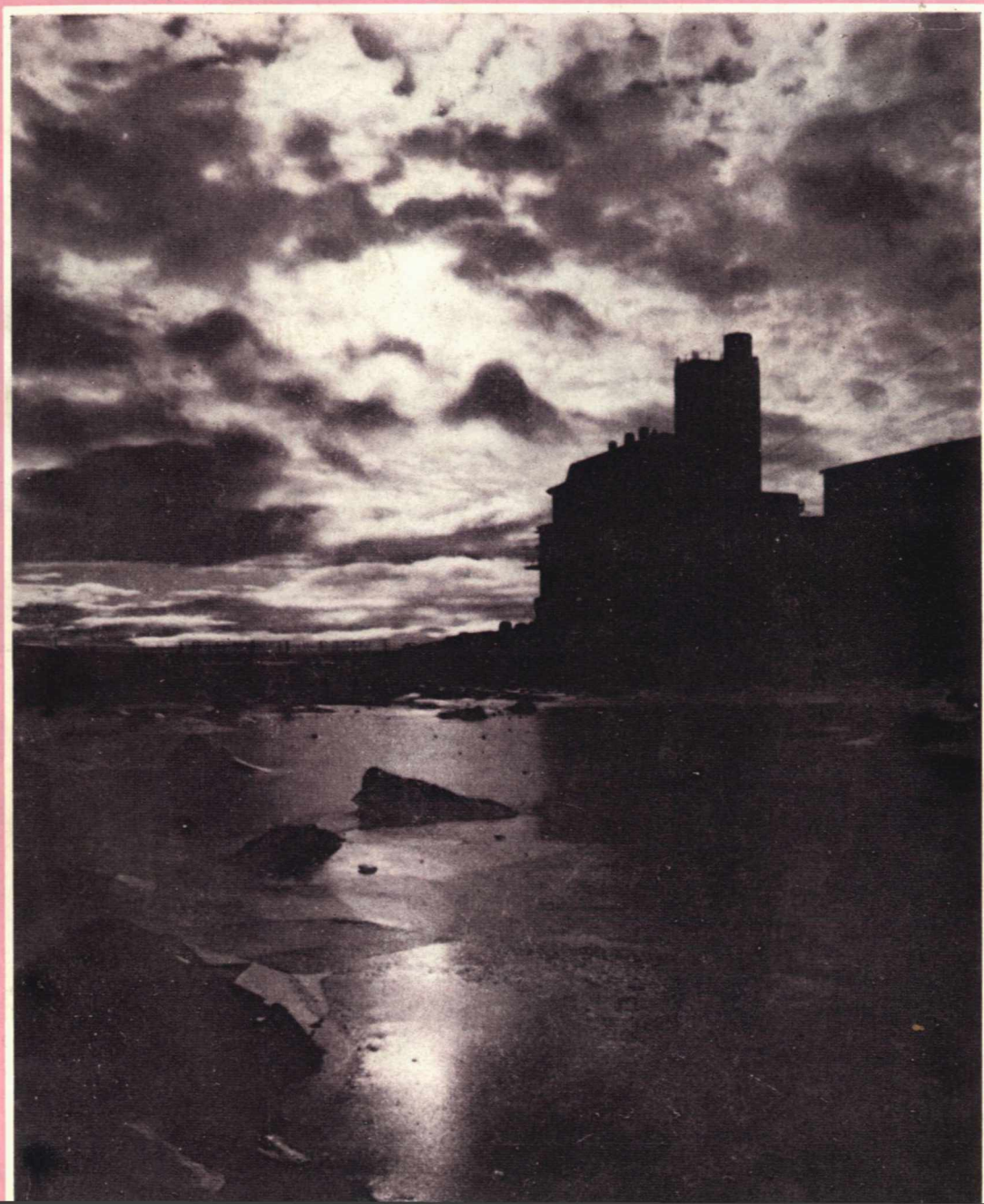


# ŘÍŠE HVĚZD

ROČNÍK 69  
CENA 2,50 Kčs

3|88





Na titulní stránce ná-  
ladový snímek P. Rych-  
tarčíka: Pohled z hvěz-  
dárny na Skalnatém  
Plese.

◀  
Kometa Bradfield  
1987s, 9. 12. 1987 exp.  
17.40 SEČ — 60 minut,  
komora 5,6/1000,  
ORWO ND 27.  
Autoři: D. Očenáš  
a P. Zimnikoval



▶  
Snímek bolidu z celo-  
oblohové komory získa-  
ný v noci ze 17. na  
18. 1. 1988. Exp. 18.02  
— 01. 22 SEČ, ORWO  
NP 22.

Autor: D. Očenáš



◀  
Velká mlhovina v Orio-  
nu — M42 — 14. 1.  
1987 od 21.04, exp. 120  
min, komora 5,6/1000,  
film ORWO NP 27.  
Autoři: D. Očenáš  
a P. Zimnikoval

# Pozorovatelská a vědeckovýzkumná činnost v Banské Bystrici

Hvězdárna v Banské Bystrici vznikla jako specializované kulturně osvětové zařízení v roce 1961. Před tím však už byly ve městě určité tradice astronomického pozorování. Například meteory se tady pozorovaly už od roku 1946. Je proto pochopitelné, že se tato činnost stala základem, na kterém pracovníci od vzniku hvězdárny začali stavět. Výborné pozorovací podmínky na Vartovce umožnily rozšířit pozorovatelskou činnost i na další oblasti astronomie a postupně přejít také k řešení dílčích úkolů vědeckovýzkumné práce. Dnes se hvězdárna zaměřuje na tři hlavní úkoly: na pozorování meziplanetární hmoty, pozorování sluneční fotosféry a pozorování zákrytů hvězd Měsícem.

## POZOROVÁNÍ MEZIPLANETÁRNÍ HMOTY

Během celého roku probíhá pozorování hlavních meteorických rojů. Pravidelně se pozorují Quadrantidy, Lyridy, Perseidy, Tauridy, Orionidy a Geminidy. Zjišťují se základní statické zákonitosti jejich aktivity, např. redukované hodinové frekvence a rozdělení jasnosti meteorů v roji. Další pozornost je věnována meteorickým expedicím. Pořádáme je každoročně (od r. 1971). Mají svůj pevný cíl a program. Nejvíce jsme se věnovali studiu slabých meteorických rojů, barevným indexům meteorů a aktivitě roje Perseid. Nyní se zaměřujeme na studium stop meteorů. Meteory fotografujeme systémem pevných kamer s rotujícím sektorem před objektivy. Tímto způsobem můžeme určit atmosférickou rychlost meteoru v sluneční soustavě. Kromě toho se na speciálním zařízení fotografují stopy a spektra stop meteorů. Loni jsme se zapojili do celoevropské sítě fotografování jasných meteorů — bolidů. Podle možností fotografujeme polohy jasnějších komet, které mohou posloužit k výpočtu drah komety.

V letech 1981—1983 se uskutečnila na československém meteorickém radaru AsÚ ČSAV v Ondřejově systematická pozorování tzv. sporadických meteorů. Cíle a program navrhli a realizovali pracovníci odborného

oddělení naší hvězdárny. Získaný materiál (několik stovek tisíců záznamů) se postupně zpracovává a připravuje k publikování.

V oboru pozorování meziplanetární hmoty je banskobystrická hvězdárna zařazena do řešení dílčích úkolů státního plánu základního výzkumu II-1-2 Meziplanetární hmota, její dynamika, interakce a vývoj. Aktivně jsme se účastnili i pozorování komety P/Halley (IHW) a podstatnou část šestnácti pozorování jsme zaslali do mezinárodní databanky v Bambergu (NSR).

## POZOROVÁNÍ ZÁKRYTŮ HVĚZD MĚSÍCEM

V této oblasti jsme zapojeni do celosvětové sítě hvězdáren, koordinované Národní námořní observatoří (USNO) ve Spojených státech amerických. Z USA dostáváme předpovědi zákrytů. Odporované zákryty zasíláme do celostátního centra a jsou publikované v našem i zahraničním odborném tisku.

Daniel Očenáš



Polezník, podle kterého byl v minulosti měřen pražský čas, nově vyznačený v dlažbě Staroměstského náměstí v Praze, je předmětem neustálé pozornosti malých i velkých Pražanů a hostů ze zahraničí.

Foto: Jaroslav Drahoukoupil

## Supernova z roku 1408?

Před několika lety se v astronomických časopisech (viz například RH 1980, č. 1 a 1981, č. 9) objevila zpráva o tom, že pracovník pekingské observatoře Li Qi-bin našel v různých prameňech zprávy, které interpretoval jako pozorování supernovy v roce 1408 n. l., a ztotožnil známý rentgenový zdroj Cyg X-1 s jejím pozůstatkem. To vyvolalo pochybnosti, protože zbytek po výbuchu supernovy by měl vypadat přece jenom jinak (úplně například chybí rozpínající se obálka, typická pro tento druh objektů). Kromě toho se nedávno (1986) objevily pochybnosti o správnosti samotné interpretace záznamů. Sterhenson a Yau analyzovali dva čínské a jeden japonský zdroj. Ukázali, že jeden čínský záznam se nepochybně vztahuje k pozorování jasného meteoru, další dva (japonský ze 14. července a čínský ze 24. října) se mohou vztahovat k různým jevům a není důvod pokládat je za pozorování supernovy. Pouze pro poslední zápis je možné určit alespoň přibližnou polohu na obloze. Oba autoři uzavírají svou zprávu v tom smyslu, že existence supernovy z roku 1408 je nepravděpodobná a ztotožnění Cyg X-1 nebo rádiového zdroje CTB 80 (asi 2,5° odtud) s jejím pozůstatkem není proto ničím podloženo. -lo-

## Dvoufotonové záření vodíku

Atom vodíku přechází z druhé hladiny do základního stavu vyzářením fotonu o vlnové délce 121,6 nanometru (odpovídá čáře Lyman  $\alpha$ ). To je známá věc, je to však jenom větší část pravdy. Nenapadla vás někdy kacířská myšlenka, že by ten foton nutně nemusel být jen jeden? Kvantová mechanika ukazuje, že to zdaleka není nutnost — jen cosi jako nejpohodlnější řešení pro atom a první přiblížení ke skutečnosti pro fyzikální teorii. Za běžných okolností s představou jednofotonového přechodu vystačíme. U hodně řídkého plynu však musíme řešení zpřesnit a vzít v úvahu i miliónkrát méně pravděpodobnou možnost, že se atom dostane do základního stavu současným vyzářením dvou fotonů. Přitom vzniká spojité spektrum, protože potřebnou hodnotu energie mohou zajistit různé dvojice fotonů, samozřejmě jen s vlnovými délkami většími než 121,6 nm. Pravděpodobnost vzniku různých párů jsou přitom takové, že výsledné spektrum připomíná planckovskou křivku pro teplotu asi 22 000 K. Tento zajímavý detail hry atomu vodíku a elektromagnetického pole byl předpovězen už ve třicátých letech, teprve rozvoj ultrafialové astronomie však umožnil jeho experimentální potvrzení. Poprvé bylo dvoufotonové záření vodíku pozorováno u planetární mlhoviny IC 2149 (Aur) v roce 1973. -lo-

## ★ ASTROVÝROČÍ ★ V KVĚTNU 1988

1. před osmdesáti lety se narodil sovětský geofyzik a astronom **V. V. Fedynskij** (zemřel 17. 6. 1978). Jeho vědecké práce se týkají především fyziky Země a meteorické astronomie. Organizoval systematická fotografická, spektrální i rádiová pozorování meteorů v SSSR. Pod jeho vedením bylo r. 1934 získáno první spektrum meteoru v SSSR.

7. před 275 lety se narodil **A. C. Clairaut**, francouzský matematik, jehož práce významně přispěly k rozvoji astronomie (+ 17. 5. 1765). Byl tzv. záračným dítětem, vědecky pracoval již od svých 12 let, v 25 byl řádným členem Akademie. Věnoval se mimo jiné teorii pohybu Měsíce, s velkou přesností předpověděl návrat komety P/Halley v r. 1759.

12. jsou hned dvě 165. astronomická výročí. Ve stejný den zemřel ukrajinský astronom

**I. A. Falkovskij** (\* 11. 6. 1762) a narodil se anglický astronom **J. R. Hind** (+ 23. 12. 1895). Falkovskij byl rektorem Kyjevské akademie (předtím studoval i v Bratislavě), kde přednášel astronomii. Hind se věnoval především pozorování — objevil 10 planetek, 2 komety a proměnnou difúzní mlhovinu v Býku, která nese jeho jméno. 28. 7. 1851 při slunečním zatmění jako první pozoroval protuberance.

14. před 5 lety zemřel západoněmecký astronom **O. H. Heckmann** (\* 23. 6. 1901), v šedesátých letech ředitel Evropské jižní observatoře a prezident MAU. Jeho vědecké práce se týkají dynamiky hvězdných soustav a kosmologie. Je autorem knihy *Teorie kosmologie*.

17. by se dožil 60 let sovětský astronom **I. V. Gavrilo** (+ 19. 10. 1982). Zabýval se výzkumem Měsíce a fotografickou astro-metrií.

23. před deseti lety zemřel sovětský astronom **V. G. Ríves** (\* 28. 10. 1916). Věnoval se hlavně výzkumu komet — navrhl model hlavy komety. Zabýval se také výzkumem temných mlhovin a planetek. Významná byla i jeho popularizační práce.

30. před 565 lety se narodil rakouský astronom a matematik **G. Purbach** (+ 8. 4. 1461), od r. 1450 profesor matematiky a astronomie na vídeňské univerzitě. Velmi úzce zde spolupracoval s J. Müllerem (Regiomontanem), mimo jiné na pozorováních komet a zatmění a na překladech Ptolemaiových prací, které pak byly ve výběru publikovány v roce 1473. Rok předtím vyšla Purbachova Nová teorie planet. min

## Žeň objevů

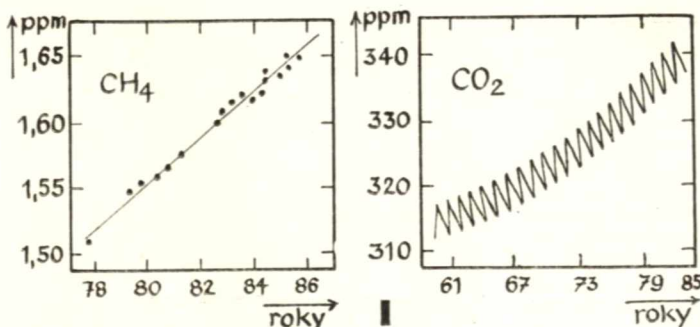
### 1987

Astronomickou událostí čísla jedna bylo loňského roku bezpochyby vzplanutí supernovy 1987A ve Velkém Magellanově mraku, zpozorované 24. února opticky a dodatečně identifikované pomocí neutrin resp. anti-neutrin v podzemních detektorech částic již 23. února. Plných 12 % výpisků v mém poznámkovém sešitě za loňský rok tvoří výtahy z prací věnovaných této jedinečné události (letošní Žeň vzniká destilací údajů z bezmála 1300 astronomických prací a sdělení). Jelikož však Říše hvězd své čtenáře o celém úkazu i jeho teoretickém pozadí soustavně informuje, není třeba v našem přehledu porušit ustálené schéma a můžeme se jako obvykle nejprve zaměřit na objekty mnohem bližší.

Letošní přehled pokroků astronomie a příbuzných věd věnuji památce JUDr. Karla Otavského (1905–1987) z Černošic, významného českého astronoma amatéra, který prosul konstrukcí astronomických přístrojů. Známé jsou zejména neobyčejně kvalitní

na frekvenci 5 GHz (vlnová délka 60 mm) zmapovat podpovrchové vrstvy planety Merkuru s úhlovým rozlišením 1". Na této frekvenci lze měřit záření vycházející z hloubky až 0,7 m pod povrchem. Tak se podařilo ukázat, že nejteplejší podpovrchové oblasti se nalézají podél Merkurova rovníku, ale zejména že Merkur nemá žádné přídavné (vnitřní) zdroje tepla — vyzařuje přesně tolik, kolik dostává od Slunce. Velké naděje na rádiové zobrazování povrchu se nyní vkládají do chystaných projektů mapování povrchu Venuše systémem radaru s bočním svazkem, neboť optické zobrazení zde nepřipadá pochopitelně v úvahu. Zejména by se tak konečně mělo zjistit, zda je Venuše pokryta impaktními krátery po dopadech meteoritů, nebo krátery vulkanickými.

Metody kosmického výzkumu umožňují nový pohled na Zemi jako kosmické těleso. Využívá se přitom poznatků z mnoha specializací, geofyziky, meteorologie, metrologie, chemie i biologie. Začal komplexní průzkum periodicky se objevujících ozónových děr nad Antarktidou, jejichž původ je stále nejasný. Při destrukci ozónu hraje totiž rozhodující úlohu chlór a sloučeniny dusíku, jenže nikdo neví, odkud se převážně berou a proč se koncentrují právě nad jižním pólem planety. Sloučeniny dusíku navíc přispívají k růstu skleníkového efektu podobně jako oxid uhličitý a metan. Roční přírůstek oxidu dusíku dosahuje nyní 0,2 až 0,3 %, kdežto metanu přibývá ročně o 1,3 % a oxidu uhličitého asi o 0,25 %. Za část zmíněného růstu může člověk přímo (spalovací motory, výroba umělých hnojiv, používání chlorfluorokarbonů v průmyslu) nebo nepřímo (na růstu produkce metanu se podílí asi 10<sup>9</sup> krav). Další část procesů je však na činnosti člověka nezávislá (bleskové výboje, vulkanismus, termity — na každého člověka připadá dnes asi 1 tuna termitů!). Jestliže



obr. 1. Růst koncentrace metanu (CH<sub>4</sub>) a oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) v relativní míře 10<sup>-6</sup> (ppm) v zemské atmosféře v závislosti na letopočtu (v diagramech jsou uvedena jen poslední dvojčíslí) ve 20. století (podle H. Fridmana).

snímky slunečních protuberancí, které získával na své nízké položené observatoři.

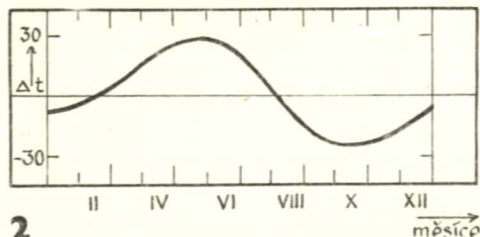
### 1. PLANETY A JEJICH DRUŽICE

Pomocí velké anténní soustavy VLA v Novém Mexiku se podařilo J. O. Burnsovi aj.

se však rostoucího skleníkového efektu obáváme, v minulosti tomu bylo jinak. Před 4 miliardami let byla svítivost Slunce snad až o polovinu nižší než dnes, a přesto teplota povrchu Země byla téměř stejná jako nyní. Soudíme, že tehdy byl skleníkový efekt mnohem výraznější než dnes, nejspíš zá-

sluhou tisíckrát (!) vyšší koncentrace oxidu uhličitého v zemské atmosféře.

Přesná trigonometrická měření poloh vzdálených kvasarů metodou mezikontinentální radiointerferometrie umožňují zlepšit naše vědomosti jak o **kolísání rychlosti zemské rotace**, tak o pohybech litosférických desek. Vzájemné pohyby kontinentů lze určit s přesností na 10 mm ročně a polohu zemské rotační osy na zlomek úhlové vteřiny. Sezónní kolísání rychlosti zemské rotace dosahuje amplitudy 30 ms v délece

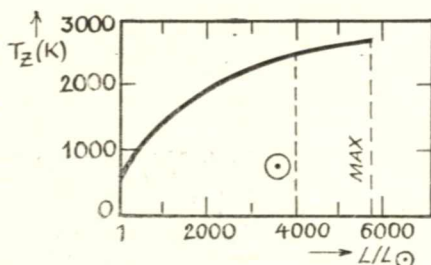


2

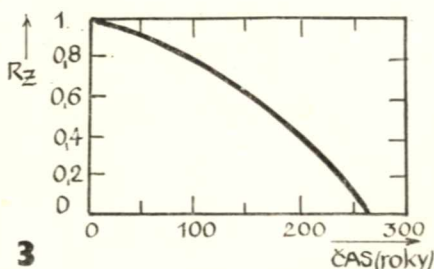
obr. 2. Kolísání délky dne  $\Delta t$  v milisekundách vůči střední hodnotě (vyznačené vodorovnou úsečkou) v závislosti na roční době (podle G. P. Piřníka).

trvání dne tak, že Země rotuje nejrychleji v květnu a nejpomaleji na přelomu září a října. Toto kolísání souvisí s třením vzduchu o zemský povrch a bylo objeveno tehdy, když se podařilo spolehlivě odečíst proměnný vliv slapů Měsíce a Slunce.

Pro ovlivnění rychlosti rotace Země mají větší význam slapy v pevné kůře spíše než v oceánech. V zeměpisné šířce  $55^\circ$  se mění poloměr pevné kůry Země vlivem slapů až o 0,4 m. Na volném oceánu by slapy od Měsíce dosahovaly hodnoty 0,5 m a od Slunce 0,2 m. Podle výpočtů vykonaných v Ústavu technické kybernetiky AV SSSR jsou dů-



3



sledkem slapů mořské proudy, při nichž se všeobecně přenáší voda oceánů z východu na západ rychlostí až 1500 km/h v okolí rovníku. Hladina oceánů je vlastně neustále „šikmá“, jak prokázala přesná topografická měření z umělých družic.

Dalším zdrojem kolísání rychlosti zemské rotace jsou nehomogenity ve vnitřní struktuře Země. Zde se navzájem doplňují astro-

nomické metody měření rychlosti rotace s podrobným seizmickým průzkumem (seizmickou tomografií) od počátku tohoto desetiletí. V roce 1986 bylo už jasné, že jádro Země není sféricky symetrické, což vlastně vyvolává tektonickou aktivitu. Ta má své krátkodobé projevy v podobě zemětřesení a vulkanismu i dlouhodobé jevy, tj. rozšiřování mořského dna a tvorbu pohoří. Poloměr tekutého zemského jádra činí 3477 km, avšak s „hrboly“ o poloviční amplitudě až 6 km — existence těchto hrbolů ovlivňuje zpětně rychlost zemské rotace, jak se nedávno podařilo přímo změřit.

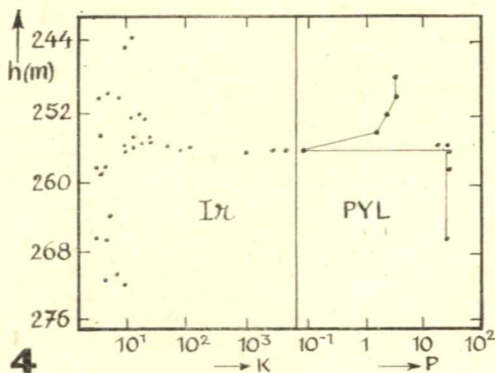
Experimenty v laboratorních vysokých tlaků vedly k významné revizi odhadu **centrální teploty Země** směrem nahoru k hodnotě 6900 K (nitro Země je tedy teplejší než povrch Slunce!). Teplota tavení železa totiž stoupá výrazně s rostoucím tlakem. Zatímco při „pokojevém“ tlaku činí pouze 1800 K, při tlaku 100 GPa, odpovídajícímu poměrům v hloubce 2500 km pod povrchem Země, taje železo teprve při 3500 K, a přitom tlak v centru Země dosahuje nejméně 300 GPa.

J. Goldstein uveřejnil výsledky výpočtů osudů planet v době, kdy mateřská hvězda přejde z hlavní posloupnosti do stadia červeného obra. Ukázal, že pohyb po spirále smrti ve zředěné rozsáhlé atmosféře červeného obra způsobí definitivní zánik planet s počáteční hmotností nižší než 1 % hmotnosti hvězdy. Naproti tomu tělesa hmotnější než 1,25 % hmotnosti mateřské hvězdy nabírají akreci tolik hmoty, že se sama změně v hvězdu a spirálový pohyb se tím přerušuje — systém se změně v těsnou dvojhvězdu s neobyčejně dlouhou další životností. Tím je přirozeně vyřčen jednoznačný ortel nad příliš lehkou Zemí, která v té době (zhruba za  $5.10^9$  let) vstoupí vysoce nadzvukovou rychlostí (7 machů) do zředěné

obr. 3. Vlevo teplota Země  $T_z$  v závislosti na okamžité sluneční svítivosti  $L$ , vyjádřené v jednotkách současné sluneční svítivosti ( $L_\odot = 4 \cdot 10^{26}$  W). Svislými čárkovanými úsečkami je vyznačen vstup Země do rozsáhlé plynné obálky slunečního červeného obra (O) a maximální sluneční obra (MAX). Vpravo je průběh zmenšování poloměru zemské dráhy  $R_z$  (v jednotkách současného poloměru, 1 AU) v závislosti na čase od chvíle, kdy Země vstoupí do plynné obálky slunečního obra (podle J. Goldsteina).

atmosféry (planetární mlhoviny) slunečního obra a za pouhých 200 let poté se zcela vypaří.

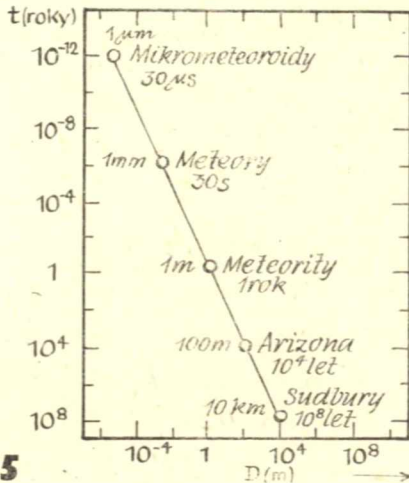
Těto závěrečné a definitivní katastrofě Země předchází — jak známo — početnější katastrofy dílčí, z nichž největší pozornost stále budí **impakty planetek a kometárních jader** na zemský povrch. Údajné periodicity těchto úkazů, odrážející se v periodicitě vymírání pozemských organismů, se příliš nepotvrdily — jednotliví autoři nalézají rozličné délky intervalů mezi vymíráními. Tím pozbývá smyslu hledání odpovídajících kosmických periodických mechanismů. Vztahy mezi masovým vymíráním organismů a kosmickými katastrofami nejsou ostatně nijak jednoznačné. Odpůrci této souvislosti poukazují na fakt, že vymírání bývá selektivní, kdežto kosmické katastrofy by měly postihnout celou faunu a flóru bez výjimek. Není také jasné, zda příslušná masová vymírání proběhla tak rychle, jak hypotéza kosmického impaktu požaduje (za 10–100 let). Rozlišovací schopnost paleontologického datování je totiž podstatně horší (10<sup>4</sup> let). Alvarezova iridiová anomálie, jejíž



obr. 4. Koincidence stratigrafických vrstev se zvýšenou koncentrací iridia ( $K$  v jednotkách  $10^{-12}$ ) se sníženým poměrem pylových zrn  $P$  v usazeninách na rozhraní druhohor a třetihor v Novém Mexiku. Na svislé ose je vynesena hloubka vrstvy  $h$  pod povrchem (starší vrstvy jsou uloženy hlouběji. Podle L. W. Alvareze).

nalezení ve vrstvě na rozhraní druhohor a třetihor vlastně celou diskusi vyvolalo, nebyla objevena ve vrstvách odpovídajících jiným masovým vymíráním.

Přitom astronomická statistika vypadá přesvědčivě. Většina autorů se shoduje v odhadech, že Země se sráží s planetkami o průměru nad 1 km za milión let (tento údaj nezávisle potvrzuje četnost impaktních kráterů na Měsíci) a s jádrem tuctové komety dokonce o něco častěji. Tyto impakty by měly vytvořit krátery o průměru nad 10 km. Působí však zřejmě pouze lokální katastrofy — jinak bychom z vymírání vlastně



5

obr. 5. Četnost srážek meziplanetárních objektů se Zemí v závislosti na průměru dopadajícího tělesa. Na svislé ose je vyneseno střední interval  $t$  mezi dvěma následujícími srážkami těles o průměru  $D$ . Závislost v bilogaritmické stupnici je pozoruhodně lineární ve velmi širokém rozsahu 20 řádů (podle E. Shoemaker).

nevyšli. Vskutku ničivé globální katastrofy kosmického původu jsou zkrátka vzácnější a odhady jejich výskytu se pohybují mezi 50 a 100 milióny lety. Tím více překvapuje, že dosud byla nalezena jen jedna či dvě iridiové anomálie za posledních 500 miliónů let. Se zajímavou syntézou obou konkurenčních mechanismů přišel nedávno M. R. Rampino. Domnívá se, že těleso, jež způsobilo katastrofu na přelomu druhohor a třetihor, prorazilo při dopadu zemskou kůru a vniklo do hloubky 20–40 km pod povrch, čímž druhotně vyvolalo silný vulkanismus, který hubil živočichy a rostliny po delší dobu — a selektivně. Vulkanismus opravdu nelze podceňovat: za pouhých 220 let moderní doby jsme na Zemi měli celkem čtyři obří vulkanické exploze (sopky Agung, Krakatoa, Tambora a anonymní vulkán v Antarktidě), takže na časové stupnici 10<sup>6</sup>krát delší zřejmě dochází k sopečným explozím ještě o několik řádů intenzivnějším.

Spolehlivější údaje o impaktech by měly ostatně nejsnáze poskytnout dochované impaktní krátery, které byly až dosud objeveny zejména z leteckých a družicových snímků. Eroze a denudace jakož i tektonické projevy (podsouvání litosférických desek) totiž geologicky velmi rychle krátery zahlazuje. Teprve loni se podařilo objevit L. F. Jansovi a G. Piperové první podmořský kráter v kontinentálním šelfu u pobřeží kanadské provincie Nova Scotia. Kráter má průměr 45 km a hloubku 2,8 km. Uprostřed se nalézá centrální vrcholek o průměru 11,5 km a výšce 1,8 km. Impaktní původ

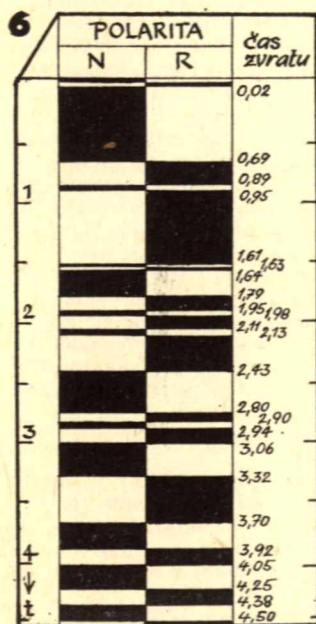
kráteru byl geologicky jasně ověřen a jeho stáří odhadnuto na 50 miliónů let (raný eocén). Kráter vytvořilo těleso o původním průměru 2–3 km. Statisticky by mělo být podmorských impaktních kráterů zhruba dvakrát více než kráterů na souši — v současné době je však známo na 70 kráterů na pevnině, což zřetelně ukazuje, s jak zkreslenými údaji zatím pracujeme.

Mnohem přesnější zprávy máme o překlápění polarity zemského magnetického pole, jež se často počítá k potenciálním globálním katastrofám. Počátkem šedesátých let se totiž objevil názor, že během překlápění ztrácí Země dočasně ochranu před dopadem energetických částic slunečního větru a kosmického záření, což se negativně projeví genetickými deformacemi a vymíráním vyšších organismů. Odběr vzorků pro paleomagnetická měření vskutku prokázal, že četnost překlápění, z nichž každé trvá okrouhle  $10^4$  let, není malá. V průměru se za milión let pozorují 3 překlápění, ale od konce třetihor jejich četnost výrazně vzrostla. Za posledních 4,5 miliónu roků bylo totiž zjištěno celkem 23 překlápění. Časové rozlišení paleomagnetické metody není dostatečné, abychom mohli spolehlivě rekonstruovat vlastní průběh překlápění.

Podle J. A. Jacobse klesá zprvu intenzita magnetického pole Země po dobu několika tisíc let na třetinu až čtvrtinu nominální hodnoty, přičemž se původní směr magnetického dipólu zachovává. Pak ale začnou magnetické póly „klíčkovat“ a poměrně rychle si vymění polohu. Nejspíš to znamená, že v době „klíčkování“ se dipólové pole rozpadá na multipólové, takže průměrná intenzita pole nikdy neklesne na nulu a Země je stále chráněna — byť slabším magnetickým štítem — před energetickými částicemi. Tomu ostatně odpovídá skutečnost, že s posledními nejlépe doloženými překlápeními není spjata žádná epizoda vymírání. Jacobs též pochybuje o údajných souvislostech mezi intenzitou zemského magnetického pole a klimatem, které se mění v cyklech daleko kratších. V dávnější minulosti mezi 45 a 75 milióny lety před současností byla ostatně překlápení magnetického dipólu vzácnější (jedno překlápení za 1 milión let) a v době 85–107 miliónů let před současností se dokonce pole nepřeklápělo vůbec! Před tímto datem četnost překlápení směrem do minulosti mírně vzrůstala. Nejstarší souvislé paleomagnetické záznamy pocházejí z doby 165 miliónů let před současností.

Zajímavé podrobnosti o Velké rudé skvrně na povrchu Jupiteru zveřejnil M. V. Nežlin. Jde o mimořádně stabilní útvar, který již v roce 1665 popsal G. Cassini. Nachází se na jižní polokouli planety v jovigrafické šířce  $22^\circ$  a má podobu eliptického oválu s osami 25 000 a 12 000 km. Jde o obří vertikální vír s periodou rotace jeden týden kolem vlastní osy. Otáčí se tedy mnohem pomaleji, než kolik činí doba rotace samotné planety, a tím se liší od zemských uragánů. Skvrna pomalu driftuje západním směrem rychlostí 3–4 m/s, takže oběhne planetu za 10–15 let. V moskevském Ústavu atomové energie se úspěšně pokusili experimentálně modelovat podmínky vzniku a udržení takového víru. Ukazuje se, že jde o tzv. Rosbyho soliton, jehož existence je podmíněna velikostí nejdelší vlny, která může existovat v mělké kapalinové nádrži na povrchu rotujícího tělesa. Vzhled Rosbyho solitonu ovlivňuje také působení Coriolisovy síly. Rovněž bílé ovály, pozorované v Jupiterově atmosféře, jsou dlouhodobě stále útvary, vznikající podobným mechanismem.

Zatímco na snímcích Jupiteru atmosféra hýří rozmanitostí i barevností, vzhled atmosféry Uranu je podstatně fádnější. Její modrozelené zbarvení způsobuje metan a její nízký kontrast (do 5 %) pozoruhodná izotermnost atmosféry, která má všude téměř stejnou teplotu kolem 60 K. Cirkulaci v atmosféře ovlivňuje vnitřní zdroj tepla (podobně jako u Jupiteru a Saturnu), který představuje asi 30 % dopadajícího slunečního záření. Počítačová analýza snímků ze



obr. 6. Průběh překlápění zemského magnetického pole v posledních  $4,5 \cdot 10^4$  let. Současná polarita je označena černým polem ve sloupci N, opačná polarita černým polem ve sloupci R. Časy zvratu polarity jsou udány v pravém sloupci v miliónech let od současnosti ( $t = 0$ ) (podle J. A. Jacobse).



sondy Voyager odhalila oblačné pásy koncentrické vůči pólům rotace, jež obíhají proti směru hodinových ručiček s periodami 14 až 17 hodin. To znamená, že větry v atmosféře Uranu se pohybují od východu k západu podobně jako na ostatních planetách s atmosférou. S ohledem na nezvyklý sklon rotační osy Uranu k ekliptice (98°) se posledních 20 let nachází severní pól planety v temnotě. Během celého oběhu Uranu kolem Slunce se na něm vystřídají roční doby dvakrát. Nezvyklý sklon se vysvětluje závěrečnou srážkou v období akumulace planety, kdy se zárodečný Uran tečně srazil s tělesem o hmotnosti naší Země.

Rotaci planety 17,24 h lze přesně odvodit jedině z periody rotace jejího magnetického pole, jehož osa svírá s rotační osou úhel plných 60° (u Země činí tento úhel 11,7°). Podle M. Acuny aj. probíhá na Uranu právě nyní proces překlápění magnetické polarity. Magnetosféra Uranu je na sluneční straně silně stlačena slunečním větrem a dosahuje rozměrů pouze 590 000 km, kdežto na odvrácené straně je vytažena do chvostu o délce až  $6 \cdot 10^6$  km. V magnetosféře se vyskytují silné radiační pásy, jejichž záření je tak intenzivní, že radiačně mění povrch družic a částeček v prstencích — tím lze vysvětlit jejich mimořádně nízké albedo (0,04—0,05). G. Andronicovi aj. se ostatně podařilo laboratorně ověřit, že iontové bombardování organických látek vyvolává jejich ztmavnutí v širokém spektrálním oboru od 0,3  $\mu\text{m}$  do 2,5  $\mu\text{m}$ .

Ultrafialová emise, pozorovaná na osvětlené straně atmosféry planety a nazvaná elektrozáře, se podle J. Clarka aj. dá vysvětlit tak, že sluneční záření disociuje atmosférický plyn, jehož nabitě ionty odnáší sluneční vítr. Pohybem iontů vzniká dynamový efekt, čímž se urychlují jak ionty, tak elektrony. Urychlené elektricky nabitě částice excitují vodíkové atomy, a nutí je tak k ultrafialové emisi. Zářivý výkon elektrozáře se odhaduje na  $10^{12}$  W. Autoři soudí, že obdobný jev bude zjištěn také u Neptunu.

Zvláštností **soustavy 11 prstenců** jsou mimořádně ostré okraje a malá šířka v rovině Uranova rovníku. Chybějí v nich zcela drobné částičky, takže typický průměr kamenů v prstencích činí 0,3 m a největší balvany dosahují až 30 m. Oběžná perioda částeček v prstencích kolem 7 h je podstatně kratší než rotační perioda planety, takže částice jsou brzděny zředěnou vnější atmosférou planety, a to zřejmě způsobilo vymetení drobných zrněk brzo poté, co prstence vznikly, řádově během století. Stejný osud potkává drobné úlomky ze srážek větších balvanů v prstencích. Ostatně životnost samotných prstenců je zřejmě kratší než životnost sluneční soustavy a činí maximálně 600 milionů let. Tak se nabízí domněnka, že prstence vznikly až dodatečně, srážkou Uranu s nějakou zbloudilou planetesimalou. V tom případě by mohly prstence poskytnout mimořádně zajímavé údaje o celém procesu akumulace těles ve sluneční soustavě. (pokračování)

## Kde se vzal na nebi jednorožec

Astronomie je ze všech přírodních věd snad nejméně prosycená svou minulostí. Zdroje rentgenového a gama záření, objevené umělými družicemi, se zakreslují do map, na nichž mají jednotlivé části oblohy stararé názvy. Máme tam nahoře bájně postavy, skutečně existující zvířata i fantastické tvory, které nikdo nikdy neviděl. Antická mytologie nám odkázala hotový bestiář — podivného Draka, Velrybu se zobákem, dva Kentaury, Kozoroha, Pegasa. Na obloze je však i Jednorožec, který vypadá jako kůň s dlouhým rohem uprostřed čela. Toto souhvězdí uvedl na oblohu německý astronom Jakob Bartsch ve své mapě z roku 1624. I když jednorožce nikdo nespapal (bylo to prý rychlé, silné a nebezpečné zvíře), nebyl vymyšlený úplně. Jeho roh skutečně existoval a ve středověkých lékárnách pod názvem unicornu fosile byl velice vzácným a vyhledávaným lékem. Platil za spolehlivý prostředek proti všem otravám (burgundský král Karel Smělý si ho nikdy neopomněl namočit do vína, které pil) a víno vypité

z tohoto rohu chránilo před padoucníci. U nás se unicornu fosile nacházel hlavně v okolí Brna, jak se zmiňuje například osobní lékař Rudolfa II. Nachází se tady ostatně dodnes, jenže ne už jako roh jednorožce, ale jako keř mamuta nebo i s lebkou jako pozůstatek nosorožce. Z lékáren a receptur jednorožce osvěceny novověk sice vyhnal, astronomové — zřejmě ve vzpomínce na svou astrologickou minulost — mu však poskytl útočiště na zimní obloze. -lo-

### ODCHYLKY ČASOVÝCH SIGNÁLŮ V PROSINCI 1987

Den	UT1-signal	UT2-signal
5. XII.	-0,5917 <sup>s</sup>	-0,6033 <sup>s</sup>
10. XII.	-0,5998	-0,6099
15. XII.	-0,6070	-0,6157
20. XII.	-0,6130	-0,6205
25. XII.	-0,6202	-0,6266
30. XII.	-0,6288	-0,6234

V.P.

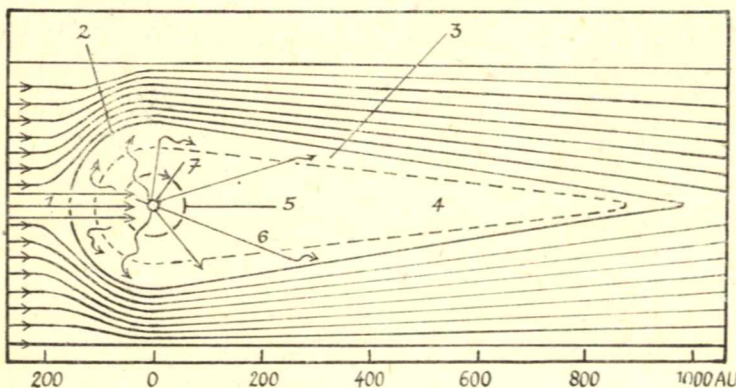
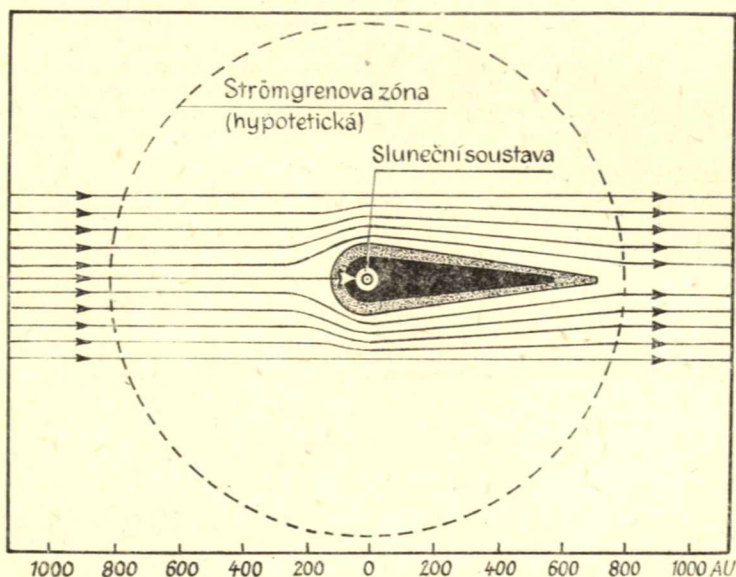
# Interakce Slunce s mezihvězdnou hmotou

Všechny hvězdy vznikají z hustých mračen plynů a prachu a zpočátku bývají obklopeny zbytky těchto mraků. Původní mračno se pak postupně rozpadá a hvězda zůstává osamělá, avšak ne vždy takto končí její vzájemné působení s mezihvězdnou hmotou. Některý z velkých oblaků mezihvězdné hmoty pohybující se naší Galaxií se může s takovou hvězdou na své dráze setkat a pohltnout ji.

Naše Slunce je obklopeno relativně řídkým (vzato astronomicky) a velmi řídkým (vzato pozemsky) oblakem plynu, jehož hustota se pohybuje v průměru kolem  $10^7$  atomů/m<sup>3</sup>. Tato mezihvězdná hmota, v zá-

kladě z vodíku a hélia, prochází naší sluneční soustavou nevelkou rychlostí 20 km/s. Mezihvězdný oblak se pohybuje ve směru ze souhvězdí Kentaura do souhvězdí Kasiopeji.

Je udivující, že přijatelné vysvětlení interakce Slunce s mezihvězdnou hmotou bylo podáno až v posledních patnácti letech! Do té doby byla naprostá většina astrofyziků na světě přesvědčena, že jednoduchý model spolehlivě popisující interakci žhavých masivních hvězd s mezihvězdnou hmotou může být vztažen i na naše Slunce — nesrovnatelně menší a chladnější hvězdu. Z výsledků prací mnoha astrofyziků z celého světa byl



1. Směr proudění neutrálních atomů. — 2. Bezsrážková rázová vlna. — 3. Přejíždějící oblast heliosféry. — 4. Heliosféra. — 5. Dráha Pluta. — 6. Dráha částic slunečního větru. — 7. Oblast ionizace vodíku.

pak vypracován nový mnohem složitější model, popisující konkrétně interakci Slunce s mezihvězdnou hmotou. Tento model přivedl některé vědce k domněnce, že období zalednění Země bylo výsledkem setkání naší sluneční soustavy s některým z hustých molekulárních mračen!

Popis vzájemného působení Slunce s mezihvězdnou hmotou lze začít srovnáním s prostým modelem platným pro žhavé masivní hvězdy spektrální třídy O a B. Tyto hvězdy jsou přibližně dvacetkrát hmotnější než Slunce a jejich povrchová teplota je asi pětkrát vyšší, kolem 30 000 K. Hvězdy těchto spektrálních tříd vyzařují ohromné množství elektromagnetického záření s vlnovými délkami pod 91,2 nm, způsobujícího ionizaci atomů vodíku (ionizace znamená odtržení valentních — vnějších — elektronů od atomového jádra; např. při ionizaci atomů vodíku dochází k odtržení záporného elektronu od kladného protonu).

Díky tomuto procesu bývají hvězdy spektrálních tříd O a B obklopeny oblaky mezihvězdné hmoty, v nichž září gigantické oblasti silně ionizované plazmy. Tyto oblasti (Strömgrenovy zóny či sféry, nebo též oblasti H II) mívají rozměry v průměru od 30 do 60 pc. Typický příklad takového procesu můžeme pozorovat v mlhovině M 42 v souhvězdí Orion, který představuje skupina mladých žhavých hvězd, obklopených oblakem husté mezihvězdné hmoty v poměrně nevelké vzdálenosti od Země. Skupina je však silně nehomogenní, takže oblast H II má nesférický tvar.

Brilantní úspěch modelu Strömgrenovy zóny v souvislosti s interakcí mezihvězdné hmoty s masivními hvězdami přivedl pak astrofyziky celého světa k domněnce, že ho lze použít i ve vztahu ke Slunci. Odhadovalo se, že elektromagnetické záření Slunce je dostačující pro vznik Strömgrenovy zóny. Ačkoli poloměr ionizované oblasti, vypočítaný na základě tohoto modelu, byl nevelký (0,02 světelného roku), 25krát přesahoval střední vzdálenost Slunce od Pluta. To by znamenalo, že uvnitř uvedeného poloměru se mohou neutrální atomy vyskytovat pouze v atmosférách některých planet a zbylý prostor sluneční soustavy musí být vyplněn ionizovanou plazmou.

Na počátku šedesátých let H. Fridman a jeho kolegové z National Radio Laboratory (dále jen NRL) v USA však učinili překvapující objev, vyvracející koncepci sluneční Strömgrenovy zóny. Pozorovatelé z NRL vypustili nad hranice zemské atmosféry několik raket vybavených detektory krátkovlnného záření. Přístroje zaregistrovaly intenzivní rozptýlené pozadí ultrafialového záření na vlnové délce 121,6 nm. (V tomto pokusu však Fridman aj. objevili záření atmosférického vodíku! Meziplanetární záření vodíku objevil až v roce 1963 V. G. Kurt z Institutu kosmických výzkumů AV SSSR

pomocí kosmické sondy Zond 1.) Atom vodíku září na vlnové délce 121,6 nm při přechodu elektronu z první úrovně hladiny na základní energetickou hladinu, tedy do stavu s nejmenší energií. Intenzita registrovaného ultrafialového záření pak svědčila o velkém množství neutrálního vodíku v meziplanetárním prostoru.

Výsledky získané H. Fridmanem zahrnaly vědce do slepé uličky, protože podle modelu nemá být v bezprostřední blízkosti Slunce neutrální vodík kromě toho, který je obsažen v atmosférách některých planet. Zpočátku někteří teoretikové vyslovili předpoklad, že zdrojem ultrafialového záření na vlnové délce 121,6 nm je plyn ze vzdálenějších oblastí naší Galaxie, avšak údaje získané v poslední době donutily vědce ustoupit od této představy. V roce 1970 pak U. Chambers a jeho kolegové z Los Alamos National Laboratory zjistili anizotropii ultrafialového pozadí, což je v rozporu s předpokladem, že jde o záření plynu ze vzdálených oblastí Galaxie. Kromě toho F. Mange a R. Meier z NRL zjistili, že intenzita ultrafialového záření se mění v souvislosti se sluneční aktivitou. Na základě těchto faktů vyslovili H. Fahr a P. Bloom z bonnské univerzity smělou hypotézu. Došli v ní v závěru, že jako zdroj ultrafialového záření slouží neutrální mezihvězdný plyn, který se nachází v prostoru sluneční soustavy. Tento plyn zůstává neutrální, pokud se pohybuje v určité vzdálenosti od Slunce a stačí projít sluneční soustavou, aniž by byl ionizován. Tento fakt se zvlášť výrazně projevuje právě u Slunce, jehož záření je nesrovnatelně slabší než u masivních žhavých hvězd.

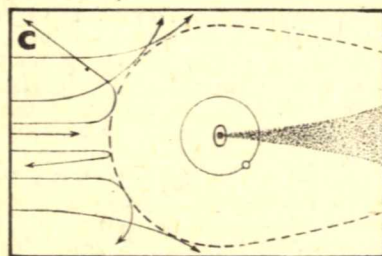
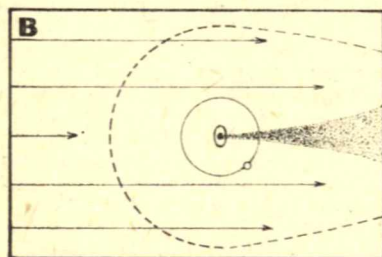
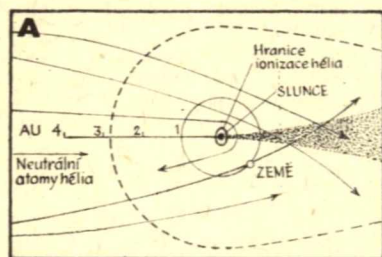
Existuje mnoho důkazů svědčících o správnosti Fahroy a Bloomovy hypotézy a potvrzujících skutečnost, že přes naši sluneční soustavu proudí mračno mezihvězdného plynu. V začátcích sedmdesátých let pak J. Bertau a J. Blamont z CNRS — Francie spolu s G. E. Thomasem a R. Crassovou z University of State Colorado v Boulderu pořídili mapu ultrafialového záření oblohy na vlnové délce 121,6 nm. Mapa byla sestavena na základě údajů získaných přístroji družice OGO 5 (Orbiting Geophysical Observatory). Vědci zjistili, že základní podíl ultrafialového záření je dán neutrálním vodíkem nacházejícím se až do 10 AU, tj. přibližně do 1/4 vzdálenosti Slunce—Pluto.

Francesco Paresce a Stuart Bowyer z Kalifornské univerzity v Berkeley zhotovili detektor určený pro registraci ultrafialového záření neutrálního hélia na vlnové délce 58,4 nm (záření s takovou vlnovou délkou vzniká při přechodu z první energetické hladiny do základního stavu). V roce 1970 byla vypuštěna na oběžnou dráhu družice, která nesla na palubě tento detektor. Detektor zaregistroval sice slabé, ale přesto měřitelné záření, svědčící o přítomnosti neutrálního hélia. Tento poznatek pak v roce

1972 potvrdili další vědci, kteří za pomoci několika dalších družic zhotovili mapu záření hélia na převážné části oblohy. V roce 1978 pak na základě výsledků získaných pomocí družice Mariner 10 byla sestavena nová, mnohem podrobnější mapa.

Výsledky měření potvrdily fakt, že naše sluneční soustava je obklopena oblakem mezihvězdného plynu, sestávajícího v podstatě z atomů vodíku a hélia. Atomy vodíku absorbují ultrafialové záření Slunce na vlnové délce 121,6 nm a pak je vyzáří na jiné úrovni. Tentýž proces probíhá i s atomy hélia, ale na vlnové délce 58,4 nm. Jinými slovy, neutrální atomy vodíku a hélia rozptylují sluneční záření a pozorovatel, který se nedívá přímo do Slunce, vidí monochromatické, rozptýlené záření, což připomíná rozptyl slunečního světla při průchodu mraky.

Při průchodu oblaku sluneční soustavou působí na jeho neutrální atomy dvě síly: síla gravitačního působení Slunce a odpudivá síla vyvolaná tlakem slunečního záření. V souvislosti s jedenáctiletým cyklem sluneční aktivity může tlak záření slábnout, neutralizovat se a pak převládne gravitační síla Slunce a ovlivní neutrální atomy vodíku.



Tedy ještě jednou:

A. V období nízké sluneční aktivity gravitační síla dominuje nad tlakem záření.

B. V druhém období tlak záření umožňuje překonáváním gravitace Slunce průchod atomů sluneční soustavou po přímce, rovnoběžné se směrem svého původního pohybu.

C. V období vysoké sluneční aktivity odnáší tlak záření atomy vodíku směrem od Slunce. Tento vliv se však plně neuplatňuje pro atomy hélia, které jsou čtyřikrát hmotnější než atomy vodíku, a tak se pod vlivem gravitace pohybují po zakřivených drahách, které se sbíhají v určité vzdálenosti za Sluncem.

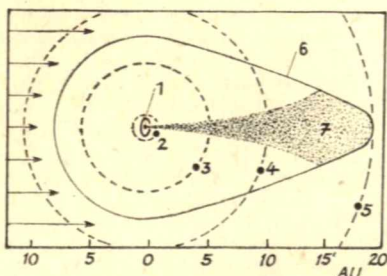
Atomy neutrálního vodíku, pohybující se rychlostí 10 km/s, potřebují v průměru 50 let k tomu, aby urazily vzdálenost 100 AU, což jsou hranice slunečního vlivu na jejich dráhu. Bereme-li v úvahu trvání slunečního cyklu v období 11 let, atomy vodíku se během svého průletu sluneční soustavou projevují ve všech výše popsaných třech fázích!

V každém případě však existuje značná pravděpodobnost, že atom na své cestě ke Slunci bude ionizován; tato pravděpodobnost je přímo úměrná poměru vzdálenosti atomu od Slunce a jeho radiální rychlosti. Pro atomy různých prvků jsou ionizační rychlosti různé, např. vodík je ionizován mnohem snadněji než hélium. V určitém bodě je pravděpodobnost ionizace tak vysoká, že fakticky veškerý plyn je možno považovat za ionizovaný! V proudu plynu procházejícím touto hranicí, kterou nazýváme hranicí sluneční ionizace, neutrální atomy již neexistují!

Každý prvek v mezihvězdném neutrálním plynu má svoji hranici ionizace. V případě vodíku je tato hranice nazývána oblastí H II, pro hélium — oblastí He II. Stojí za povšimnutí, že změřený rozměr oblasti H II je o dva řády menší než rozměr hypotetické Strömgrenovy zóny (0,02 světelného roku = 1000 AU); změřená oblast He II je pak ještě o řád menší! Jednoduchým výpočtem lze zjistit, že ve vzdálenosti 5 AU od Slunce ve směru, odkud se pohybuje oblak mezihvězdné hmoty, se hustota atomů neutrálního vodíku zdvojnásobuje a ve vzdálenosti 1 AU je dokonce desetinásobná!

Jestliže k ionizaci atomů neutrálního vodíku dochází v prostoru od 5 do 10 AU, pak se hranice ionizace hélia nachází mnohem blíže ke Slunci, ve vzdálenosti asi 1 AU, ta je pak nazývána hranicí ionizace hélia. Protože je tato hranice menší než vzdálenost Země od Slunce, můžeme předpokládat, že Země je ponořena do oblaku neutrálního mezihvězdného hélia. Ve vzdálenosti 10 AU od Slunce ve směru proudění byla měření zjištěna oblast obsahující 5 až 6krát vyšší hustotu hélia než v okolním

prostoru. Příčinou tohoto jevu se zdá být směřování atomů hélia vlivem gravitačního pole Slunce a výsledkem je takzvaný „héliový ohon“.



1. Oblast ionizace hélia. — 2. Dráha Země. — 3. Dráha Jupiteru. — 4. Dráha Saturnu. — 5. Dráha Uranu. — 6. Oblast ionizace vodíku. — 7. Héliový ohon.

Pokud chceme sestavit model v plném rozsahu popisující interakci Slunce s mezihvězdnou hmotou, musíme brát v úvahu, že se v ní nenacházejí pouze neutrální atomy, ale také nabitě částice. Tyto částice, obklopené slabým magnetickým polem, se spolu s ostatní mezihvězdnou hmotou na své cestě ke Slunci setkávají se slunečním větrem — proudem nabitých částic uvolňovaných ze sluneční koróny, v důsledku čehož vzniká bezsrážková rázová vlna. Její poloha závisí především na hustotě elektronů v oblaku plynů a intenzitě jejich magnetického pole. Tyto hodnoty, a tedy i určení polohy rázové vlny, jsou však známy jen velmi přibližně, protože pozorovací technika není dostatečně citlivá pro zaznamenání tak jemných změn. V závislosti od výběru veličin se lze domnívat, že rázová vlna se může nacházet ve vzdálenosti od 75 do 200 AU z „návětrné strany“, tj. ze strany, odkud proudí mezihvězdná hmota.

Bezprostředně za rázovou vlnou je ve směru ke Slunci turbulentní plazmová obálka v délce okolo 50 AU. Je to přechodná oblast heliosféry, mající formu silně protáhlé kapky v délce přibližně 1000 AU od Slunce na „závětrné straně“ — tam mizí pod vlivem mezihvězdného magnetického pole. Vnější povrch této oblasti se nazývá heliopauza, vnitřní povrch této hranice je hranicí heliosféry — oblasti okolo Slunce. Uvnitř přechodné oblasti heliosféry se částice slunečního větru odchylojí v „závětrném“ směru, a vytvářejí tak stopu pohybu Slunce mezihvězdnou hmotou.

Z údajů získaných pomocí přístrojů instalovaných na kosmických laboratořích se podařilo s dostatečnou přesností určit rychlost, směr pohybu, teplotu a hustotu mezihvězdné hmoty vstupující do sluneční soustavy. Největším problémem bylo změření rychlosti pohybu oblaku jako celku. Nejlepší výsledky

byly získány pomocí změřením spektrálního posuvu čar vodíku na vlnové délce 121,6 nm.

V roce 1977 T. Adams a P. Frish s chicagské univerzity změřili jako první Dopplerův posuv vyzářený mezihvězdným vodíkem na vlnové délce 121,6 nm pomocí spektrometru instalovaného na palubě družice Copernicus. Z daných hodnot byla vypočítána rychlost pohybu mezihvězdného mraku na 22 km/s. V roce 1984 pak J. Clark z University of State California v Berkeley spolu se svými spolupracovníky potvrdili tato měření pomocí spektrometru instalovaného na družici IUE (International Ultraviolet Explorer), s výslednou rychlostí 26 km/s. Rozdíl mezi těmito dvěma naměřenými hodnotami lze přičíst na vrub nerovnoměrnému pohybu oblaku.

Sledováním změn jasnosti ultrafialového záření při pohybu Země po oběžné dráze zjistili vědci také směr, ve kterém se pohybuje oblak vůči Slunci. Získané ohraničení jasnosti dovoluje jednoznačně určit vstup do sluneční soustavy ve směru ze souhvězdí Kentaura přes Slunce do souhvězdí Kasiopeji.

Pro zjištění teploty mezihvězdného plynu byly před detektorem, citlivým k záření vodíku na vlnové délce 121,6 nm a hélia na vlnové délce 58,4 nm, instalovány absorpční kyvety naplněné odpovídajícím množstvím vodíku a hélia. Tyto kyvety působí jako filtry zachycující určité množství záření procházejícího detektorem, což dovoluje získat detailní informace o šířce čáry. V roce 1977 tak skupina francouzských a sovětských vědců, vedených J. Bertauem a V. G. Kurtem z Ústavu kosmických výzkumů AV SSSR v Moskvě, změřila vodíkovými absorpčními kyvetami instalovanými na palubě sovětských družic Prognoz 5 a Prognoz 6 teplotu vodíku vstupujícího do sluneční soustavy.

Dosavadní metoda měření teploty hélia je spojena s určitými obtížemi, protože jediným materiálem schopným detekovat záření hélia na vlnové délce 58,4 nm (a tudíž vhodným pro zhotovování „okének“ absorpčních kyvet) je kovová fólie, jejíž tloušťka nepřevyšuje několik tisíců nanometru, a je tedy více než 1000krát tenčí než průměrný lidský vlas. Přitom musí tato fólie vydržet i značný tlak; vždyť je zvenčí obklopena vakuem! V sedmdesátých letech američtí vědci pracující v NASA zhotovili několik heliových absorpčních kyvet, které byly v roce 1974 instalovány na pokusné výškové raketě a pak v roce 1975 na vesmírné lodi APOLLO (sovětsko-americký program Sojuz—Apollo). V roce 1983 pak skupina Kurt—Bertau publikovala práci, která obsahovala podrobnou analýzu rozsáhlých informací získaných vodíkovými absorpčními kyvetami instalovanými na uvedených sovětských družicích.

Hustota neutrálních atomů vodíku a hélia ve velkých vzdálenostech od Slunce je možno určit změřením intenzity záření na vlnové

vých délkách 121,6 nm a 58,4 nm současně. S využitím této metody byla současně také zjištěna hustota  $6.10^{-8}$  atomů/ $m^3$  u vodíku a  $1.4.10^{-8}$  atomů/ $m^3$  u hélia.

Velice zajímavá je otázka, k jakým procesům by došlo při střetu sluneční soustavy s podstatně hustším oblakem mezihvězdné hmoty. V naší Galaxii je mnoho oblaků, kde se zastoupení vodíku pohybuje v rozmezí od  $10^{-5}$  do  $10^{-3}$  atomů/ $m^3$ . Rozumné odhady nám ukazují, že za dobu své existence Slunce prošlo více než 100 oblaky s hustotou větší než  $10^{-4}$  atomů/ $m^3$  a asi 10 oblaky s hustotou vyšší než  $10^{-3}$  atomů/ $m^3$ .

Pokud by se Slunce střetlo na své cestě s tak hustým oblakem mezihvězdné hmoty, následný tlak by musel odsunout čelo rázové vlny vznikající při srážce hmoty se slunečním větrem blíže k Slunci a stlačit heliosféru. Kdyby byly hranice čela rázové vlny za oběžnou dráhou Země, sluneční vítr by ji chránil před bezprostředním stykem s mezihvězdnou hmotou, avšak při určité hustotě oblaku (v některých modelech se uvádí jako hraniční hodnota  $1.5.10^{-4}$  atomů/ $m^3$ ) by bylo čelo rázové vlny blíže ke Slunci, než je oběžná dráha Země. V tom případě by byla Země pro větší část svého oběhu obklopena touto hustou mezihvězdnou hmotou. V takto hustých mracích je však větší část vodíku už ve formě molekul, a ne jednotlivých

atomů. Po dobu svého průchodu takovým typickým oblakem, přibližně po dobu asi 100 000 let, by na Zemi dopadlo až 2000krát větší množství vodíku, než je jeho současný stav.

Co by se stalo s takovým množstvím molekulárního vodíku na Zemi? Odpovědět na tuto otázku s konečnou platností se dosud nikomu nepodařilo. Převládá názor, že by v horních vrstvách atmosféry došlo k interakci vodíku s chemickými radikály zde obsaženými, a v důsledku toho ke vzniku vodních par. Tyto páry by pak kondenzovaly v oblaka odrážející převážnou část slunečního záření zpět do vesmíru, což by vedlo ke snížení střední teploty povrchu Země o pouhých několik kelvinů. Taková změna se na první pohled může zdát nevýznamná, avšak při trvání několik tisíc let by mohlo dojít k novému zalednění Země.

Ačkoliv se tato hypotéza zdá být příliš smělá, při setkání Země s hustým oblakem mezihvězdné hmoty by zcela určitě došlo k výrazným změnám v zemském klimatu. Budoucím pokolením se naskýtá možnost ověřit si hypotézu v praxi, až se zase naše Země setká na své pouti s velmi hustým oblakem mezihvězdné hmoty.

Podle časopisu Mir nauky 11/86 připravil Bronislav Kučera

---

PETR DORUŠKA a MICHAL BAŠŤAN

## STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

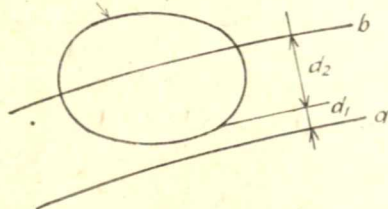
# NOVÉ FOTOGRAFICKÉ METODY STUDIA ZATMĚNÍ SLUNCE

Dosavadní fotografické a vizuální metody metody určování okamžiků dotyku zemského stínu s měsíčními krátery, horami nebo moři při zatmění Měsíce jsou značně nepřesné a závislé na zkušenosti pozorovatele. Ve své středoškolské odborné práci, kterou jsme jako členové astronomického kroužku SSM uskutečnili na hvězdárně ve Valašském Meziříčí, jsme se podle námětu ředitele hvězdárny ing. Bohumila Malečka, CSc., věnovali fotografickému zvýraznění hranice zemského stínu na povrchu Měsíce. Konkrétní nejjednodušší základní formu navržené metody jsme ověřili při fotografickém zpracování zatmění Měsíce 17. 10. 1986.

V sérii fotografií postupujícího zemského stínu na povrchu Měsíce při jeho zatmění, snímaných po sobě v krátkých časových

intervalech, je nutno získat čárové obrysy hranice stínu tak, aby byla možná mezi dvěma sousedními snímky časově geometrická interpolace polohy stínu (viz obr.), a tím jednoznačně určen okamžik kontaktu zemského stínu s daným útvarem měsíčního povrchu. Potřebné fotometrické informace jsou na snímcích obsaženy, jen je pouhým okem na obyčejném snímku nedovedeme vyhodnotit. Určitému stupni hustoty zčernání fotocitlivé emulze (denzity) odpovídá dost přesně určitý konkrétní jas v poměrně širokém pásu rozhraní světlo—stín. Problémem je jen najít takovou hustotu zčernání emulze (denzitu), která vhodně charakterizuje hranici stínu, a pak na snímku vyhledat všechny body (místa) s touto hodnotou denzity. Spojnice těchto bodů (ekvidenzita) —

### Útvar měsíčního povrchu



Základní geometrická a časová představa metody určování okamžiku kontaktu

a ... hranice zemského stínu v čase  $t_1$

b ... hranice zemského stínu v čase  $t_2$

$\Delta t = t_2 - t_1$

t ... okamžik kontaktu zemského stínu s útvarem měsíčního povrchu

$$t = t_1 + \frac{d_1 + d_2}{d_1} \cdot \Delta t$$

je na snímku právě tím hledaným ostrým rozhraním — hranicí zemského stínu. Exaktní ekvidenzity jsme na snímku konstruovali na základě síťového proměřování přesným souřadnicovým mikrofotometrem. Existuje však jiná, mnohem snadnější cesta, jak získat ekvidenzity, a to ty, jejichž denzita je právě charakteristická pro hranici světla a stínu, tj. v místech s nejprudší změnou (nejvyšším gradientem) denzit. To všechno dokáže známý Sabattierův efekt. Jeho vhodným použitím (s důrazem na vysokou reprodukovatelnost postupu v dané sérii snímků) by se měly vykreslit výrazné linie stínu, související navzájem v celé sérii snímků.

V astronomické praxi není Sabattierův jev něčím neznámým. Používá se k sledování a vyhodnocování snímků černobílých, barevných termovizních snímků těles s vysokým jasem (nebo teplotou), např. Slunce (zejména pro studium skvrn), nebo z poslední doby snímků Halleyovy komety. Použití Sabattierova jevu pro určování okamžiků kontaktu zemského stínu s povrchovými útvary Měsíce však dosud publikováno nebylo.

Jak jsme postupovali? Nejprve je nutno si připravit základní fotografickou dokumentaci zatmění Měsíce, kterou jsme potom podrobili dalšímu zpracování. Při práci jsme snímali částečné zatmění Měsíce 17. 10. 1986 v obou jeho fázích. Snímky jsme pořizovali v primárním ohnisku objektivu dalekohledu klasického Keplerova typu s německou paraktickou montáží Zeiss VII o ohniskové vzdálenosti 3000 mm komorou Praktica LLC bez vlastního objektivu, nasazenou místo okulárové části dalekohledu. Na černobílý kinofilm KODAK TRI-X PAN jsme expozicí v rozmezí 1/125 a 1/8 s pořídili 145 snímků v minutových intervalech ve vazbě na světový koordinovaný čas UTC podle signálu OLB 5 vysílače Poděbrady (3,17 MHz). Po normálním vyvolání negativu (vývojkou FOMAL — 7,5 minuty) jsme měli připravenou základní fotografickou dokumentaci zatmění

pro další speciální zpracování. Celý postup je přehledně znázorněn ve schématu. Použití fotografické materiály a lázně jsou popsány v tabulce.

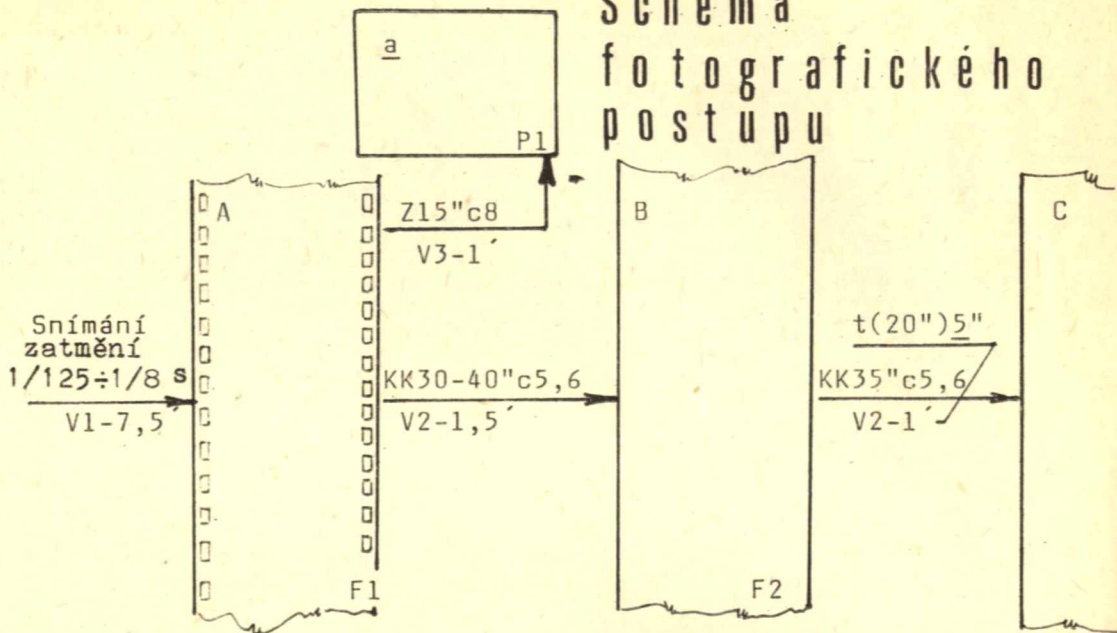
Negativ KODAK (ve schématu je označen A) jsme nejprve kontaktně vykopírovali (tím se zvýšil kontrast) na filmovou (pozitivní) kopii B (ke kopírování a vytváření Sabattierových ekvidenzit jsme v celém dalším procesu používali výhradně filmový materiál ORWO FU-5) expozicí 30 až 40 s. Kopírovací osvětlení jsme realizovali pod prázdným zvětšovací přístrojem (OPEMUS 6×6 typ 74204) s mléčnou žárovkou 75 W v maximálním vytažení (objektiv s clonou 5,6 je zaostřen na podložku a je ve výši 556 mm nad podložkou). Při kopírování byly oba filmy emulzemi k sobě, originál nahoře, zhotovovaná kopie dole; pod filmy byla tmavá podložka (černý papír z balení fotografických papírů) a shora byly filmy přitisknuty kvalitním sklem [získali jsme jej z nové nepoužitě fotografické desky omytím emulze v teplé vodě]. Kopie B jsme vyvolávali v rapidní — koncentrovanější — vývojce FOMATOL H (balení na 1 litr rozpuštěno v 0,7 litru vody), vyvíjecí doba byla 1,5 minuty.

Při zhotovování další filmové kopie C jsme už aplikovali Sabattierův postup. Prvotní normální expozice 35 s při kopírování stejným způsobem jako v předchozí operaci byla doplněna při vyvíjení v téže popsané vývojce rovnoměrným osvětlením, které bylo rozsvíceno po 20 s vyvíjení ve tmě a trvalo 5 s. Poté se dále film vyvíjel do celkové vyvolávací doby v délce 1,5 min. Sabattierovské osvětlení bylo realizováno horní částí zvětšovacího přístroje (žárovka v hlavici bez kondenzoru) ze vzdálenosti 1 m nad miskou s vyvíjeným filmem C. Na filmu C jsou vyznačeny v negativu ekvivalenty I. řádu, které je pro další použití nutno zvětšit na fotografický papír [nejlépe FOMA Neobrom U 1111] — osvit 60 s při cloně 4,5 na formát 13×18 cm. Ukázka výsledku je na obr. 1, (obálka, str. 3), z něhož je patrné, že získané ekvidenzity jsou stále ještě dost „široké“ a neurčité. Pro lepší orientaci na povrchu Měsíce je možné zpracovat dvojexpozici ekvidenzity s obyčejným snímkem téhož čísla — ukázka takto zpracovaného záběru z obr. 1 je na obr. 2.

Protože hranice stínu podle těchto ukázek je pro náš účel stále ještě málo použitelná, doplnili jsme tento postup opakovaným použitím Sabattierova jevu pro získání ekvidenzity II. řádu, které jsou už opravdu čárové (ukázka na obr. 3).

Filmová kopie D vznikne prostým okopírováním filmu C s negativem ekvidenzit I. řádu. Kopie D je opět kontrastnější. Při tomto kopírování se musí použít vydatnější expozice (63 s pod odcloneným zvětšovacím přístrojem — clona 4,5). Vyvíjení kopie D je stejné jako u kopie B.

# Schéma fotografického postupu



## VYSVĚTLIVKY

1) Pracovní postup je vyznačen šipkami s pracovním režimem.

### Příklad:

$t(20'') 5''$  – Sabattierovský osvit ve vývojce. Čas v závorce platí pro první vyvíjení před osvitom, jehož doba expozice ve vývojce je v údajích podtržena (s).  
 KK 35" c 5,6 – V horním řádku je uveden druh reprodukce (KK – kontaktní kopie, Z – zvětšenina), doba expozice, clona objektivu zvětšovacího přístroje, (doby v sekundách).

V 2-1' – V dolním řádku je uveden druh vývojky a doba vyvíjení (min).

2) Postupně výsledky jsou značeny takto:

- A – originální negativ
- B – první pozitivní kopie orig. negativu – zkontrastnělá
- C – Sabattierův negativ s ekvidenzitou I. řádu
- D – pozitivní kopie Sabatt. negativu
- E – Sabattierův negativ s ekvidenzitou II. řádu
- a – pozitivní fotografie (zvětšenina) přímá
- c – zvětšenina ekvidenzity I. řádu
- e – zvětšenina ekvidenzity II. řádu

Druh materiálu (podle tabulky) je uveden u každého postupného výsledku v pravém dolním rohu.

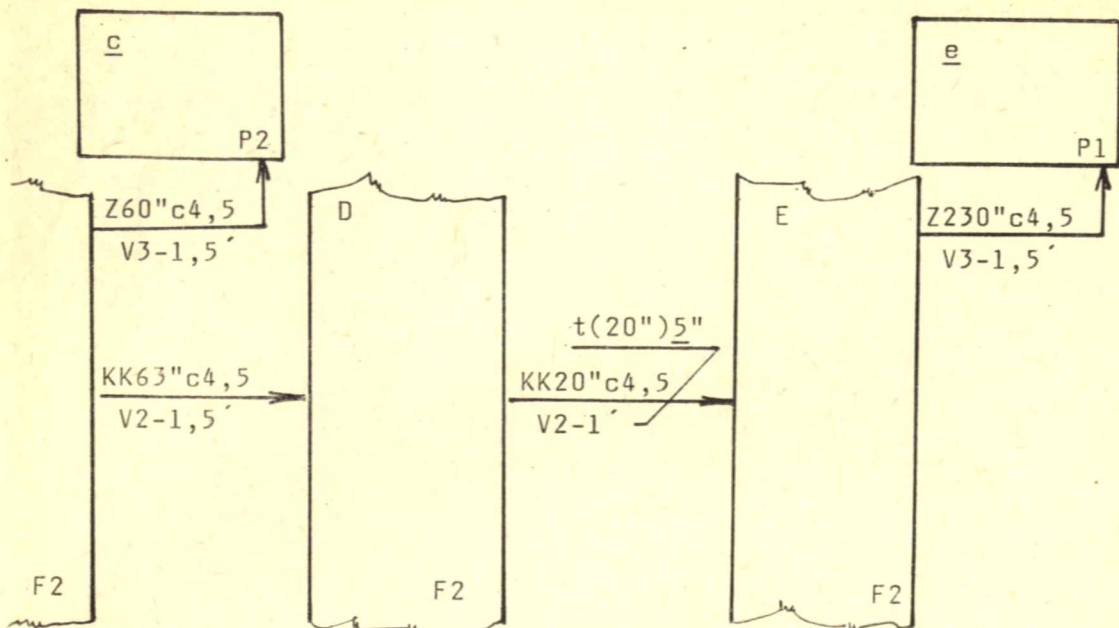
Při dalším kopírování na filmovou kopii E je prvotní expozice 20 s (clona osvětlovacího zvětšovacího přístroje je 4,5) a sabattierovská expozice ve vývojce má stejné parametry jako při zhotovování kopie C – i vyvíjení je stejné. Film E obsahuje už ekvidenzitu II. řádu, které si pro další práci a vyhodnocování opět převedeme do zvětšeniny 13x18 cm (papír FOMA Neobrom C 2111) expozicí 230 s při cloně 4,5 (protože negativ E vyšel poměrně „hustý“).

V ukázkách na obr. 1, 2, 3 (obálka, str. 3) je pro orientaci vyznačena poloha kráteru Plato písmenem P. Ekvidenzita II. řádu (obr. 3) je vhodná pro použití k danému účelu – určování okamžiku kontaktu zemského stínu s povrchovými útvary Měsíce.

Při zpracování série snímků touto základní nejjednodušší formou navržené metody se však projevily značně rušivé vlivy, jejichž důsledkem bylo, že ekvidenzity nevykazovaly spojitý jednosměrný pohyb po povrchu

Měsíce, stín jako by se mezi některými záběry „vracel“, aby pak „přeskočil a dohnal, co zmeškal“. Ověřili jsme, že jakákoliv nepřesnost při zpracování (zejména při expozici v operacích zhotovování filmových kopií B a D – viz schéma) posouvá značně ekvidenzitu (čím delší expozice, tím víc „se stín předbíhá“). Zásadním rušivým vlivem je, že měsíční povrch nemá stejnou odrazivost – je značně členitý a různá hodnota albeda (optické odrazivosti) deformuje odraz zemského stínu od Měsíce, který snímáme fotograficky – tím pak dochází k deformaci ekvidenzit. Kdyby se podařilo vyloučit vliv různé odrazivosti povrchu Měsíce (v předstávě je to totéž, jako kdybychom Měsíc „nahradili“ jakýmsi homogenním stínítkem), byla by metoda dokonalá. Kromě těchto vlivů působí ještě na zkreslení ideálního tvaru ekvidenzit i nerovnoměrnost vyšších vrstev atmosféry Země (místní tlakové poruchy, „mraky“ prachových částic ve strato-





Tabulka: Použité fotografické materiály a lázně v postupu podle schématu

F1	Černobílý negativní kinofilm KODAK TRI-X PAN číslo emulze TX 5063, formát 24×36 mm
F2	Technický planfilm ORWO FU-5, nesenzibilizovaný film s polyesterovou podložkou s hodnotou strmosti $\gamma = 5$ , formát 13×18 cm
P1	Fotografické papíry FOMA Neobrom C 2111, formát 13×18 cm
P2	Fotografické papíry FOMA Neobrom U 1111, formát 13×18 cm
V1	Negativní vývojka FOMAL, zhotovená podle předpisu výrobce
V2	Rapidní vývojka pro vyvíjení materiálu F2 (ORWO FU-5): standardní pozitivní vývojka FOMATOL H — chemikálie v balení na 1 litr rozpuštěny v 0,7 litru vody
V3	Pozitivní vývojka FOMATOL H, připravená podle předpisu výrobce
U	Kyselý ustalovač UN 201, připravený podle předpisu výrobce

**Poznámka:** Při práci s lázněmi byla udržována jednotná pracovní teplota všech lázní 21°C.

sféře — od sopečných a jiných výbuchů).

Jsme přesvědčeni, že metoda může být po zdokonalení použitelná. Ekvidenzity II. řádu (obr. 3) mají takový charakter, že stojí za to postoupit sebenáročnější práce. Nejobtížnější se nám jeví eliminování vlivu nehomogenního albeda Měsíce. V praxi je možné přiblížit se ideálnímu „stínítkovému Měsíci“ pravděpodobně přičtením negativu obrazu Měsíce vyfotografovaného před (nebo po) zatmění ke snímku Měsíce se stínem. Negativ celého rovnoměrně osvětleného Měsíce

totož vlastně charakterizuje to, co z tohoto rovnoměrného osvětlení Měsíc pohltí. Důležité rovněž je, abychom ve všech snímcích hledali ekvidenzity o téže hodnotě denzity — tedy nároky na vysokou přesnost expozicí a celkovou reprodukovatelnost zpracování; usnadnění tohoto úkolu by se mohlo docílit současným snímáním kalibrační stupnice jasu do každého snímku, čímž by byla možná orientace (přesným měřením denzit mikrofotometrem) v odpovídajících si denzitách na různých snímcích.

# GALAXIE BOHATÉ NA SUPERNOVY

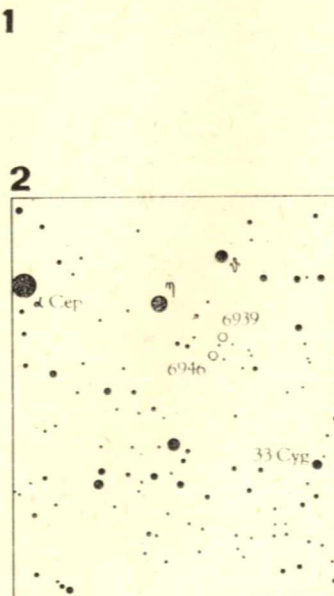
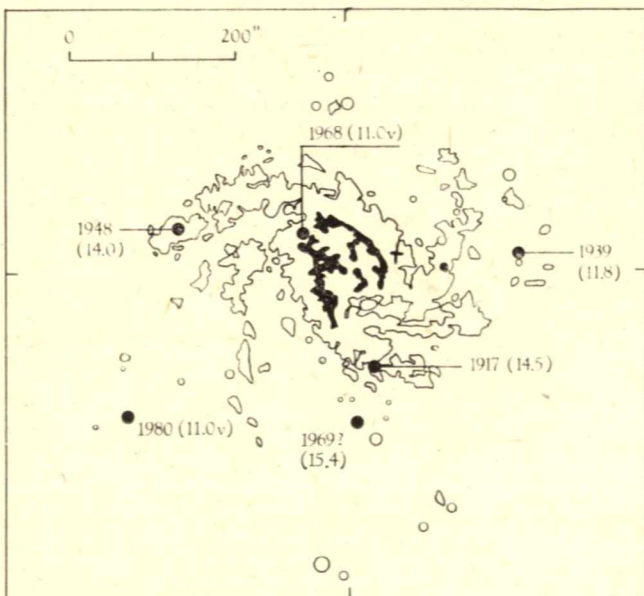
Zatímco v našem zákoutí Galaxie je už přes tři sta let ticho po pěšině, v některých soustavách bouchá jedna supernova za druhou. NGC 6946 v Labuti, kde od prvního vzplanutí v roce 1917 jich bylo objeveno už pět, dost možná dokonce šest, je skoro klasickým příkladem. O messierovské galaxii M 83 se už tolik nemluví, i když nezůstává v ničem pozadu. V loňském roce zveřejnil C. E. Spratt v časopise amerických proměnářů soupis supernov v galaxiích NGC a IC, z něhož jsem vybral ty objekty, ve kterých se podařilo najít alespoň tři supernovy. V prvním sloupci je číslo galaxie v NGC nebo Messierově seznamu, pak následuje (u objektů zakreslených v Atlasu Coeli)

**Obr. 1:** Nejjasnější částí spirální galaxie NGC 6946 podle fotografie pořízené 155centimetrovým reflektorem Námoňní observatoře USA. Sever je nahoře. Černě je vyznačena tmavá absorbující látka, prázdné kroužky jsou jednotlivé hvězdy pole a plně kroužky označují místa vzplanutí supernov. Za rokem objevu je jejich fotovizuální, případně vizuální hvězdná velikost. Značky na okraji obrázku vymezují polohu galaktického středu.

**Obr. 2:** Okolí NGC 6946 podle Bečvářova Atlasu Coeli.

zkratka souhvězdí, v němž galaxie leží, její hvězdná velikost a typ. Každá supernova je uvedena rokem objevu, přičemž letopočet té nejjasnější je podtržen, a jako poslední je v tabulce její fotovizuální (případně vizuální) hvězdná velikost. Sporné případy jsou označené otazníkem.

Je zřejmé, že jsou tady ve hře silné výběrové jevy. Nápadnější jsou supernovy v těch galaxiích, které k nám mají blíž a jsou v průměru jasnější. Všimněte si mimochodem, že supernovy bývají někdy svou jasností docela dobře srovnatelné s jasností celé mateřské soustavy — a to obnáší desítky miliard hvězd. U spirálních galaxií taky záleží na tom, jak jsou vzhledem k nám natočené. V těch, které vidíme z boku, pozorujeme supernov méně, protože jejich světlo se k nám musí prodírat vrstvou prachu soustředěného kolem galaktické roviny. Přesto je nápadné, že se do výběru galaxií na supernovy nejbohatších nedostala žádná galaxie eliptická nebo nepravidelná. Svůj podíl na tom má skutečnost, že supernovy druhého typu (to jsou výbuchy těžkých hvězd, které ve svém vývoji zašly příliš daleko) se zjevují jenom v galaxiích s rozsáhlými spirálními rameny (typ Sb a Sc),



**TABULKA**

M 31	And	3.5	Sb	1664?	1898	<b>1885</b>				5.4 viz
2276		12.4	Sc	1962	<b>1968</b>	1968				15.6
2841	UMa	9.4	Sb	1912	<b>1957</b>	1972				13.6
3184	UMa	9.8	Sc	<b>1921</b>	1921	1937				10.7
4157	UMa	12.0	Sbc	<b>1937</b>	1955	1964				14.5
M 61	Vir	9.6	Sb	1926	<b>1961</b>	1964				10.8
M 100	Com	10.6	Sc	1901	1914	1959	<b>1979</b>			11.0 viz
5033	CVn	10.2	Sbc	1950	1957?	<b>1985</b>				12.5
M 83	Hya	10.1	Sbc	1923	1950	<b>1957</b>	1968	1983		7.5
M 101	UMa	9.6	Sc	1909	1951	<b>1970</b>				11.0
6946	Cyg	11.1	Sc	1917	1939	1948	<b>1968</b>	1969?	<b>1980</b>	11.0 viz

zatímco supernovy zrozené zánikem bílých trpaslíků v těsných dvojhvězdách nejsou tak vybíravé a setkáváme se s nimi v soustavách všech druhů.

První galaxii našeho seznamu určitě není třeba představovat, zastavme se však u její supernovy. Ta první, to je takový zvláštní případ, jako hvězdu ji vlastně nikdo neviděl. Její zařazení do seznamů supernov se opírá o zmínku francouzského astronoma Bouillarda o tom, že jasnost galaxie v Andromedě se v letech 1664 až 1666 citelně zmenšila. Někteří z toho vyvozují, že v roce 1664 v této soustavě svítila jasná supernova.

Zajímavé jsou i okolnosti objevu supernovy z roku 1885, která jako druhá proměnná hvězda v souhvězdí Andromedy dostala označení S And. Koncem léta — bylo zrovna 20. srpna — vyprávěl profesor Hartwig na hvězdárně v Dorpatu (to je dnešní Tartu v Estonsku) návštěvníkům o kosmogonické představě Kantově-Laplaceově a pro názornost a zpestření jim chtěl ukázat právě galaxii v Andromedě. O té se totiž tenkrát věřilo, že je to plynná mlhovina, podobná třeba té, z níž kdysi prokouklo Slunce a zrodila se naše planetární soustava. Byla sice zrovna měsíčná noc, ale přesto bylo vidět, že se vzhled galaxie změnil — objevil se v ní malé jasné jádro. Za špatných pozorovacích podmínek se Hartwig neodvažoval rozhodnout o jeho podstatě, koncem měsíce však už bylo zřejmé, že jde o novu. Prohlídka starých pozorování vzápětí ukázala, že v minulosti nebyla na tomto místě žádná hvězda jasnější než 15 magnitud. A jak se nová hvězda objevila, tak zase zmizela; v březnu příštího roku už byla mimo dosah tehdejší astronomické výzbroje. To, že se nejedná o novu, ale supernovu, se vyjasnilo až mnohem později.

Ostatní galaxie už nejsou tak jasné, aby byly vidět pouhým okem, ale na čiré a tma-

vé obloze je můžete vidět i malým světelným dalekohledem. K jejich vyhledání někdy stačí už větší triedr, skvělým prostředkem pro seznámení s těmito objekty je však Somet 25×100.

Ze čtyř galaxií rozstrkaných po celém souhvězdí Velké medvědice je nejznámější M 101, které se pro její typický tvar na fotografiích, s rozevřatými spirálními rameny, říká Větrník. Za dobrých podmínek ji najdete už triedrem nad ojí Velkého vozu, jako okrouhlou mlhavou skvrnu, o málo menší než Měsíc. V Sometu si můžete všimnout, že se směrem ke středu trošku zjasňuje, výrazné jádro nebo jasná zhuštění však nemá, a není proto vhodná pro větší přístroje. Až dalekohled o průměru kolem 30 centimetrů může ukázat slabé náznaky spirálních ramen. Supernova z roku 1909 (SS UMa), objevená Maxem Wolfem, patří mezi první supernovy pozorované v jiných galaxiích.

Nakonec jsem si nechal to nejlepší, dvě galaxie, které soupeří o první místo. M 83 je jednou z nejjasnějších a nejrozsáhlejších galaxií a asi nejhezčím objektem tohoto druhu na jižní obloze (u nás však bohužel vychází asi jen 10 stupňů nad obzor). Její příběh začíná v Jižní Africe, kde ji během své expedice v letech 1751–52 objevil francouzský astronom Nicolas Louis de La Caille. Sám Messier ji našel až o třicet let později, jako obyčkle při hledání komety. V jeho malém dalekohledu se mu jevila slabá a bez podrobností. Později (1834) kreslil její portrét John Herschel z mysu Dobré naděje při pozorování svým dalekohledem o průměru 46 centimetrů. Zachytil ji jako oválný, stejnoměrně jasný obláček s výrazným malým jádrem. Kresba Williama Lassela z roku 1862 ukazuje už tři spirální ramena vybíhající z jasného jádra. M 83 je tak jednou z mála

galaxií, které dovolily odhalit svou spirální stavbu ještě před použitím fotografie.

Poslední a nejbouřlivější galaxie — NGC 6946. Na panenské obloze, samozřejmě mimo město, ji najdete i binarem 10×80 na rozhraní Labutě a Cephea, poblíž hvězd  $\eta$  a  $\delta$  Cep. Za těchto podmínek uvidíte slabou mlhavou skvrnku o průměru asi 6', ve které při bližším ohledání můžete rozlišit několik jednotlivých hvězdiček. To je však jenom otevřená hvězdokupa NGC 6939. Galaxie proslulá četností supernov leží opodál, necelý

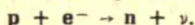
stupeň jihozápadně od ní (viz mapka); vypadá zase jako chomáček mlhy, slabší, neurčitých obrysů a zhruba stejné velikosti.

Pokud se sami vydáte na putování za těmito galaxiemi, přeji vám noc čistou jako víno. Je dost nepravděpodobné, že byste při tom objevili další supernovu. Pohled na ty mlhavé skvrnky však přesto má v sobě prvek napětí — je totiž skoro jisté, že poselství o další supernově po miliónech let cesty už dorazilo k nejbližším hvězdám.

JIRÍ GRYGAR

## V HLAVNÍ ROLI NEUTRINA

George Gamow byl patrně prvním astrofyzikem, který si uvědomil, že v procesu exploze supernov přísluší hlavní úloha nejnicotnějším částicím — neutrinům. Společně s M. Schönbergem publikovali již v r. 1941 studii, v níž navrhli mechanismus URCA (podle názvu heryny v Rio de Janeiro, kde peníze hráčů mizí v pokladnách croupierů), při němž se kinetická energie horkých elektronů v nitru supernovy odnese pryč z hvězdy prostřednictvím prakticky nepozorovatelných neutrin ( $\nu$ ). Vskutku, v hrotícím se jádře supernovy vzrůstá hustota a teplota částic natolik, že dochází k zachycování elektronů ( $e^-$ ) protony ( $p$ ) podle vztahu



Tím klesá podíl degeneračního tlaku elektronů a současně stoupá podíl degeneračního tlaku neutronů ( $n$ ), jenomže — jak ukázaly podrobné výpočty — úbytek elektronového tlaku je větší než přírůstek tlaku neutronů, takže kolaps jádra hvězdy se tím urychlí. Když v průběhu kolapsu jádra dosáhne hustota látky v nitru supernovy hodnoty  $4.10^{14}$  kg/m<sup>3</sup>, přestane být jádro průhledné pro neutrina, která jsou dočasně uvězněna uvnitř tzv. neutrinoféry, jejíž poloměr se odhaduje na 40 km a teplota na  $10^{11}$  K.

Co se děje dále, je předmětem intenzivního teoretického výzkumu, na němž se podílejí přední současní fyzikové, mj. dva laureáti Nobelovy ceny H. A. Bethe a W. A. Fowler. Simulace procesů na superpočítačích jsou obtížné nejen kvůli extrapolaci údajů získaných v urychlovacích částicích v reaktorech, ale také pro nesmírný objem výpočtů. K simulaci jediné sekundy kolapsu supernovy je zapotřebí řádově 100 hodin na superpočítači Cray. Z toho důvodu existují zatím jen velmi hrubé modely průběhu kolapsu, které se však vesměs shodují v základním faktu, že optický jev supernovy předsta-

vuje pouze zcela zanedbatelnou část celkové exploze. Běžné supernovy vyzáří opticky během několika měsíců řádově  $10^{45}$  J, kdežto kinetická energie expandující obláky činí  $10^{44}$  J a neutrina odnášejí dokonce  $10^{46}$  J! Exploze supernovy je tedy téměř výhradně neutrinová událost, zdůrazněná ještě skutečností, že všechna neutrina se vyzáří v průběhu několika málo sekund: neutrinový zářivý výkon tak dosahuje až  $2.10^{45}$  W, což lze přirovnat k elektromagnetickému výkonu 50 miliónů běžných galaxií!

Teorie kolapsu a následně exploze supernov má však až doposud mnoho slabých míst, a jelikož až do loňského roku byla veškerá experimentální data o supernovách získávána pouze v oboru elektromagnetického záření, nebylo vlastně možné astrofyzikální podél supernovy konfrontovat s pozorováním. To vše se dramaticky změnilo v okamžiku vzplanutí supernovy 1987A ve Velkém Magellanově mračnu. Je přirozené, že výbuch byl nejdříve zpozorován opticky — svým způsobem je šťastnou náhodou, že k němu došlo nikoliv v naší Galaxii, nýbrž v sousedním Velkém Magellanově mračnu, jež je dostatečně daleko, aby se celé vešlo na rutinní přehlídkové snímky oblohy, a zase dostatečně blízko, aby bylo možné z archivních záznamů odhalit vlastnosti hvězdy před výbuchem. Relativní blízkost 52 kpc skýtala rovněž naději na první detekci neutrin ze supernovy, pokud jsou astrofyzikální modely alespoň přibližně správné.

Dostatečné množství snímků Velkého Magellanova mračna umožnilo poměrně dobře vymezit interval, kdy došlo k optickému zjasnění. Objekt Sanduleak — 69° 202, klasifikovaný jako modrý veleobr sp. třídy B3 Ia, byl v klidu ( $12^m$ ) ještě v čase  $23^d$ , 101 UT a možná ještě v době  $23^d,39$  UT. Naproti tomu v čase  $23^d,443$  UT již objekt dosáhl  $6,0^m$ . První údaje o zachycených neutrinech

v experimentu pod Mt. Blankem zveřejnili C. Castagnoli aj. Jako okamžik příchodu neutrin uvedli čas 23<sup>d</sup>.12 UT. Celkem se jednalo o 5 impulsů v intervalu 7 s, odpovídajících neutrinům s energiemi 7—11 MeV. Další neutrinové spršky pozorovali japonští specialisté (M. Koshiba aj.) v podzemním detektoru Kamiokande II a američtí vědci (R. Svoboda aj.) ve Fairport Harbor Mine poblíž Clevelandu, a to shodně v čase 23<sup>d</sup>.316 UT. Japonci zachytili 11 impulsů od neutrin resp. antineutrin s energiemi 7,5 až 36 MeV během 12 s a Američané 8 neutrin s energiemi 20—44 MeV během 6 sekund.

Od té doby se oněch 24 impulsů stalo předmětem neobyčejně zevrubného výzkumu: za první půlrok odevzdali astronomové a fyzikové do tisku nejméně 120 prací týkajících se neutrin ze supernovy 1987A (5 prací na jeden impuls). Je přirozeně nemyslitelné v krátkém sdělení probrat byt jen ty nejzávažnější.

Je však třeba si uvědomit, že jakkoliv jsou zmíněná pozorování neutrin cenná, přece jen mají omezenou kvalitu. Všechny uvedené detektory byly postaveny pro jiné účely (studium možností rozpadu protonu) a potýkají se se závažnými problémy šumu pozadí a rozlišením původu měřených impulsů. Obecně se však uvádí, že v průměru dosahuje tento šum úrovně jednoho falešného impulsu za den. V japonském detektoru lze pro neutrina (ale ne pro antineutrina) určit přibližně směr přiletu; ten v obou měřených případech souhlasí v mezích chyb s polohou supernovy (ostatních 9 impulsů odpovídá antineutrinům). Rovněž energie neutrin či antineutrin, které impulsy způsobily, lze určit jen přibližně, s chybou kolem 30 %.

Teoretický rozbor J. N. Bahcalla aj. naznačil, že japonský detektor měl zaznamenat 50 úkazů, zatímco detektor pod Mt. Blankem jen 3 úkazy (proslulý Davisův detektor slunečních neutrin pouze jediný úkaz, což se ve statistice ztratí). Davisův detektor v dole Homestake byl skutečně dne 4. 3. 1987 zkontrolován na přítomnost rozpadových produktů srážek s neutrin a podle sdělení E. Firemana nebyl nalezen žádný přebytek neutrin. Někteří autoři zpochybňují realnost zachycení neutrin ze supernovy v detektoru pod Mt. Blankem, kdežto současný záznam neutrin v americkém a japonském experimentu neobyčejně zvyšuje vědeckou hodnotu údajů (připomeňme, že s ohledem na nepatrný účinný průřez neutrin je zeměkoule pro ně dokonale průhledná, takže nezáleží na tom, kde se detektor nachází).

Aniž bychom zabíhali do podrobností, lze shodně s A. Burrowsem konstatovat, že pozitivní detekce neutrin v americkém a japonském experimentu dokazuje, že při explozi supernovy 1987A se během několika sekund uvolnilo celkem 10<sup>58</sup> neutrin odnášejících ze zhroutěného jádra hvězdy o tep-

lotě 50 miliard kelvinů energii 3.10<sup>46</sup> J. Tato energie je stokrát větší než kinetická energie, jež v podobě rázové vlny způsobila o pár hodin později expanzi plynných obalů supernovy počáteční rychlostí 17 000 km/s. Optické záření supernovy představuje tudíž pouhou 0,01 % neutrinového toku. Neutrinový tok by byl sám o sobě schopen zničit jakýkoliv život v okolí supernovy až do vzdálenosti 1 miliardy km (Jupiter je od Slunce vzdálen 780 milionů km). Životní doba neutrin činí nejméně 170 000 let. Celou tu dobu letěla rychlostí blízkou či rovnou rychlosti světla. První zpráva o explozi přinesla na Zemi fakticky právě neutrina, uvolněná několik hodin před nástupem optického zjasnění a rozepnutí vnějších vrstev modrého veleobra. V té chvíli prošlo každým čtverečným centimetrem zemského povrchu asi 10 miliard neutrin ze supernovy, takže každý 5000. obyvatel zeměkoule „prožil“ interakci neutrina s atomy svého těla. O „neúčinnosti“ pozemních detektorů svědčí odhad, že americkým detektorem o hmotnosti 5000 t (superčistě vody) prošlo úhrnem 3.10<sup>16</sup> neutrin, z nichž jen 8 bylo registrováno.

První přímá detekce neutrin ze supernovy představuje přirozeně historický mezník v našem zkoumání procesu gravitačního kolapsu a následně exploze vnějších vrstev hvězdy a v zásadě potvrzuje správnost astrofyzikálních modelů celého úkazu. Časový rozptyl impulsů a jejich závislost na energii neutrin použila řada autorů k odhadům tolik diskutované klidové hmotnosti neutrin. Odhady vyžadují učinit řadu předpokladů, které se u různých autorů naneštěstí podstatně liší. Všichni se shodují v názoru, že klidová hmotnost elektronových neutrin je určitě menší než 30 eV/c<sup>2</sup>, ale většina udává ještě ostřejší horní mez 11 eV/c<sup>2</sup>. Měření jsou však konzistentní i s případnou nulovou klidovou hmotností neutrin. Kosmologicky zajímavé by byly hmotnosti nad 15 eV/c<sup>2</sup>, neboť pak by neutrina představovala podstatnou část tzv. skryté hmoty vesmíru.

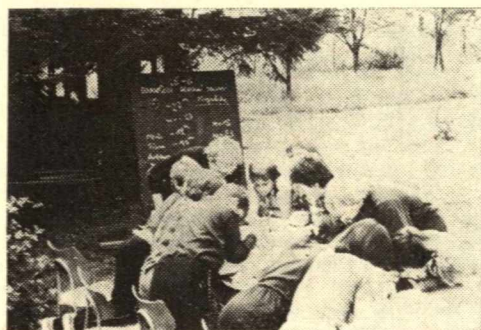
Detailní rozbor času příchodu a energií jednotlivých impulsů vede mnohé autory k odvážným dalším úvahám např. o dvoufázovém kolapsu supernovy (nejprve na neutrinovou hvězdu a o pár hodin později na černou díru), o několika videch neutrin s různou klidovou hmotností, o rotaci neutronové hvězdy atp., ale k posouzení oprávněnosti takových speculací bude zřejmě zapotřebí delšího časového odstupe a porovnávacích laboratorních experimentů. V každém případě je zřejmé, že dlouho předpovídaná epocha neutrinové astronomie právě započala: už první pozitivní pozorování jasně prokazuje, jak mocným nástrojem zkoumání vesmíru se stanou plachá a titěrná neutrina.



## ZKUŠENOSTI Z ASTRONOMICKÉHO TÁBORA MLÁDEŽE

Při plánování činnosti astronomického kroužku při SKP ve Žďáru nad Sázavou na rok 1987 jsme uvažovali o vhodné formě prázdninové práce s mládeží. Z řady námětů nakonec zvíťazil návrh na uspořádání letního příměstského tábora přímo na astronomické pozorovatelně. Tábor se uskutečnil ve dnech 17.—21. 8. 1987 v areálu astronomické pozorovatelně. Chtěl bych se podělit se čtenáři Říše hvězd o zkušenosti, které jsme získali.

Během roku jsme koncepci tábora propracovali po stránce materiálního zabezpečení i po stránce výchovně vzdělávací. Nejdůležitější bylo ubytování dětí. Stany s podsadou nám zapůjčila pionýrská skupina ve Žďáru nad Sázavou za menší poplatek 5 Kčs za stan a den. Účastníky tábora jsme původně chtěli vybírat podle zájmu



a prospěchu, ale pro pozdní zveřejnění termínu tábora (začátkem června) se od tohoto úmyslu upustilo a byli přijati všichni přihlášení (celkem 9 chlapců a 2 dívky). Původní záměr byl uskutečnit tábor pro 12 až 15 účastníků. Věk dětí se pohyboval mezi 11 a 14 lety. Obědy a večeře jsme zajistili v hotelové ubytovně k. p. Žďas, snídaně v mléčném bufetu. Svačiny si účastníci tábora připravovali sami ze zakoupených potravin. Finanční zajištění tábora bylo realizováno z rozpočtu astronomického kroužku a z příspěvku rodičů 50 Kčs na jednoho účastníka. Celková výška nákladů činila 2000 Kčs. Denní režim byl podřízen požadavkům pozorování. Při jasném počasí byla večeřka ve 23.30 a budíček v 8.30 h.

Program tábora byl sestaven tak, aby zahrnoval kromě základů astronomie a praktického

pozorování noční oblohy také základy dalších přírodních věd, které souvisejí s astronomií. Při jeho tvorbě jsme vycházeli z rozšířených podmínek odznaku odbornosti Astronom výchovného systému PO SSM. Vlastní činnost dětí byla rozdělena do několika souvislých bloků během dne. Dopoledne se uskutečňoval dvouhodinový blok výuky, odpoledne dva, večer sportovní blok a praktické pozorování. Lektori se střídali podle své odbornosti a zájmu. Cílem programu tábora bylo naučit a procvičit především znalost souhvězdí letní a podzimní oblohy, získat dobrou orientaci při vyhledávání planet na obloze a seznámit se s praktickým používáním různých druhů dalekohledů. Dále se žáci seznámili s historií astronomie, se základy optiky, meteorologie a pomocí diapásem s planetami sluneční soustavy a hvězdným vesmírem. Výuka byla dále zpestřena prací s počítačem, kosmonautickými hrami a s ukázkou práce laseru. Součástí programu bylo také posezení nad kronikou kroužku, opékání vůřtů a plavání v bazénu. V poledním klidu a v osobním volnu si každý účastník stavěl jednoduchý čočkový astronomický dalekohled o 14X zvětšení. Tábor jsme zakončili závěrečným testem, který obsahoval otázky z celé probrané látky. Nejúspěšnější řešitelé byli odměněni knihami s astronomickou a kosmonautickou tematikou. Největším problémem celého tábora byla neustále zatažená obloha. Přesto se podařilo pozorovat téměř jeden a půl večera.

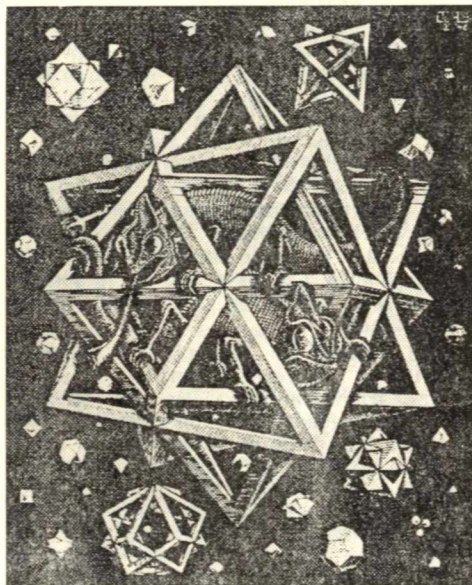
M. Straka ml.,  
vedoucí tábora

## KDY, CO, KDE?

Dne 15.—21. srpna Astronomické praktikum (Valašské Meziříčí), 15.—18. září Pomaturitní studium astronomie (5. soustředění ve Valašském Meziříčí), 23.—25. září Celostátní praktikum pro pozorovatele Slunce (Valašské Meziříčí), 7.—9. října Krajská meteorická expedice (Andromedy, místo bude určeno dodatečně), 13. října Krajský astronomický seminář (pro pedagogické pracovníky — HaP BMZ Ostrava-Poruba), 27. října Astronomický seminář (půldenní — HaP BMZ Ostrava-Poruba), 9.—13. listopadu Pomaturitní studium astronomie (6. soustředění ve Valašském Meziříčí), 25.—27. listopadu Krajský astronomický seminář (kosmonautika — Valašské Meziříčí), 26. listopadu — Porada vedoucích hvězdáren a astronomických kroužků Severomoravského kraje ve Valašském Meziříčí, 28. listopadu Celostátní knihovnická porada pracovníků astronomických institucí ve Valašském Meziříčí, 8.—11. prosince Pomaturitní studium astronomie (7. soustředění ve Valašském Meziříčí). -r-

**Z. Kukal — J. Malina: Soumrak kouzelníků, Horizont, Praha 1987, 20 Kčs.**

Čtenářům Říše hvězd není nutné připomínat vědeckofantastické mystifikace autorů typu Erich von Däniken nebo Ludvík Souček. Kukulova a Malinova kniha *Soumrak kouzelníků* seznamuje čtenáře s některými fakty, které tito autoři uvádějí, s problémy, které přinášejí, a pak ukazuje na jejich vědecké řešení v oblasti astronomie, geologie, biologie, antropologie, archeologie a dalších oborů vědy a techniky. Tím je nesporně zajímavá a svým cílem pseudovědu nahradit vědou i potřebná. V úvodní kapitole píše Z. Kukal o podstatě a metodách pseudovědy. Druhá kapitola, kterou připravil brněnský archeolog J. Malina, se jmenuje *Člověk a poznání*. Naše čtenáře nesporně zaujme Kukulova kapitola *Člověk a vesmír, Země a příroda*, která je jakousi galerií pseudovědeckých představ o vesmíru. Čtvrtá kapitola (Malinova) má název *Člověk a lidé a v závěru se Z. Kukal zamýšlí nad často diskutovanou otázkou, zda je pseudověda škodlivá a nebezpečná*. Knížku, která má bohatý obrazový materiál, oživují veselé kreslené úvody kapitol Jaroslava Kerlese. -šk-



**Marcel Grün: Mimoszemské civilizace — Mýtus nebo skutečnost, Horizont, Praha 1987, 21 Kčs.**

„I když jediným životem ve vesmíru, o jehož existenci můžeme s jistotou hovořit, je náš pozemský, vyskytují se mimoszemské civilizace

v moderním slovníku tak často, že se mnohdy až stávají náhradou za mýtické bytosti minulosti — při vysvětlování neznámých přírodních jevů, při interpretaci historických textů,“ píše autor v úvodu knihy, která vychází v edici *Otazník*. A to je vlastně i důvod, proč se pouští do pokusu zjistit, co může být na mimoszemských civilizacích reálné a co v souvislosti s nimi lze považovat za mýtus kosmického věku.

Hosté na planetě Zemi, kdysi bohové, dnes Ufoni je název první kapitoly, a ten napovídá, jakým stylem se autor pouští do této zajímavé tematiky. Další kapitola nás zavádí do problematiky poznatelnosti vesmíru s podtitulem *třetí je otázka Stvoření nebo import z vesmíru?* Pochopitelně, že z valné části se Grunova práce věnuje samotným „mimoszemským civilizacím“ a pátrání po nich. Kniha je doplněna černobílými a barevnými fotografiemi, párovkami a grafy a jednotlivé kapitoly uvádějí kresby Káji Saudka, který se zapsal do povědomí příznivců astronomie ilustrováním Grygarova televizního seriálu *Okna vesmíru dokořán*. -šk-

**Brjunelli B., Namgaladze A.: Fizika ionosféry (Fyzika ionosféry). Vyd. Nauka. Vyjde ve 3. čtvrtletí 1988.**

V monografiích jsou systematicky probrány základy fyziky ionosféry, zevšeobecněny výsledky pozorování i teoretických výzkumů za posledních 15 let. Zvláštní pozornost je věnována novým metodám výzkumu ionosféry. Určeno vědcům a studentům. -n-

**Gagarinskije naučnyje čtenija po kosmonavtike i aviacii (Cyklus přednášek z kosmonautiky a letectví věnovaných Gagarinově památce). Vyd. Nauka. Vyjde ve 2. čtvrtletí 1988.**

Ve sborníku jsou zveřejněny dvě přednášky proslavené na XVII. cyklu přednášek věnovaných Gagarinově památce v dubnu 1987 — o posledním letu J. Gagarina a V. Serjogina a o výsledcích experimentů prováděných na stanicích *Saljut 7* a *Mir*. Dále jsou zde v plném znění otištěny nejzajímavější přednášky z předchozího cyklu. Určeno odborníkům v oblasti kosmonautiky a letectví. -n-

**Keldyš M.: Raketnaja technika i kosmonavtika (Raketová technika a kosmonautika). Vyd. Nauka. Vyjde ve 2. čtvrtletí 1988.**

Kniha obsahuje jednak teoretické práce akademika Keldyšova týkající se balistiky a projektování raket, jednak dokumenty, které osvětlují vědecko-organizátorskou a veřejnou činnost tohoto významného sovětského vědce. Většina materiálů je zde publikována vůbec poprvé. Určeno odborníkům v oblasti raketové techniky a kosmonautiky a historikům vědy. -n-

**Canděr F.: Astrodinamika (Astrodynamika). Vyd. Nauka. Vyjde ve 3. čtvrtletí 1988.**

Kniha přináší práce jednoho ze zakladatelů raketové techniky týkající se astrodynamiky. Určeno odborníkům a historikům vědy. -n-

## Meniskový Maksutovových systém

V roce 1941 navrhl sovětský optik Maksutov jednoduchý a dobře vykorigovaný systém sestávající z meniskové čočky a sférického zrcadla. Tento systém může mít všechny povrchy sférické, anebo mírně retušované. Meniskus může být v systému obrácený vypuklou plochou k zrcadlu, nebo opačně — může vzniknout meniskový cassegrain, resp. gregory.

Poloměry křivosti a tloušťka menisku mají vyhovovat podmínkám  $r_1 - r_2 = \frac{n^2 - 1}{d_1}$ ,

kde  $n$  je index lomu skla menisku. Výpočet chodu paprsků poukazuje na to, že meniskus splňující uvedenou podmínku je achromatický a paraxiální oblasti. Při praktickém použití pro lepší výsledky v mimoosové oblasti se bere výraz  $\frac{r_1 - r_2}{d_1}$  o trochu větší

(řádově o procenta). Systém má tedy parametry  $r_1, r_2, r_3, d_1, d_2, n, \emptyset$ . Jsou-li parametry

menisku zadané ( $r_1, r_2, d_1$ ), systém má dva volné parametry  $r_3$  a  $d_2$ , pro vykorigování sférické aberace a kómy. Maksutov ukázal, že  $r_3$  má vliv hlavně na sférickou aberaci a  $d_2$  na kómu. Variacemi  $r_3$  a  $d_2$  můžeme dostat aplanatický systém. Odstranění astigmatismu v aplanatickém systému se dosáhne pomocí tenkých achromatických menisků, jejichž tloušťka se určuje vztahem

$$(1) \quad d_1 \approx \frac{-f_0'}{2(n+1)^2[2n(n-1)]^5}$$

$f_0'$  — ohnisková vzdálenost systému. Ze vztahu je patrné, že je účelné používat sklo s nízkým indexem lomu (1,43—1,51). Pro nejpoužívanější sklo K8 ( $n = 1,5163$ ) dostaneme

$$d_1 \approx \frac{-f_0'}{120}$$

Uvážíme-li technologické možnosti k minimálním tloušťkám, podmínka (1) může být splněna pro sklo K8 nejvíce do světelnosti 1 : 5. U skla LK1 ( $n = 1,44$ ) do 1 : 1,7.

Tlustší menisky zvětšují barevnou chybu, tenké mají menší poloměr křivosti (zvětšují sférickou chybu). Proto volíme tenký meniskus a zrcadlo retušujeme.

## Úkazy na obloze

V KVĚTNU 1988

**Slunce** vychází 1. V. ve 4<sup>h</sup>36<sup>min</sup>, zapadá v 19<sup>h</sup>19<sup>min</sup>. Dne 31. V. vychází už ve 3<sup>h</sup>56<sup>min</sup>, zapadá v 19<sup>h</sup>59<sup>min</sup>. K tomuto datu se od zimního slunovratu den prodloužil o 7<sup>h</sup>58<sup>min</sup>.

**Měsíc** je v úplňku 2. V. v 1<sup>h</sup>, v poslední čtvrti 9. V. ve 2<sup>h</sup>. Nov nastává 15. V. ve 23<sup>h</sup>, první čtvrt 23. V. v 18<sup>h</sup>, úplňk ještě 31. V. ve 12<sup>h</sup>. Přízemím prochází 10. V., odzemím 23. V. Extrémně nízké jižní deklinace dosáhne 5. V., vysoké severní 18. V. Stále trvá příznivé období k nalezení Měsíce velmi krátce po novu a ke sledování popelavého světla.

**Merkur** dosahuje 19. V. největší východní elongace 22° od Slunce. Protože ekliptika svírá večer v této době velký úhel s obzorem, nastanou výhodné podmínky k nalezení planety okem po západu Slunce u ZSZ — viz obr. 1. Vhodné období trvá většinu května, optimální situace bude 8. až 15. V. Dne 10. V. zapadá Merkur ve 21<sup>h</sup>32<sup>min</sup>, tj. 2<sup>h</sup> po Slunci, má úhlový průměr 6,6", vzdálenost od Země 1,030 AU, fázi 0,61 a jasnost —0,4<sup>m</sup>. Planetu jako půlměsíc, ve fázi 0,50, spatříme dalekohledem 13. V., kdy bude mít úhlový průměr 7,1". 11. V. dojde ke konjunkci s Aldebaranem; Merkur 7,9° severně. 17. V. je

viditelná konjunkce s Měsícem, Merkur 2,7° jižně.

**Venuše** dosahuje nejvyššího lesku 6. V., —4,5<sup>m</sup>. Téhož dne má shodou okolností i nejsevernější deklinaci +27°44'. Teprve 5. V. 1996 bude mít ještě severnější polohu. V dalekohledu je viditelná den ode dne jako větší a užší srpek. Ke 30. V. úhlový průměr vzroste na 52,4", fáze však klesne na 0,07. Planeta se úhlově blíží ke Slunci a její večerní viditelnost se rychle zkracuje. 20. V. zapadá ve 22<sup>h</sup>41<sup>min</sup>, tj. 2<sup>h</sup>55<sup>min</sup> po Slunci, 30. V. už ve 21<sup>h</sup>45<sup>min</sup>, tj. 1<sup>h</sup>47<sup>min</sup> po Slunci. 17. V. pozorujeme konfiguraci Venuše s Měsícem, Merkurem, blízko Capella, Blíženci, Prokyon. 18. V. dojde ke konjunkci s Měsícem, Venuše 1,2° jižně. 22. V. je planeta v zastávce, začíná se pohybovat zpětně, proti Slunci.

**Mars** vychází po půlnoci a je viditelný zpočátku v souhvězdí Kozoroha, od 16. V. ve Vodnáři. Podmínky viditelnosti se zlepšují: roste jasnost a úhlový průměr jeho kotoučku, zmenšuje se vzdálenost od Země. 20. V. má průměr 9,4", jasnost —0,1<sup>m</sup>, geocentrickou vzdálenost 0,997 AU, dosti velkou fázi 0,85, vychází v 1<sup>h</sup>20<sup>min</sup>. Pro systematické pozorování je načase započít se sérií kreseb dalekohledem. 9. V. v 7<sup>h</sup> dojde ke konjunkci s Měsícem, Mars 0,8° severně; na jižní polokouli Země bude Mars zakryt měsíčním kotoučem.

**Jupiter** je 2. V. v konjunkci se Sluncem a zůstává po celý měsíc nepozorovatelný. Ještě 30. V. vychází pouze 48 minut před Sluncem.



Pro jednoduchý systém (viz obr.) sestavený ze sférických ploch určil Maksutov experimentálně vztahy vedoucí k nejvýhodněji vykorigovanému vizuálnímu aplanátu. Předpokládá se, že meniskus je ze skla K8

$$a d_1 = \frac{\phi}{10}$$

$$r_1 = -0,599 B^{0,66} D$$

$$r^2 = 0,599 B^{0,66} + 0,0599 + 0,0073 A) D$$

$$r^3 = 2,105 B^{0,984}$$

$$d_1 = 0,1 D$$

$$d_2 = 1,095 B^{1,16} D$$

kde A je D/f — relativní otvor, B =  $\frac{1}{A}$

Vlnová sférická aberace  $N_{\max} = 0,048 DA^{4,5}$  ( $\mu\text{m}$ ). Položíme-li  $N_{\max} = \frac{\lambda}{4}$  dostaneme

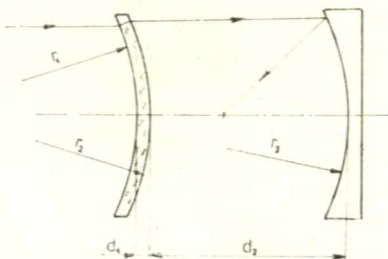
podmínku pro kvalitní vizuální meniskový systém:  $D_{\max} = 2,9 B^{4,5}$ .

Pro světelné meniskové systémy přistupujeme k retušování zrcadla nebo menisku, čímž úplně odstraníme zbytkovou sférickou aberaci. Retušujeme-li zrcadlo, hodnota asféricity bude 4X menší než hodnota asféricity  $\delta_{\max} = 0,096 DA^{4,5}$  ( $\mu\text{m}$ ). Vidíme

tedy, že ani při světelnostech 1:1 není  $\delta_{\max}$  velké a je realizovatelné. Např. pro 1:1 a D = 500 mm je  $\delta_{\max} = 48 \mu\text{m}$ .

Maksutov používal uvedený systém jako Newton tak, že do něj vložil rovinné zrcátko. Jak už jsme si řekli, můžeme tento systém použít stejně jako jiný systém. Výpočet složených systémů se převádí tak, že nejdříve vypočítáme systém se sférickými povrchy, vypočítáme chyby a je-li to nutné, převedeme asféricitu zrcadla nebo i menisku. Tak dostaneme přesně stigmatický systém pro danou vlnovou délku.

DUŠAN BROZMAN



**Saturn** je viditelný většinu noci kromě večera. Pohybuje se zpětně souhvězdím Štělce mezi hvězdou  $\mu$  Sgr a skupinou dvou mlhovin M20, M8 a hvězdokupy M21. Dne 20. V. vychází ve 22<sup>h</sup>03<sup>min</sup>, vrcholí ve 2<sup>h</sup>14<sup>min</sup>, zapadá za denního světla. Toho dne má planeta úhlový průměr 16,0'', prsteny 40,9'', jasnost +0,2<sup>m</sup>, vzdálenost od Země 9,173 AU. Podmínky viditelnosti se stále poněkud zlepšují spolu s blížící se opozicí se Sluncem.

**Uran** je viditelný ve druhé polovině noci. Najdeme ho v souhvězdí Štělce mezi mlhovinami M8 a M20. 20. V. vychází ve 22<sup>h</sup>07<sup>min</sup>, vrcholí ve 2<sup>h</sup>09<sup>min</sup>; jasnost 5,6<sup>m</sup>, vzdálenost 18,400 AU od Země.

**Neptun** se zvolna pohybuje souhvězdím Štělce blízko Saturnu a Uranu. 20. V. vychází ve 22<sup>h</sup>39<sup>min</sup>, nad jím vrcholí ve

2<sup>h</sup>51<sup>min</sup>, má zdánlivý průměr 2,2'', jasnost 7,9<sup>m</sup>, vzdálenost od Země 29,450 AU.

**Pluto** v souhvězdí Panny 2,5° VJV od hvězdy 109 Vir bude 1. V. v opozici se Sluncem a 2. V. nejbližší Zemi (28,701 AU). 20. V. kulminuje nad jím ve 22<sup>h</sup>58<sup>min</sup> a má jasnost 13,6<sup>m</sup>.

**Planetky:** {3} Juno je 23. V. v konjunkci se Sluncem.

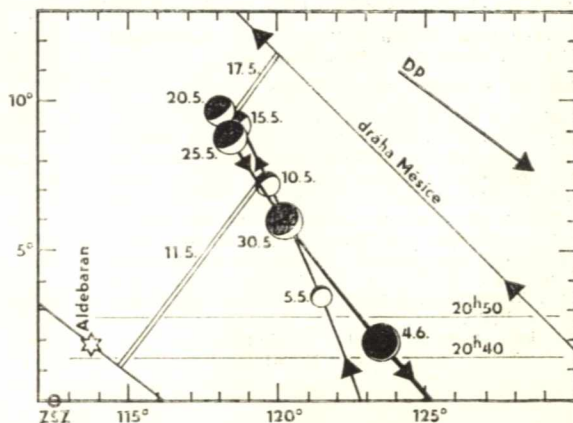
**Meteory:** několik méně výrazných rojů a  $\eta$ -Aquadry mají maximum začátkem května, kdy ruší Měsíc.

**Proměnné hvězdy:** v noci a při vhodné poloze je viditelné minimum Algolu 23. V. ve 2<sup>h</sup>40<sup>min</sup>, minimum  $\beta$  Lyr 27. V. ve 3<sup>h</sup> a maxima  $\delta$  Cep 15. V. v 0<sup>h</sup> a 31. V. ve 3<sup>h</sup>.

Pavel Přihoda

**Merkur na večerní obloze v květnu.** Polohy středů kotoučků jsou vyneseny po pěti dnech vždy pro 20<sup>h</sup>30<sup>min</sup> vzhledem k obzoru, který je vyznačen základnou rámečku. Polohy obzoru ve dvou následujících okamžicích vyznačují rovnoběžky se základnou, šipka DP ukazuje směr denního pohybu. Schematicky jsou zobrazeny fáze planety, kotoučky jsou ve srovnání se stupnicí azimutů na obvodu mapky zvětšeny 400krát. Jsou vyznačeny konjunkce s Aldebaranem 11. V. v 7h a s Měsícem 17. V. v 18h. Polohy těles při konjunkcích jsou spojeny dvojitou čarou.

Kresba P. Přihoda



## V ŘÍŠI SLOV

V článku o květnových úkazech se objevují pojmenování tři známých hvězd. Můžeme si na nich docela přesvědčivě předvést, že výklad jména hvězdy nebývá nic jednoznačného.

Například takový Aldebaran. Je jisté, že tento název je arabský a původně zněl AL-DABARAN. Jenže co to slovo vlastně znamená? Jeden autor píše, že průvodce (Plejád), druhý ho vykládá jako „jdoucí naposled“, třetí a čtvrtý velmi podobně, ale přece jen trochu rozdílně jako „následující“ a „následování“ — ve všech případech je tu ovšem zachycena skutečnost, že Aldebaran vychází po Plejádách.

Pokud jde o Prokyon, je to pojmenování řecké a zjevně je složeno z předpony pro- a slova kyon, tedy pes. Podrobnější výklady pojmenování se opět liší. Podle některých se tu vyjadřuje skutečnost, že Prokyon vychází o něco dřív než Sírius (kterému se říkalo také Pes), podle jiných Prokyon vychází před souhvězdím Velkého psa a ještě další říkají, že pes je přímo Prokyon a název že znamená „sestupující pes“. Málo známé je, že i tato hvězda měla svůj arabský název — zněl Kalbelazguar a vznikl z arabského AL-KALB AL-ASGHAR, tedy nejmenší pes.

U jména Capella (latinsky kozička) se uvádí mytologický výklad: je to Amalthea, koza, která kojila Dia. Což si ale Řekové přimysleli k už „hotovému“ souhvězdí. Vozku s kůzlaty zobrazovali dávno před nimi obyvatelé staré Mezopotámie. A že jim Capella připadala jako kozička, je snad tím, že má neklidné (skáče jako kůzle) světlo, snad tím, že vycházela večer nízko nad obzorem, a tak se jakoby pásla mezi skutečnými kůzlaty. Arabové jí ale říkali jinak: Alhajoth (což je z AL-JJUG = nápadný, výrazný). min

## Z OBSAHU

D. Očenáš: Pozorovatelská a vědeckovýzkumná činnost v Banské Bystrici, J. Grygar: Zeň objevů 1987, B. Kučera: Interakce Slunce s mezihvězdnou hmotou, P. Doruška a M. Baštán: Nové fotografické metody studia zatmění Měsíce, L. Ondra: Galaxie bohaté na supernovy, J. Grygar: V hlavní roli Neutrina

## ИЗ СОДЕРЖАНИЯ

Д. Оченаш: Наблюдательная и научно-исследовательская деятельность в Банской Быстрице, И. Грыгар: Успехи астрономии в 1987 г., Б. Кучера: Взаимодействие Солнца с межзвездной материей, П. Дорушка и М. Баштан: Новые фотографические методы исследования затмения Луны, Л. Ондра: Галактики богатые на сверхновые, И. Грыгар: Нейтрино в главной роли

## FROM CONTENTS

D. Očenáš: Observational and Research Activity in Banská Bystrica, J. Grygar: Highlights of Astronomy 1987, B. Kučera: Interaction of Sun with the Interstellar Matter, P. Doruška and M. Baštán: New Photographic Methods for Study of Eclipses of the Moon, L. Ondra: Galaxy Rich of Supernovae, J. Grygar: Neutrinos in the Leading Role

## ŘÍŠE HVĚZD Populárně vědecký astronomický časopis

(ISSN 0035-5550)

vydává ministerstvo kultury ČSR v nakladatelství a vydavatelství Panorama Praha

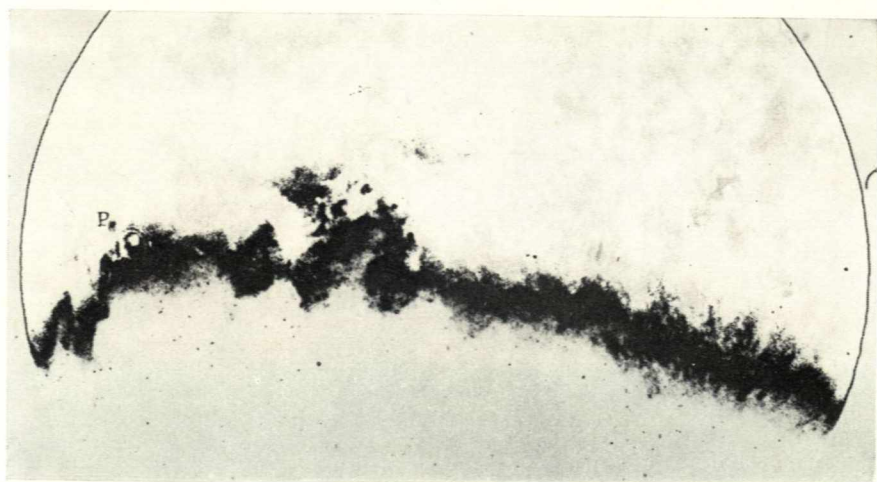
Vedoucí redaktor Eduard Škoda

Redakční rada: doc. RNDr. Jiří Bouška, CSc.; Ing. Stanislav Fíšcher, CSc.; RNDr. Jiří Grygar, CSc.; Ing. Marcel Grún; RNDr. Oldřich Hlad; čl. kor. ČSAV Miloslav Kopecký, 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, CSc.; doc. doc. RNDr. Martin Šolc, CSc.; RNDr. Boris Valníček, DrSc.

Grafická úprava Jaroslav Drahokoupil, sekretářka redakce Irena Novotná.

Tisknou Tiskařské závody, n. p., závod 3, Slezská 13, 120 00 Praha 2.

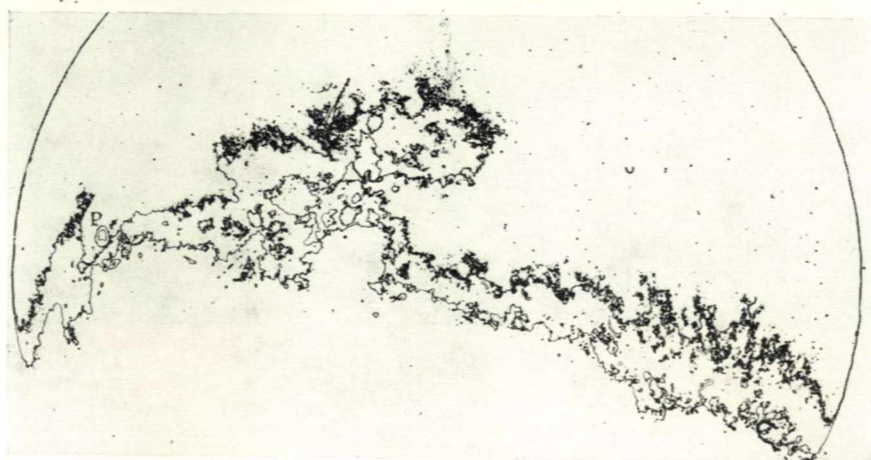
Vychází dvanáctkrát ročně. Cena jednotlivého čísla Kčs 2,50. Roční předplatné Kčs 30,—. Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Informace o předplatném podá objednavky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a PNS — ÚSD Praha — závod 01 — AOT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6, PNS — ÚED Praha — závod 02, Obránců mru 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. 2. 1988, vyšlo 31. 3. 1988.



1



2



3

Obr. 1 Náhrada hranice zemského stínu na povrchu Měsíce při jeho zatmění ekvidenzitou I. řádu.

Obr. 2 Ekvidenzita I. řádu v dvojexpozici s obyčejným snímkem stínu.

Obr. 3 Náhrada hranice zemského stínu ekvidenzitou II. řádu.

PNS-UED 125 05 PRAHA 1 VEG SPOJ. SLUŽBY  
RISE HVEZD  
NELAMAT  
4615286

INDEX 47 281



První fotografie z celooblohové komory  
v Banské Bystrici z 12/13 1. 1988  
od 21.20 do 00.20 SEČ —  
ORWO NP 22

Autoři: P. Zimnikoval a J. Škvarka