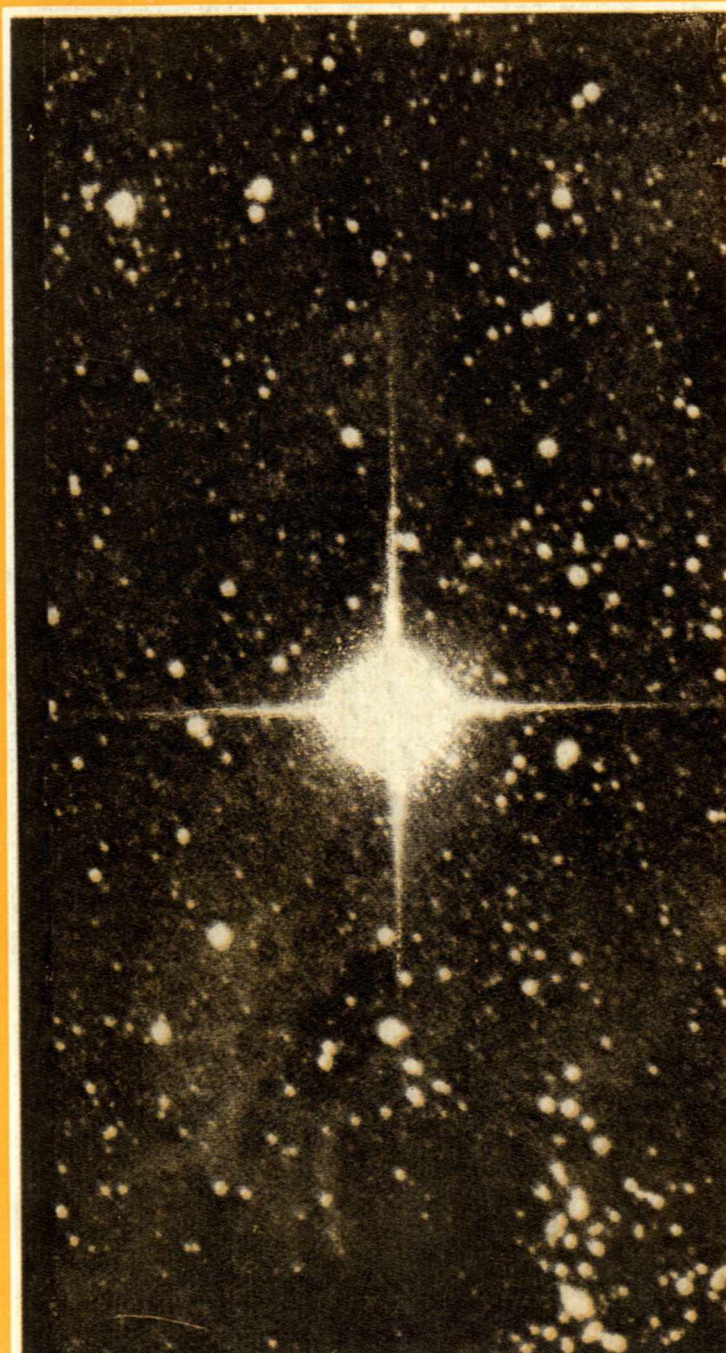


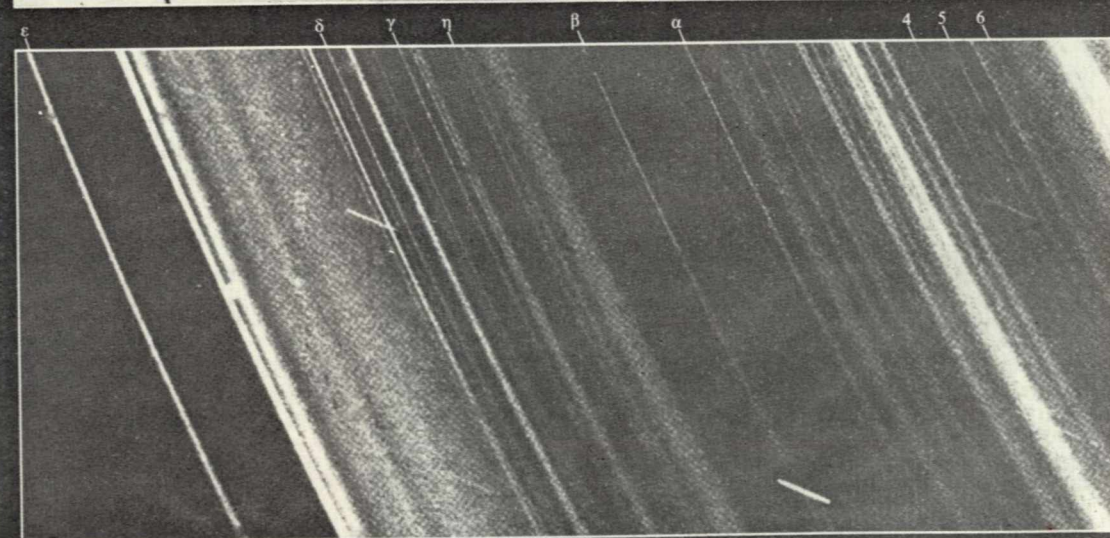
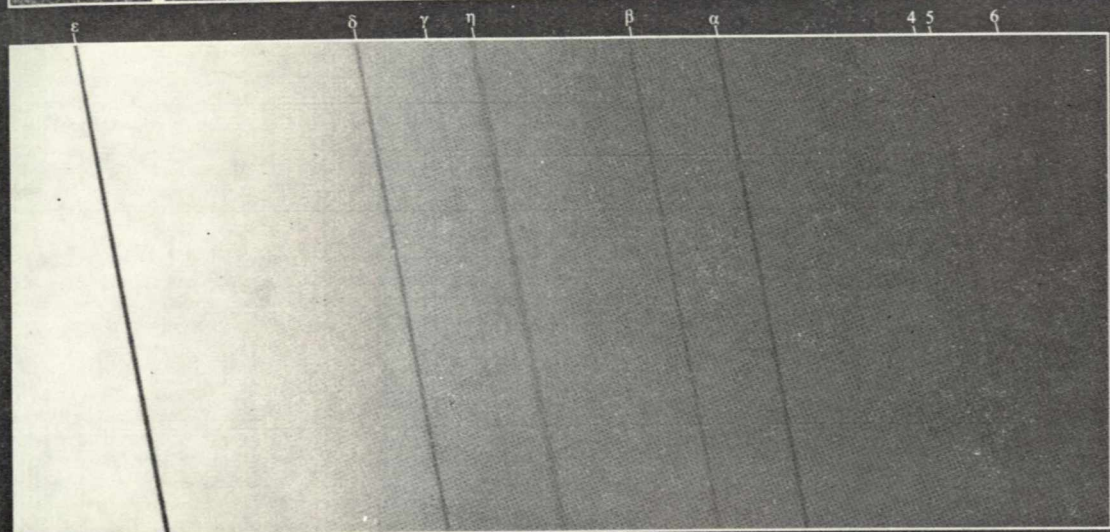
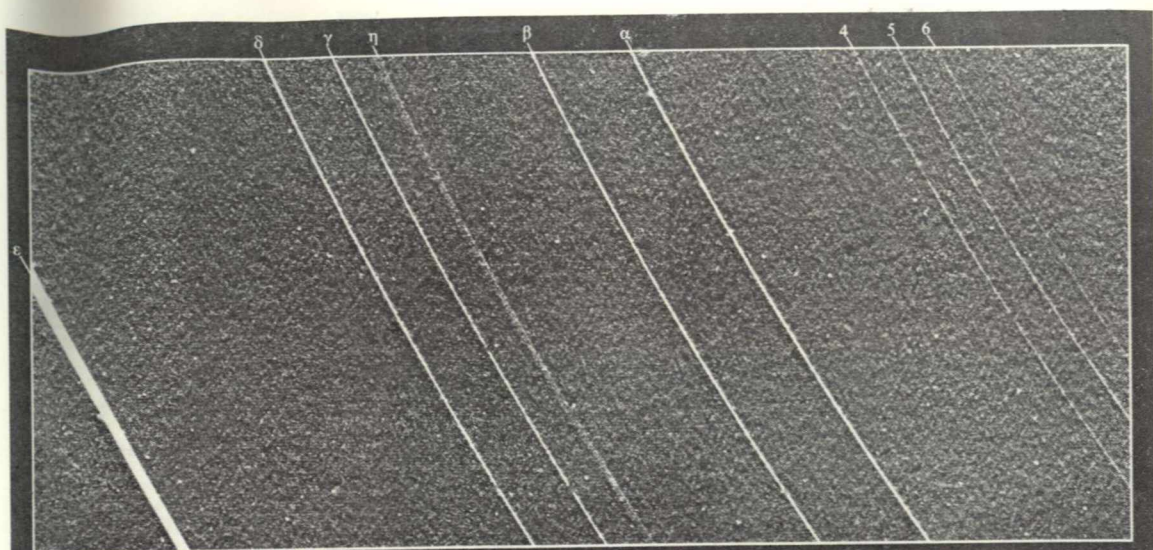
ŘÍŠE HVĚZD

ROČNÍK 68
CENA 2,50 Kčs

7/87



► **Supernova** ◀



KOSMOLOGIE — její vývoj a význam (6)

V sumarizaci názvů, jež jsme uvedli v minulém čísle Říše hvězd a které vlastně představují různé úrovně zkoumání vesmíru, je znázorněna i základní alternativa diskusí, tj. jedinečnost vesmíru, anebo množství vesmírů. Brát vesmír jako jedinečný má velký význam pro konkrétně kosmologickou úroveň, kde je vysoký stupeň determinace subjektu objektem poznání a kde se tvoří „materiál“ pro další zobecňování. Na této úrovni zobecnění však už není možné empirické poznatky dalekosáhle extrapolovat, tady už musí být informace o objektu zobecněné v souladu s globální kosmologickou problematikou.

G. M. Idis v práci *Sovremennaja revolucija v kosmologii* (Priroda, 1978 č. 4) vystupuje proti zobecnění metagalaxie na celý vesmír, protože se tu a priori vylučuje možnost existence jiných metagalaxií, té naší podobných i nepodobných. To přivádí k nepodloženému použití obecných kosmologických principů na konkrétní kosmické soustavy anebo produkuje stejně chybné rozšíření empiricky stanovených náhodných lokálních vlastností (např. pozorované systematické rozšiřování metagalaxie) na celý potenciálně možný vesmír jako celek. Ztožňování expandující metagalaxie s celým vesmírem vytváří pak mnoho světónázorových těžkostí.

◀
Tři různé pohledy na prstence Uranu. Na horním snímku jsou prstence zachyceny v odraženém světle. Nejjasnější je složka epsilon, éta je zřetelně difúzní. Prostřední snímek byl pořízen v době, kdy se prstence promítaly na kotouček planety. Uran je vpravo výrazně tmavší, terminátor ale už není na snímku zachycen. Při tomto zobrazení se uplatňuje jak širka, tak optická tloušťka prstenců. Úzký prsteneček gama je vidět velmi slabě, prstence 4, 5 a 6 nejsou téměř patrné. Spodní snímek je v protisvětle. Pásma prachu, která rozptylují sluneční světlo, jsou velmi zřetelná. Snímek byl exponován 96 sekund.

K TITULNÍ STRANĚ

Supernova 1987A na snímku z 26. 2. 1987, pořízeném G. Pizzarem z ESO pomocí 1m Schmidtovy komory. Na 15minutové expozici na emulzi Kodak IIaO je supernova silně přexponovaná — paprsky ve tvaru kříže vznikly difrakcí na držácích fotografické kazety. V době expozice byla supernova 4,4m.

Koncepci mnohosti vesmírů (tzv. fridmonů nebo plankeonů), která má heuristický význam tím, že se v ní projevuje jednota mikrosvěta a megasvěta, rozpracovávají např. M. A. Markov a G. M. Idis. Vesmír jako objekt kosmologického poznání tedy vystupuje jako historický objekt, který v závislosti na pokroku ve výzkumu vesmíru bude nutně v budoucnosti zobecňovat.

V diskusí jde o alternativy pojetí podstatných charakteristik a povahy vesmíru, který už ale vystupuje jako teoretický idealizovaný objekt (podobně jako např. tzv. idealizovaný plyn). Diskutují se kvantitativní i kvalitativní aspekty, stupeň abstrakce od reality a jeho význam pro konkrétní kosmologické poznání. Význam abstrakcí podtrhl už V. I. Lenin ve Filozofických sešitech, když napsal, že „myšlení při vzestupu od konkrétního k abstraktnímu se nevzdaluje, je-li pravdivé, od pravdy, ale naopak přibližuje se k ní.“ Abstrakce hmoty, přírodního zákona, abstrakce hodnoty atd., jednoduše všechny vědecké... abstrakce odrážejí přírodu hlouběji, přesněji, plněji. Zároveň však abstrakce musí odpovídat skutečnému prohlubování našeho poznání světa. Jako každý objekt poznání, jeho praktické osvojení člověkem, tak i vesmír vystupuje v každé etapě vývoje poznání jako konkrétně historický, jako vyčlenění určitých aspektů, které jsou závislé na cílech a možnostech přírodních věd, na společenských potřebách, které odpovídají úrovni dialektického vztahu subjektu a objektu v procesu poznání a praktické činnosti lidstva, která přetváří své životní prostředí. Vesmír se, říká A. Tursonov (Filosofija i sovremennaja kosmologija), organicky včleňuje do kontextu progresivní vědeckopoznávací činnosti lidstva. To znamená, že kosmologie operuje s konkrétně vědeckým pojetím vesmíru, které je historicky závislé a jehož obsah je určován koncepčním rámcem daného systému empirického a teoretického poznání.

V diskusích o objektu kosmologie, v samotném nastolení problému jedinečnosti nebo mnohosti, v pokusech určit, co to vlastně vesmír je, se projevují hluboké filozofické a světónázorové souvislosti. Střetávají se tu pojetí přírodovědná, jež mají různý stupeň obecnosti. Není však možné zanedbat heuristickou funkci představ o nekonečnosti a nevyčerpatelnosti materiálního světa, dialektické části a celku, poznatelnosti a nepoznatelnosti, ale zároveň v těchto diskusích jde o možnosti a hranice současných přírodovědných poznatků. Proto mají všechny tyto diskuse velký metodologický a historický význam. Řešení této problematiky se pak stává záležitostí interdisciplinární, stejně tak jako samotné poznání vesmíru nepadá jen do kompetence pouze jednoho vědního oboru.

Jedním z charakteristických znaků vzta-

hu filozofie a speciálních věd v současných podmínkách je stále silnější pronikání dialektiky do struktury vědeckého poznání. Hovoří se o tzv. dialektizaci vědy. Projevem tohoto procesu je jednak vytyčování a řešení fundamentálních otázek přírodních věd, dotýkajících se základních aspektů objektivní reality, a dále je to ten fakt, že samotná vědecká činnost, její struktura, metody a podmínky, se stala objektem filozofické analýzy. Organické spojení konkrétních věd a dialektiky opodstatňuje těsné spojení a vzájemné prolínání speciálně vědeckých metod a materialistické dialektiky ve zkoumání přírodních a společenských procesů.

Materialistická dialektika jako věda o nejobecnějších zákonech vývoje přírody, společnosti a myšlení vytváří teoreticko-metodologickou bázi přírodních a společenských věd. Marxisticko-leninská dialektická metoda vznikala a formovala se v těsném spojení s vývojem konkrétních věd. Jde tedy o vzájemný vliv a obohacování se, o proces, při kterém dialektika nehraje nadřazenou úlohu vědy věd. Dialektická metoda je podmíněna svým objektivním základem, jehož odrazem jsou zákony dialektiky, kategorie a principy a jejich uvědomělé užívání v poznání a revoluční přeměně objektivní přírodní a společenské reality. Vzájemnou jednotu dialektiky a speciálních věd ve sféře metod je možné charakterizovat jako vztah obecného, zvláštního a jedinečného. Dialektická metoda se konkretizuje ve speciálních metodách, které mají svůj specifický, relativně autonomní význam. Speciálně vědné metody, jež mají v oblasti své aplikace obecný význam a platnost, odhalují zvláštní a specifické v objektech a jevech přírodní a společenské reality, dialektická metoda odhaluje podstatné a obecné. To se v nich různě projevuje a své vyjádření nachází v zákonech a kategoriích materialistické dialektiky.

Ve vědeckém poznání je nevyhnutelné spojení materialistické dialektiky a metod speciálních věd na základě zobecnění vývoje přírody, společnosti a myšlení, zobecnění konkrétní historické praxe společnosti. Ve vztahu ke konkrétnímu vědeckému poznání vystupuje dialektika ve své světónázorové, heuristické a prognostické funkci. Ve svém neustálém vývoji úzce souvisí s celým procesem vědeckého poznání, zobecňuje jeho výsledky, udává obecný směr vědeckého výzkumu. Dialektická metoda ve svých jednotlivých a specifických projevech zabezpečuje vzájemnou souvislost a návaznost logických operací, způsobů a metod vědeckého výzkumu. A jakou úlohu hraje v kosmologii? O tom přistě.

Přel. Eduard Škoda

Žeň objevů

Jiří Grygar

objevů

1986 objevů

(4)

Pro poškození střech budov vzali za základ minimální hmotnost meteoritu 0,2 kg a odtud spočítali, že za rok je na světě poškozeno pádem meteoritu 16 střech budov. Většina z těchto impektů zůstává přirozeně nepovšimnuta a následné zatékání střechy se připisuje banálním pozemským příčinám. Pojišťovny tak konečně získaly spolehlivé podklady pro případ, že by se někdo hodlal pojistit proti kosmickým rizikům.

V minimu sluneční činnosti podle měření radiometru ACRIM na družici SMM byla sluneční konstanta v mezích měřicích chyb opravdu konstantní: 1373 W m^{-2} . To je uklidňující s ohledem na skutečnost, že v letech 1980–1985 sluneční konstanta spojitě klesala průměrným tempem 0,015 % ročně. Kdyby se takový trend udržel po dobu několika desetiletí, mělo by to nevyhnutelně pro Zemi zřetelné klimatické důsledky (J. Eddy uvádí, že změna sluneční konstanty o 0,2 % se již klimaticky projeví; pokles konstanty o 1 % stačí na vyvolání malé ledové doby). Zdá se však, že pozorovaný pokles je jen sestupnou částí cyklické variace sluneční konstanty, související patrně s 22letým magnetickým cyklem sluneční aktivity.

Problém slunečního cyklu dostal nový rozměr pozorováním G. E. Williamse, který zkoumal vrstvičky sedimentů v prekambrijských horninách před 680 milióny lety. Vrstvičky jeví přesně stejnou 11letou periodičnost, nepochybně způsobenou sluneční aktivitou, jako by vznikly teprve včera. Autor dokonce nenašel žádné prekambrijské vymizení aktivity, obdobné proslulému Maunderovu minimu, takže poněkud pochybuje o reálnosti minima.

Přetrvávajícím problémem při studiu Slunce jako hvězdy zůstává deficit slunečních neutrin. V poslední době se stalo bezmála módou řešit tuto otázku argumenty

vypůjčenými z částicové fyziky a kosmologie zároveň. Jak známo, kosmologický problém skryté hmoty se dnes teoreticky řeší předpokladem existence slabě interagujících málo hmotných částic (neutrin, foton, axionů, gravitin atp.), a tak se někteří autoři snaží využít téhož principu předpokladem, že hypotetické slabě interagující částice (označované též jako kosmiony anebo zkratkou WIMP) se koncentrují uvnitř Slunce a ochlazují centrální oblasti. Důsledkem nižší teploty nitra je nižší produkce neutrin, než jak vyplývá z dosavadních modelů. Jiné řešení navrhl H. Bethe. Vyšel z práce S. Mišejeva a A. Smirnova o změně módů neutrin v husté látce centrálního Slunce a o závislosti hmotnosti elektronových neutrin na hustotě okolního prostředí. To by se nakonec projevilo přechodem elektronových neutrin do módu mionových neutrin, která nelze registrovat dosavadními experimenty. Většina odborníků si však uvědomuje, že řešit tak důležitou otázku pouze na základě jediného experimentu je riskantní. Proto se vkládá hodně naděje do realizace nových způsobů detekce slunečních neutrin jednak v SSSR a jednak v západní Evropě. První výsledky by měly být známy po roce 1990.

Neobyčejně dynamicky se rozvíjí nové odvětví nepřímého experimentálního výzkumu slunečního nitra pomocí oscilací slunečního povrchu. Všeobecně se již ujal název metody jako helioseizmologie. Předpokládá se totiž, že povrchové oscilace jsou projevem akustických vln procházejících celým nitrem Slunce a testujících tudíž jeho fyzikální vlastnosti. Experimentální počátek helioseizmologie spadá do roku 1960, kdy R. Leighton aj. objevili 5minutové oscilace, které teoreticky objasnil roku 1970 R. Ulrich právě jako akustické vlny slunečního nitra. Potvrzením zásadní správnosti teorie se stala nepřetržitá 5denní pozorování oscilací v Antarktidě a posléze ještě delší tříměsíční řada ze stanice podél obvodu Země.

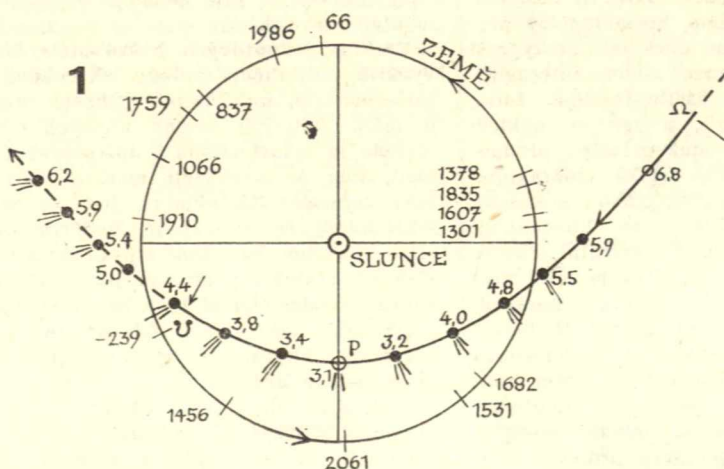
Jak uvádí J. Toomre, z dosavadních měření lze odvodit, že ve vnějších 30 % slunečního poloměru (obsahujících jen 1 % sluneční hmoty) probíhá turbulentní konvekce plynu, kdežto termonukleární reakce je omezena na centrálních 25 % poloměru Slunce. Z oscilací určené sluneční zploštění $1,7 \cdot 10^{-7}$ je tak malé, že nemůže ovlivnit pozorované nadbytečné stáčení perihélia Merkura, takže je jasné, že stáčení je relativistický úkaz. Je přirozené, že všechna tato měření i odpovídající teorie mají klí-

čový význam i pro pochopení struktury ostatních hvězd.

Výzkum jednotlivých hvězd stále častěji využívá netradiční metody skvrnkové interferometrie, umožňující rozlišení těsných a málo svítivých složek blízkých hvězd. Metoda je zvláště slibná v infračervené oblasti, kde se nacházejí maxima zářivého toku substelárních objektů, jimž se začalo říkat hnědí trpaslíci. D. W. McCarthy, objevitel prvního hnědého trpaslíka VB 8B, sledoval stejným postupem již 50 blízkých hvězd s rozlišením až $0,1''$. Se svými spolupracovníky tak objevil 21 průvodců, což potvrzuje, jak vzácnou výjimkou je skutečně izolovaná hvězda.

Přehled o dnešních možnostech hledání průvodců blízkých hvězd publikoval A. A. Tokovinin. Velmi nadějně jsou nepřímé metody, kdy například skvrnková interferometrie umožňuje relativní měření poloh složek ve dvojhvězdě s přesností až 10^{-4} obl. vteřiny. Kdyby se podařilo tuto přesnost zvýšit ještě o 2 řády, mohli bychom takto detektovat planety o hmotnosti Země u nejbližších dvojhvězd. Kolísání radiální rychlosti mateřské hvězdy bychom museli změřit s chybou do ± 10 m/s, abychom zjistili odchylky vyvolané gravitačním působením planet na hvězdu. Takový projekt pro 15 blízkých hvězd slunečního typu rozběhl B. Campbell. Přesné polohy hvězd na $0,003''$ lze též dostat velmi rychle pomocí zobrazovacích matic CCD. To umožňuje neobyčejně zvýšit i přesnost měření vlastních pohybů a případné odhalení vlnivého pohybu, způsobeného neviditelným průvodcem sledované hvězdy. Touto metodou byl vlastní pohyb Prokyona po obloze zjištěn během jednoho týdne!

Pro poznání průběhu vývojové fáze, při níž z útržků mezihvězdných molekulárních mračen vznikají nové hvězdy, jsou nejceněnější infračervená pozorování. C. J. Lada aj. tak podrobně studovali objekt 16293-2422, objevený družicí IRAS v souhvězdí Hadonoše poblíž hvězdy Antares. Zdroj je vzdálen 160 pc a při teplotě povrchu pouze 40 K vysílá v infračerveném oboru 20krát více energie než Slunce v celém spektru. Průměr objektu je asi 1600 AU. Vše nasvědčuje tomu, že pozorujeme protohvězdu dosud ve stadiu gravitačního kolapsu, i když jako ve většině podobných případů astronomové zde až donedávna pozorovali pouze bipolární výron hmoty směrem ven. Teprve mikrovlnná měření na frekvenci 245 GHz P. R. Maloneyem aj. odhalila posunuté čárové emise CO, svědčící o dostředivých po-



Obr. 1 – Vzájemná poloha Slunce, Země a komety Halley při průchodech komety perihelem (bod P). Na dráze komety jsou vyznačeny polohy vzestupného (↑) a sestupného (↓) uzlu. Úseky dráhy komety pod rovinou ekliptiky jsou vyznačeny čárkovaně. Polohy komety jsou vyznačeny zhruba v jednoměsíčních intervalech a u každé je uvedena přibližná vizuální hvězdná velikost (při pozorování ze Slunce; zdánlivou magnitudu při pozorování ze Země obdržíme přičte-

ním hodnoty $5 \log \Delta$, kde Δ je vzdálenost komety od Země v jednotkách AU). Délka chvostu komety je uvedena ve správném měřítku vůči poloměru dráhy Země. Poloha Země při jednotlivých průchodech komety perihelem je vyznačena příslušným letopočtem. Z grafu je ihned patrná nevýhodnost návratu z r. 1986 pro pozorování ze Země, a naopak dobré podmínky pro příští návrat r. 2061. (Podle D. W. Hughes)

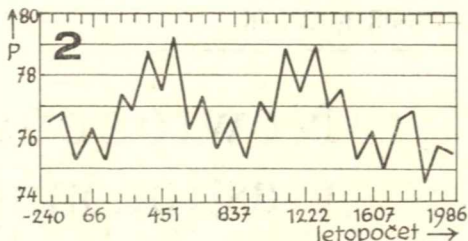
hybech v oblasti o poloměru 3000 AU a hmotnosti $0,1 M_{\odot}$. Jádru kolabujícího útvaru má poloměr $3 R_{\odot}$ a hmotnost $0,25 M_{\odot}$. Lada soudí, že jde o protohvězdu starou nanejvýš 30 000 let, která během nejbližších 100 000 let „doroste“ na hvězdu o hmotnosti Slunce.

Pozorování svědčí o tom, že protohvězda přibírá hmotu z akrečního disku a současně ji částečně vrací v podobě polárních výtrysků, které se pozorují snáze a pro astronomy byly nečekaným překvapením. S. A. Colgate a A. G. Petschek však našli geniálně jednoduché vysvětlení. Každý útržek mezihvězdného mračka má nutně nezanedbatelný moment hybnosti. Při kontrakci na hvězdu se poloměr útvaru zmenší o 8 řádů, avšak stabilita hvězdy vyžaduje, aby povrchová rychlost rotace hvězdy nepřevýšila řádově 100 km/s. To značí, že moment hybnosti hvězdy musí být 10^6 až 10^8 krát nižší než moment hybnosti původního mračka, což přirozeně není žádná maličkost. Silný výtok hmoty, odnášející s sebou přebytečný moment hybnosti, je tedy společně s viskozitou v akrečním disku kolem protohvězdy hlavním prostředkem, jak se hvězda nadbytečného momentu hybnosti zbavuje; jinak by zkrátka dodnes ani jedna stabilní hvězda nemohla vzniknout.

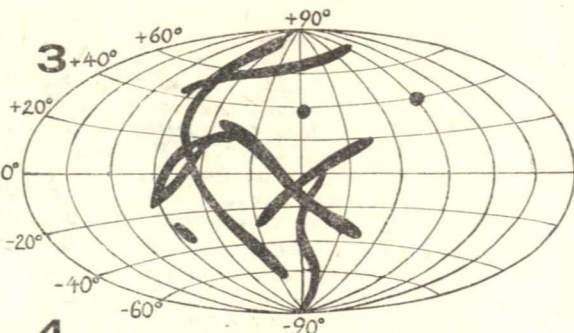
Zvláštní problém zde představuje vznik hvězd v době raného vesmíru, kdy se vesmírná látka skládala pouze z vodíku a hélia. Tyto hvězdy I. generace (III. populace) dosud nikdo nepozoroval; i v nejstarších kulových hvězdokupách jsou všechny hvězdy již „znečištěné“ produkty termionukleárních reakcí. R. Cayrel nyní zformuloval domněnku, podle níž v prvotních mezihvězdných mračcích (v nichž nebyly kovy přítomny) mohly vznikat pouze velmi masivní hvězdy s hmotnostmi 50–100 $M_{\odot}$. Tyto masivní hvězdy čistě z vodíku a hélia měly přirozeně krátkou životnost a brzo vybuchly jako supernovy. Tím obohatily mezihvězdnou látku o kovy, které pak „zašpínily“ materiál hvězd II. generace (II. populace) na pozorované hodnoty. Tehdy už totiž původní fyzikální omezení na vysokou minimální hmotnost vznikajících hvězd pominulo. Málo masivní dlouhožijící hvězdy II. populace proto pozorujeme ještě i dnes.

W. D. Heintz objevil pozoruhodnou kuriozitu v našem blízkém (30 pc) okolí. Jde o vizuální dvojhvězdu SAO 159066 a 159067 v souhvězdí Vah s úhlovou vzdáleností 5'. Pár je nápadný velkým vlastním pohybem 3,67"/rok. Radiální rychlost činí 300 km/s, z čehož plyne prostorová rychlost 650 km/s.

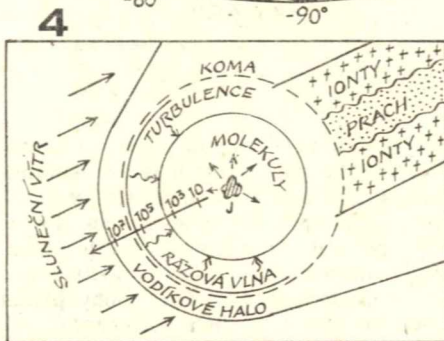
Obr. 2 – Oběžná doba P komety Halley zřetelně kolísá mezi 74,4 a 79,2 roku, což je vyvoláno zejména gravitačními poruchami při přiblížení komety k planetám a dále negravitačními vlivy souvisejícími s nesymetrickou ztrátou hmoty komety. (Podle D. K. Yeomanse aj.)



Obr. 3 – Poloha zdrojů prachových výtrysků na idealizovaném sférickém povrchu jádra komety Halley. Zdroje jsou jak lineární, tak kruhové a jeví aktivitu pouze tehdy, jsou-li přímo osvětleny Sluncem. Poloha zdrojů byla odvozena z počítačové analýzy snímků komety z r. 1910 a v podstatě potvrzena údaji z kosmických sond v březnu 1986. (Podle Z. Sekaniny a S. M. Larsona)



Obr. 4 – Fyzikálně-chemické podmínky v okolí kometárního jádra J. Z povrchu jádra unikají mateřské molekuly H_2O , CO_2 , H_2CO_3 , NH_3 , CH_4 , HCN atd., které se působením slunečního záření mění na dceřinné produkty CO , CN , C_2 , C_3 , CH , NH , NH_2 , OH , resp. na radikály H_2O^+ , CO^+ , N_2^+ , CH^+ , CO_2^+ , OH^+ . Povšimněte si logaritmické škály vzdálenosti D (v km) ve směru od jádra komety ke Slunci. V odpovídajících vzdálenostech pozorujeme plynnou i prachovou komu komety a turbulentní oblast, v níž se za obloukovou rázovou vlnou snižuje rychlost slunečního větru ze standardní hodnoty kolem 400 km/s na pouhých 50 km/s. Vně rázové vlny pozorujeme rozsáhlé vodíkové halo a ve směru odvráceném od Slunce prachový a iontový chvost. (Podle V. M. Balebanova a V. I. Morozov)



Po odečtení střední rotační rychlosti v Galaxii zůstává přebytek 470 km/s, což je více než úniková rychlost v daném místě Galaxie (320 km/s)! To ovšem znamená, že tento pár jednou opustí Galaxii, ačkoliv v současné době směřuje k jejímu středu. Jelikož jde o podtrpaslíky třídy KO (hvězdy s dlouhou výdrží), jde o výborný dopravní prostředek pro předávání vzkazů mezi galaxiemi.

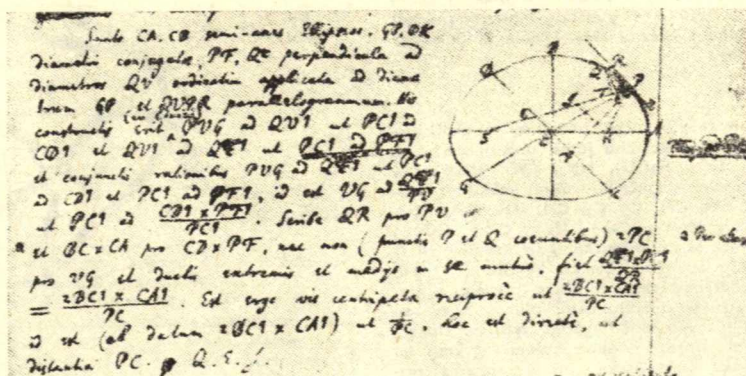
B. E. Schaefer studoval infračervené dvojhvězdy v katalogu družice IRAS a zjistil, že pouze 32 z 260 objektů obsahuje kompaktní složky (bílé trpaslíky, neutronové hvězdy). Kolem novy RR Pictoris (z roku 1925) objevil statickou prachovou obálku ve vzdálenosti 1 AU od hvězdy. Pro novu Sagittarii 1982 našel důkazy jak pro prach vytvořený během nynějšího vzplanutí, tak i prachová zrnka zbylá z výbuchů předešlých. S. Starrfield aj. spočítali modely výbuchu nov s velkou amplitudou jasnosti jako byla V 1500 Cygni. Ukázali, že výbuch proběhl na povrchu bílých trpaslíků, složených z prvků O, Ne a Mg, jejichž hmotnost před kontrakcí dosahovala 8–12 hmotností Slunce a při výbuchu činí asi $1,25 M_\odot$. Novy tohoto typu se prozrazují silným zastoupením kyslíku, neónu, hořčíku a hliníku v rozpínajících se plyn-

ných obalech. Tvorba prachu je zesílena u nov, které mají v obálkách uhlík. Mezi výbuchy není zřejmě přetok hmoty k bílému trpaslíku plynulý, poněvadž pozorování nedávných nov dává příliš vysoké hodnoty řádu $10^{-8} M_\odot/\text{rok}$. Nejspíše po několika stoletích přetok ustane a obnoví se až těsně před dalším výbuchem (v intervalu řádu 10^5 let).

Jestliže je akrece hmoty velmi nízká, nedochází k explozím novy, ale bílý trpaslík nenápadně dospěje až k Chandrasekharově mezi hmotností ($1,4 M_\odot$), kdy exploduje v podobě supernovy I. typu. Bílí trpaslíci jsou v mnoha směrech astrofyzikálně pozoruhodné objekty. Zaslouhou S. Chandrasekhara byla v jejich nitrech prokázána relativistická degenerace a postupně výborně potvrzena pozorováním. Odtud odvozená Chandrasekharova mez se stala důležitým kritériem pro zjišťování hvězdných osudů.

(pokračování)

Newtonova Principia v astronomii a ve fyzice



Od počátku novověku docházelo v astronomii každého půl století k fundamentálnímu objevu: Mikuláš Kusánský (2. pol. 15. století) podal správný model kosmu, Koperník (1. pol. 16. stol.) vypracoval heliocentrickou soustavu, které však nevěřil Tycho Brahe, a proto pečlivě měřil polohy planet (2. pol. 16. stol.), z nichž Kepler (1. pol. 17. stol.) odvodil kinematické zákony pohybu planet. Dynamické principy pohybu, společné pro nebeskou i pozemskou mechaniku, z nichž vyplynuly nejen všechny uvedené poznatky a řada dalších, ale i program astronomie na další dvě století, podal Newton ve 2. polovině 17. století. Stalo se tak v díle *Philosophiae naturalis principia mathematica* [Matematické principy přírodní filozofie], od jehož prvního vydání uplynulo letos právě tři sta let. Newtonova Principia však nejsou jen vrcholným dílem století, ale dílem, jímž byla založena teoretická fyzika, nebeská mechanika i nová metoda matematiky (diferenciální a integrální počet) umožňující popsat změny fyzikálních veličin v prostoru a v čase; jde tedy o jedno z nejvýznamnějších děl světové literatury vůbec.

Hotový rukopis díla byl předložen londýnské Královské společnosti již v roce 1686, dlouze se o něm diskutovalo, s vydáním se však otálelo. V té době se zabýval Halley otázkou, po jakých drahách se mohou po-

Ukázka rukopisu Isaaca Newtona

hybovat planety a komety — a když uviděl u Newtona podrobné řešení, byl jeho dílem tak nadšen, že ho přiměl k souhlasu vydat Principia svým nákladem. Za Newtonova života vyšla ještě další dvě latinská vydání (2. připravil Roger Cotes r. 1713 a třetí vyšlo rok před Newtonovou smrtí r. 1726). Za necelých sto let vydal Principia v Praze profesor Jan Tesárek (latinsky 1780), za dalších sto let vydal první profesor teoretické fyziky a astronomie na české univerzitě v Praze August Seydler rozbor Newtonova díla („Izák Newton a jeho Principia“, 1887 v Praze, vlastním nákladem). Dnes existují různá vydání Principií ve všech světových jazycích; sotva je však možno očekávat, že se letos objeví také v češtině či ve slovenštině (jako třeba dílo Koperníkovo), a proto několik slov o jejich obsahu a významu.

Principia jsou rozdělena do tří knih, z nichž první představuje (v naší terminologii) mechaniku bodů a tuhého tělesa, druhá hydrodynamiku a třetí nebeskou mechaniku. První knize předchází *Definitiones* (tj. definice základních fyzikálních pojmů) a *Axiomata, sive leges motus* (tj. axiomy, čili pohybové zákony), kde jsou mj. formulovány tři Newtonovy pohybové zákony.

První kniha má tyto sekce: 1. O metodě

prvních a posledních poměrů (jde zejména o geometrickou ilustraci základních pojmů infinitezimálního počtu), 2. O určování dostředivých sil (tyto síly zavedl Newton a chápal je jako reakce k Huygensově odstředivé síle), 3. O pohybu těles po kuželosečkách, 4. O určování eliptických, parabolických a hyperbolických drah při daném ohnisku těchto kuželoseček, 5. O určování drah těles, není-li dáno jejich ohnisko, 6. O určování pohybu těles na dané dráze, 7. O přimočarém stoupání a pádu těles, 8. O určování drah, po nichž se pohybují tělesa poháněná libovolnou centrální silou, 9. O pohybu těles na drahách, jež se samy pohybují (sem patří např. proslulý problém stáčení perihélia planet), 10. O pohybu těles na daných plochách a pohybu kyvadel, 11. O pohybu těles přitahovaných dostředivými (centrálními) silami, 12. O přitažlivosti kulových těles, 13. O přitažlivých silách těles jiného než sférického tvaru.

V devíti sekcích druhé knihy se jedná 1. O pohybu v prostředí, jehož odpor je přímo úměrný rychlosti pohybu, 2. O pohybu těles v prostředí, jehož odpor je přímo úměrný čtverci rychlosti, 3. O pohybu těles v prostředí, jehož odpor je funkcí rychlosti i jejího kvadrátu, 4. O kruhovém pohybu v odporujícím prostředí, 5. O hustotě a stlačitelnosti kapalin z hlediska hydrostatiky, 6. O pohybu kyvadla v odporujícím prostředí, 7. O pohybu tekutin a odporu pohybu vržených těles, 8. O vlnění šířícím se v tekutinách a 9. O kruhovém pohybu tekutých těles.

Třetí kniha Principií je nedepsána „O soustavě světové“, představuje aplikace výše uvedené látky na problémy astronomické a je podle Newtonových slov psána populárním slohem, aby našla více čtenářů. Pět kapitol této knihy předchází čtyři Newtonova pravidla bádání (*Regulae philosophandi*): 1. K výkladu přirozených věcí se nemají akceptovat jiné příčiny, než ty, které jsou pravdivé a k výkladu jevů právě postačující, 2. Pokud je to vůbec možné, je nutno stejným účinkům přisuzovat stejné příčiny, 3. Ty vlastnosti, které nemohou být ani zvětšeny ani zmenšeny a které přísluší všem tělesům, s nimiž můžeme dělat pokusy, musíme pokládat za vlastnosti všech těles, 4. V experimentální fyzice musíme věty plynoucí ze zkušenosti indukci pokládat za přesné nebo alespoň velmi přesné platné, dokud se neobjeví úkazy jiné, jimiž se upřesňují nebo podrobují výjimkám. Po těchto větách, jež sehrály v historii přírodovědy významnou roli, následují kapitoly (sekce):

1. O příčinách světové soustavy, 2. O velikosti nepravidelností pohybu Měsíce, 3. O velikosti mořského přílivu, 4. O precesi rovnodennosti a 5. O kometách. Poznamenáme, že první sekce této knihy obsahuje úplnou formulaci gravitačního zákona a ostatní sekce jeho astronomické aplikace, včetně úvah o tvaru Země a nebeských těles, jež musejí být přibližně kulová, i základny poruchové teorie a teorie pohybu Země.

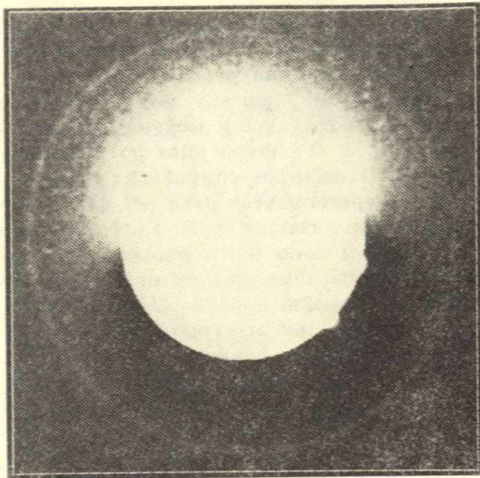
Newtonovým dílem byla založena nebeská mechanika, teoretická fyzika, vytvořen první vědecký, mechanický obraz světa, jenž se stal základem mechanického materialismu. Novost a přínos jeho tří knih Principií lze vyjádřit asi tak, že kdyby v jeho době existovala Nobelova cena, byl by pravděpodobně obdržel po jedné za každou z nich. Přesto ovšem lze říci k dílu i několik slov kritických. V době jeho vzniku Newton znal jako jediný základy infinitezimálního počtu, věty jeho metodami patrně odvozoval, ale aby dedukcí rozuměli i jiní, „překládal“ je do řeči tradiční eukleidovské syntetické geometrie. Tím se staly úvahy rozvleklé, téměř nesrozumitelné a nanejvýš vyumělkované, takže jeho dílo sice každý obdivoval, mnohý kupoval, ale jen málokdo s pochopením prostudoval. Později zase nenašel dosti sil a času, aby dílo přepracoval. Dnes překážek ke studiu tohoto díla ještě přibýlo: je bibliofilskou vzácností, je psáno „těžkou“ latinou a bylo by je třeba (resp. jeho doslovný překlad) doplnit „překladem“ do dnešní symboliky a terminologie — a teprve potom by se mohlo skutečně stát majetkem širší obce fyziků a astronomů. Potřebovali bychom tedy Principia přinejmenším ve formě trigloty, tj. knihy, v níž by byl paralelně původní latinský text, jeho doslovný překlad a jeho překlad do současné řeči fyziky. To je úkol nemalý, který ovšem již letos (a pravděpodobně ani do konce tisíciletí) nestihneme. Protože je to však úkol splnitelný, bude jednou realizován, byť v době, kdy řešení dnešních „aktuálnějších“ úkolů bude již dávno zapomenuto. Newtonova Principia si toho zaslouží a jejich grandiózní velikost vystupuje stále výrazněji — asi jako egyptská pyramida oproti jiným stavbám, když se od ní vzdalujeme.

* * *

PRSTENCE URANU

Před deseti lety, 10. 3. 1977, objevili američtí astronomové několik úzkých tmavých prstenců kolem planety Uran. Byl to neočekávaný objev, do té doby jsme znali jen prstenec Saturnu. Po deseti letech víme, že všechny obří planety mají prstence. Uranův detailně prozkoumala sonda Voyager 2. Přesto však tyto pavučinové prstence skrývají nejedno tajemství. První zmínky o prstencích Uranu se objevily před dvěma sty lety. V únoru 1787 pozoroval W. Herschel nedávno objevenou planetu dokonalejším dalekohledem. Herschel upravil Newtonův reflektor tak, že poněkud naklonil hlavní zrcadlo. Pro pozorování v primárním ohnisku pak nepotřeboval žádné další rovinné zrcadlo. Nový typ reflektoru je dodnes označován Herschelovým jménem. Výhodou nového optického uspořádání byl ostřejší obraz. Díky tomu našel Herschel dva měsíce Uranu — Oberon a Titanií. Domníval se také, že spatřil prstenec kolem Uranu. Nejprve se mu zdálo, že pozoruje dva vzájemně kolmé prstence (tedy něco, co, jak dnes víme, není možné), a v následujícím roce 1788 se zmiňuje o jednom prstenci. Herschel byl však příliš pečlivý na to, aby věřil nejistým pozorováním. V roce 1798, po několikaletém pozorování, dospěl k závěru, že kolem Uranu žádný prstenec není a že Saturnův prstenec je ojedinělý jev ve sluneční soustavě.

Teprve o dvě stě let později, v roce 1977, byl zcela nečekaně nalezen prstenec planety Uran. Ne jeden, ani dva navzájem kolmé, ale nejméně devět! Jak je to možné, že k objevu prstenců došlo náhodou? Zasluhu na tom má slabá hvězda v souhvězdí Vah, která má v katalogu SAO (Smithsonian Astrophysical Observatory) číslo 158687. Tato hvězda je asi 3° na západ od hvězdy α Lib a lze ji bez potíží spatřit běžným amatérským dalekohledem. Sama o sobě není příliš zajímavá ($m_v = 8,8$; K5). Pozornost upoutala v roce 1973, kdy G. Taylor z Royal Greenwich Observatory předpověděl, že ji zakryje 10. 3. 1977 planeta Uran. Podle Taylora měl být zakryt pozorovatelný v oblasti Indického oceánu. Takový zákryt může poskytnout mnoho informací o rozměru planety a o stavbě její atmosféry. Světlo hvězdy se proto spojitě registruje před zákrytem a znovu od vynoření hvězdy za kotoučkem planety. O zákryt se zajímali především astronomové z Cornellovy univerzity a z Lowellovy observatoře.



První snímek Uranových prstenců, který pořídila sonda Voyager 2. Přesto, že je kotouček planety silně přexponován, podařilo se zachytit pouze složku epsilon. Fotografie je z 28. 11. 1986. Doba expozice 84,5 sekundy. Voyager 2 byl v té době ve vzdálenosti 72,3 miliónu km od Uranu.

Přesnost Taylorovy předpovědi se dala jednoduše zjistit. Koncem ledna 1977 měl být Uran asi 0,8' jižně od zmíněné hvězdy. Snímky pořízené 1,5metrovým astrometrickým reflektorem ve Flagstaffu v Arizoně ukázaly, že hvězda byla 1,2" severně a Uran 0,2" jižně od předpokládané polohy. To znamenalo, že původní předpověď nebyla příliš přesná a že zákryt bude pozorovatelný pouze v jižní části Indického oceánu. Nejdůležitější údaj pro vymezení zákrytové oblasti byl průměr planety, který nebyl v roce 1977 znám s velkou přesností. Dalším problémem byla skutečnost, že v jižní části Indického oceánu nejsou žádné větší observatoře.

To však nebyla žádná potíž pro pracovníky Cornellovy univerzity. Ti si totiž mohli vzít hvězdárnu doslova s sebou. Kuiperovu létající observatoř — Kuiper Airborne Observatory (KAO), nazvanou podle amerického astronoma holandského původu G. P. Kuipera. Je to upravené dopravní letadlo typu C 141, v němž počítače a měřicí technika nahrazují obvyklá křesla pro cestující. Hlavním přístrojem observatoře je reflektor o průměru objektivu 0,91 metru. Přípravu letadla pro pozorování zákrytu vedl Jim Elliot z Cornellovy univerzity. Astronomové z Lowellovy observatoře se chystali na pozorování z Perthu v jihozápadní Austrálii. Začátkem března 1977 odcestovali všichni astronomové do Austrálie s nadějí, že spatří alespoň onu hvězdu 9. magnitudy. Nebylo totiž jisté, zda zákryt bude ze Země vůbec pozorovatelný.

Zákryt hvězdy SAO 158687 Uranem bude určitě jedním z nejznámějších zákrytů

v tomto století. Třicet pět minut před tím, než měl Uran zeslabit světlo hvězdy, zaznamenali na KAO velmi krátký, ale výrazný pokles jasnosti. Po něm následovalo ještě několik podobných bliknutí. Pozorovatelé na palubě letounu se zprvu domnívali, že zaregistrovali nějaký dosud neznámý měsíc Uranu. V tom případě nemohli podobný úkaz zaznamenat na jiných stanicích. Pokud byl příčinou změn jasnosti hvězdy SAO 158687 prstenec, pak musel být pozorovatelný i z jiných míst a po zákrytu se musel projevit stejným způsobem. Elliot proto poslal do centra Mezinárodní astronomické unie telegram: „Prosím, informujte ihned pozorovatele v jižní Africe, že posádka KAO pozorovala sekundární zákryty hvězdy SAO 158687 způsobené patrně malými tělesy na dráze kolem Uranu. Doporučte jim, aby pozorovali až do svítání.“

Posádka KAO pozorovala samozřejmě hvězdu SAO 158687 i po zákrytu. Podařilo se zaznamenat znovu pět bliknutí, jež přesně odpovídala těm, která pozorovali před zákrytem. Millis a jeho kolegové v Perthu zaznamenali mezitím také krátká zeslabení jasnosti, ačkoli Uran se jim promítal poněkud jižně od hvězdy SAO 158687, takže vlastní zákryt nemohli pozorovat. A také v jižní Africe sledovali po zákrytu několik zeslabení jasnosti hvězdy. To už nebylo pochyb: Uran má soustavu úzkých prstenců. Kolik jich je, to se ještě nedalo přesně určit. Astronomové z observatoře KAO pozorovali 5 sekundárních zákrytů, a tak označili prstence řeckými písmeny ve směru od planety: — alfa, beta, gama, delta a epsilon. Pozdější analýza jejich pozorování a srovnání s jinými observatořemi ukázala, že existují ještě nejméně další 4 prstence. Také při pozdějších zákrytech (23. 12. 1977 a 10. 4. 1978 — v obou případech se jednalo o zákryt hvězdy 12. velikosti) byly registrovány prstence. Vzhledem k tomu, že na objevu a prvních pozorováních Uranových prstenců se podílelo několik skupin astronomů, je jejich pojmenování značně zmatené. Původních 9 prstenců má nyní označení (ve směru k planetě): Epsilon, delta, gama, éta, beta, alfa, 4, 5 a 6. Nejsou to však označení definitivní, protože nebyla přijata Mezinárodní astronomickou unií.

Krátce po objevu bylo zřejmé, že systém prstenců Uranu se podstatně liší od Saturnovy soustavy. Proti prstencům Saturnu jsou Uranovy prstence velice úzké. Podstatný rozdíl je i v albedu. Prstence Uranu jsou z velmi tmavého materiálu, odrážejí jen několik procent dopadajícího slunečního záření. Saturnův prstenec odráží mnohem více světla, protože jeho částice obsahují značné množství ledu. Prstence Uranu jsou z největší pravděpodobností převážně z kamenných částic. Z pozorování zákrytů také vyplynulo, že složka epsilon Uranova prstence je značně excentrická a že její šířka se

podél obvodu mění. Protáhlý tvar tohoto prstence má za následek precesní pohyb. Normála jeho roviny opisuje plášť kužele rychlostí $1,4^\circ$ za den.

Každý další pozorovaný zákryt přinášel nové informace o Uranových prstencích. Při zákrytu 15. 8. 1980 se například zjistilo, že prstenec éta je poměrně široký a difúzní a na jeho vnitřním okraji, kde je téměř průhledný, je patrná jemná struktura. V prstenci alfa se podařilo rozlišit 2 složky. Ukázalo se také, že epsilon má složitější strukturu: vnitřní a vnější okraje jsou kompaktní, zatímco střední partie jsou také difúzní. Prstence éta, gama a delta se jeví jako zcela přesně kruhové, zatímco zbylých šest má jasně eliptický tvar. Při zákrytu 22. 4. 1982, který sledovali francouzští astronomové pod vedením A. Brahice dalekohledem o průměru 3,6 metru na observatoři La Silla v Chile byl v prstenci zjištěn velmi jemný materiál. Podrobnější zpracování francouzských výsledků však tento objev nepotvrdila. Při dalším zákrytu 24. 5. 1985 se zdálo, že pás z jemného materiálu je uvnitř prstence delta. Z pozemských pozorování bylo tedy zřejmé, že prstence Uranu jsou velmi úzké a ostře ohraničené, ale že jejich celková struktura je mnohem složitější a zajímavější. Tyto výsledky získali astronomové ze sledování čtrnácti zákrytů hvězd Uranem a při přímých pozorováních v infračerveném oboru (oblast, v níž Uran sám málo září). Informace o Uranových prstencích byly výsledkem značného úsilí řady astronomů po celém světě. V lednu 1986 je jejich snažení doplnila sonda Voyager 2, která při průletu kolem Uranu 24. 1. 1986 získala obrovské množství dat také o soustavě jeho prstenců. Sonda pořídila mnoho fotografií, na nichž byly další prstence a obloky. Palubní fotopolarimetr sledoval dva zákryty hvězd soustavou prstenců. Tato pozorování dovolila určit průběh hustoty látky v radiálním směru. Důležité informace poskytlo i sledování rádiových vln vysílacích sondy. Rádiové vlny, které prošly soustavou prstenců, přinesly na Zem informace o velikosti částic.

Prstence 6, 5 a 4 jsou nejužší z devíti původně známých Uranových prstenců. Na fotografiích z Voyageru 2 není patrná žádná struktura, protože jejich zdánlivé rozměry byly pod rozlišovací schopností televizní aparatury. Jsou výrazně excentrické a mají největší sklon k rovníku planety. Absolutně jsou však i tyto sklonky velmi malé. Odborníci je určili ze snímků, na kterých se prstence promítají na kotouček planety. Při sledování zákrytu Algolu soustavou prstenců palubním fotopolarimetrem se zjistilo, že šířka prstence 6 kolísá podél obvodu v rozmezí 1 až 3 km, zatímco prstence 4 a 5 mají konstantní šířku asi 2 km. Na vnitřním okraji prstence 4 je patrně výrazné zhuštění.

Prstence alfa a beta jsou širší než větší na ostatních. Jejich šířka je také proměnná. Fotopolarimetr odhalil, že alfa se skládá ze čtyř složek, tři širších a jedné užší a jasnější, zatímco beta má dvě širší a jednu užší složku.

Prstenec éta, jak už se zjistilo při pozemských pozorováních, tvoří jedna úzká jasná složka a jedna širší a difúzní. Díky větší šířce pokryla tato složka několik obrazových elementů, takže se podařilo určit i její albedo. Potvrdilo se, že materiál, ze kterého jsou prstence vytvořeny, odráží maximálně 5 % dopadajícího slunečního záření. Vlastní úzký prstenec éta není možná zcela úplný. Tímto způsobem lze totiž vysvětlit fakt, že se tento prstenec projevil při začátku zákrytu Algolu, ale nikoli po jeho skončení. Na některých místech je tento prstenec široký 2 km, na jiných patrně vůbec neexistuje. Pozoruhodné také je, že prstenec éta je patrně přesně kruhový.

Prstence gama a delta se jeví jako kruhové, bez zřetelné excentricity. Mají však proměnnou šířku. Nejuzší místo prstence gama má šířku sotva 1 km, jeho maximální šířka je asi 3 km. Není tedy divu, že tento úzký a velice kompaktní prstenec není na pozadí planety dobře patrný. Šířka prstence delta se pohybuje v rozmezí od 3 do 9 km. V jeho nejširší části rozlišil fotopola-

dý nebo přesněji, velmi tmavě šedý. Má nejvyšší výstřednost — 0,0079, což je poněkud méně, než je výstřednost zemské dráhy. Minimální šířka je 22 km, maximální 93 km. Fotopolarimetr zaznamenal ve čtyřech místech průběh hustoty částic. Epsilon totiž během průletu Voyageru 2 zakryl dvě hvězdy — Nuki (sigma Sagittarii) a Algol (beta Persei). Ze zákrytových měření se také podařilo určit, že vnější část prstence má tloušťku nejvýše 150 m. Podle toho, jak prstenec zeslaboval rádiové signály sondy, lze usoudit, že neobsahuje částice menší než 1 m. S největší pravděpodobností jsou v prstenci úlomky 1 až 10 m velké, vzdálené od sebe desítky metrů.

Snímky z Voyageru 2 však jasně ukázaly, že soustava Uranových prstenců neobsahuje jen 9 složek známých z pozemských pozorování. Ještě před průletem 24. ledna byl objeven další prstenec, který leží mezi složkami delta a epsilon. Tento tmavý útvar s předběžným označením 1986 U1R je patrně kruhový a obsahuje mnohem jemnější materiál než epsilon. Vně prstence beta je patrný kruhový pás, který je však asi desetkrát slabší než vlastní prstenec.

Další prstenec — 1986 U2R — objevil Voyager 2 těsně před průletem rovinou prstenců. Je patrný na snímcích pořízených v době, kdy kamera zabírala prstence pod úhlem menším než 5°. Jeví se jako difúzní pás široký asi 2500 km. Tento řídký prstenec se nepodařilo zjistit při sledování zákrytů hvězd. Fotopolarimetr nalezl v této oblasti jen několik hustších oblouků. Po průletu Voyageru 2 kolem Uranu bylo možné prstence pozorovat v protisvětle. Ukázalo se, že mezi hlavními složkami prstence je prach, kterého je však mnohem méně než v prstenci Saturnu nebo Jupiteru. Malé částice jsou v protisvětle lépe patrné, protože nerozptylují světlo hlavně do směru jeho šíření. Se stejným efektem se můžeme setkat při jízdě proti Slunci autem, které má zašpiněné čelní sklo. V protisvětle byla nejjasnější oblast, kde byl nalezen 10. prstenec — 1986 U1R. Je to pás široký asi 38 km s jasně definovanými okraji. V době průletu rovinou prstenců registrovala sonda 20 až 30 srážek s prachovými částicemi za sekundu. Jednalo se o částice o velikosti kolem desetin milimetru. Odhaduje se, že Voyager 2 v té době prolétal oblakem mikroskopických částic, který má tloušťku asi 4000 km a hustotu jedna částice na 1000 m³.

Jak vznikly prstence Uranu? Proč jsou tak úzké? Proč jsou excentrické? Proč je v prstencích relativně málo hmoty? Na žádnou z těchto otázek nemůžeme dát definitivní odpověď. Byly objeveny 2 pastýřské měsíce prstence epsilon. Měsíc 1986 U7 obíhá uvnitř a měsíc 1986 U8 vně tohoto prstence. Jejich gravitační vliv udržuje tvar prstence epsilon. Výstřednost prstenců by se dala vysvětlit přítomností malých měsíců

Prstence Uranu

Prstenec	Poloměr - km	Výstřednost	Sklon	Šířka - km
			stupně	
1986 U2R	37000 / 39500	0,0000 ?	0,000 ?	2500
6	41850	0,0010	0,063	1 - 3
5	42240	0,0019	0,052	2 - 3
4	42580	0,0011	0,032	2 - 3
alfa	44730	0,0008	0,014	7 - 12
beta	45670	0,0004	0,005	7 - 12
eta	47180	0,0000 ?	0,002 ?	0 - 2
gama	47630	0,0000 ?	0,011 ?	1 - 4
delta	48310	0,0000 ?	0,004	3 - 9
1986 U1R	50040	0,0000 ?	0,000 ?	1 - 2
epsilon	51160	0,0079	0,001 ?	22 - 93

rimetr při zákrytu Algolu 3 složky. Těsně u jeho vnitřního okraje je patrný difúzní pás.

Prstenec epsilon je nejvzdálenějším členem soustavy Uranových prstenců. Je ze všech nejširší a nejjasnější. Voyager 2 proto mohl o něm získat nejvíce informací. Na snímcích pořízených sondou byla potvrzena dvojitá struktura známá z pozemských pozorování. Voyager 2 určil také jeho albedo — 5 %. Z porovnání měření přes různé barevné filtry vyplynulo, že odrazivost nezáleží na barvě. Jinými slovy, epsilon je še-

přímo v prstencích. Jejich přitažlivá síla by mohla ovlivňovat pohyb částic v prstencích. Nepodařilo se však nalézt pastýřské měsíce dalších prstenců a také žádný měsíc přímo v některém výstředném prstenci, i když se tomuto programu věnovala sonda 13,5 hodiny. Odhaduje se, že kamera mohla zachytit všechna tělesa o průměru větším než 10 km. Potíž je však v tom, že pastýřské měsíce mohou plnit svou funkci, i když budou mít průměr jen několik kilometrů.

Množství prachu v prstencích musí ovlivňovat atmosféra planety Uran. Měření palubního ultrafialového spektrometru ukázala, že Uran obklopuje rozsáhlá, ale řídká vodíková obálka, která zasahuje až k prstenci epsilon. Prachové částice v prstencích při srážkách s atomy vodíku ztrácejí energii a padají směrem k planetě. Vodíkové halo tedy doslova zametá v soustavě prstenců. Přesto je v prstenci stále dost prachu. To ale znamená, že musí být odněkud doplňován. Může vznikat při vzájemných srážkách větších těles v prstencích nebo v důsledku meteorické eroze. Přítomnost vodíku nutně ovlivňuje i větší částice. Výpočty ukazují, že alfa, beta a epsilon mají životnost asi 4, 8 a 600 miliónů let (za předpokladu, že se v nich nepohybují žádné měsíce, což však není zcela jisté). Znamená to tedy, že Uranův prstenec je mladý útvar. Přítomnost oblouků a velká proměnnost prstenců podél obvodu jasně dokazují, že se jedná o dynamickou a zřejmě nedávno vzniklou soustavu.

I když se podařilo získat snímky prstenců s rozlišením lepším než 100 metrů, není možné dát definitivní odpovědi na řadu otázek. Zatím se ani neplánuje další kosmický let k této pozoruhodné planetě, která je obklopena soustavou tmavých prstenců. Můžeme jen doufat, že při průletu Voyageru 2 kolem Neptunu v létě 1989 získáme další informace, které pomohou vyřešit takové problémy, jako jsou neúplné prstence nebo výskyt pastýřských měsíců. Do roku 1989 je tedy výzkum podobných prstenců plně v rukou teoretiků.

Podle holand. časopisu Zenit 3/87

Odchytky časových signálů v dubnu 1987

Den	UT1-signal	UT2-signal
4. IV.	-0,2809 ^s	-0,2652 ^s
9. IV.	-0,2896	-0,2718
14. IV.	-0,2980	-0,2781
19. IV.	-0,3060	-0,2841
24. IV.	-0,3140	-0,2902
29. IV.	-0,3220	-0,2964

Vysvětlení k tabulce viz RH 1/1986, str. 14.

V. P.

★ ASTROVÝROČÍ ★ v září 1987

6. uplyne 40 let od smrti **P. Guthnicka** (* 12. 1. 1897), německého astronoma, který byl jedním z průkopníků využití fotoelektrických metod při měření jasnosti nebeských těles. Vypracoval teorii proměnnosti cefeld a dlouhoperiodických proměnných.

8. je 20. výročí smrti sovětského vědce **A. I. Lebedinského** (* 7. 1. 1913). Zabýval se různými otázkami astrofyziky, geofyziky, výzkumu kosmického prostoru a konstrukcemi astronomických přístrojů. Byl jedním ze zakladatelů magnetohydrodynamiky. Koncem 40. let organizoval několik expedic zkoumajících polární záři.

11. bylo 110. výročí narození **J. H. Jeanse** (+ 16. 9. 1946), anglického astronoma a fyzika. Do r. 1914 pracoval především na kinetické teorii plynů a teorii tepelného záření. Ve 20. a 30. letech byla velmi populární jeho slapová teorie vzniku sluneční soustavy. Od konce 20. let se věnoval popularizaci astronomie.

11. také uplyne 80 let od narození sovětského astronoma **A. F. Bogorodského** (+ 10. 12. 1984). Jeho vědecké práce jsou věnovány obecné teorii relativity, astrofyzice, historii astronomie. Zkoumal vlastnosti šíření světla v gravitačním poli, zabýval se fyzikou Slunce a studoval historii astronomie v Kyjevě.

13. vzpomeneme, že před 100 lety se narodil sovětský astronom **N. I. Dněprowskij** (+ 4. 2. 1944). Jeho základní práce jsou z oboru fundamentální astrometrie.

15. uplyne 10 let od smrti sovětského astronoma **B. V. Kukarkina** (* 30. 10. 1909), který studoval proměnné a stavbu hvězdných soustav. V roce 1928 objevil závislost mezi periodou a spektrální třídou zákrytových proměnných. Je spoluautorem knihy *Proměnné a způsoby jejich pozorování* (1938), byl iniciátorem založení bulletinu *Proměnné*, jehož redaktorem pak byl až do své smrti, téměř padesát let.

17. vzpomeneme 130. výročí narození jedné z největších postav dějin vědy a techniky **Konstantina Eduardoviče Ciolkovského** (+ 19. 9. 1935).

23. uplyne 110 let od smrti francouzského astronoma **U. J. J. Le Verriera** (* 11. 3. 1811). Zabýval se nebeskou mechanikou. Z nepravidelností v pohybu Uranu předpověděl existenci další planety. Neptun pak byl objeven v blízkosti předpovězených míst. Le Verrier dále sestavil tabulky, které se dosud používají, věnoval se studiu drah periodických komet a meteorických rojů, byl zakladatelem Mezinárodní meteorologické služby.

min

Supernova století

Supernova viditelná očima je úkaz tak vzácný, že naprostá většina astronomů se ho nikdy nedočká. V posledním tisíciletí byly očima viditelné supernovy v r. 1006 (souhvězdí Vlka), 1054 (Býk: Krabí mlhovina), 1572 (Cassiopeia: Tychova supernova) a 1604 (Hadonoš: Keplerova supernova). K tomu lze s jistotou výhradou přidat ještě supernovu S Andromedae, která vzplanula v srpnu r. 1885 ve spirální galaxii M 31 a v maximu jasnosti dosáhla $5,85^m$. Ironií osudu však tehdy nikdo netušil, že jde o supernovu; astronomové ji považovali za obyčejnou novu s podstatně menší svítivostí, a tedy za nepřímý důkaz příslušnosti mlhoviny M 31 do naší Mléčné dráhy. Tehdy ještě neexistovala fotografická spektroskopie a vizuální pozorování spektra nestačilo k jeho kvantitativnímu popisu. Všechny předešlé opravdu jasné supernovy (v maximu přesáhly jasnost Jupiteru případně Venuše) vzplanuly dokonce ještě před vynálezem dalekohledu, takže údaje o nich jsou kusé a neurčitě.

Moderní výzkum supernov se proto opírá převážně o sledování slabých, očima neviditelných supernov v cizích galaxiích. Systematický program jejich objevování započal v r. 1934 F. Zwicky. Do té doby bylo známo jen 20 supernov, objevených náhodně, kdežto dodnes jich bylo pozorováno už celkem na 400. Tato data jsou přirozeně velmi užitečná ze statistického hlediska. Odtud víme, že v průměrné galaxii vzplane supernova jednou za 40 až 50 let (Australan R. Evans však objevil v galaxii NGC 1559 dvě supernovy v letech 1984 a 1986) a že podle některých charakteristik se dají rozřadit do dvou základních typů I a II. Supernovy I. typu lze charakterizovat prudkým vzrůstem jasnosti v průběhu několika dnů, krátkým několikadenním maximem a prudkým poklesem během jednoho měsíce. V dalších měsících klesá jasnost exponenciálně s časem. V maximu dosahují absolutní hvězdné velikosti -19^m ($3,10^9 L_\odot$). V jejich spektru chybějí vodíkové čáry a jejich předchůdci jsou pravděpodobně bílí trpaslíci, tvoření uhlíkem a kyslíkem, kteří dodatečně (akrecí) získali hmotu tak, že jejich úhrnná hmotnost překročila Chandrasekharovu mez ($1,4 M_\odot$).

Naproti tomu supernovy II. typu mají různorodější a složitější tvar světelné křivky. Nárůst k maximu sice též trvá několik dnů, ale pak dochází jen k mírnému poklesu po dobu několika týdnů, načež se pokles zastaví (fáze plátů) na dobu 2–3 měsíců a teprve pak hvězda prudce zeslábne. V ma-

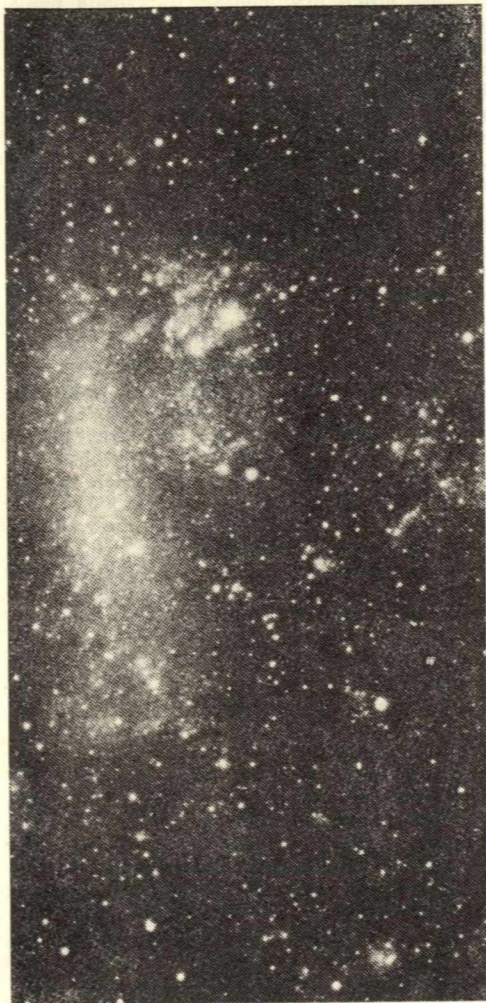
ximu dosahují absolutní hvězdné velikosti -17^m ($5,10^8 L_\odot$) a v jejich spektru se pozorují Balmerovy čáry vodíku. Soudí se, že supernovy II. typu vznikají gravitačním kolapsem osamělých masivních hvězd s hmotností nad 8–10 hmotností Slunce. Horní mez hmotnosti není zcela určitá; někteří autoři ji kladou ke $12 M_\odot$ a jiní až k $25 M_\odot$. Přímým předchůdcem supernov II. typu by tedy měli být červení veleobří.

V posledních letech teoretický výzkum supernov pokročil zejména zásluhou numerických experimentů na výkonných počítačích. Jde opravdu o velmi rozsáhlé výpočty: na superpočítači Cray XMP-1 trvá simulace jediné sekundy průběhu rázové vlny uvnitř supernovy celých 100 počítačových hodin! Tyto výpočty potvrdily významnou úlohu neutrin při přenosu energie uvolněné gravitačním hroutením jádra hvězdy navenek; kolapsem se uvolní kolem 10^{46} J energie, z níž většinu odnesou téměř okamžitě neutrina. Během exploze supernovy dochází ve vnějších plynných obalech veleobra k zachycování neutronů v atomových jádrech, a tím se vytvářejí těžší prvky, které nemohou vznikat předchozími termionukleárními reakcemi. Supernovy jsou tak jedinečnými kosmickými továrnami na chemické prvky: exploze se pak postará o dodávku prvků do volného mezihvězdného prostoru.

Není divu, že ve světle všech těchto poznatků je od úterý 24. února 1987 astronomický svět na nohou: ten den v dopoledních hodinách světového času se z ústředí pro astronomické telegramy Mezinárodní astronomické unie v Cambridgi v USA rozeběhla do světa zpráva, že v nejbližší sousední galaxii Velkém Magellanově mračnu vzplanula supernova viditelná očima. V té chvíli začala spontánně celosvětová pozorovací kampaň, v níž je supernova sledována všemi dostupnými prostředky moderní astronomické techniky. Kromě observatoří na jižní polokouli se do sledování supernovy, označené 1987 A, zapojily též umělé družice Země a bezděčně i podzemní detektory částic, jež se nacházejí na polokouli severní; pro neutrina je totiž našťastí zeměkoule dokonale průhledná.

Velké Magellanovo mračno je častým objektem astronomických snímků, takže nebylo zvlášť obtížné zjistit, že ještě v ranních hodinách světového času dne 23. února se v daném směru na obloze nedělo nic neobvyklého. Až dodatečně se ukázalo, že první zprávu o vzplanutí supernovy přinesla (ve shodě s teorií) neutrina. V čase 23,12. úno-

ra 1987 (všechny údaje jsou v UT) zaznamenal podzemní detektor částic v tunelu pod Mont Blankem 5 impulsů od neutrin s energiemi nad 7 MeV v průběhu pouhých 7 sekund. V čase 23,32 UT byly zjištěny neutrinové spršky v Japonsku (důl Kamio-ka: 12 neutrin za 13 sekund, energie 7,5 až 36 MeV) a v USA (Cleveland: 8 neutrin za 6 sekund, energie 20–40 MeV). V čase 23,44 UT byla oblast snímkována patrolními kamerami pro sledování umělých družic a



Snímek Velkého Magellanova mráčka ze dne 25. 2. 1987 kamerou Hasselblad na (v originále barevný) film Agfachrome 1000 RS. U levého dolního okraje Mráčka je vidět rozplizlá skvrnka, což je známá emisní mlhovina Tarantula. Blízko ní, ve směru šikmo doprava nahoru, se nachází okrouhlá jasná ploška, což je přexponovaný obraz supernovy 1987A, která byla v té době 4,5^m. Snímek pořídil C. Madsen z ESO v Chile.

dodatečná prohlídka ukázala, že v té chvíli dosáhla supernova hranice viditelnosti prostým okem. V čase 24,23 UT prohlížel Kanaďan I. Shelton na observatoři Las Campanas v Chile rutinní snímek oblasti a všiml si jasně hvězdy navíc — svůj objev ihned telegrafoval do Cambridge. V čase 24,37 UT zpozoroval supernovu nezávisle novozélandský astronom amatér (dnes nejpilnější pozorovatel proměnných hvězd) A. Jones. Odhadl její jasnost na 5,1^m a svůj objev rovněž telegrafoval do Cambridge. V čase 24,40 UT vydala centrála v Cambridge první alarmující telegram. V čase 24,72 UT dosáhla jasnost supernovy 4,4^m, v čase 24,80 UT se na ni zaměřila ultrafialová družice IUE a konečně v čase 24,90 UT byla pořízena první optická spektra na observatořích v jižní Africe. Japonská rentgenová družice Ginga, vypuštěná 5. února 1987, přerušila testovací a kalibrační program a zahájila rovněž studium oblasti supernovy 1987 A.

Mnohaleté zkušenosti astronomů s koordinováním pozorování nejrůznějších kosmických jevů se v tu chvíli neobyčejně vyplatily. Supernova je sledována tak důkladně, že centrála IAU začala vydávat cirkuláře s nejdůležitějšími výsledky pozorování 1 až 2krát denně: tato frekvence zpráv nemá v historii IAU obdobu. V době, kdy píší tuto zprávu, přesahuje již objem informací o supernově 1987 A rozsah celého ročníku Říše hvězd, takže lze vybrat jen některé údaje.

Supernova se nachází v bodě o souřadnicích: $\alpha = 5^h35^m50,0^s$ a $\beta = -67^\circ17'58''$ (epocha 1950,0). Tato poloha dobře souhlasí s polohou emisního objektu Sanduleak — 69°202. Podrobné snímky ukázaly, že objekt je fakticky trojitý a že supernova odpovídá poloze nejjasnější složky oně trojice. Před explozí se tato složka jevila jako modrý veleobr spektrální třídy B 3 Ia a vizuální magnitudy $V = 11,7^m$. V rozporu s dosud přijímanou teorií pravděpodobně vybuchl masivní modrý veleobr o hmotnosti snad až 25 $M_\odot$. Jeho absolutní hvězdná velikost byla $-6,8^m$ (bereme-li modul vzdálenosti Velkého Magellanova mráčka 18,5^m, tj. vzdálenost 52 kpc). První fotoelektrická měření ve více barvách po výbuchu pocházejí z 25. února: $U = 4,5$; $B = 4,6$; $V = 4,5$; $R = 4,1$; $I = 4,0$; $J = 3,8$; $H = 4,0$; $K = 3,6$ — tj. supernova byla poměrně červená! S pokračujícím časem rychle klesala její ultrafialová jasnost: družice IUE zaznamenala pokles toku v krátkovlnné oblasti v poměru 250:1 během dvou a čtvrt dne po zahájení měření. Rentgenová družice Ginga supernovu zatím vůbec nezaznamenala. Zato bylo objeveno rostoucí rádiové záření v gigahertzovém pásmu. Dne 25,4. února činil rádiový tok řádově 100 mJy a rychle vzrůstal o desítky procent za den. První spektra obsahovala silné Balmerovy čáry

vodíku s profily typu P Cygni (to je příznak expandujících plynných obalů). Nejvyšší rychlost expanze dosahovala zprvu až 17 000 km/s, avšak klesala o 700 až 360 km/s za den.

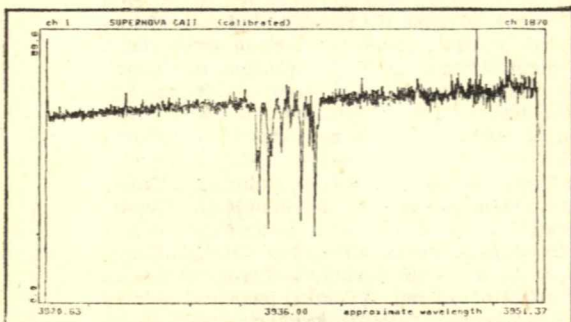
Počátkem března se jasnost supernovy ve vizuálním oboru zvolna zvyšovala a současně barevné indexy B-V i U-B rostly, tj. supernova dále červenala. Kolem 9. března se zastavil pokles ultrafialového toku i změny barevných indexů. Vizuální jasnost hvězdy se ustálila kolem 4^m. Koncem března, opět v rozporu s předpověďmi, se však jasnost supernovy znovu zvýšila a dne 5. dubna do-

citlivý. W. Hillebrandt aj. soudí, že první impulsu neutronu (zaregistrovaný pod Mont Blankem) odpovídal kolapsu jádra veleobra na neutronovou hvězdu o hmotnosti přes 2 $M_{\odot}$. Tak masivní neutronová hvězda je vůči dalšímu kolapsu nestabilní a po několika hodinách se zhroutí v černou díru — tomu by pak odpovídala neutrina zaznamenaná v Japonsku a USA.

Tatáž skupina odborníků se pokoušela z rozmytí impulsů odhadnout klidovou hmotnost elektronového neutrina na cca 15 eV/c², ale jejich argumentace nevypadá příliš přesvědčivě. Je škoda, že v době exploze nebyl patrně v činnosti žádný z detektorů gravitačního záření, neboť citlivost detektorů by byla patrně stačila k záznamu gravitačních vln provázejících kolaps. Nikdo přirozeně nečekal, že supernova vzplane tak „blízko“ — detektory se orientují na záznam kolapsů supernov v kupě galaxií v Panně, jež jsou více než o dva řády vzdálenější, takže očekávaný signál je o pět řádů slabší, než byl signál od supernovy 1987A. Dost možná, že v tomto směru jsme měli stejnou smůlu jako při pozorování Keplero-ovy supernovy r. 1604 — pouhých šest let před astronomickým použitím dalekohledu.

Nicméně i tak je supernova 1987A úkazem jedinečným a pro soudobou astrofyziku neobyčejně cenným. Vždyť poprvé v dějinách známe jasnost a spektrum předchůdce (k výbuchu, jak se zdá, dochází náhle bez varování: v letech 1973—1977 byl modrý veleobr zaručeně konstantní a ještě 22. února 1987 se v oblasti kolem budoucí supernovy nepozorovaly žádné změny jasnosti) a s překvapením zjišťujeme, že zjasnění dosáhlo stěží 8^m (většina obyčejných nov se zjasňuje o 10—12^m; nova V 1500 Cyg dokonce o 19^m). Stejně tak poprvé se podařilo supernovu sledovat v celém elektromagnetickém spektru a poprvé byla objevena neutrina doprovázející kolaps. Jelikož ve spektru supernovy byly nalezeny interstelární absorpce vápníku a sodíku s desítkou složek, umožňuje to navíc testovat hustotu intergalaktické látky v prostoru mezi Magellanovým mračnem a naší galaxií. Další pozorování stále přibývá a možná, že leccos z názorů, které v této zprávě uvádím, zastará dříve, než se časopis dostane ke čtenáři. Supernova 1987A zůstane na dlouhou dobu středem pozornosti astronomů i fyziků: počátkem července 1987 se koná v Garchingu (NSR) první mezinárodní pracovní konference věnovaná výhradně této, 170 tisíc let staré, novince.

**) Pozn. při korektuře: Do konce května se vizuální jasnost supernovy dále zvýšila až na 2,9^m, tj. — 15,6^m. Od té doby zvolna slábne — v polovině června byla 3,3^m.*



Registrace úseku spektra supernovy 1987A v okolí vápníkové čáry K (393 nm). Ve spektru je patrných na 20 absorpčních složek, odpovídajících pohlcení záření supernovy v mezihvězdných či mezigalaktických mračnech mezihvězdné látky, která se nalézá na spojnici mezi supernovou a pozemským pozorovatelem. Tím je přímo dokázána příslušnost supernovy do Velkého Magellanova mračna a nepřímě se tak dá studovat struktura rozložení mezihvězdné a mezigalaktické látky v uvedeném směru. Spektrum bylo pořízeno na observatoři ESO v Chile pomocným coude teleskopem.

sáhla 3,5^m. Z toho plyne, že téměř určitě jde o supernovu II. typu, jež však jeví individuální zvláštnosti: absolutní hvězdná velikost činí pouze —14,5^m a světelná křivka po výbuchu nemá obdoby.*

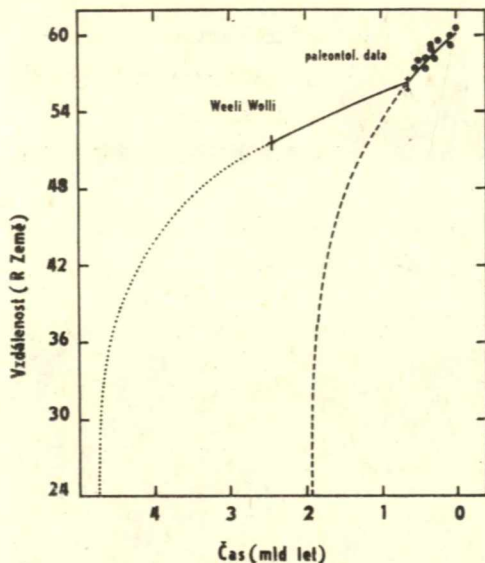
Obsáhlá diskuse probíhá zejména kolem pozorování neutronu. Neutrinový tok ze supernovy je sice předvídan, ale měl by být kratší (snad jen o trvání 2 sekund). Podivné je, že v době pozorování pod Mont Blankem nebyla zachycena neutrina na ostatních stanicích a naopak; rozdíl však mohou být způsobeny nestejnou citlivostí aparatur k neutronům různých energií. Dne 4. března byla promyta heliem nádrž s perchloretylénem v dole Homestake v Jižní Dakotě (USA), sloužící normálně k detekci slunečních neutronů. Po promytí však nebyl zjištěn žádný nadbytek radioaktivního argonu, který by byl vyvolán neutrinami ze supernovy — tento experiment je však relativně málo

Vzdálenost Měsíce před 2,5 miliardy let

Fakt postupného vzdalování Měsíce od Země je dnes považován za nesporný. Moderní laserová měření dokonce umožnila přesně určit rychlost tohoto vzdalování: přibližně $1,1 \times 10^{-9} \text{ m s}^{-1}$. Ze změn parametrů drah umělých družic vyplývá hodnota $1,2 \times 10^{-9} \text{ m s}^{-1}$. Podobné hodnoty vyplývají i z historických údajů o lunárních a slunečních zatměních. Samozřejmě, historické údaje sahají jen několik málo tisíc let dozadu. Vzdalování Měsíce je však nesporně jevem dlouhodobým — je zde přímá vazba mezi sekulárním zpomalováním rychlosti rotace Země a vzdáleností Země-Měsíc. Dlouhodobější informaci přináší fosilie např. korálů a různých měkkýšů. V jejich schránkách jsou, podobně jako u moderních organismů, pozorovány jemné vrstvičky reprezentující denní přírůstek. Tyto denní vrstvičky jsou dále modulovány čtrnáctidenními nebo měsíčními cykly mořských přílivů a také ročním sezónním cyklem, což umožňuje na tomto základě určovat počet dní v měsíci a roku a počet měsíců v roce. Z filtrovaného souboru paleontologických dat vyplývá pro rychlost vzdalování Měsíce hodnota $9,5 \times 10^{-10} \text{ m.s}^{-1}$. Je zde však potíž. Z těchto údajů pokrývajících posledních 450 miliónů let vyplývá totiž kolize Země s Měsícem před přibližně 1,5 až 2 miliardami let, což se v celkovém kontextu nejeví jako příliš pravděpodobné. Navíc, s postupem do stále vzdálenější minulosti kvalita paleontologických dat prudce klesá. To se týká obzvláště pokusů využít k podobným cílům tzv. stromatolity, tj. fosilizované kolonie bakterií a řas staré až několik miliard let.

Jinou možností je využít „anorganických hodin“ — nějakého geologického procesu ukládání tenkých vrstev hornin v závislosti na základních časových cyklech. Geologické procesy jsou však všeobecně pomalejší než procesy biologické, takže je jich možno využít pouze v delším časovém měřítku (podobným způsobem se např. odvozuje délka cyklu sluneční aktivity ve vzdálené minulosti). Jemné vrstvičky hornin byly objeveny mj. v zvláštních horninných útvech obsahujících železo, patřících do tzv. Weeli Wolli formace v Západní Austrálii. Nejjemnější vrstvičky, které s největší pravděpodobností reprezentují roční přírůstky, jsou zde modulovány s periodicitou $23,3 \pm 0,3$ roku. Předpokládá se, že nejde o odraz Haleova 22letého slunečního cyklu, jelikož ve vrstvičkách není pozorována stopa 11letého cyklu sluneční aktivity. Formace Weeli Wolli je stará asi 2,45 miliardy let.

S novou interpretací výše uvedené 23,3leté periodicity přišli James C. G. Walker a Kevin J. Zahnle z Michiganské univerzity v Ann Arbor, stát Michigan, USA (Nature, sv. 320, str. 600, 1986). Podle těchto autorů zmíněná periodicitu odráží periodu stáčení uzlu dráhy Měsíce kolem země. Moderní hodnota této periody je 18,6 roku, přičemž perioda se projevuje v moderních klimatických záznamech. Pokud je tato interpretace správná, poskytuje nový způsob odvození vzdálenosti Země-Měsíc v daleké minulosti, jelikož mezi periodou stáčení uzlu měsíční dráhy a touto vzdáleností existuje striktní



Závislost vzdálenosti Měsíce na čase v průběhu historie Země. Na svislé ose je udána vzdálenost v poloměrech Země, na vodorovné čas v miliardách let. Čárkovaná křivka extrapolovaná do minulosti z paleontologických dat pokrývajících posledních 450 miliónů let vede k velmi nepravděpodobnému závěru o kolizi Měsíce se Zemí před necelými 2 miliardami let. Tečkovaná křivka bere do úvahy i údaj o vzdálenosti Měsíce před 2,45 miliardy let (horniny Weeli Wolli), a posouvá tak těsné přiblížení Měsíce k Zemi do předpokládané doby vzniku sluneční soustavy, což je v kontextu všeobecných úvah mnohem přijatelnější.

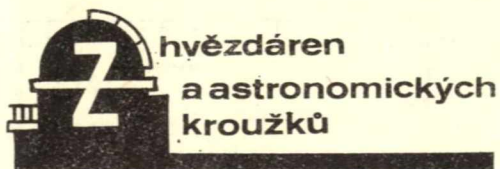
závislost. Pokud tedy byla perioda stáčení uzlu měsíční dráhy před 2,45 miliardy let (doba předpokládaného utváření formace Weeli Wolli) úměrná 23,3 roku, pak byl tehdy Měsíc od Země vzdálen $0,86 \pm 0,01$ své dnešní vzdálenosti, tj. 330 240 km, což je asi 52 poloměrů Země (viz obrázek). Z Walkerovy a Zahnleho analýzy dále vyplývá, že rychlost vzdalování Měsíce od Země byla před 2,5 miliardy let podstatně menší, než dnes a dosahovala přibližně 30 % dnešní hodnoty. Dále z jejich analýzy vyplývá, že rozsah oscilací sklonu rotační osy Země

s časem roste a že před přibližně 2,5 miliardy let dosahoval pouze 40 % dnešní hodnoty.

Údaj z Weeli Wolli, pokud je Walkerem a Zahnlem správně interpretován, nám poskytuje zatím jedinou informaci o vzdálenosti Měsíce v tak dávných dobách. Jak je zřejmé (viz obrázek), mění průběh závislosti lunární vzdálenosti na čase a „zachraňuje“ tak Měsíc a Zemi před nežádoucí ko-

lizí vyplývající z modernějších dat. Každý, kdo se zabývá analýzou dat, však ví, jak ošidné je měnit průběh závislosti na základě jediného bodu. Doufejme proto, že k Walkerovu a Zahnleho údaji o vzdálenosti Měsíce před 2,5 miliardy let brzy přibudou další obdobné údaje, které by závislost lunární vzdálenosti na čase lépe „vykreslily“.

ZDENĚK URBAN



VZPOMÍNKA

NA LADISLAVA HURTU

Naše nepravidelná setkání na úpíckých seminářích a v Astronomickém ústavu v Ondřeově přerostla v docela zvláštní přátelství. Vztah každého, kdo se s Láďou blíže seznámil, bral totiž svůj vývoj od rozpačité soucítivosti až k uvědomělé lidskosti a dnes se transformuje do nezapomenutelnosti.

Poměr Ládi k životu, který ho tak krutě poznamenal na zdraví už v kolébce, byl pro ostatní lidi až nepochopitelný. Vždyť velikou námahu ho stálo už to, na co obyčejný člověk nemusí vůbec myslet, například držení tužky nebo jízda dopravním prostředkem. Láďa však ne-rezignoval a s neobyčejnou vůlí, jemu vlastní píli a s jakýmsi vnitřním jasnem stal se okolním lidem rovnocenným partnerem. Při rozhovoru s ním začal člověk s úžasem zjišťovat, že existuje něco v lidském nitru, co dává myšlenkám a činům ušlechtilost jejich zevního výrazu.

Ladislav Hurta se narodil 12. května 1957 ve Vsetíně. Už jako školák projevoval, navzdory svému onemocnění, velkou houževnatost a patřil k dobrým žákům. V té době se začal zajímat o astronomii. Rodiče mu proto zakoupili velkou slušný amatérský dalekohled. Hvězdářství se pro něho stalo životním naplněním. Po vystudování vsetínského gymnázia dokončil posmaturové studium astronomie při Hvězdárně Valašské Meziříčí a pracoval jako samostatný odborný pracovník hvězdárny ve Vsetíně. Přes všechny překážky, které mu běžný život přinášel, zapisuje se na vysokou školu. Dálkové studium astronomie a astrofyziky na matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy v Praze zakončuje promócí 20. listopadu 1985.

Svůj zájem zaměřil v astronomii zejména na sluneční fyziku, o čemž svědčí téma jeho diplo-

mové práce zabývající se problematikou slunečních erupcí ve vztahu k efektům náhlých zvýšení atmosféry, dále přednášky na astronomických seminářích i články publikované v odborných časopisech. S respektem můžeme hodnotit i jeho popularizační a odbornou činnost, kterou přispěl vsetínské hvězdárně.

O odborný i lidský růst Ladislava se značnou měrou zasloužil dr. Ladislav Křivský, který se mu stal — při své životní moudrosti a zkušenosti — nejen starším kolegou a pomocníkem, ale také učitelem a tím, kdo svým vzácným porozuměním mohl dodávat Láďovi impulsy optimismu do dalšího života. Nesmíme zapomenout ani na obětavou pomoc a službu Ladislavových rodičů.

Zájem věnoval Láďa i ekologii, problematice mezilidských vztahů a smyslu života. Své úvahy prezentoval několikrát na úpíckých seminářích „Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí“, odkud ho patrně mnozí čtenáři Říše hvězd budou nejspíš znát.

Promovaný fyzik Ladislav Hurta zemřel po dlouhé nemoci 16. dubna 1987 ve věku nedožitých třiceti let. Citát J. Wericha, který si tak oblíbil, je možné dosadit i na jeho život: „... a jede se dál, močalem černým, kolem bílých skal“. S tím, že pro všechny, kteří ho znali jako dobrého kamaráda, byl a je i on takovou „bílou skálou“, především naléhavě vyzývající k účtě, poznání a životu. Zdeněk Krušina

... a poslední rozhovor s ním

Všechno je nejisté, jenom smrt je jistá! Ano, považujeme ji za přirozenou součást života, dokonce za přírodní zákon. Ale řekněte mi, jak to, že jsme si na to ještě nezvykli za těch nejméně sto tisíc let lidské existence na Zemi? Proč se nám pořád ještě nechce umírat? Proč je smrt na životě to nejnesnesitelnější? Proč si života ceníme pořád víc? A jestli někdo tvrdí opak, určitě to stokrát odvolá, až mu bude skutečně zle. Ne, přátelé, my na životě lpíme víc, než jsme ochotní si přiznat. A nějaká přírodní nutnost či zákony světa nás v tomto případě nezajímají.

Kdo prožil bolest a utrpení, kdo měl čas třeba na nemocničním lůžku přemýšlet o tom, co vlastně v životě má cenu, tak nakonec zjistí, že nejvyšší hodnotou pro něj je pouhý život samotný. Žít. Třeba chudě, ale moci se dívat na

svět kolem sebe, radovat se z něj a volně dychat. A chceme-li se vyhnout osudovému střetu se smrtí, pak je to v setkání se skutečností, které svou hodnotou lidský život přesahují. Jsou to chvíle, kdy jsme schopni zcela nezištně někomu pomoci, kdy jednáme z čistého kamarádství a solidarity. Život pro někoho, to je víc než život jen tak pro sebe...

Rozhovor zaznamenal v lednu 1987

Jiří Bureš

Hvězdárna Vlašim

EXPERIMENTY S KRÁTERY

V březnu 1986 až dubnu 1987 jsem uskutečnil sérii pokusů s cílem vytvořit impaktní krátery s centrálním pahorkem na nebahnitém terénu pádem těles o nízké hustotě hmoty. Původní myšlenka, která podnítila tyto pokusy, se ukázala jako zbytečně komplikovaná a nejlepších výsledků jsem dosáhl úplně jednoduchým způsobem. Nejlepší krátery s centrálním pahorkem jsem vytvořil na pískovém povrchu s pevným pokladem. Dopadovými tělesy byly sněhové koule ze staré firmové vrstvy sněhu. Sněh byl upraven do kašovitého stavu. Centrální pahorek byl vždy vidět jasně až do roztátí sněhu. Při vysoké vrstvě nakypřeného písku neměly krátery centrální pahorek, stejně jako při velké pevnosti tělesa anebo při vysoké hustotě hmoty dopadového tělesa, a tvořily se jen kotlíkové tvary. Celkový tvar kráteru však závisí na celé řadě dalších podmínek. Nejlepší představu si udělá čtenář ze snímků. Na obrázku 1 je kráter a na obr. 2 tento kráter v řezu. Průměr koule je 0,34 m, průměr vytvořeného kráteru 0,7 m. Hmotnost koule 13,7 kg, výška pádu 11 m. Výška nasypaného mírně vlhkého písku 0,08 m, hustota hmoty sněhu 670 kg m⁻³, hustota hmoty písku 1210 kg m⁻³.

Michal Ormady, Bratislava

Vaše pokusy jsou velmi zajímavé a určitě nazačené principy se budou v analogických podmínkách uplatňovat, a to v takových, kde nedocházelo k velkým pádovým rychlostem (< 4 km/s) a kdy nedocházelo k explozi dopadajícího tělesa a okolního prostředí a přeměny částí obou materiálů v taveninu. Asi před 30 lety byl publikován obdobný článek s výsledky pokusů v SSSR i se snímky, myslím, že to bylo v bulletinu VAGO. Tam experimentovali s pádem tělísek do malty. Na snímcích byly valy i středové vrcholky. Jakmile se ale uvolní při pádech velká energie a část energie přejde na ohřev materiálů (hlavně okolních), pak ovšem tyto pochody se neuplatní a uplatní se jiné. Každopádně určitá kategorie kráterů (nexplozivních) se tímto způsobem dá vysvětlit.

Ladislav Křivský

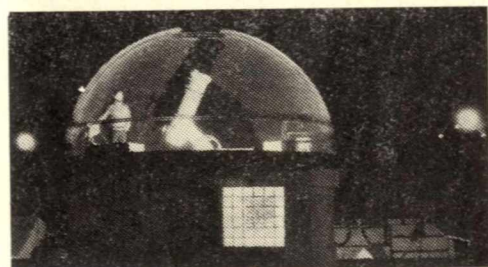
V HANDLOVSKÉ KOPULI JE STÁLE RUŠNO

I když není hvězdárna Domu kultury v Handlové statutárně uznaná jako okresní hvězdárna (v okrese Prievidza zatím žádná jiná hvězdárna není), její činnost se už dostala do povědomí příznivců astronomie tak, že členové kroužku při některých akcích mají plně ruce práce, aby zvládli nával návštěvníků. Například při zatmění Měsíce v minulém roce se u dalekohledu vystřídalo přes 350 pozorovatelů. Svoji popularitu si získala večerní pozorování, která za nepříznivého počasí vyplňuje promítáním filmů a audiovizuálních programů. Velký úspěch mělo např. pásmo Kosmonautika, s kterým handlovská hvězdárna získala 1. místo v celoslovenské soutěži audiovizuálních programů hvězdáren SSR.

Ani členové kroužku nezahálejí, je před nimi letní škola astronomie, chystají se na návštěvy s dalekohledem na pionýrských táborech a ve školách v přírodě a na další akce pro širokou veřejnost.

Ján Fabricius

Snímek J. Fabricia a ing. E. Čermáka netradičním způsobem přibližuje interiér kopule handlovské hvězdárny.



DOPLŇKOVÁ VÝUKA PRO ŠKOLY

Pro žáky a studenty všech typů škol připravila hvězdárna ve Valašském Meziříčí doplňkovou výuku z astronomie, kosmonautiky a meteorologie, navazující na školní osnovy. Přednášky shrnují učivo probírané ve škole a doplňují ho o nejnovější poznatky posledních výzkumů, které se ještě nedostaly do školních učebnic. Programy jsou doplněny promítáním barevných diapozitivů nebo krátkými filmy, za příznivých podmínek pozorování.

METEORICKÁ EXPEDICE V ŽÁŘI

Ve dnech 9. až 23. srpna 1987 se uskutečnil v Moštenici u Banské Bystrice XXVIII. krajská meteorická expedice „PERSEIDY 87“. Bude zaměřena nejen na pozorování meteorů (především meteorického roje Perseid), přístrojově vybavení umožní i jiná astronomická pozorování. Přihlásit se může mládež od 11 let. Předběžné přihlášky zasílejte na adresu: Josef Marek, BMZ-VŠB, třída Vítězného února, 708 33 Ostrava-Poruba.

Vojtěch Ullmann: Gravitace, černé díry a fyzika prostoročasu. Čs. astronom. společnost při ČSAV, pobočka Ostrava, 1986, 272 str.

Publikace, založená na přednáškách z relativistické astrofyziky, které autor proslavil v posledních letech na seminářích Čs. astronomické společnosti aj., je určena vážným zájemcům o tuto atraktivní, leč velmi náročnou problematiku. V naší literatuře neexistuje kromě klasických učebnic teorie relativity žádný dostupný pramen, jenž by souhrnně a dostatečně přesně pojednával o aktuálních otázkách v oboru, jenž budi zájem nejširší veřejnosti: gravitační kolaps a černé díry, relativistická kosmologie, unitární teorie a kvantová gravitace. Dr. Ullmann svým textem tuto citelnou mezeru pohotově a s dostatečným nadhledem zaplňuje. Jelikož kniha je určena nejen specialistům, ale i poučenější části širší veřejnosti, vynechává dr. Ullmann řadu důkazů a matematická odvození zjednodušuje, aby se mohl více soustředit na fyzikální podstatu a interpretaci probíraných otázek.

Na této úrovni a ve velmi širokém záběru se našemu čtenáři dostává poprvé do rukou solidní příručka, z níž může čerpat jak pro vlastní poučení, tak pro přípravu veřejných vystoupení. Pro náročnější zájemce je připojen obsáhlý seznam důležitých přehledových prací (290 položek) až do r. 1985. Učební text není ve volném prodeji; lze si ho však vypůjčit ve vědeckých a odborných knihovnách. Vážní zájemci si mohou o publikaci napsat na krajské hvězdárny v Hlohovci či Prešově; v současné době probíhá jednání o distribuci výtisků s dalšími institucemi.

Voprosy astrofiziki. Serija astronomičeskaja, čís. 57—59 (1985)

Poslední tři sešity pravidelného věstníku Lvovské univerzity, který přinášel výsledky výzkumů v oblasti fyziky Slunce, hvězd a mlhovin, jež byly provedeny na astronomické observatoři této univerzity. Materiály jsou určeny vědeckým pracovníkům, aspirantům a studentům vyšších ročníků.

V souvislosti se vznikem nového časopisu Akademie věd USSR „Kinematika i fizika něbesnych těl“ končí vydávání tohoto věstníku.

Apenko M. J. i drug.: Zadačnik po prikladnoj optike — (Sbírka úloh z aplikované optiky) Nedra, Moskva 1987, str. 310, váz. 9,50 Kčs. Grafy, tabulky.

Kniha obsahuje úlohy ze základních oddílů geometrické optiky spojené s optikou paraxiálních paprsků a teorií ideální optické soustavy, ohraničení svazků paprsků, výpočtu koeficientu prostupnosti a určení osvětlení obrazu. Uvádí také úlohy týkající se určení chromatických a monochromatických aberací, rozměrného výpočtu a projektování čočkových soustav. Sbírka úloh odpovídá učebnici Aplikovaná optika. Určeno vysokoškolským studentům.

Lipunov V. M.: V mire dvojných zvezd — (Ve světě dvojhvězd) Nauka, Moskva 1986, str. 208, brož. 4,50 Kčs. Grafy, ilustrace, tabulky.

V sérii „Bibliotěčka Kvant“ vychází populárně vědecká práce o nových objevech, názorech a hypotézách v oblasti výzkumu dvojhvězd. Knížka je určena studentům středních i vysokých škol a učitelům.

Chabhard U.: Vnutrennje strojenije planēt — (W. B. Hubbard: Planetary Interiors — Vnitřní stavba planet) Mir, Moskva, 1987, str. 328, váz. 45 Kčs. Grafy, schémata, bibliografie, věcný rejstřík.

Kniha seznámí čtenáře se současnými teoriemi o struktuře planet a jejich družic ve sluneční soustavě. Autor uvádí výsledky kosmických výzkumů. V prvních sedmi kapitolách vysvětluje obecné otázky fyziky a chemie planet, jakými jsou např. termodynamika, chemické složení, teorie potenciálu, magnetismus aj. Přeloženo z angličtiny.

Karcev V.: Ňjuton (Newton). Mladá garda. Ilustrováno. Vyjde ve 4. čtvrtletí 1987.

Kniha známého sovětského vědce a spisovatele podává životopis jednoho z největších světových myslitelů.

Kosmičeskoje zemleveděnije (Kosmický průzkum Země), nakl. Mysl. Ilustrace. Vyjde ve 4. čtvrtletí 1988.

První sovětská ilustrovaná informativní publikace o využití aerokosmických metod při studiu litosféry, hydrosféry, biosféry, při výzkumu přírodních zdrojů Země a světového oceánu, při řešení problémů ochrany přírody. Určeno vědcům a technikům.

Pokrovskij A.: Zemlja: vzgljad s něba (Země: pohled z nebe), nakl. Mysl. Vyjde v 1. čtvrtletí 1988.

O „pozemním“ rozměru kosmonautiky, o tom, co dává osvojování kosmu Země, národnímu hospodářství, o vlivu kosmonautiky na život pozemšťanů i na osud naší planety vypráví zvláštní zpráva Pravdy, který byl po dvě desetiletí svědkem příprav a provádění kosmických experimentů. Určeno širokému okruhu čtenářů —n—

Umanskij S.: Kosmičeskaja Odisseja (Kosmická odysea), nakl. Mysl. Ilustrace. Vyjde ve 3. čtvrtletí 1988.

V knize se vypráví nejen o současných kosmických letech, ale především o budoucích cestách k planetám sluneční soustavy a ke hvězdám. Určeno širokému okruhu čtenářů. —n—

Žilin V.: Meždunarodnaja sputnikovaja sistema morskaj svjazi INMARSAT (Mezinárodní družicový systém námořního spojení INMARSAT), vydavatel Sudostrojenije. Ilustrováno. Vyjde ve 3. čtvrtletí 1988.

V publikaci jsou vysvětleny principy budování i fungování systému INMARSAT; jsou zde popsány provozní charakteristiky systému, metody zpracování a předávání informací, součinnost s pobřežními stanicemi, zvláštní pozornost je věnována stanicím na lodích. Určeno odborníkům. —n—

Akaděmik S. P. Koroljov. Učonyj. Inženěr. Čelovek. Tvorčeskij portret po vospominanijam sovremennikov — (Akaděmik S. P. Koroljov. Vědec, inženýr, člověk. Tvůrčí portrét podle vzpomínek současníků) Red. A. J. Išlinskij. Nauka, Moskva 1986, stran 518, váz. 53 Kčs. Fotografie.

Kniha vzpomínek na sovětského konstruktéra prvních raketových kosmických systémů Sergeje Pavloviče Koroljova (1906 až 1966). Autory článku jsou jeho přátelé, spolupracovníci i příbuzní. Text doplňuje řada fotografií. Určeno všem čtenářům, kteří se zajímají o historii kosmonautiky. —r—

Pavel Anderle: Nebeská mechanika (Analytické metody). 256 str. 23 obr., váz. 35 Kčs.

Publikace je volným pokračováním Základů nebeské mechaniky (Academia 1971). Zabývá se problémy nebeské mechaniky, které jsou zcela nebo částečně řešitelné analyticky. Je to např. problém dvou a ví-

ce pevných center nebo omezený problém tří těles. Velká pozornost je věnována periodickým řešením, jejichž užitečnost je při studiu různých dynamických soustav zcela nepochybná. Nejrozsáhlejší část knihy probírá teorii newtonovského potenciálu. Problematiku, pro niž je typické zobecňování studovaných otázek, doplňuje kapitola zabývající se nebeskou mechanikou a proměnnou hmotností.

Kniha je vhodná pro všechny, kteří se zajímají o problematiku nebeské mechaniky a mají znalosti matematiky a mechaniky na úrovni vyšších ročníků vysoké školy. —r—

Spitzer L.: Prostranstvo meždú zvezdami (L. Spitzer: Searching Between the Stars — Mezihvězdný prostor) Mir. Moskva 1986, str. 180, brož. 7,50 Kčs. Fotografie, grafy, schémata, tabulky, bibliografie, věcný rejstřík.

Co je to mezihvězdný prostor? Jak je rozdělena mezihvězdná hmota? Jaké je složení mezihvězdného plynu a prachu? Jaké procesy probíhají v mezihvězdném prostoru? Jak vzniká mezihvězdná hmota? Jak z plynu a prachu vznikají hvězdy? Na všechny tyto i jiné otázky odpovídá kniha předního amerického astrofyzika, který se řadí k zakladatelům teorie mezihvězdného prostředí. Seznamuje čtenáře s moderními metodami i výsledky výzkumů mezihvězdné hmoty. —r—

Kosmičeskoe veščestvo i Zemlja — (Kosmická hmota a Země) Red. A. P. Bojarkina. Nauka, Novosibirsk 1986, str. 217, váz. 39 Kčs. Fotografie, grafy, tabulky.

Sborník se zabývá otázkami vzájemného působení kosmické hmoty s atmosférou a povrchem Země, problematikou vzniku a geologickou strukturou starých meteorických kráterů. Popisuje chemické prvky v meteoritech a následky pádu tunguzského meteoritu. —r—

Prošloje i buduščee Vselennoj (Minulost a budoucnost vesmíru). Kol. autorů. V angličtině. Nakl. Nauka, 190 str. Vyjde ve 2. čtvrtletí 1988.

Proč se vesmír rozpíná? Bude rozpínání vystřídáno smršťováním? Jaké mechanismy určují tyto procesy? Takové a podobné otázky zkoumají významní sovětsí a zahraniční vědci, odborníci v kosmologii a astrofyzice, v článcích původně publikovaných v časopise Příroda. Kniha je určena širokému okruhu čtenářů. —n—

Antény na sluneční světlo

Princip slunečních baterií znáte: Fotony dopadají na povrch několikavrstevné polovodičové látky a při tom se z některých atomů uvolňují elektrony. Ty se soustřeďují na hranici dvou polovodičových vrstev a tam tvoří rozdílné potenciály. Jestliže tyto vrstvy uzavřeme odporem, začne z nich vycházet elektrický proud. Zatím však uvolňování elektronů neprobíhá tak aktivně, jak by bylo žádoucí. Některé elektrony po výletu ze svého místa se k němu opět vracejí anebo si „sedají“ jinde, než je třeba. Proto je účinnost slunečních baterií stále neuspokojivá, slabá. Na jejich zdokonalení pracuje řada předních vědeckotechnických ústavů. Na originální nápad přišli američtí vynálezci. Vycházeli z toho, že jako se elektromagnetické vlny dají zachytit na speciálních anténách, tak je možné zachycovat i vlny světelné. Při tom se může vytvořit i určitý elektrický potenciál. Délka světelné vlny je však podstatně menší než dél-

ka rádiovlny. Proto i světelné antény musí být podstatně menší. Na jejich výrobu vyzkoušeli kovové konstrukce tlusté několik setin mikronů, jejichž délka se rovná polovině délky světelné vlny. Světelná anténa má miniaturní diodový usměrňovač, protože cílem je získat stejnosměrný proud. Předběžné výpočty ukázaly, že tímto anténním systémem lze získat z 1 m² anténní plochy asi 200 wattů elektrické energie, což je třikrát víc, než dávají dosavadní sluneční baterie.

Nauka i žizň 6/85 —šk—

Velké kosmické interferometry

Rozlišovací schopnost velkých pozemních teleskopů je omezená nestabilitou atmosféry, takže činí asi 1". U připravovaného 2,4metrového kosmického teleskopu, který má být vyneseno na oběžnou dráhu, se rozlišovací schopnost zvyšuje na 0,1". U dalších optických interferometrů montovaných na kosmické tělesa se má zvýšit nejméně na tisíce vteřiny. Jestliže tyto přístroje pracují na Zemi, jejich citlivost se podstatně snižuje.

Kosmický interferometr má 10 zrcadel (ø 2,4 m) vložených do 36 m dlouhého grafitoepoxidového rámu. Tím se rozlišovací schopnost zvyšuje na 3.10⁻³". K zdokonalení obra-

Úkazy na obloze

V ZÁŘÍ 1987

Slunce vychází 1. IX. v 5h14min, zapadá v 18h45min. Dne 30. IX. vychází v 5h57min, zapadá v 17h42min. Podzimní rovnodennost nastává 23. IX. ve 14h45min, kdy Slunce prochází podzimním bodem. Tehdy den trvá 12h10min, protože jsou východy a západy Slunce počítány pro horní okraj kotouče a bere se v úvahu vliv refrakce. Dvanáctihodinový den připadá až na 26. IX.

Měsíc je v první čtvrti 1. IX. v 5h, v úplňku 7. IX. v 19h, v poslední čtvrti 15. IX. v 1h, nov nastane 23. IX. ve 4h a první čtvrt ještě 30. IX. ve 12h. Přizemím prochází 6. IX., odzemím 18. IX.

Merkur se blíží do maximální východní elongace se Sluncem, zůstává však vzhledem k nízké deklinaci nepozorovatelný. Nebude viditelné ani jeho těsné setkání se Spikou 23. IX.

Venuše není rovněž pozorovatelná, protože je blízko Slunce — koncem měsíce 10,5° východně — a deklinaci má jižnější než Slunce.

Mars po konjunkci se Sluncem koncem srpna zůstává také nadále nepozorovatelný. Odsluním

prochází 4. IX., kdy se od Slunce vzdálí na 249,2 miliónu km.

Jupiter je viditelný většinu noci kromě večera napřed v souhvězdí Berana, 20. IX. zpětným pohybem vstupuje do Ryb. 18. IX. vychází v 19h10min, vrcholí ve 2h02min, má úhlový polární průměr 45" blízký maximální hodnotě, vzdálenost od Země 4,087 AU, jasnost -2,9m. Konjunkce s Měsícem nastane 11. IX. v noci nad obzorem, planeta 4,3° jižně.

Saturn v souhvězdí Hadonoše je viditelný po západu Slunce na jihozápadě. 18. IX. vrcholí v 17h08min, zapadá ve 21h21min. Úhlový průměr a jasnost klesá, vzdálenost od Země roste. 1. a 28. IX. večer pozorujeme konfiguraci s Měsícem a Antarem.

Uran asi 0,5° severozápadně od hvězdy 51 Hadonoše se ztrácí ve večerním soumraku. Mezi hvězdami se od 1. IX. pohybuje přímo, k východu. 18. IX. vrcholí před západem Slunce a zapadá ve 21h40min.

Neptun je viditelný večer, v souhvězdí Střelce, asi 2° JJZ od hvězdy 21 Sgr. 18. IX. vrcholí v 18h34min, zapadá ve 22h41min, od Země je vzdálen 30,030 AU, jasnost 7,9m. 17. IX. je v zastávce a zpětný pohyb mezi hvězdami se mění v přímý — k východu.

Pluto v souhvězdí Panny je nad obzorem večer, 18. IX. zapadá ve 21h02min.

Planetky: (3) Juno v souhvězdí Vodnáře vstupuje k jihu. Vhodné podmínky viditelnosti

zu se rám se zrcadly otáčí. V zdokonaleném provedení sestává kosmický interferometr ze dvou osmnáctimetrových sekcí. Nejjednodušší se zdá být uložení teleskopu na velké platformě. Počítá se i se synchronním zapojením více teleskopů na oběžné dráze, přičemž údaje z jednotlivých astronomických družic se mají soustřeďovat v jedné orbitální stanici. Vzdálenosti mezi jednotlivými družicemi budou měřeny laserovými dálkoměry, aby souhrnné údaje o sledovaných kosmických objektech byly co nejpřesnější. Podle projektu SAMSI se mají na stejně vysokou oběžnou dráhu vynést tři kosmické interferometry tak, aby každý mohl 90 minut sledovat vybraný kosmický objekt 19. hvězdné velikosti s rozlišovací schopností 10–5". Tímto způsobem se mají sledovat hvězdy v blízkých galaxiích tak, jako se sledují hvězdy v Galaxii naší.

Podle Bulletin of the American Astronomical Society a Sky and Telescope

Fotony ve službách měření

Pokusy a jejich výsledky, ověřené v laboratorích amerického ústavu Sandia National Lab., Albuquerque, prokazují, že fotony lze využít v dosud neobvyklé aplikaci při různých druzích měření. Fotony, tedy nehmotná světelná kvanta, jsou obzvlášť uzpůsobeny k tomu, aby

„zpracovávaly“ podněty a údaje bez jakéhokoli zkreslení a bez rušení vnějšími vlivy. Zachycování a zpracování údajů fotonickou metodou by mělo mít řadu předností ve srovnání s metodou elektronickou; především větší šířku pásma a ještě rychlejší časový průběh. Signály se tu přenášejí vláknovými vlnovody, jež proti koaxiálním kabelům vykazují o 35 % nižší ztrátu přenosové intenzity.

Jádrem fotonického měřicího zařízení je vícekanálový systém pro záznam dat. Skládá se z kamery, číslicového čtecího přístroje a mikropočítače, jenž zpracovává všechny již zmíněné údaje. Analogové fotosignály se přenášejí z čidel jednotlivými světlovody. Ty jsou uspořádány po dvaceti až čtyřiceti do lineární matice. Fotosignály jsou pak vedeny přes čočku do proužkové kamery záznamového zařízení. Kamera zaznamenává údaje z jednotlivých kanálů jako svislé proužky, jež se promítnou na obrazovce. Poté vestavěná televizní kamera převede proužky na číslicové údaje a přenáší ke zpracování do mikropočítače.

Zajímavé jsou parametry proužkové kamery; časové rozlišovací schopnosti zde činí 30 pikosekund. Jde tedy o dosud netušenou možnost záznamu extrémně krátkých dějů.

Z časopisu Jemná mechanika a optika 2/87

—vsa

jsou ještě na počátku měsíce. Poloha 3. IX.: rektascenze 21h50min, deklinace $-5,9^\circ$ (ekvinokcium 2000,0), kulminace ve 22h59min, jasnost 8,3m. (4) Vesta může být znovu nalezena koncem měsíce v souhvězdí Blíženců a Raka. Poloha 23. IX.: rektascenze 7h43min, deklinace $+20,1^\circ$ (ekv. 2000,0) kulminace v 7h43min, jasnost 8,0m.

Meteory: Tauridy, roje Enckeovy komety, jsou v činnosti od konce září až do listopadu. V září lze čekat jen nízkou frekvencí. To se týká i dalších rojů tohoto měsíce.

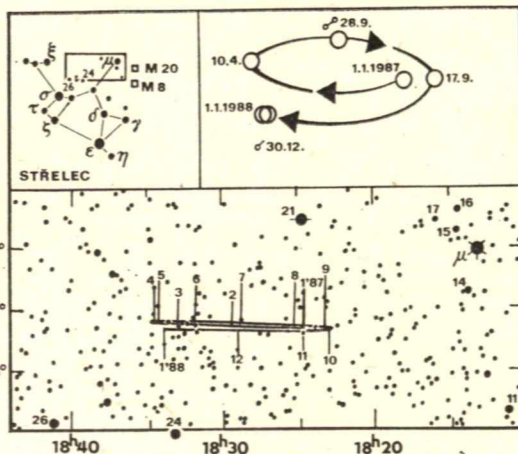
Proměnné hvězdy: do nočních hodin spadají minima Algolu 5. IX. ve 4h16min, 8. IX. v 1h04min, 10. IX. ve 21h53min, 28. IX. ve 2h45min, 30. IX. ve 23h33min; maxima δ Cep 5. IX. v 19h, 11. IX. ve 4h, 21. IX. ve 21h, 27. IX. v 6h. Mira je v minimu, jasnost 10m.

Poznámka: časové údaje uvádíme ve středoevropském čase SEČ. Platnost letního času SELČ končí 27. IX., kdy se ve 3h SELČ posunou hodiny na 2h SEČ.

P. Příhoda

Neptun mezi hvězdami v roce 1987. Mapa v rohu obrázku poslouží k celkové orientaci, na podrobné mapce je vynesena zdánlivá dráha Neptunu a hvězdy do 10m, vše pro ekvinokcium 1987,0. Rysky na dráze vyznačují polohu Neptunu na začátku jednotlivých měsíců, jasnost planety je o málo menší než hvězdy 17 Sgr. Protože klička planety je velmi plochá a některé polohy na grafu se téměř překrývají, je dráha Neptunu zakreslena zvlášť nad podrobnou mapkou.

Kresba P. Příhoda



kalkulátory

v astronomii

SVATOPLUK SVOBODA

Výpočet zdánlivých poloh

Měsíce

na programovatelných
kalkulátorech

— střední ekliptikální šířka Měsíce vyjádřená ve stupních v decimálním tvaru na čtyři desetinná místa a dále ve stupních, minutách a obloukových vteřinách na dvě desetinná místa,

— rektascenze vyjádřená v hodinách v decimálním tvaru na čtyři desetinná místa a dále v hodinách, minutách a v sekundách na dvě desetinná místa,

— deklinace [označená „delta“] vyjádřená ve stupních v decimálním tvaru na čtyři desetinná místa a dále ve stupních, minutách a obloukových vteřinách na dvě desetinná místa,

— azimut a výška Měsíce nad obzorem, které jsou vyjádřeny ve stupních v decimálním tvaru na čtyři desetinná místa.

Pokud při vyjádření souřadnic v decimálním tvaru je třeba více nebo méně než 4 desetinná místa, je toho možno dosáhnout úpravou uživatelské funkce FN o [x] na řádku 60.

Běh výpočtu podle programu končí na řádku 1340.

635 REM VYPOCET STREDNI EKLIPTI

KALNI DELKY

840 DIM s(78): FOR i=1 TO 78: L
ET s(i)=FN s(a(i),b(i)): NEXT i

850 LET kl = -124.986 * s(5) +
(2369.9048 + 0.0107 * t) * s(6)
+ 13.9002 * s(7) - 55.1718 *
s(8) - 411.6063 * s(9) - 5.7401
* s(10) + 0.3829 * s(11) * e +
0.0753 * s(12) * e - 1.441 *
s(13) * e

860 LET kl = kl - 1.8754 *
s(14) * e - (165.1471 + 0.4115 *
t) * s(15) * e - (668.1084 +

1.6673 * t) * s(16) * e +
(17.9991 - 0.0449 * t) * s(17) *
e - (24.4205 + 0.0609 * t) *
s(18) * e - 2.1521 * s(19) * e -
(8.0928 + 0.0404 * t) * s(20) *
e * e - (7.4875 + 0.0374 * t) *
s(21) * e * e + (2.5329 -
0.0126 * t) * s(22) * e * e +
(2.5788 - 0.0129 * t) * s(23) *
e * e

870 LET kl = kl + 0.7556 * s(24)
* e * e - 0.0668 * s(25) * e +
0.0816 * s(26) * e - 0.3718 *
s(27) * e + (28.4737 - 0.0708 *
t) * s(28) * e - 1.0884 * s(29)
* e + (147.699 - 0.3691 * t) *
s(30) * e + (14.5097 - 0.0363 *
t) * s(31) * e - 0.0788 * s(32)
+ 0.2011 * s(33) + 9.360 * s(34)

880 LET kl = kl + 39.5298 *
s(35) - 6.382 * s(36) - 38.4296
* s(37) + 3.2098 * s(38) -
4586.417 * s(39) + 18.5853 *
s(40) + 22639.55 * s(41) -
8.4534 * s(42) + 191.9555 * s(43)
+ 1.9778 * s(44) - 45.099 *
s(45)

890 LET kl = kl - 0.9896 * s(46)
+ 0.4249 * s(47) * e - 0.0818
* s(48) * e - (4.3862 + 0.0109 *
t) * s(49) * e - (205.9618 +
0.5135 * t) * s(50) * e -
(109.6657 + 0.2741 * t) * s(51)
* e + 1.2651 * s(52) * e -
2.9216 * s(53) * e - (7.4128 +
0.037 * t) * s(54) * e * e -
1.167 * s(55) * e * e - 2.4949
* s(56) * e

900 LET kl = kl + (9.704 -
0.0242 * t) * s(57) * e + 1.1799
* s(58) * e + 0.1693 * s(59) +
0.5366 * s(60) - 1.3709 * s(61)
- 0.456 * s(62) - 30.7729 * s(63)
+ 1.2225 * s(64) - 211.6577 *
s(65) + 1.7493 * s(66) +
769.0223 * s(67)

910 LET kl = kl + 14.3834 *
s(68) - 3.9955 * s(69) - 2.7389
* s(70) * e - (8.6272 + 0.0215 *
t) * s(71) * e - (7.65 + 0.0194
* t) * s(72) * e - 0.0527 *
s(73) - 1.187 * s(74) - 13.1938
* s(75) + 36.124 * s(76) +
1.0591 * s(77) + 1.9371 * s(78)

920 LET kl1 = kl / 3600 +


```

930 LET x = k11
940 PRINT " =>"; GO SUB 1530:
GO SUB 1550

```

945 REM VIPOCET SINOVE PARALAXY

```

950 DIM c(78): FOR i=1 TO 78: L
ET c(i)=FN c(a(i),b(i)): NEXT i

```

```

960 LET kp = 3422.451 -
0.976434 * c(5) + 28.23183 *
c(6) + 0.260949 * c(7) - 0.105284
* c(8) - 0.012102 * c(9) -
0.001185 * c(10) - 0.000065 *
c(11) * e + 0.001459 * c(12) * e
+ 0.001365 * c(13) * e +
0.034668 * c(14) * e + (1.916597
- 0.004776 * t) * c(15) * e -
(0.399793 + 0.000997 * t) *
c(16) * e

```

```

970 LET kp = kp + 0.149232 *
c(17) * e - (0.300312 + 0.000749
* t) * c(18) * e - 0.006438 *
c(19) * e + 0.091639 * c(20) * e
* e - 0.008638 * c(21) * e * e
- 0.021094 * c(22) * e * e +
0.018953 * c(23) * e * e +
0.011737 * c(24) * e * e +
0.00011 * c(25) * e - 0.002813 *
c(26) * e - 0.002627 * c(27) *
e - 0.225805 * c(28) * e +
0.000059 * c(29) * e

```

```

980 LET kp = kp + (1.152771 -
0.00288 * t) * c(30) * e +
0.229919 * c(31) * e + 0.000011
* c(32) * e - 0.00018 * c(33) *
e - 0.011482 * c(34) * e -
0.708047 * c(35) - 0.04785 *
c(36) + 0.600668 * c(37) -
0.038204 * c(38) + 34.309147 *
c(39) + 0.011698 * c(40) +
186.526137 * c(41) - 0.109301 *
c(42)

```

```

990 LET kp = kp + 3.085673 *
c(43) + 0.043563 * c(44) -
0.001017 * c(45) - 0.000118 *
c(46) - 0.000757 * c(47) * e +
0.002281 * c(48) * e + 0.067278
* c(49) * e + (1.443515 - 0.0036
* t) * c(50) * e - (0.94908 +
0.002372 * t) * c(51) * e +
0.016761 * c(52) * e - 0.048114
* c(53) * e + 0.048199 * c(54) *
e * e - 0.010545 * c(55) * e * e

```

```

1000 LET kp = kp - 0.001583 *
c(56) * e + 0.125404 * c(57) * e
+ 0.022877 * c(58) * e - 0.0004
* c(59) - 0.01414 * c(60) +

```

```

0.000283 * c(61) - 0.005371 *
c(62) + 0.372312 * c(63) -
0.008631 * c(64) - 0.30402 *
c(65) + 0.0151 * c(66) +
10.165238 * c(67) + 0.28278 *
c(68)

```

```

1010 LET kp = kp - 0.000164 *
c(69) + 0.0322 * c(70) * e -
0.01911 * c(71) * e - 0.10333 *
c(72) * e - 0.000436 * c(73) +
0.007475 * c(74) - 0.118706 *
c(75) + 0.621505 * c(76) +
0.024248 * c(77) + 0.039871 *
c(78)

```

```

1015 LET p = FN q(kp)
1016 LET p = p + 1 / 8 * SIN p -
1 / 24 * SIN (3 * p)
1020 LET kp1 = p * 10800 / PI
1030 LET kp2 = (kp1 - INT kp1)

```

```

1040 PRINT "PARALAXA MESICE =
";kp1;"", " =>";INT kp1;"";FN
o(kp2 * 60);""

```

```

1050 LET zp = 1 / SIN p : LET k
m = 6378.137 * zp

```

```

1060 PRINT "VZDALENOST MESICE= "
;FN o(zp);" zemskych polomeru ,"
=> ";INT (km + 0.5);" km"

```

1065 REM VIPOCET STREDNI EKLIPTI

KALNI SIRKY

```

1070 FOR i = 1 TO 78 : LET a(i)
= a(i) + Fa : LET b(i) = b(i)
+ Fb : NEXT i

```

```

1080 DIM s(78) : FOR i = 1 TO 7
8 : LET s(i) = FN s(a(i), b(i))
: NEXT i

```

```

FN z(la,lb) : PRINT "STREDNI E
KLIPT. DELKA MESICE =" , FN o(k11
) ; CHR$ 144;

```

[pokračování]

V ŘÍŠI SLOV

O pojmenování hvězdy β Per Algol (mluví se o ní v článku o prstencích Uranu) se traduje, že z jejího pojmenování je zřejmá vědomost starých Arabů o její proměnnosti. Al Ghul totiž arabsky znamená ďábel a proměnnost byla prý pokládána za cosi ďábelského... Pravda je asi prostší. Arabové ve skutečnosti hvězdě říkali Ras al Ghul, tedy hlava ďábla, a je pravděpodobné, že tak činili na základě vyobrazení souhvězdí Persea; na nich totiž v těchto místech bývá hlava Gorgony Medúsy, kterou Perseus zabil. Medúsa vypadala opravdu nepřívětivě; měla rozšklebenou tvář, promáčkly nos, zvířecí uši, kovová křídla, zmije místo vlasů... není divu, že jí Arabové říkali ďábel. Název programovacího počítačového jazyka ALGOL má s hvězdou (a s ďábly) společného jen velmi málo. Jde o zkratku anglických slov algorithmic language (algoritmický jazyk) a že Angličané tuto zkratku utvořili právě takhle, a ne nějak jinak, to má na svědomí jejich skvělý smysl pro jazykové žertování, při němž umějí dávat slova do nečekaných souvislostí.

K názvu souhvězdí Vlka (je v článku o letošní supernově) se ovšem také váže řecká legenda. Jde prý o krále Lykáóna, otce Diovy milenky Kallistó. Starý pán byl nedůvěřivý a chtěl si ověřit, jestli mu za dcerou skutečně chodí bůh, který všechno ví. Tak mu předložil k jídlu maso z upečeného — člověka. Jestli to jako Nejvyšší pozná. Nejen že poznal ještě před jídlem, ale hned také Lykáóna za tu troufalost proměnil ve vlka, tedy ve zvíře, které se vystavuje nebezpečí života, když zatouží po lidském masu. Epizoda s Lykáónem byla kromě toho pro Dia onou pověstnou kapkou — už dávno měl lidstva právě tak dost, a tohle mu dodalo. Definitivně se tenkrát rozhodl (po poradě s ostatními bohy, na Olympu bývala demokracie) seslat na Zem potopu, při níž zahynuli téměř všichni lidé.

min

Z OBSAHU

L. Magulová: Kosmologie — její vývoj a význam (6); J. Grygar: Žeň objevů 1986; V. Malíšek: Newtonova Principia v astronomii a ve fyzice; P. Koubský: Prstence Uranu; J. Grygar: Supernova století; Z. Urban: Vzdálenost Měsíce před 2,5 miliardy let; S. Svoboda: Kalkulátory v astronomii

Из СОДЕРЖАНИЯ

Л. Магулова: Космология — ее эволюция и значение (6); И. Грыгар: Успехи астрономии в 1986 г.; В. Малишек: Принципы Ньютона в астрономии и физике; П. Коубский: Кольца Урана; И. Грыгар: Сверхновая столетия; З. Урбан: Расстояние Луны перед 2,5 миллиардом лет; С. Свобода: Личные вычислительные машины в астрономии

FROM CONTENTS

L. Magulová: Cosmology — its Evolution and Meaning (6); J. Grygar: Highlights of Astronomy 1986; V. Malíšek: Newtonian Principia in Astronomy and Physics; P. Koubský: Rings of Uranus; J. Grygar: Supernova of the Century; Z. Urban: Distance of the Moon before 2,5 milliard Years; S. Svoboda: Pocket Calculators in Astronomy

ŘÍŠE HVĚZD Populárně vědecký astronomický časopis

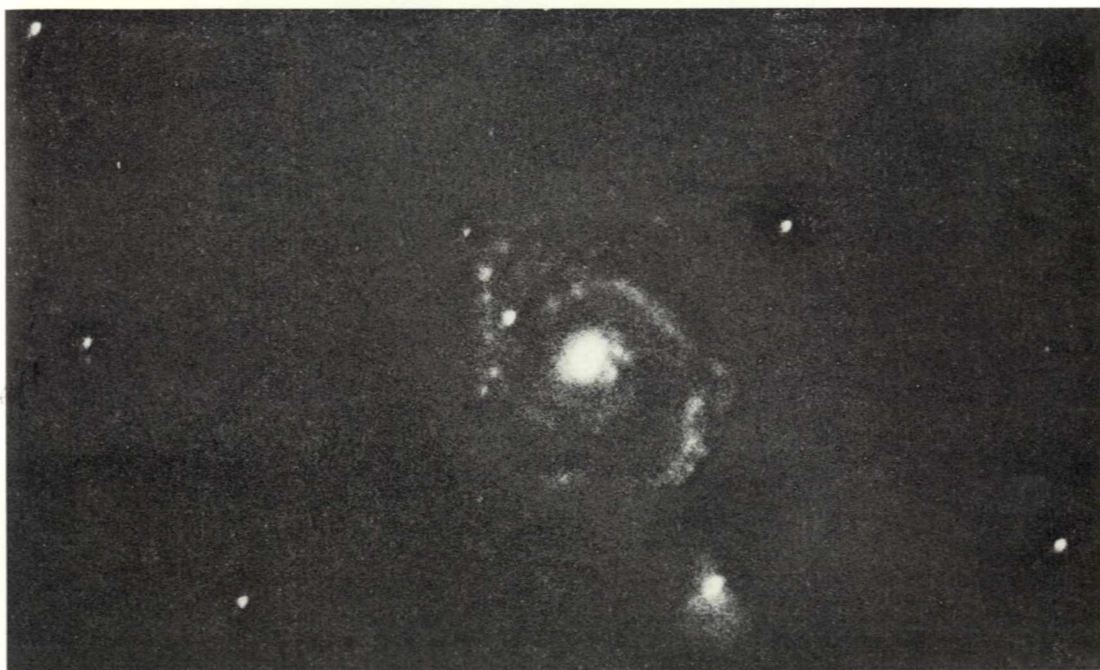
(ISSN 0035-5550)

vydává ministerstvo kultury ČR v nakladatelství a vydavatelství Panorama Praha

Vedoucí redaktor Eduard Škoda

Redakční rada: doc. RNDr. Jiří Bouška, CSc.; ing. Stanislav Fischer, CSc.; RNDr. Jiří Grygar, CSc.; ing. Marcel Grün; RNDr. Oldřich Hlad; RNDr. Miloslav Kopecký, DrSc.; RNDr. Pavel Kotrč, CSc.; RNDr. Pavel Koubský, CSc.; ing. Bohumil Maleček, CSc.; RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc.; doc. RNDr. Antonín Mrkos, CSc.; RNDr. Petr Pecina, CSc.; RNDr. Vladimír Porubčan, CSc.; RNDr. Michal Sobotka; RNDr. Martin Šolc; RNDr. Boris Valníček, DrSc.
Grafická úprava Jaroslav Drahokoupil, sekretářka redakce Irena Froňková.

Tisknou Tiskafské závody, n. p. závod 3, Slezská 13, 120 00 Praha 2.
Vychází dvanáctkrát ročně. Cena jednotlivého čísla Kčs 2,50. Roční předplatné Kčs 30,—. Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS — ÚSD Praha — závod 01 — AOT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6, PNS — ÚED Praha — závod 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno, PNS — ÚED Praha — závod 03 — Kubánská 1539, 708 72 Ostrava-Poruba. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku, Kafkova 19, 160 00 Praha 6. Adresa redakce: Říše hvězd, Mrštíkova 23, 100 00 Praha 10, telefon 78 14 823. Toto číslo bylo dáno do tisku 15. 6. 1987, vyšlo 31. 7. 1987.



1. Detailní snímek spirální galaxie M 66 (NGC 3627)
2. Známa Vírová galaxie (M 51) v souhvězdí

Oba snímky pořídili posluchači 3. ročníku matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze oboru astronomie Pavel Pelant a David Vokrouhlický během odborného soustředění na observatoři Kleť 60cm reflektorem na desky

Honicích psů je spirální galaxie typu Sc s malou satelitní galaxií. Byla objevena v roce 1845 a je první známou galaxií tohoto typu.

ORWO ZU 21. První snímek byl exponován 24. 4. 1987 od 22^h32^m do 23^h12^m SEČ, druhá fotografie byla získána 25. 4. 1987 mezi 22^h15^m a 23^h00^m SEČ.



Snímky jsou k článku
Michala Ormadyho Ex-
perimenty s krátery,
který přinášíme v rub-
rice Z hvězdáren a
astronomických kroužků
na str. 137.

Foto: autor