doba (přesněji poločas rozpadu bílého trpaslíka na neutronovou hvězdu), je zcela zanedbatelná vzhledem k trvání otevřeného vesmíru.

Také neutronová hvězda se tunelovým efektem rozpadne za dobu zhruba stejnou v černou díru. To znamená, že za dostatečně dlouhou dobu (uvedenou nahore) se přemění všechny hvězdy a galaxie v černé díry, ať přímo, má-li hvězda velkou hmotnost nebo nepřímo přes bílého trpaslíka a neutronovou hvězdu. Všechny černé díry se však vyzáří do kosmického prostoru a to za dobu mnohem kratší, jak jsme poznali na předcházejících stránkách: 10^{63} roků hvězdné černé díry a 10^{90} roků supermasivní galaktické díry.

Konečný osud otevřeného vesmíru. Z procesů, o nichž jsme hovořili, si můžeme udělat představu o tom, jak bude vesmír za velmi dlouhou dobu (řekněme $10^{10^{99}}$ roků) vypadat: rozpínající se velmi zředěný plyn z elementárních částic, zaplněný fosilními fotony a neutriny. Žádná periodická událost, která by udávala čas; jen klesající hustota částic a prodlužující se vlnová délka fosilního záření zbudou, aby svědčily, že se čas docela ještě nezastavil. Svědčily, ale komu?

Vesmír tedy skončí jako elementární částice, bez jakýchkoliv struktur. V obou případech, ať je vesmír uzavřený či otevřený, zbudou z vesmíru volné elementární částice: v prvním případě v nesmírně husté a žhavé ohnivé kouli, v druhém případě částice velmi řídké rozptýlené v ledovém rozpínajícím se vesmíru. Jaké elementární částice to budou?

Většina elementárních částic ponechaných volně v kosmickém prostoru se rozpadne. Podle dnešních znalostí existují jen tři druhy stálých elementárních částic, a to protony, elektrony a neutrina. Stále jsou i jejich antičástice — antiprotony, pozitrony a antineutrina. Elementární částice by měly být složeny z kvarků. Například proton a ostatní baryony jsou ze tří kvarků, mezony jsou ze dvou kvarků a podle poslední teorie je souvislost mezi leptony a kvarky. Například elektron a elektronové neutрино odpovídají kvarkům *d* a *u*. Při vysokých energiích se kvarky a leptony chovají stejně a kvark se může přeměnit v lepton. Za normálních podmínek (za nízkých teplot a v krátké době) k takové přeměně dojít nemůže. To znamená, že proton, který byl považován za stálou částici, se může (podle teorie) přeměnit za velmi dlouhou dobu v lepton (pozitron). Z teorie (Georgi a Glashow) vyplývá pro poločas protonu 10^{31} roků.

I kdyby se zmíněná teorie nestability protonu ukázala nesprávnou (zatím ji pokusy nepotvrdily), je zde kvantová teorie gravitace, která vysvětluje nestabilitu protonu docela jiným způsobem. Už jsme hovořili o tom, jak kvantová mechanika vysvětluje (na základě Heisenbergova principu neurčitosti) virtuální částice a antičástice. Podobně kvantová teorie gravitace říká, že prázdný prostor je zaplněn černými děrami různých velikostí a sice virtuálními černými děrami. Malá virtuální černá díra může pohltnout blízký proton a zůstane z něho

jen pozitron a několik fotonů. Podle Hawkinga by poločas protonu (vzhledem k zachycení malou černou dírou) byl asi 10^{45} roků.

Všechny částice se tedy během doby rozpadnou na leptony, tj. elektrony, pozitrony a neutrina. Hyperony se po krátké době (zlomky sekundy) rozpadnou na proton nebo neutron. Neutron se rozpadá (pokud je volný) na proton, elektron a antineutrino — avšak proton se rozpadne také na lepton, jak jsme právě viděli. Mezony jsou také nestabilní částice a za kratičkou dobu se rozpadají na leptony (jen neutrální pion se rozpadne na dva fotony gama). Některé z leptonů se při setkání mohou anihilací změnit ve fotony (např. elektron s pozitronem).

A tak konečný osud otevřeného vesmíru jsou fotony, neutrina, antineutrina, elektrony a pozitrony — velmi rozptýlené v rozšiřujícím se prostoru, jehož rozpínání se nikdy nemůže zastavit. Takové nesmírné zjednodušení všech systémů na Zemi a v celém vesmíru v nás vyvolává smutek. Útěchou nám zůstává naděje, že budoucí pozorování zjistí, že průměrná hustota vesmíru je větší než jeho kritická hodnota, čili že skutečný vesmír přece jen není otevřený.

Zprávy

BEDŘICH POLÁK — 75 LET

Jubilant se narodil 1. 3. 1909 v Praze. Po maturitě studoval vysokou školu inž. stavitelství ČVUT v Praze, kterou ukončil r. 1932. Svou zálibu v astronomii uplatnil ve Vojenském zeměpisném ústavu (později Zeměměřičském úřadu), kde od r. 1934 pracoval 17 let odborně a vědecky. V r. 1946 po obhajobě disertační práce z oboru základního měření dosáhl doktorátu technických věd. Vykonal řadu geodeticko-astronomických prací, např. cirkumzenitálem určil zeměpisné souřadnice Geomagnetické observatoře v Průhonících. V letech 1951—1952 byl v oboru astronomie činný ve Vojenském topografickém učilišti v Dobrušce. Odtud odešel r. 1952 do SNTL, kde 5 let redigoval více než 30 publikací ze zeměměřičství a astronomie. Po odchodu ze SNTL v r. 1957 se již natrvalo věnoval práci pedagogické, na zeměměřičském směru stavební fakulty ČVUT byl jmenován docentem pro obor geodézie.

Bohatá je jeho činnost publikační. Kromě řady článků a drobných publikací s geodeticko-astronomickou tematikou je autorem knih „Podíl astronomie na tvorbě mapy“ a „Inženýrská astronomie“. Odchodem do důchodu r. 1973 však jubilat nezahálí. Svou zálibu v historii astronomie dokumentuje přednáškami a články o slunečních hodinách. O jeho vědecké práci v oboru astronomie svědčí referát přednesený v lednu 1984 na semináři ke 100. výročí narození akademika Ryšavého pod názvem Přibližná metoda astronomického určení místa a azimutu z měření sklonu terminátoru a její využití k orientaci na Měsíci.

Na závěr opakujeme přání, vyslovené v blahopřejném článku v Říši hvězd r. 1969 k jubilantovým šedesátinám jeho přítelem prof. Bucharem, „aby jeho sluneční hodiny v Roztokách mu odměřily ještě hodně šťastných a úspěšných let“.

Jaromír Bátěk

Co nového v astronomii

NOVÉ SUPERNOVY

L. E. Gonzalez (hvězdárna Cerro El Roble) objevil 3. ledna patrně supernovu fotografické jasnosti $18,0^m$. Byla vzdálena $1''$ východně a $6''$ severně od jádra bezejmenné galaxie, jejíž poloha je

$$\alpha = 5^h48,0^m \quad \delta = -24^\circ02'.$$

N. Metlova (Krymská observatoř Šternbergova astronomického ústavu) objevila 1. února supernovu v galaxii MCG 9-19-19. Hvězda měla fotografickou jasnost $16,7^m$ a byla $8''$ východně a $5''$ jižně od jádra galaxie, jejíž souřadnice jsou

$$\alpha = 11^h12,7^m \quad \delta = +56^\circ11'.$$

Dne 2. března objevil González další možnou supernovu v galaxii NGC 4246. Měla fotografickou jasnost $18,0^m$ a byla ve vzdálenosti $33''$ východně a $14''$ jižně od jádra galaxie, jejíž poloha je

$$\alpha = 12^h15,4^m \quad \delta = +7^\circ28'.$$

Souřadnice galaxií jsou uvedeny pro ekvinokcium 1950,0.

IAUC 3913, 3916, 3921 (B)

Dříve rozbiješ atom než pomluvu.

A. Einstein

DEFINITIVNÍ OZNAČENÍ KOMET PROŠLÝCH PŘÍSLUNÍM V ROCE 1982

<i>Definitivní označení</i>	<i>Předběžné označení</i>	<i>Jméno komety (P/periodická)</i>	<i>Průchod přísluním</i>
1982 I	1980b	Bowell	březen 12,3
1982 II	—	P/du Toit-Hartley	březen 30,4
1982 III	1982h	P/Peters-Hartley	květen 9,3
1982 IV	1982a	P/Grigg-Skjellerup	červenec 15,0
1982 V	1981l	P/Väisälä 1	červenec 30,6
1982 VI	1982g	Austin	srpen 24,7
1982 VII	1982e	P/d'Arrest	září 14,3
1982 VIII	1982f	P/Churyumov-Gerasimenko	listopad 12,1
1982 IX	1983i	P/Russell 3	listopad 23,2
1982 X	—	P/Gunn	listopad 26,9

MPC 8438 (B)

**DEFINITIVNÍ RELATIVNÍ ČÍSLA
V ROCE 1983**

V tabulce uvádíme definitivní relativní čísla sluneční činnosti pro jednotlivé dny roku 1983, publikovaná A. Koeckelenberghem (Sunspot Index Data Centre, Brusel). Průměrné definitivní relativní číslo za rok 1983 bylo 66,6.

PLANETKA 1984 BC

Na snímku, exponovaném 30. ledna 1,2m Schmidtovou komorou Palomarské hvězdárny, našli E. Helinová a R. S. Dunbar v souhvězdí Lva zajímavou planetku, která dostala předběžné označení 1984 BC. Planetka se počátkem roku 1986 přiblíží k Jupiteru na vzdálenost 0,7 AU a patří spolu

Den	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1	60	103	109	53	114	61	62	131	46	29	17	26
2	65	85	93	70	104	72	59	128	56	51	22	23
3	55	88	86	61	94	73	61	105	59	63	37	15
4	63	94	93	53	85	68	87	103	69	74	51	14
5	82	82	113	36	95	77	80	79	84	65	66	17
6	103	71	88	49	88	85	79	49	78	75	74	39
7	109	72	77	64	92	104	79	60	72	87	84	41
8	126	63	68	59	98	100	82	70	68	99	90	48
9	100	39	74	59	110	100	69	69	74	106	70	71
10	83	26	55	64	114	86	59	63	70	121	68	82
11	90	21	49	69	101	73	68	88	65	136	56	76
12	77	18	32	65	114	66	86	103	41	122	43	66
13	89	11	12	64	132	72	85	104	36	100	36	66
14	92	10	24	64	125	88	88	97	36	80	29	52
15	77	24	44	53	130	92	92	93	42	72	28	50
16	89	17	63	54	99	84	93	80	33	61	38	35
17	102	22	74	63	93	79	96	72	35	60	31	46
18	86	32	88	75	99	78	98	71	45	63	36	36
19	93	33	82	110	88	103	96	54	40	46	26	31
20	81	32	82	90	105	117	101	40	32	26	12	25
21	74	39	87	87	110	117	109	52	36	18	18	21
22	73	33	70	83	104	136	114	50	38	22	0	15
23	59	40	66	91	102	143	95	51	42	22	0	20
24	58	50	60	92	111	122	105	35	46	20	0	22
25	75	67	48	123	98	122	85	52	42	18	0	21
26	77	70	70	118	100	110	58	53	50	20	7	23
27	75	88	72	126	85	92	49	51	51	12	10	12
28	89	98	48	146	68	83	40	55	48	15	12	10
29	99	44	142	88	68	68	73	63	43	16	19	11
30	101	54	137	68	63	63	89	59	33	15	21	13
31	110		37		60		110	45		16		9
Průměr	84,3	51,0	66,5	80,7	99,2	91,1	82,2	71,8	50,3	55,8	33,3	33,4

Asteroid	1982 YA	1983 SA	1983 XF	1984 BC
M_0	98,26809°	52,00041°	41,82791°	33,1641°
ω	143,63885°	316,54312°	54,65469°	41,0699°
Ω	269,16224°	350,05974°	73,22114°	130,1760°
i	34,57320°	30,77574°	4,16213°	22,5385°
a [AU]	3,7067344	4,2292025	3,1128969	3,424165
e	0,6972531	0,7147092	0,5345812	0,546825
q	1,1222023	1,2065526	1,4488007	1,551746
Q	6,2912665	7,2518524	4,7769931	5,296584
P [roky]	7,136	8,697	5,492	6,336

s asteroidy 1983 XF, 1983 SA a 1982 YA k objektům, které se pohybují po vyložené kometární dráze. Takže tyto objekty mohou případně být něčím mezi planetkami a kometami. V tabulce uvádíme elementy drah 1984 BC a dalších tři zmíněných těles podle výpočtů B. G. Marsdena (IAUC 3919, MPC 8394, 8467, 8534), vztažených k epoše 1984 X. 27,0 EČ a k ekvinokciu 1950,0.

Jak je z tabulky vidět, uvedené planetky mají značně excentrické dráhy (excentricity mezi 0,53–0,71), jejichž velké poloosy jsou mezi 3,11–4,23 AU; oběžné doby jsou mezi 5,49–8,70 roku. Jde tedy o typické kometární dráhy. V přísluní (q – vzdálenost přísluní) se uvedené asteroidy blíží k dráze Země, v odsluní (Q – vzdálenost odsluní) se vzdalují od Slunce na 4,78–7,25 AU, tedy k dráze Jupitera nebo až za ní. V tabulce značí M_0 střední anomálii pro uvedenou epochu.

J. B.

DVĚ PROMĚNNÉ V MLHOVINĚ V ORIONU

V cirkuláři Mezinárodní astronomické unie č. 3924 oznámil G. M. Hurst, že R. Chanal objevil 29. XII. 1983 hvězdu fotografickou jasnosti 13,5^m v poloze [1950,0]

$$\alpha = 5^{\text{h}}32^{\text{m}}17^{\text{s}} \quad \delta = -5^{\circ}35,6'.$$

Hvězda, vzdálená asi 1' severozápadně od proměnné V372 Ori, byla také nalezena na snímcích, které exponoval N. Scott 9. XII. 1983 a 8. I. 1984; její fotografická jasnost byla asi 14^m. Hvězda je patrně identická s předpokládanou infračervenou proměnnou NSV 2229 a normálně není jasnější než 17^m. Byla nalezena také na snímku, který exponoval 5. XII. 1983 R. W. Argyle; ve spektrálním oboru B měla jasnost 14,4^m.

Scott našel na snímcích, exponovaných již 22. I. 1978 a 2. II. 1978 další proměnnou hvězdu, jejíž poloha byla [1950,0]

$$\alpha = 5^{\text{h}}32^{\text{m}}18^{\text{s}} \quad \delta = -5^{\circ}36,1'.$$

V uvedené době měla hvězda jasnost 13,5^m až 14^m, ale na žádném dalším snímku nebyla jasnější než 18^m.

J. B.

TŘI TISÍCE ASTEROIDŮ

Počet planetek definitivně označených čísly přesáhl letos v únoru již 3000. Jubilejní, s označením {3000}, je 1981 EG19. Objevil ji S. J. Bus na observatoři Siding Spring 2. března 1981. Byla však pozorována již dříve a měla předběžná označení 1961 XB, 1975 NK1, 1979 UT4 a 1979 WC6. Planetka {3000} má oběžnou dobu 3,60 roku a přísluním prošla 10. dubna 1983. V přísluní se blíží ke Slunci na 1,925 AU, v odsluní se od něho vzdaluje na 2,777 AU. Její dráha, svírající s rovinou ekliptiky úhel pouze 2,75°, má excentricitu 0,1812 a velkou poloosu 2,3508 AU.

MPC 8532 (B)

ODCHYLKY ČASOVÝCH SIGNÁLŮ V ÚNORU 1984

Den	UT1-UTC	UT2-UTC
4. II.	+0,3405 ^s	+0,3398 ^s
9. II.	+0,3357	+0,3357
14. II.	+0,3310	+0,3318
19. II.	+0,3235	+0,3251
24. II.	+0,3140	+0,3167
29. II.	+0,3042	+0,3080

Vysvětlení k tabulce viz ŘH 65, 17; 1/1984. V. Ptáček

Kalkulátory v astronomii

Komplexní program na zpracování pozorování periodických proměnných hvězd metodou Nijlandovou-Blažkovou

V nedávné době publikoval dr. Pokorný v našem časopise několik výpočetních programů užitečných pro zpracování amatérských pozorování proměnných hvězd. Šlo zejména o následující články:

ŘH 61 (1980), č. 1, s. 19–20 — Převod občanského data na juliánské datum

— č. 3, s. 62 — Transformace sférických souřadnic včetně elegantního Schiltova programu pro kalkulátory HP

— č. 8, s. 173–174 — Předpovědi periodických dějů

ŘH 62 [1981], č. 3, s. 62—63 — Vyhodnocení odhadů jasnosti

— č. 4, s. 83—84 — Heliocentrická korekce

— č. 5, s. 109 — Výpočet $O-C$.

Programy jsou psány většinou ve dvou podobách, pro kalkulátory TI a HP, a zahrnují všechny podstatné problémy, s nimiž se setká pozorovatel při práci na čs. amatérském programu sledování proměnných hvězd. Pro majitele malého programovatelného kalkulátoru jako je SR-56 nebo HP-25 je to maximální pohodlí, kterého se svou technikou může v tomto ohledu dosáhnout. Třebíčský pozorovatel Petr Neugebauer si však povšiml, že všechny tyto programy lze spojit v jeden, je-li k dispozici kalkulátor středního rozsahu. Počtář se při tom vyhne zapisování a vkládání mezivýsledků, což urychlí výpočet a sníží možnost vzniku chyb. Svou myšlenku i realizoval v podobě programu pro TI-58. Autor těchto řádků se tím inspiroval a sestavil analogický program pro HP-15C [resp. HP-34] v inverzní polské logice.

Oba programy jsou schopny vykonávat následující výpočty:

(a) Určují jasnosti srovnávacích hvězd a proměnné pro souhrn odhadů Nijlandovou-Blažkovou metodou, aniž by po výpočtu jasností srovnávacích hvězd bylo nutno odhady znovu do stroje před výpočtem jasností proměnné hvězdy v různých časech vkládat.

(b) Určují rozdíly $O-C$ mezi skutečností a výpočtem, přičemž výsledky pozorování se vkládají v občanském datu a hodinách a minutách, a program automaticky provede všechny výpočty spojené s opravou na střed Slunce. Za tím účelem je samozřejmě nutno kromě světelných elementů vložit souřadnice hvězdy, a to v ekvatorálním systému (α, δ) .

(c) Umožňují zautomatizovat skládání řad tím, že dovedou pro kterýkoli okamžik určit časovou odlehlost $t-C$ od nejbližšího teoretického minima (pokud objektem pozorování bude zákrytová dvojhvězda, což bude asi u nás nejčastější případ). Tady jde ovšem o stejný výpočet jako v (b), jen místo okamžiku pozorovaného minima vložíme čas, pro který hledáme $t-C$.

Hned při prvním použití se oba programy velmi osvědčily. Pozorovatelům usnadňují zpracování dat, takže se mohou věnovat zajímavější činnosti. Lze jich použít i při přípravě programu pozorování pro daný večer, protože nám kalkulátor rychle může sdělit, v jaké fázi jsou hvězdy, které nás zajímají. To je velmi cenné, protože každý pozorovatel ví, jak těživý bývá nedostatek času na začátku jasné noci.

Z těchto důvodů oba programy čtenářům předkládáme a těšíme se, že dále zvýší oblibu pozorování proměnných hvězd mezi našimi amatéry.

V programech používáme vzorců a zna-

čení z návodu „Pozorování zákrytových dvojhvězd“ autorů Z. Pokorného a J. Šilhána (vydala HaP Brno v r. 1981) a vycházíme z článků Z. Pokorného citovaných výše. V těchto článcích jsme našli dvě drobné chyby. Jedna spočívá v chybně uvedeném rozmezí platnosti vzorce pro převod na juliánské datum (patří 1. 3. 1900 až 28. 2. 2100), což se týká ŘH 1/1980, s. 20. Vzorec pro astronomickou délku Slunce λ_{\odot} v ŘH 4/1981 na str. 83 má znít lépe

$\lambda_{\odot} = 0,986 \Delta - 79,8 + 1,9 \sin (\Delta - 2,6)$,
kde Δ je počet dnů uplynulých od půlnoci na 1. leden.

Ostatní vzorce ani značení by zde nebylo vhodné uvádět; čtenář je najde v citované literatuře.

Program pro kalkulátory HP

Část A

```
1  LBL A R ↓ STO 2 R ↓ STO 3 R ↓ STO 4
  R ↓ GSB 4 GSB 8 1 STO 3 STO 4 0
15  x ≥ 1 STO 8 RCL 5 STO 0 GSB 8 RCL 0
  RCL 5 — RCL 8 + STO 2 LST x x ≥ 0
28  STO + 0 STO 5 RCL 2 2.6 — DEG SIN
  1.9 × .9856 RCL 2 × + 79.8 — RCL 6
55  — COS RCL 7 COS .0058 × × STO — 5
  STO — 0 RCL 0 LBL C STO 0 RCL 9 —
73  RCL .0 + FIX 0 RND FIX 4 STO 3
  RCL .0 × RCL 9 + RCL 0 — CHS
  STO 4
87  RCL 0 RCL 3 RCL 4 RTN LBL 8 2
  RCL 3 TEST 7 GTO 6 1 CHS GSB 5 13
101  GTO 7 LBL B GSB 4 RCL + 5 GTO C
  LBL 4 -H 1 — 24 + STO 1 RTN LBL 5
116  RCL + 2 365.25 × INT STO 5 RTN
  LBL 6 0 GSB 5 1 LBL 7 RCL 3 + 30.6
  × INT
140  STO + 5 RCL 4 679018.5 — STO + 5
  (15079 RCL 5 TEST 8 RTN 1 STO + 5)
152  RTN LBL 2 -H x ≥ y -H 15 × x ≥ y 1
  ENTER 23.5 R ↓ -R x ≥ y R ↓ -R R ↑
173  x ≥ y R ↓ -P R ↓ + R ↑ -R R ↓ x ≥ y
  -P R ↑ x ≥ y -P R ↓ STO 7 R ↓ STO 6
190  RTN LBL 1 STO .0 x ≥ y STO 9 RTN
```

Část B

```
196  LBL D STO .2 x ≥ y STO .1 RTN LBL E
  + LST x x ≥ y + RCL .1 RCL .2 — ×
210  RCL .2 + RTN
```

Část C

```
196  LBL D 3 STO I 0 STO 0 LBL 3 R/S +
  LST x x ≥ y + STO (i) LST x STO — 0
210  1 STO + I RCL I 2 — GTO 3 LBL E
  STO 1 RCL I 3 — STO + 0 R ↓ RCL 0
224  — STO 2 .01 STO + I 1 EEX 3 STO + I
  3 STO + I RCL 2 LBL 9 R/S RCL I
240  INT 2 — RCL 0 RCL (i) × RCL 2 +
  ISG I GTO 9 SF 9
```

Část A počítá odchylky $O-C$.

Část B slouží k výpočtu jasností proměnné hvězdy, jestliže jsou předem známy jasnosti srovnávacích hvězd.

Části C se používá k současnému výpočtu jasností srovnávacích hvězd (ve stupňové škále) a jasností proměnné hvězdy.

Jednotlivé části programu mohou pracovat buď samostatně nebo v kombinaci A s B či A s C. Potřeba kombinovat části B a C v praxi stěží vyvstane, kdyby se však objevila, bylo by nutné změnit návěští v části B (např. na 0 a .0). Části A a B jsou navzájem zcela nezávislé, spuštění části C však smaže ve stroji konstanty pro část A i B.

Příprava stroje: CF 8 27 DIM (i) USER

Obsazení stroje:

Část A:

195 kroků = 204 slabik (bytes)
paměti 0—10
návěští A—C, 1, 2, 4—8

Část B:

17 kroků = slabik
paměti 11 a 12
návěští D, E

Část C:

55 kroků = 62 slabik [při programování v režimu USER o 2 slabiky víc]
paměti I, 0 — k+2, kde k je počet zpracovávaných odhadů
návěští D, E, 3, 9.

Obsluha části A

Před spuštěním vlastního programu:

Mino ENTER P (perioda) GSB 1 α ENTER δ GSB 2. Ekvatoréální souřadnice hvězdy vkládáme v šedesátinné míře, deklinaci ve stupních, rektascenzi v hodinách. Podprogram 2 je převede na ekliptikální a uloží do paměti 6 a 7.

Vlastní výpočet O—C:

(a) DEN Enter MĚSÍC Enter ROK Enter HOD.MMSS (SEČ) A.
(b) Opakuje-li se datum: HOD.MMSS (SEČ) B.

(c) Je-li již proveden převod na juliánské datum: JD_{hel} C.

Vyvolání výsledků:

Zobrazí se O—C R↓ epocha E R↓ JD_{hel}. Potřebujeme-li heliocentrickou korekci cor_{hel}: RCL 5 0.5 — RCL 5 INT — (v případě (c) se nepočítá).

Obsazení paměti na konci výpočtu:

R 0 JD_{hel} pro okamžik pozorování
R 2 doba ve dnech uplynulá od začátku roku Δ

R 3 epocha E

R 4 rozdíl O—C

R 5 juliánské datum začátku dne pozorování (světová půlnoc) opravené o heliocentrickou korekci JD_d+cor_{hel}

R 6, R 7 ekliptikální souřadnice λ a β hvězdy

R 9, R 10 světelné elementy hvězdy Mino a P.

Testovací příklady:

BN Peg Mino = 33 896,366 P = 0,713298

$\alpha = 21^{\text{h}}26^{\text{m}}30^{\text{s}}$ $\delta = +4^{\circ}52'$

30. 9. 1979 0^h02^m SEČ,
0^h11^m

O—C = 0,0056 dne,
0,0119

E = 14 370,
14 370

JD = 44 146,4639
44 146,4701

cor_{hel} = +0,0042

RZ Dra

Min₀ = 44 177,556

P = 0,5508738

JD_{hel} = 44 111,446

O—C = -0,0051

E = -120

Poznámka: Ve zjednodušené podobě funguje program v časovém intervalu 1. 3. 1900 až 28. 2. 2100. Potřebujeme-li prodloužit platnost až k 1. 3. 1800, musíme před krok 152 vložit 10 instrukcí v závorce; program se tak prodlouží o 11 slabik.

Obsluha části B

Před spuštěním vlastního programu:

m_a ENTER m_b D

Vlastní výpočet magnitudy proměnné hvězdy z odhadu a p v q b : p ENTER q E. Zobrazí se m_v.

Obsazení paměti: R 11 m_a, R 12 m_b.

Testovací příklad: m_a = 9, m_b = 10, a 2 v 3 b : m_v = 9,4.

Obsluha části C

Před spuštěním vlastního programu: D. Zobrazí se 0.

Vkládání dat:

Shromáždíme všechny odhady proměnné s týmiž srovnávacími hvězdami, tj. typu a p_i v q_i b. Jeden odhad po druhém vkládáme posloupností operací p_i ENTER q_i R/S. Před vložením druhé a každé další dvojice p_i, q_i svítí na zobrazovači číslo i.

Vyvolání výsledků:

m_a E. Zobrazí se m_b.

R/S. Zobrazí se m_v 1 — jasnost [ve stupňové škále] příslušná prvému odhadu.

R/S... Postupně vyvoláme všechna m_v i; zapomeneme-li, kolikátý odhad to byl, zjistíme to pomocí x \geq y. Po vyvolání všech výsledků začne zobrazovač blikat. Ve stroji je místo na 25 odhadů. Další zvýšení počtu [až do 54] je možné, je-li ve stroji sám program C.

Obsazení paměti:

R I adresovací registr

R 0 nejprve — $\sum (p_i + q_i)$,

potom — (m_b - m_a)

R 1, R 2 m_a, m_b
 R [2+i] $q_i/(p_i+q_i)$

Testovací příklad:

$c \ 5 \ v \ 6 \ d \quad m_c = 4,3 \quad m_v = 9,3$
 $c \ 8 \ v \ 2 \ d \quad m_d = 15,3 \quad 13,1$
 $c \ 11 \ v \ 1 \ d \quad 14,4$

Oprava chyb:

Vložíme-li omylem dvojici p'_i, q'_i , napravíme to následujícím postupem:

$\{p'_i+q'_i\}$ STO + 0 1 STO - I; nato vložíme správnou dvojici a pokračujeme ve výpočtu.

Potřebujeme-li do části C zavést škálu magnitud zvenčí, musíme tak učinit po proběhnutí podprogramu E. Po sérii instrukcí m_a STO 1 m_b STO 2 - STO 0 můžeme postupně klávesou R/S vyvolávat výsledky m_v i jako nahoře.

Program pro kalkulátory TI 58/59
 (autor Petr Neugebauer)

Část A

000 R/S Op 20 STO Ind 0 RST
 006 Lbl A RCL 0 STO 16 RCL Ind 0
 014 Int + RCL Ind 0 INV Int X 10 =
 024 If flg 0 055 SUM 17 Dsz 0 012
 034 RCL 17 + RCL 16 = STO 19 + RCL 18
 045 = R/S $x \geq t$ St flg 0 Op 20 GTO 012
 055 1/x X RCL 19 X RCL Ind 0 Int =
 064 + RCL 18 = R/S GTO 050
 072 Lbl E CMs Fix 1 $x \geq t$ STO 18 RST

Část B

081 Lbl B STO 01 3 $x \geq t$ R/S STO 2
 090 STO 19 $x \geq t$ 104 Op 31 13 SUM 2
 101 GTO 106 Op 22 R/S STO 3 R/S D.MS
 111 + 24 = SUM 3 RCL 11 X RCL 1 =
 Int
 124 + { RCL 12 X RCL 2 } Int +
 RCL 3 -
 137 RCL 13 = STO 8 Fix 4 R/S

Část C

145 Lbl C STO 2 $x \geq t$ D.MS X 15 =
 155 STO 01 1 $x \geq t$ P-R STO 4 RCL 1 P-R
 165 $x \geq t$ STO 5 RCL 14 P-R + $x \geq t$ Exc 4
 175 $x \geq t$ RCL 14 P-R INV SUM 4 $x \geq t$ =
 184 Exc 5 $x \geq t$ RCL 4 INV P-R STO 1
 193 RCL 5 INV P-R STO 2 RCL 19 - 1 =
 204 X 30.3 + RCL 3 = STO 4 sin + .985
 221 X RCL 4 - 80.15 = - RCL 1 =
 cos X
 237 RCL 2 cos X RCL 15 = +/- SUM
 8 R/S
 248 RCL 8 R/S + 1440 = R/S

Část D

258 Lbl D STO 10 - RCL 8 = +/- +
 R/S
 269 STO 9 = Fix 0 EE INV EE Fix 4 X

280 RCL 9 + RCL 10 = R/S - RCL 8 =
 291 +/- R/S

Část A slouží k určení jasnosti srovnávacích hvězd v odhadních stupních a k výpočtu odhadů jasnosti proměnné hvězdy ve škále odhadních stupňů.

Výpočet:

Nechť $a, b, c, d \dots$ je posloupnost srovnávacích hvězd s klesající jasností, $a \ x_1 \ V \ y_1 \ b, a \ x_2 \ V \ y_2 \ b, \dots, a \ x_n \ V \ y_n \ b$ je množina všech odhadů srovnávacích jasnost proměnné mezi hvězdami a a b (maximálně 15 odhadů).

Vkládání hodnot:

- [1] jasnost srovnávací hvězdy a - obvykle 0- $[x \geq t]$
- [2] příprava [E]
- [3] zadání odhadů ve tvaru: $x_1 \cdot y_1$ [R/S], $x_2 \cdot y_2$ [R/S], až $x_n \cdot y_n$ [R/S]
- [4] spuštění výpočtu [A] ... jasnost hvězdy b v odhadních stupních, [R/S] ...
 1. odhad jasnosti proměnné, [R/S] ...
 2. odhad, ..., [R/S] ... n -tý odhad jasnosti proměnné

Výpočet jasnosti další srovnávací hvězdy c a odhady - návrat na bod [2] [čili [E] a odhady mezi b a c].

Obsazení registrů:

R_0 pro nepřímé adresování, R_1 až R_{15} odhady, R_{16} počet odhadů, R_{18} jasnost 1. srovnávací hvězdy, R_{17} a R_{19} pracovní registry.

Testovací příklad:

$a \ 1 \ V \ 4 \ b \quad 0,9 \quad a \dots 0$
 $a \ 3 \ V \ 1 \ b \quad 3,4 \quad b \dots 4,5$
 $b \ 1 \ V \ 3 \ c \quad 5,4 \quad c \dots 8,0$
 $b \ 2 \ V \ 1 \ c \quad 6,8$

Část B slouží k převodu okamžiku minima z data uvedeného v SČ na modifikované juliánské datum JD .

Výpočet:

Vkládáme-li ROK [B], MĚSÍC [R/S], DEN [R/S], okamžik minima v SČ ($SČ = SEČ - 1$) ve tvaru HH.MM [R/S]; na zobrazovači se objeví JD (geocentrické)

Testovací příklad:

25./26. VIII. 1982, $0^h 18^m SEČ$
 1982 [B], 8 [R/S], 25 [R/S], 23.18 [R/S]
 ... 45 207,4708.

Část C je určena k výpočtu heliocentrické korekce, $JD(hel)$, dále k převodu chyby vyjádřené v minutách na zlomky dne. Pro výpočet hel. korekce je použit program P. Kesslera z *ŘH* 62 (1981), č. 4, str. 84.

Výpočet:

Vložíme rektascenzi α ve tvaru HH.MMSS [$x \geq t$], deklinaci δ ve stupních [C] ... heliocentrická korekce ve dnech, [R/S] ... $JD(hel)$, chyba v minutách [R/S] ... chyba ve zlomcích dne.

Testovací příklad:

$\alpha = 21^{\text{h}}59^{\text{m}}$, $\delta = 44^{\circ}$... hel. korekce 0,0034 ... $J D(\text{hel}) = 45\,207,4742$. Chyba 13 minut ... 0,0090 dne.

Část *D* po zadání periody a základního minima vypočte $J D(C)$, což je okamžik heliocentrického vypočteného minima, a rozdíl $(O-C)$.

Výpočet:

Vložíme nejdříve základní epochu $M_0 [D]$, periodu $P [R/S]$... $J D(C)$, $[R/S]$... $(O-C)$.

Testovací příklad:

$P = 1,6046916$, $M_0 = 27\,026,316$... $J D(C) = 45\,207,4718$, ... $(O-C) = 0,0024$.

Pozor! Před začátkem výpočtu v oddílech *B*, *C* a *D* je nutno ručně vložit do registrů 11 až 15 tyto konstanty:

R_{11} ... 365,25; R_{12} ... 30,6; R_{13} ... 679 018,5; R_{14} ... -23,45; R_{15} ... 0,00578.

Jak je patrné, žádný z programů neřeší vlastní určení okamžiku minima. To je nutno dál dělat graficky. Numerické zvládnutí tohoto problému by vyžadovalo užítí metody nejmenších čtverců, na takové počínání by se ale hodilo úsloví o kanonu a vrabci.

Programy jsou použitelné v podstatě na všechna amatérská pozorování krátkoperiodických proměnných hvězd (kromě zákrtyových zejména na hvězdy typu *RR Lyr*), včetně pozorování fotografických a některých fotoelektrických. Časová přesnost ± 10 sekund však nestačí na zpracování přesných fotoelektrických měření, kdežto na druhé straně pro redukci pozorování dlouhoperiodických hvězd je tato přesnost zbytečně vysoká.

Jindřich Šilhán

Souhvězdí severní oblohy

V minulém čísle skončilo otiskování mappek souhvězdí a tabulek, které jsme pravidelně v Říši hvězd uveřejňovali od č. 1/1981.

Mapka souhvězdí Lva byla otištěna již v čísle 4/1981 (str. 82), ale tiskárna zvolila jinou velikost. Všechna souhvězdí jsou kreslena v zobrazeních, která zachovávají na deklinačních kružnicích (tj. na množinách bodů majících stejnou rektascenzi) délky příslušející jednotce úhlové míry (stupni). Proto mapku souhvězdí Lva uveřejňujeme znovu na 3. str. obálky ve správné velikosti.

Při kresbě souhvězdí byla použita tři zobrazení. Pro polární oblast bylo zvoleno Postelovo zobrazení, pro rovníkovou oblast válcové čtvercové zobrazení a pro pás mezi oběma předchozími kuželové zobrazení se dvěma zvolenými základními rovnoběžkami. Tato zobrazení nejsou ani plochojevná ani úhlojevná. Všechna tři zobrazení jsou délkojevná na deklinačních kružnicích. Jsou to zobrazení vyrovnávací.

Snadné vyhledání jednotlivých souhvězdí umožní připojená tabulka, v níž je název i zkratka souhvězdí a číslo a rok Říše hvězd, v němž byly mapky otištěny. V příštích číslech uveřejníme tabulky fyzikálních údajů k nehvězdným objektům a doplňky.

Na žádost čtenářů uvažujeme o barevném, přepracovaném a doplněném vydání všech souhvězdí naší oblohy. Po předběžném jednání předpokládáme vydání v 1. čtvrtletí

Český název	Zkratka	ŘH	Český název	Zkratka	ŘH	Český název	Zkratka	ŘH
Andromeda	And	1/84	Kasiopeja	Cas	11/83	Rydló	Cae	12/83
Beran	Ari	1/82	Kentaur	Cen	4/82	Rys	Lyn	2/82
Bliženci	Gem	1/83	Kompas	Pyx	3/82	Severní koruna	CrB	6/82
Býk	Tau	12/82	Koniček	Equ	8/81	Sextant	Sex	4/84
Cefeus	Cep	10/83	Kozoroh	Cap	9/82	Sochař	Sci	4/84
Delfin	Del	8/81	Labuť	Cyg	9/81	Střelec	Sgr	7/82
Drak	Dra	8/83	Lev	Leo	4/81	Šíp	Sge	8/81
		9/83			5/84	Štír	Sco	7/83
Drobnohled	Mic	9/82	Lištička	Vul	3/84	Štít	Sct	8/81
Eridanus	Eri	12/83	Lodní záď	Pup	3/83	Trojúhelník	Tri	1/82
		2/84	Lyra	Lyr	3/84	Váhy	Lib	6/81
Had	Ser	6/83	Malý lev	LMi	5/83	Velká		
Hadonoš	Oph	7/81	Malý medvěd	UMi	9/83	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
Honící psi	CVn	5/82			6/81	Vlas		
Hydra	Hya	3/81	Pastýř	Boo	6/82	Bereničin	Com	5/82
		3/82	Pec	For	12/83	Vlk	Lup	7/83
		4/82	Pegas	Peg	10/81	Vodnář	Aqr	10/82
Jednorozec	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	Žirafa	Cam	2/83
Jižní ryba	PsA	9/82	Ryby	Psc	11/81			

1986 v nákladu asi 10 000 výtisků a ceně asi 35,— Kčs. Objednávky doporučujeme zaslat neprodleně (budou řazeny v pořadí jak došly) na adresu Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy (Petřín 205, 118 46 Praha 1).

O. Hlad, J. Weisellová

Z lidových hvězdáren a astronomických kroužků

NOVÁ AMATÉRSKÁ POZOROVATELNA NA VYSOČINĚ

Dne 1. ledna 1978 byla zahájena činnost astronomického kroužku JKP ve Žďáru nad Sázavou. Byly stanoveny náročné cíle: soustavná práce s mládeží, trvalá přednášková činnost a výstavba pozorovatelny.

Snaha rozvíjet započatou činnost znamenala neopomenout stále budování členské základny. Výchovu vlastního dorostu svěřil výbor kroužku M. Strakovi ml., který je promováným pedagogem. Výchovná činnost tím byla postavena na odborně organizovaný základ. Během čtyř let získal kroužek mladé demonstrátory, kteří po dosažení patnácti let přecházejí do kroužku dospělých.

Trvalá přednášková činnost je zajišťována v rámci okresu, kde pořádá astronomický kroužek JKP přednášky z astronomie i kosmonautiky na školách, v učilištích i na pionýrských táborech. V letošním roce bude přednášková činnost rozšířena i pro BSP a důchodce. Ročně je uskutečněno 25 přednášek, které jsou spojeny s promítáním diapozitivů. Kromě této činnosti probíhají jednou měsíčně schůze členů, na kterých se členové seznamují s novými objevy, přinášejí vlastní materiály k nahlédnutí a tak si vzájemně rozšiřují odborné znalosti.

Činnost kroužku byla obohacena o pořádání výstav. V roce 1979 připravil astronomický kroužek svoji první výstavu v prostorách Staré radnice ve Žďáru nad Sázavou. Výstavu s názvem „Astronomie ve službách míru“ vidělo 1375 návštěvníků. O rok později byla otevřena výstava o kosmonautice pod názvem „Život ve vesmíru“, na kterou se přišlo podívat 1709 návštěvníků.

Důležitá je také spolupráce s hvězdárnami. Díky řediteli prostějovské hvězdárny dr. Jiřímu Prudkému, který pomáhá našemu astronomickému kroužku od samého začátku a také hvězdárně v Úpici, je tato spolupráce velmi dobrá. Metodicky nám pomáhají vydanými materiály i hvězdárny v Praze, Brně a Hlohovci. Každoročně pořádá astronomický kroužek JKP tematické zájezdy do vybraných hvězdáren.

Nejzávažnějším úkolem se stala výstavba

hvězdářské pozorovatelny. Po náležitém zhodnocení vlastních sil a pečlivé přípravě požádal astronomický kroužek, aby stavba byla zařazena do akce „Z“ MěstNV. Tento požadavek nebyl realizován a stavba byla financována z prostředků JKP.

Stavební povolení bylo vydáno odborem výstavby 2. června 1981. Vlastním pracím předcházela akce 15 000 cihel pro hvězdárnu, stavební část pozorovatelny byla v hrubé stavbě dokončena 21. října 1981. Během zimy 1981—82 byla v n. p. Vítkovice, Žďárské strojírně a slevárny zhotovena konstrukce pojízdné střechy, která byla po smontování na staveništi v červenci 1982 vyzvednuta autojeřábem a ihned byla zahájeno obložení stěn střechy a celého interiéru dřevem. Byl položen 155 m dlouhý elektrický kabel a před zimou provedeno připojení na síť. V březnu 1983 bylo započato s oplocením pozemku, provedeno obložení budovy, zřízen přístupový chodník a upraven terén. Dne 25. listopadu 1983 pak byla stavba kolaudována.

Na stavbě pozorovatelny bylo ke dni kolaudace odpracováno členy kroužku zdarma 3705 hodin.

Tím byly všechny hlavní úkoly, které si členové kroužku na počátku své činnosti stanovili, splněny. Astronomická pozorovatelna JKP ve Žďáru byla v dubnu letošního roku zpřístupněna veřejnosti. V kulturně výchovné činnosti bude plnit důležité poslání světónázorové, politicko-výchovné a vzdělávací.

M. S.

Nové knihy a publikace

● P. Příhoda: *Sluneční hodiny*. V nakladatelství Horizont vydal Ústav pro kulturně výchovnou činnost pro Hvězdárnu a planetárium hl. m. Prahy; Praha 1983. Str. 136 + 32 str. přílohy, váz. Kčs 26,—. — Ing. Pavel Příhoda je našim známým odborníkem v oboru slunečních hodin. Čtenáři tohoto časopisu si jistě vzpomenou na jeho seriál, který jsme uveřejňovali v ročníku 60 (1979), i na několik jeho brožurek o slunečních hodinách (nehledě na větší počet článků v různých časopisech). Vše podstatné a důležité bylo shrnuto do recenzované knihy, která vyšla na přelomu loňského a letošního roku. Nalezneme v ní po krátkém úvodu o gnomonice nutně základní pojmy z astronomie a z deskriptivní geometrie (kapitoly 2—4), načež (v kap. 5—19) následuje podrobné pojednání o různých typech slunečních hodin, jakými jsou skafé, vodorovné, nástěnné, rovníkové, polární kombinované, s číselníkem válcovým a v obecné ploše, táborové, polední, analytické (včetně různých variant). Ve stručných závěrečných kapitolách se čtenář

dozví o mechanických slunečních hodinách (kap. 20) a seznámí se krátce s historií slunečních hodin (kap. 21). Na konci knihy nalezneme seznam literatury, různé potřebné tabulky a rejstřík; v příloze jsou pak vystřihovánky, z nichž si může každý i nepříliš zručný kutil jednoduché sluneční hodiny vyrobit. Kniha je doplněna 46 obrázky v příloze — je však záhadou, proč tato příloha by zařazena mezi str. 32—33 — na konci knihy by se určitě vyjímala lépe; tisku fotografických reprodukcí mohla být věnována větší péče. Příhodou knihu jistě uvítají všichni, kdo se o sluneční hodiny zajímají. Naleznou v ní vše, co je nutné k pochopení principu, funkce a konstrukce nejstarších časoměrných zařízení. Dobrou úroveň knihy nemůže snížit několik drobných nepřesností (např. na str. 18 — Země... jednou běží kolem Slunce rychleji, hlavně v zimě, atd.). J. B.

● P. Lála: *25 let kosmonautiky v číslech*. HaP MK, Brno 1984; str. 36. — Jako metodický materiál pro pracovníky hvězdáren, planetárií, astronomických kroužků i zájemce o kosmonautiku vydala brněnská hvězdárna neobyčejně potřebnou publikaci. Historie kosmonautiky není sice příliš dlouhá, ale málokdo ze zájemců o tento obor má dnes přehled o tom, kdy a co důležitého se v kosmonautice událo. Lze se to dozvědět z recenzované publikace, v níž se RNDr. P. Lálovi, CSC., podařilo v mnoha přehledných tabulkách a několika grafech zachytit vše podstatné. Neobyčejně užitečné jsou také kapitoly Prvenství v kosmické technice a Slovníček realizovaných kosmických programů. Publikaci lze zakoupit (cena Kčs 8,30) na Hvězdárně a planetáriu Mikuláše Kopernika (Kraví hora, 616 00 Brno). J. B.

● P. Příhoda: *Planeta Venuše*. HaP MK, Brno 1983; str. 16, obr. 4. — V edici Kapitoly z astronomie vyšla jako svazek 11 útlá, ale velmi užitečná brožurka, určená jako metodický materiál pro lidové hvězdárny, planetária a astronomické kroužky, v níž ing. P. Příhoda stručně shrnul všechny nejdůležitější poznatky o Venuši, získané až téměř do současné doby (konče výsledky získanými Veněrami 13 a 14). V jednotlivých kapitolách informuje autor o podmínkách viditelnosti planety, o pozemských pozorováních, o sondách vyslaných k Venuši, o atmosféře a povrchu planety, jejím tvaru a gravitačním poli, o periodě rotace a o okolí Venuše. V závěru nalezneme stručný seznam doporučené literatury. J. B.

● P. Ahnert: *Kalender für Sternfreunde 1984*. Nakladatelství J. A. Barth, Lipsko 1983; 168 + 16 str., váz. M 5,70. — I u nás dobře známá astronomická ročenka z NDR vyšla před koncem minulého roku, takže jí všichni uživatelé měli včas k dispozici.

Letošní ročník je poněkud jinak uspořádán než ročníky minulé. Je rozdělen na tři části; v první jsou uvedeny údaje o úkazech pozorovatelných prostým okem, v druhé efemeridy pro pozorování dalekohledem, jakož i již tradiční seznamy objektů pozorovatelných malými dalekohledy, část třetí obsahuje jednak stati o nových astronomických pracích a objevech, jednak několik článků a přehled nejvýznamnějších událostí v kosmonautice v roce 1982. Na konci publikace je připojena obrazová příloha (22 obrázků, z části barevných, velmi dobře reprodukovanych). V NDR populární „Ahnert“ obsahuje vcelku efemeridy a další údaje odpovídající zhruba naší Hvězdářské ročenke, některé části (např. efemeridy planetek) jsou obsaženější, jiné poněkud stručnější. Ahnertův Kalender für Sternfreunde je u nás dlouho natolik znám, že ho není snad ani nutno nějak zvláště doporučovat. J. B.

Úkazy na obloze v červenci 1984

Slunce vychází 1. července ve 3^h55^m, zapadá ve 20^h12^m. Dne 31. července vychází ve 4^h28^m, zapadá v 19^h44^m. Za července se délka dne zkrátí o 61 minut a polední výška Slunce nad obzorem se zmenší o 5°, z 63° na 58°. Dne 3. července je Země v odsluní.

Měsíc je 5. VII. ve 22^h v první čtvrti, 13. VII. ve 3^h v úplňku, 21. VII. v 5^h v poslední čtvrti a 28. VII. ve 13^h v novu. Přizemím prochází Měsíc 2. a 30. července, odzemím 18. července. Během července dojde ke konjunkcím Měsíce s těmito planetami: 7. VII. v 18^h se Saturnem a téhož dne ve 23^h s Marsem, 10. VII. v 0^h s Uranem, 11. VII. ve 12^h s Neptunem, 12. VII. v 0^h s Jupiterem a 30. VII. v 8^h s Merkur.

Merkur se blíží do největší východní elongace, která nastane 1. srpna. V červenci je večer nízko nad severozápadním obzorem. Počátkem měsíce zapadá ve 21^h00^m, dne 9. VII. ve 21^h12^m a koncem měsíce ve 20^h33^m. Během července se jasnost Merkura zmenšuje z −1,2^m na 0,6^m. Dne 13. července ve 2^h nastává konjunkce Merkura s Aldebaranem.

Venuše není po horní konjunkci se Sluncem z 15. června v červenci pozorovatelná, protože zapadá krátce po západu Slunce (kolem 20^h30^m). Dne 4. července je Venuše v konjunkci s Aldebaranem. Téhož dne také prochází Venuše přisluním.

Mars je v souhvězdí Vah a je pozorovatelný ve večerních hodinách. Počátkem července zapadá v 0^h37^m, koncem měsíce již ve 22^h55^m. Jasnost Marsu se během července zmenšuje z −0,9^m na −0,3^m.

Jupiter je v souhvězdí Střelce. Kulminuje ve večerních hodinách, kdy jsou také nejvhodnější podmínky k pozorování. Počátkem července zapadá ve 4^h00^m, koncem měsíce již v 1^h45^m. Jupiter má jasnost -2,2^m.

Saturn je v souhvězdí Vah, kde se do 14. července, kdy je stacionární, pohybuje zpětně, pak přímo. Je pozorovatelný večer, počátkem července zapadá v 0^h59^m, koncem měsíce již ve 22^h56^m. Jasnost Saturna se během července zmenšuje z 0,6^m na 0,8^m.

Uran je v souhvězdí Hadonoše. Kulminuje večer, kdy jsou také nejpříhodnější pozorovací podmínky. Počátkem července zapadá ve 2^h08^m, koncem měsíce již ve 23^h58^m. Jasnost Urana je 5,8^m.

Neptun je v souhvězdí Střelce a kulminuje rovněž večer. Počátkem července zapadá ve 3^h30^m, koncem měsíce již v 1^h25^m. Neptun má jasnost 7,7^m.

Pluto je v souhvězdí Panny, kde se do 16. července, kdy je v zastávce, pohybuje zpětně, poté přímo. Je fotografovatelný večer, jasnost má asi 14^m. Počátkem července zapadá ve 2^h02^m, koncem měsíce již v 0^h00^m.

Planetky. Dne 18. července ve 3^h projde (1) Ceres 32' jižně od hvězdy λ Ceti; planeta má jasnost 9,1^m, hvězda 4,7^m. Dvě jasnější planety, (10) Hygiea a (6) Psyche se blíží do opozice se Sluncem, takže budou již v červenci fotografovatelné. Hygiea (9,7^m) bude v opozici 2. srpna a její rektascenze a deklinace jsou

VII.	9	21 ^h 04,4 ^m	-14°32'
	19	20 57,7	-14 46
	29	20 49,9	-15 06
VIII.	8	20 41,8	-15 27
	18	20 34,3	-15 48
	28	20 28,2	-16 05

Psyche (9,6^m) bude v opozici 4. srpna a její souřadnice jsou

VII.	9	21 ^h 11,8 ^m	-14°11'
	19	21 05,9	-14 44
	29	20 58,5	-15 25
VIII.	8	20 50,3	-16 10
	18	20 42,5	-16 53
	28	20 35,8	-17 32

Rektascenze a deklinace jsou uvedeny pro ekvinokcium 1950,0.

Meteory. Mezi 27.—21. červencem budou mít maxima činnosti tyto roje: β -Cassiopeidy, jižní δ -Aquadridy, α -Capricornidy, β -Lacertidy a α -Cassiopeidy. Blíže údaje lze nalézt v Hvězdářské ročence 1984 (str. 134).

Všechny časové údaje v tomto přehledu jsou uvedeny v čase středoevropském (letní čas = SEČ + 1^h). Východy a západy platí pro průsečík 15° poledníku východní délky a 50° rovnoběžky severní šířky. J. B.

OBSAH

V. Vanýsek: Naše účast na výzkumu Halleyovy komety — J. Grygar: Žeň objevů 1983 — J. Kleczek: Vesmír nikdy neskončí? — Krátké zprávy — Nové knihy a publikace — Úkazy na obloze v červenci 1984

СОДЕРЖАНИЕ

В. Ванýсек: Подготовка для наблюдений кометы Галлея в Чехословакии — Й. Грыгар: Успехи астрономии в 1983 г. — Й. Клечек: Вселенная расширяющаяся навсегда? — Краткие сообщения — Рецензии — Явления на небе в июле 1984 г.

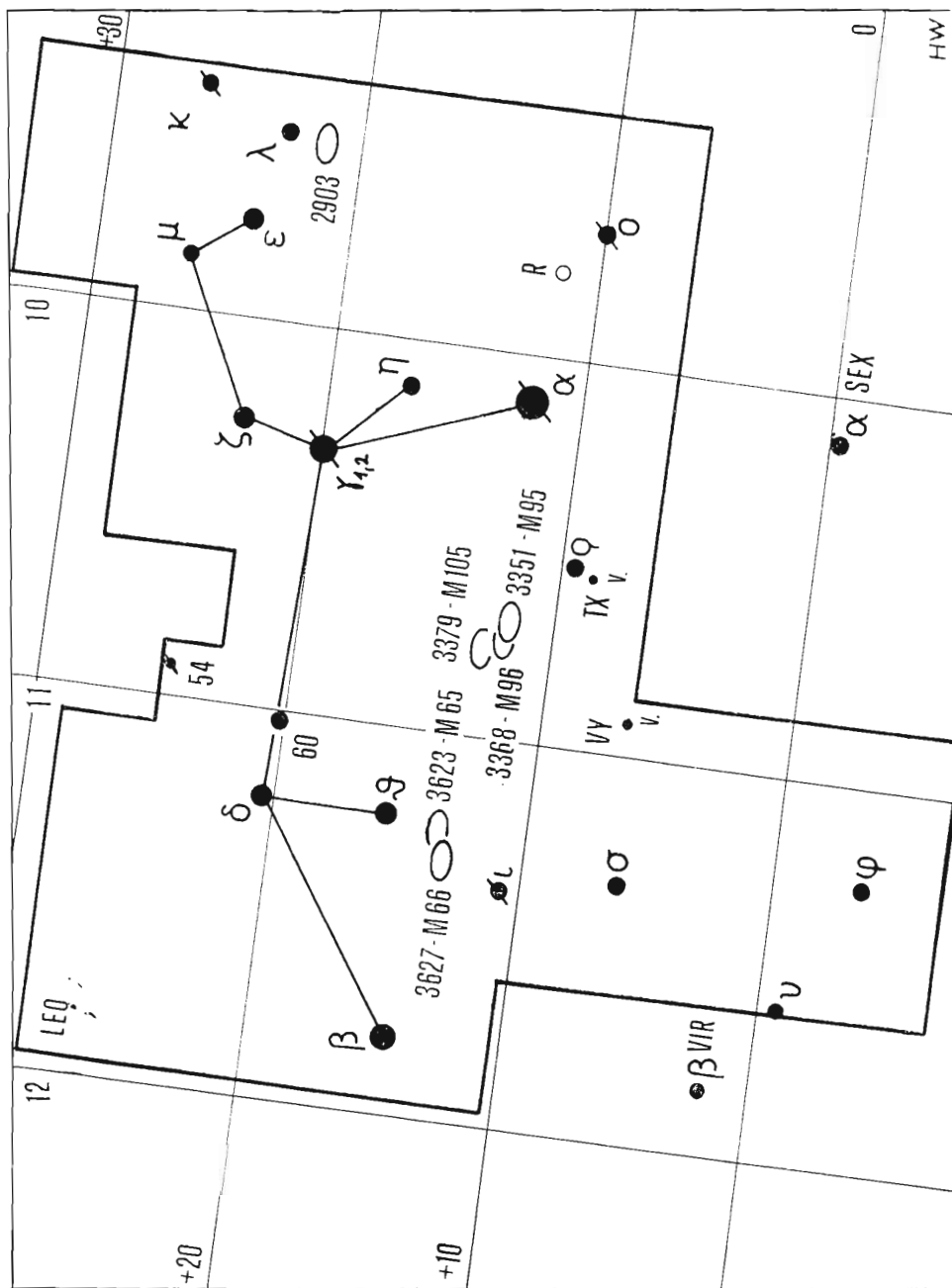
CONTENTS

V. Vanýsek: Czechoslovak Participation on the International Halley Watch — J. Grygar: Highlights in Astronomy in the Year 1983 — J. Kleczek: For Ever Expanding Universe? — Short Contributions — Book Reviews — Phenomena in July 1984

ISSN 0035-5550

Říší hvězd Řídi redakční rada: Doc. Antonín Mrkos, CSc. (předseda redakční rady); doc. RNDr. Jiří Bouška, CSc. (výkonný redaktor); RNDr. Jiří Grygar, CSc.; RNDr. Oldřich Hlad; člen korespondent ČSAV RNDr. Milošlav Kopecský, DrSc.; Ing. Bohumil Maleček, CSc.; RNDr. Jan Štohl, CSc.; technická redaktorka Ottilie Strnadová. — Vydává ministerstvo kultury ČSR v nakladatelství a vydavatelství Panorama, Hábkova 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 objednávkový příjímá 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, Kufkova 19, 160 00 Praha 6. — Příspěvky, které musí vyhovovat pokynům pro autory (viz RH 84, 24; 1/1983) přijímá redakce Říše hvězd, Švédská 8, 150 00 Praha 5. Ručopisy a obrázky se nevracejí. — Toto číslo bylo dáno do tisku 5. dubna, vyšlo v květnu 1984.

• Koupím kvalitní achromatický objektív o \varnothing do 100 mm a f do 2500 mm. — P. Zouhar, Hrančický 415, 682 01 Vyškov.



Mapka souhvězdí Lva (viz str. 109). Vysvětlivky k mapce byly naposledy otištěny v RH 1/1984 (str. 22).

Na 4. stránce obálky je galaktická hvězdokupa NGC 6939 v souhvězdí Cejea, obsahující asi 80 hvězd a spirálová galaxie NGC 6946 v souhvězdí Labutě (Skalnaté Pleso).



47 281

