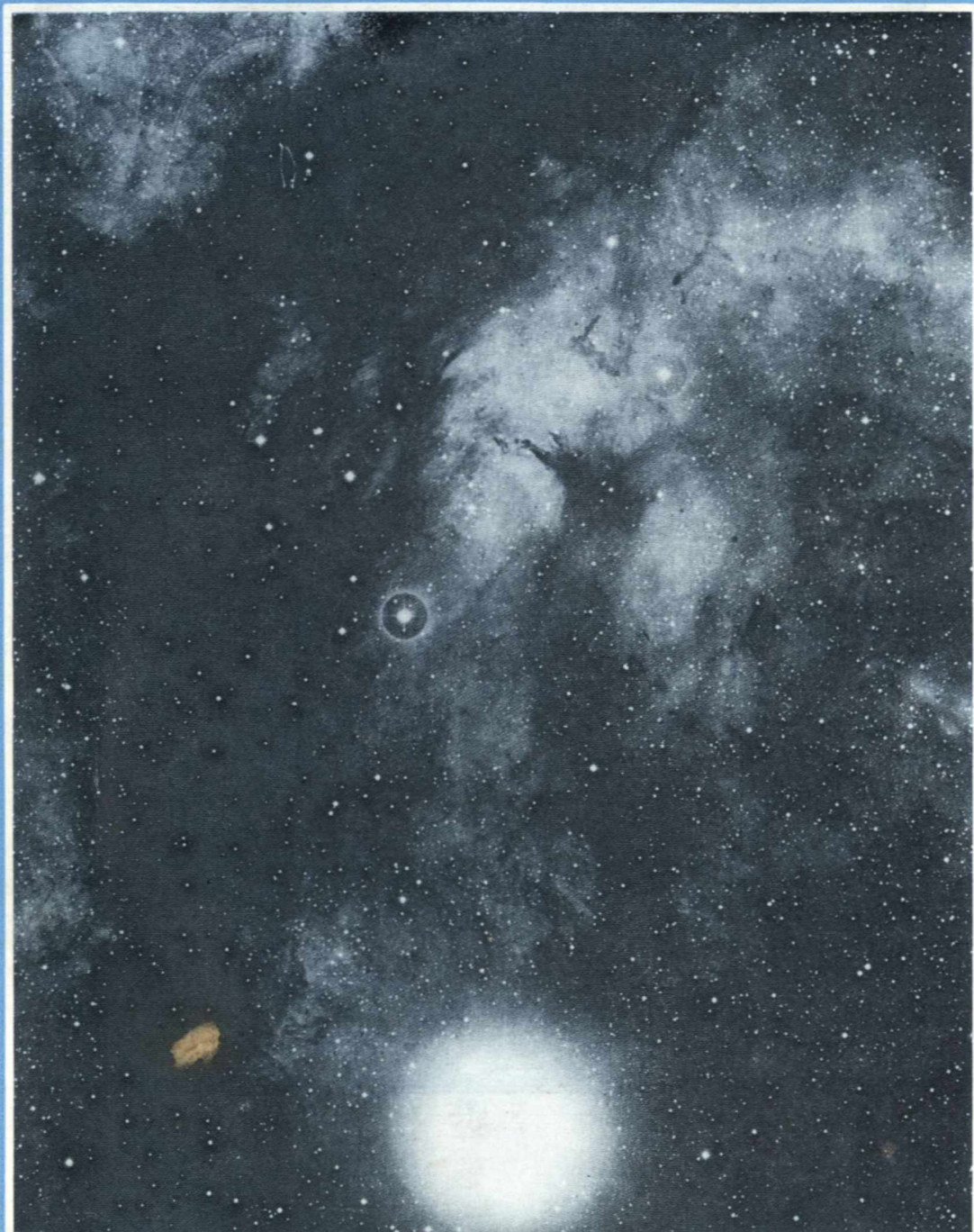


# ŘÍŠE HVĚZD

ROČNÍK 71  
CENA 2.50 Kčs

9 | 90





Mlhovina NGC 1976 v Orionu



# ZÁŘIVÁ POSELSTVÍ Z MLÁDÍ VESMÍRU

Kosmický prostor je prostoupen polem záření, jehož přítomnost svědčí ve prospěch obecně přijímané představy, že náš vesmír vznikl jako malý, horký a hustý objekt, který se od okamžiku svého vzniku velkou rychlostí rozpíná. Počátek našeho vesmíru měl tedy charakter výbuchu, označovaného jako velký třesk nebo big bang. Počáteční teplota byla tak vysoká, že poměry v oné době současná fyzika nedokáže popsat. Rozpínáním vesmír chladl. Po krátkém mezidobí, kdy samostatně existovaly kvarky, vznikly z těchto základních částic protony a neutrony, poté jádra hélia, těžkého vodíku a lithia. Přibližně 300 tisíc let po velkém třesku se látka ochladila natolik, že se atomová jádra spojila s volnými elektrony, které vznikly krátce po neutronech a protonech. Vytvořily se tak první neutrální atomy. Vesmír se stal průhledným. Látka a záření na sebe v této době přestávají vzájemně působit, vyvíjejí se samostatně.

Vyjádříme se přesněji: jde o záření elektromagnetické, tedy o fotony. Ty mají tu pozoruhodnou vlastnost, že se vůči libovolné jiné částici pohybují ve vakuu světelnou rychlostí  $c$ , o málo méně než 300 000 km za sekundu. Nadále už se tedy hmotné struktury, jako jsou zárodky galaxií, galaxie a jejich hvězdy, vyvíjejí v poli tohoto záření, ale v podstatě nezávisle. Jejich vzájemné ovlivnění většinou nemusíme brát v úvahu. Proto se i teplota látky může lišit od teploty záření, vyplňujícího rovnoměrně vesmírný prostor.

Vývoj záření, které se tehdy před asi patnácti miliardami roků od látky oddělilo, je podstatně jednodušší než vývoj látky. Spolu s rozpínáním vesmírného prostoru se rozvíjela i jeho vlnová délka. Zpočátku odpovídala záření tělesa teploty 4000 kelvinů. Toto záření má podle Planckova zákona nejrůznější vlnové délky a tedy fotony nejrůznějších energií. Těleso této teploty (dokonale černé) však září nejvíce ve vlnové délce 0,72 tisícim mm, což odpovídá červenému okraji viditelného spektra. Tuto hodnotu snadno vypočítáme z Wienova zákona, který je jednodušší a méně obecný než zákon Planckův. Wienův zákon byl nalezen dříve a dá se z Planckova zákona

odvodit. Vlnová délka maxima  $\lambda_{\max}$  rovná se  $2,886/T$ . Vlnovou délku  $\lambda_{\max}$  při uvedené hodnotě konstanty vyjádříme v milimetrech a teplotu  $T$  v kelvinech.

Rozpínání kosmického prostoru způsobilo, že rostly nejen vzdálenosti mezi galaxiemi, ale prodlužovala se i vlnová délka záření z epochy, kdy se záření oddělilo od látky. Tolikrát, jak se zvětšil od té doby prostor, tolikrát se prodloužila i vlnová délka. Průměrná teplota látky v rozpínajícím se prostoru klesala a ochlazovalo se i záření — to znamená, že klesala energie jeho fotonů. Propočty ukázaly, že toto záření by si přitom mělo zachovat svůj tepelný charakter. Rozložení zářivé energie v různých vlnových délkách by proto opět mělo odpovídat křivce Planckova zákona. Jeho teplota však poklesla asi na 3 kelviny a tomu odpovídá celkově nižší energie i intenzita ve všech vlnových délkách a maximum posunuté do větší vlnové délky — kolem 1 mm. To je oblast tzv. mikrovln, elektromagnetického záření na pomezí infračerveného a rádiového oboru. Vlnová délka záření vzrostla od jeho oddělení od látky do dneška řádově tisíckrát a právě tolikrát se zvětšil i kosmický prostor.

V literatuře najdeme pro toto záření označení záření 3 K, nebo reliktové, reliktní či zbytkové. Jde totiž o pozůstatek, reliktní či zbytkové, vlnové záření z období raného stadia vesmíru a jeho studium může vydat významné svědectví o procesech krátce po velkém třesku. Ukazuje se, že ve vesmíru připadá zhruba sto miliónů fotonů reliktního záření na jeden nukleon — proton nebo neutron. Celková energie zbytkového záření však představuje jen tisícinu hmoty-energie vesmíru.

Existenci zbytkového záření předpokládal jako první už v roce 1940 americký fyzik a astrofyzik ruského původu George A. Gamow. Teoreticky je předpověděl R. Alpher a R. Herman roku 1948 a nezávisle později Američan R. Dicke a další teoretikové v Sovětském svazu, Velké Británii i jinde. Zajímavé je, že už před těmito teoretickými úvahami bylo reliktní záření nepřímo zjištěno v roce 1937 T. Dunhamem a W. Adamsem. Oba vědci objevili absorpční čáru ve spektru hvězdy  $\zeta$  Hadonoše, kterou přisoudili radikálu kyanu  $^{\circ}\text{CN}$  v mezihvězdném prostoru. Radikál nezářil v základním stavu, ale zřetelně ve stavu vzbuzeném, excitovaném, ve vyšší teplotě. A. McKellar vypočítal, že odpovídající teplota je 2,3 K a usoudil, že by mohla být vyvolána pohlcením mikrovln. Šlo o jeden z mála případů, kdy se reliktní záření s látkou vzájemně výrazněji ovlivňují. Byla přitom nejpresněji stanovena teplota zbytkového záření už před jeho objevem. Tehdy se však jevilo jako pravděpodobnější vysvětlit excitaci radikálu kyanu srážkami s volnými elektrony. A tak podobně jako Galilei, který pozoroval planetu Neptun, ale nezjistil, že



jde o novou, dosud neznámou planetu a nemůže být proto označován za jejího objevitele — ani Dunham, Adams a McKellar neobjevili reliktní záření.

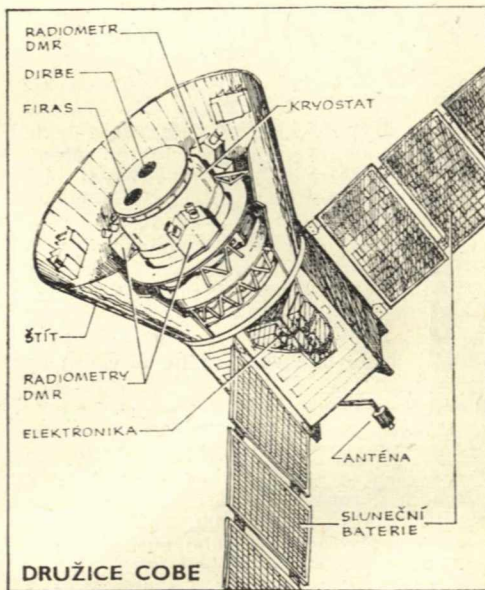
Rovněž E. A. Ohm z Bellových laboratoří neměl štěstí, když v roce 1960 testoval a kalibroval trichtřovou anténu pro transatlantické televizní spojení přes družici Telstar. I když započítal různé zdroje rušivého záření, jevila se mu obloha na vlnové délce 10 cm o 3,3 K teplejší. Měření však byla zatížena značnou nejistotou právě v rozmezí asi 3 K, takže se pozorovaný nadbytek mohl vysvětlit jako důsledek chyb. Objev reliktního záření učinili až roku 1965 Arno Penzias a Robert Wilson, opět z Bellových laboratoří, a co víc — ironií osudu toutéž anténou, s níž několik let předtím pracoval Ohm. Protože ani zde nejsou cesty vědeckých objevů přímočaré, ale většinou pořídně klikaté, bylo jejich hledání motivováno snahou poznat rozptýlené rádiové záření naší Galaxie. Místo toho našli záření jiného druhu, reliktní, jehož význam je prvořadý v jiném odvětví, totiž v kosmologii. Oba objevitelé obdrželi roku 1978 Nobelovu cenu za fyziku.

Během čtvrtstoletí, které od té doby uplynulo, bylo zbytkové záření měřeno řadou vědeckých skupin. Pozemní měření pracovníky milánské univerzity a kalifornské univerzity v Berkeley se soustředila na pět vlnových délek mezi 3 mm a 21 cm. Tyto výsledky s přesností na 0,1 kelvinu ukázaly, že intenzita se velmi blíží křivce záření dokonale černého tělesa teploty 2,75 K. Z toho plyne, že v době, kdy se toto záření oddělilo od látky, byl vesmír téměř ve stavu termodynamické rovnováhy. Zbytkové záření je téměř izotropní, což znamená, že jeho vlastnosti jsou zhruba nezávislé na směru pohledu, ve všech směrech se jeví stejně. Neplatí to však zcela. Vlivem pohybu Země se Sluncem v poli tohoto záření lze zjistit odchylku od izotropie v protilehlých směrech. Tam, kam se pohybujeme, jeví se o málo teplejší, „modřejší“, a naopak oblast, od níž se vzdalujeme, má maximum posunuté k červené barvě. Rozdíly představují asi  $\pm 0,1\%$  a odpovídají rychlosti  $\pm 300$  km za sekundu. Rozbor ukazuje, že naše Galaxie se spolu s Místní skupinou galaxií pohybuje rychlostí kolem 600 km/s k souhvězdí Lva nebo Panny, možná ke středu nadkupy galaxií v Panně. Vyplývá to z měření, které provedli Smoot, Gorenstein a Muller.

Také další skupiny studovaly teploty poblíž maxima planckovské křivky a došly k hodnotám  $2,74 \pm 0,05$  K na vlnové délce 2,64 mm a  $2,75 \pm 0,2$  K na 1,32 mm. Protože při měřeních rušivé vystupuje záření zemského ovzduší, prováděla se měření radiometrem na balónech. D. Johnson a D. Wilkinson z univerzity v Princetonu naměřili teplotu  $2,78 \pm 0,03$  K na větší vlnové délce,

1,2 cm. Ve vlnových délkách kratších než 1 milimetr lze nevhodněji použít bolometrů, velmi citlivých teploměrů. Umisťují se většinou rovněž na balónech nebo výškových raketách. Taková měření, uskutečněná pracovníky univerzit v Berkeley a japonské Nagoyi, se zdála ukazovat na nadbytek záření ve srovnání s Planckovou křivkou na vlnových délkách 0,7 a 0,5 mm. Z toho dále plynulo, že jsou-li výsledky správné, má reliktní záření o 20 % větší energii, než se předtím předpokládalo. Objevily se názory, že se na těchto vlnových délkách projevuje záření četných zárodků galaxií bohatých na prach, nebo že mohutné výlevy energie do raného vesmíru zahrály mezigalaktické prostředí více, než se předtím soudilo. Ozvali se také skeptici, kteří měli výhrady proti teorii velkého třesku. Znovu oživil známý model kvazistacionárního vesmíru, jehož autorem je Fred Hoyle a který předpokládá průběžné tvoření hmoty z vakua při rozpínání prostoru. Záření 3 K se v tomto modelu nepokládá za záření „ochlazené“ kosmologickým červeným posuvem. Hoyle je vysvětluje tak, že fotony od vzdálených galaxií se zachycují chladnými částicemi prachu, které je poté vyzařují ve větších vlnových délkách. Většina astronomů však poukazuje na okolnost, že naměřené hodnoty takové představě neodpovídají.

Vypuštění speciální družice pro výzkum záření infračerveného a mikrovlnného znamená zcela novou etapu studia tohoto pole záření, etapu s nesmírným významem pro kosmologii. Družice má japonsky znějící



Obr. 1.



jméno COBE, je to však zkratka z anglického názvu Cosmic Background Explorer — družice pro výzkum kosmického pozadí. Nese vybavení nejen pro výzkum záření reliktního, ale i dalších polí záření ve vlnových délkách 1 mikrometr až 1 centimetr. Byla vypuštěna v Kalifornii 18. listopadu 1989 raketou Delta na téměř kruhovou polární dráhu s výškou kolem 900 km. Vybavena je třemi hlavními aparaturami, jejichž výsledky se vzájemně doplňují (viz obr. 1).

Prvním z přístrojů je absolutní spektrofotometr pro dalekou infračervenou oblast (FIRAS — far infrared absolute spectrophotometer) měří spektrum pozadí ve vlnových délkách 0,1 mm až 1 cm. Trychtýřová anténa leží v rotační ose družice a má zorné pole průměru 7°. Přístroj tedy měří na obloze asi 1000 oblastí. S přesností 1 : 1000 zjišťuje odchylky od Planckovy křivky záření pro dokonale černé těleso. Měření na obloze stále porovnává se srovnávacím zdrojem, zabudovaným v přístroji a ochlazeným pomocí kapalného hélia na teplotu 1,5 K. Podstatnou částí zařízení je Michelsonův interferometr. Přístroj zjistil, že záření vesmírného pozadí, které v uvedených vlnových délkách patří záření zbytkovému, sleduje s přesností na 1 % křivku záření dokonale černého tělesa teploty 2,735 K. Takový výsledek získal během pouhých devíti minut měření! Není divu, že graf s těmito údaji, promítnutý na lednovém shromáždění Americké astronomické společnosti v Arlingtonu, vyvolal živý ohlas posluchačů, vyjádřený silným potleskem. Odpadly ihned i problémy s nadbytkem záření, který vycházel z výsledků v Berkeley a Nagoya. Výsledky práce těchto skupin nebyly prostě přesné. To není nic neobvyklého. Údaje přístrojů měřících reliktní záření je totiž nutné opravovat o rušivé vlivy všech dalších zdrojů v kosmu a na aparatuře a to se důsledně podaří jen málokdy.

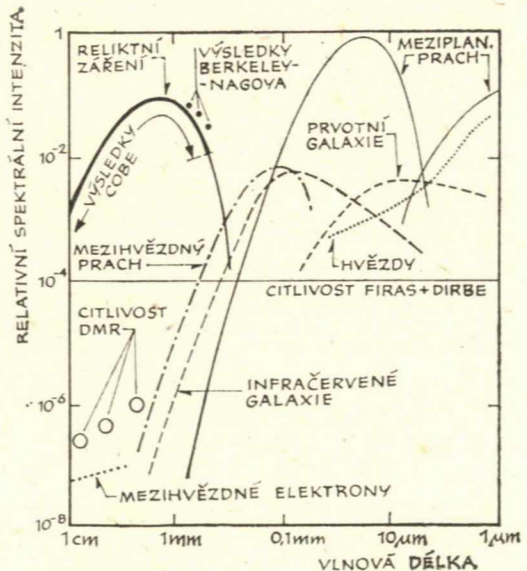
V budoucnu by FIRAS měl změřit odchylky od planckovské křivky s přesností na 0,1 %. Objeví-li se takové nebo větší odchylky, bude to známka, že v mladém vesmíru existovaly zdroje velmi vysoké energie s horkými elektrony, jež rozptylovaly fotony reliktního záření a zmíněné odchylky způsobily. Mohlo by jít o zárodky galaxií, nebo hvězdy, jež tehdy vznikaly.

Druhým přístrojem družice COBE je aparatura experimentu pro měření rozptýleného infračerveného záření pozadí (DIRBE — diffuse infrared background experiment). Bude mapovat rozptýlené infračervené záření oblohy mezi vlnovými délkami 1 až 300 mikrometrů. Detektory zaznamenávají v této části spektra deset úseků různých vlnových délek, a to současně. Měří se intenzita záření a u tří úseků kratších vlnových délek také polarizace. Tak bude možné při vyhodnocování vyloučit sluneční záření, rozptýlené na částicích mezipla-

netárního prachu, které je polarizované. DIRBE je vybaven mimoosovým reflektorem typu Gregory o průměru 20 cm, se čtvercovým zorným polem o straně 0,7°. Přístroj míří 30° od osy otáčení družice a při oběhu družice kolem Země postupně skanuje oblohu. Systém clonek v optické dráze omezuje rušivé účinky rozptýleného záření. Aparatura je kalibrována pomocí chlazené plošky uvnitř, případně podle kosmických zdrojů.

Ve středních úsecích části spektra, sledovaných aparaturou DIRBE, převládá tepelné záření meziplanetárního prachu, detektory jsou však dostatečně citlivé, aby zaznamenaly i rozptýlené záření prvních generací hvězd. Na delších vlnových délkách bude hledáno záření mezigalaktického prachu, vytvořeného prvními hvězdami. Systém detektorů DIRBE je vyřešen tak, že bude možné rozhodnout, zda jde o záření hvězd nebo větších struktur — předchůdců galaxií. Vidíme tedy, že zbytkové záření není jediné, které bude družice sledovat. Obecně zde hovoříme o záření kosmického pozadí, jak to ostatně naznačuje i název družice COBE (viz obr. 2).

Třetí až pátý přístroj na palubě COBE tvoří srovnávací mikrovlnný radiometr (DMR — differential microwave radiometer). Jednotlivé přístroje pracují na vlnových délkách 3,3; 5,7 a 9,6 mm. Antény mají kruhové zorné pole průměru 7° jako u aparatury FIRAS. Jsou však zaměřeny jinam: svírají navzájem úhel 60° a míří do směru 30° od osy otáčení družice jako přístroj experimentu DIRBE. Zbytkové záření je značně blízké izotropnímu, ale uvedli jsme už, že ne zcela. Přístroj má zjišťovat odchylky od izotropie s přesností 1 : 100 000. Údaje DMR



Obr. 2.



bude možné využít pro hledání zárodků nebo předchůdců současné velkoprostorové struktury v pozorovatelné části vesmíru. Ukáže se tak, zda při rozšiřování vesmíru nenastaly odchylky od izotropie nebo zda lze stanovit horní mez pro rychlost případné rotace vesmíru. Je také možné pokusit se zjistit gravitační vlny, pohyb hmoty kosmu ve velkých měřítkách a konečně kosmické struny. Teorie ukazuje, že se tyto jednorozměrné útvary objevují krátce po velkém třesku a mohly by účinkovat jako jakási kostra, kolem které se pak tvoří rozměrné vesmírné struktury nadgalaktických měřítek.

Hlavním problémem družice COBE je co nejuplněji vyloučení rušivých vlivů různých zdrojů záření. Takovými zdroji jsou Slunce, Země, meziplanetární prach a také samotná družice. Tepelné a rádiové záření z okolí je proto odstíněno kuželovitým štítem. Kromě toho jsou první dvě popsané aparatury chlazeny v kryostatu se zásobou tekutého hélia na jeden rok. To dovolilo zvýšit jejich citlivost.

Družice je teprve uprostřed své kariéry. Vědecká veřejnost zná zatím jen první naměřené hodnoty. V nejbližší době můžeme očekávat uveřejnění prvních výsledků měření a později i jejich interpretace. Poskytnou jistě cenné informace o pozorovatelném vesmíru a jeho zrození. Potvrdí a zpřesní dosavadní představy, nebo je vyvrátí, jak už to ve vědě chodí. Ať tak či onak, kosmology očekává vzrušující rok. A nás také.

## MOJMÍR ELIÁŠ

# Co přinesl projekt Phobos?

**V množství informací, které nás nyní každodenně zaplavují, unikly pozornosti mnoha z nás výsledky mise Phobos, která náhle a s definitivní platností skončila 23. 3. 1989, když se přerušilo rádiové spojení se sondou Phobos 2. Úředně byl tento program ukončen 14. 4. 1989, když již nebyla naděje, že by bylo možné spojení se sondou obnovit.**

Víme, že tento projekt měl velmi ambiciózní cíle, spojené s komplexním výzkumem meziplanetárního prostoru mezi Zemí a Marsem a především se studiem Marsu a s podrobným výzkumem měsíce Phobos. Phobos je pravděpodobně ukázkou primitivního nediferencovaného tělesa, které by mohlo obsahovat informace z doby vzniku sluneční soustavy. Toto tvrzení, se kterým se setká-

váme v řadě odborných prací, bylo jistě lákavé potvrdit. Proto k Marsu startovaly obě sondy Phobos 1 a Phobos 2.

Nyní je již jasné, že sondy Phobos svůj konečný cíl nesplnily. Především se nepodařilo studovat povrch měsíce Phobos laserovým spektrometrem a zjistit tak jeho složení, ani se nepodařilo vysadit na měsíční povrch přistávací modul. Po určitou dobu však obě sondy pracovaly a určitých výsledků dosáhly. Uveďme si alespoň ty hlavní.

Při letu k Marsu se obě sondy zabývaly výzkumem Slunce a meziplanetárního prostoru. Phobos 1 v rámci experimentu Terek studoval rentgenové záření Slunce. Po dobu rádiového spojení se podařilo získat 140 velmi zdařilých snímků korony v rentgenovém záření. Přístroje dále mapovaly povahu plazmatu ve sluneční atmosféře, a to jak při „klidném Slunci“, tak v aktivních oblastech a v koronárních dírách (zvláště v těch, které ležely v pásu blízko rovníku). Cílem studia byly významné zdroje nabitých částic na Slunci, které podstatným způsobem ovlivňují vztahy Slunce — Země. Studium slunečního plazmatu též napomáhal výzkum polarizace slunečního záření na frekvenci rezonanční linie hélia (3040 nm). Dne 27. 8. 1988 se podařilo zachytit výron plazmatu sahající do vzdálenosti jednoho slunečního průměru. Tento výron se vyznačoval prakticky úplnou polarizací záření.

Přístroje VGS a Lilas, které studovaly gama záblesky na Slunci, přinesly cenné údaje o mohutné aktivní oblasti, která se na Slunci vyvinula 4.—18. 3. 1989. Tehdy se podařilo zaznamenat intenzivní záblesky rentgenového a gama záření. Součástí tohoto pokusu bylo též studium spektra záblesků kosmického gama záření. Podařilo se zejména zachytit velmi detailní strukturu profilů. Dne 24. 10. 1988 přístroje zachytily až dosud nejmohutnější vzplanutí gama záření.

K dalším úkolům této výpravy patřilo studium plazmatu v okolí Marsu. Tyto výzkumy zahrnovaly měření intenzity magnetického pole a plazmatických vln. Výzkum se soustředil jednak na procesy probíhající ve slunečním větru, který Mars obtéká, jednak na výzkum magnetického pole samotného Marsu.

Výzkum magnetického pole Marsu již zahájily sondy Mars 2, 3 a 5 v letech 1971 až 1975. Ale přes všechno úsilí se podařilo shromáždit jen velmi omezené množství poznatků. Magnetické pole Marsu je velmi slabé a sluneční vítr tak proniká hluboko do jeho atmosféry. Mají-li se analyzovat vzájemné vztahy, je nutno současně studovat působení všech hlavních složek tohoto systému — magnetosféry, slunečního větru a planetární atmosféry. Phobos 2 byl pro tento výzkum velmi způsobivý, a to jednak svým přístrojovým vybavením, a jednak svými manévrovacími schopnostmi (tj. po



změnách své dráhy měl možnost studovat různé oblasti v prostoru okolo Marsu).

Phobos 2 našel vyhraněnou magnetopauzu, plazmatickou vrstvu v ohonu magnetosféry a rázovou vlnu. Magnetosféru Marsu zaplňuje chladné plazma planetárního původu, které se prolétá s horkým plazmatem slunečního původu, vyskytující se v ní ve formě ostrovů. To dokazuje vzájemné prolétání planetárního a slunečního magnetického pole (a tím i existenci „kanálů“ průniku slunečního plazmatu do plazmatu planetárního). Zjištěné skutečnosti ztěžují určení vlastního magnetického pole Marsu. Podařilo se stanovit množství odtekajících planetárních iontů uhlíku, kyslíku a oxidu uhličitého, a to v celkovém množství  $2.10^{25}$  —  $5.10^{25}$  iontů.s<sup>-1</sup>. Znamená to, že planeta ztrácí každou sekundu 1 — 2 kg hmoty ze své atmosféry. V podmínkách zemské atmosféry by tato ztráta byla malá a znamenala by vymizení kyslíku za 10.10<sup>9</sup> let. Ale pro srovnání, ekvivalentní ztráta pro Mars znamená vymizení 1 — 2 m tlusté vrstvy vody za 4.5.10<sup>9</sup> let. Tato hodnota ukazuje, jak mohutně může sluneční vítr ovlivnit planetární atmosféru v nepřítomnosti magnetického pole a co je nutné zvažovat např. při posouzení vývoje atmosféry Venuše.

Zajímavé výsledky přinesl experiment Termoscan — zobrazování povrchu tělesa v infračervené oblasti spektra. Při tomto pokusu se nesledovalo „svícení“ povrchu v odraženém, ale ve vlastním světle tepelného záření, které bylo převedeno na viditelný obraz. Phobos 2 mapoval tímto zařazením rovníkovou oblast Marsu v šířce asi 1500 km, s rozlišovací schopností okolo 2 km. Získaný obraz měl vysokou ostrost a kontrast převyšující kvalitu dosavadní snímky Marsu. Touto metodou získáváme nejen údaje o struktuře, ale i mikoreliéfu povrchu. Přístroj současně pořizuje obraz i ve viditelném spektru.

Experiment KRFM (radiometr kombinovaný se spektrometrem) studoval blízký ultrafialový a viditelný obor spektra v 16 vlnových oblastech. Experiment se zaměřil na výzkum aerosolových částic a intenzity pohlcování oxidu uhličitého v atmosféře.

Dalším zdrojem informací byl spektrometr ISM, který pracoval v blízké infračervené oblasti. Tento spektrometr byl určen k výzkumu minerálního složení půd. Měřil ve 128 úsecích spektra. Do selhání Phobosu 2 provedl celkem 40 stanovení složení hornin na povrchu Marsu, studoval množství vodní páry v atmosféře a stupeň hydratace látek na povrchu Marsu. Našel proměnlivou odrazivost povrchu, která je spojena pravděpodobně s výskyty usazených hornin. Podařilo se sestavit nové mapy hodnot atmosférického tlaku a výšky vycházející z intenzit pohlceného záření oxidem uhličitým.

Při studiu slunečního spektra v okamžicích západu Slunce se podařilo stanovit

strukturu atmosféry Marsu. Podkladem pro tato měření bylo studium vlivů oxidu uhličitého, vodní páry a ozónu.

Součástí výzkumů bylo i sledování povrchu Marsu a Phobosu v optickém oboru. K tomuto výzkumu byl určen systém Fregat, který se skládal z tzv. videospektroskopického komplexu (televizní kamera úzkohlá, dvě širokohlá a spektrometr). Systém Fregat opticky zajišťoval navigaci sondy a zobrazoval povrch Marsu a Phobosu, aby bylo možno upřesnit topografii a geologii jejich povrchu. Jeho pomocí se studovaly i slapové vztahy Phobos — Mars a librační pohyby Phobosu (jeho tvar, hmotnost atd.).

K hlavním výsledkům, které program Phobos dosáhl, patří:

- stanovení intenzity magnetického pole Marsu, která se odhaduje asi na 20 % intenzity pozemské;
- získání detailního spektra povrchu Phobosu v rozsahu 0,32 — 3,2 mikrometrů, které ukázalo heterogenní stavbu povrchu měsíce;
- odkrytá problematika recyklizace oxidu uhličitého v atmosféře Marsu. Podařilo se zjistit ochuzení CO<sub>2</sub> ve výšce nad 12 km a adsorpci CO<sub>2</sub> na ledových krystalech;
- získání základních charakteristik o proměnlivosti složení povrchu Marsu a Phobosu pomocí gama záření uvolněného rozpadem radioaktivních prvků v minerálech a po dopadu kosmického záření. Podle těchto údajů na povrchu Marsu převažují váte uloženiny nad horninami skalního podkladu. V povrchovém horninovém materiálu byly nalezeny též hydratované minerály;
- atmosféra Marsu obsahuje v přepočtu 0,005 m vodní páry;
- podle pohlcování oxidu uhličitého v atmosféře je hloubka kaldery sopky Pavonis Mons 5,9 km;
- tepelné řádkování ukázalo, že to je vhodná metoda pro určování horninových rozhraní i v opticky homogenním prostředí;
- hmotnost Phobosu je  $(1,08 \pm 0,01) \cdot 10^7$  kg, hustota  $1,95 \pm 0,1$  gcm<sup>-3</sup>. Phobos je tedy možno přirovnat k relativně porézní hromadě horninové drti s ledem. Minerály na jeho povrchu jsou suché, ale z části hydratované. Albedo je 7 %;
- detailní snímky povrchu Phobosu prokázaly existenci dalších kráterů (z nichž 6 mělo průměr větší než 1 km). Bylo zjištěno 11 dalších rýh neznámého původu.

Za jeden z hlavních výsledků této mise je možno považovat zjištění heterogenity Phobosu, jehož povrch je tvořen různě zbarvenými oblastmi (namodralé odstíny přecházejí v okolí kráterů do načervenalých, odrážejících pravděpodobně vyvrženiny látky z nitra měsíce). Dosavadní zjištění vyvolávají představu, že Phobos vznikl nahromaděním různorodého materiálu a může představovat zbytky roztrhání tělesa.



## Dvacet let atomového času v Praze

Určování a udržování nejpřesnějšího času bylo odjakživa výsadou astronomie, která také byla prvním a dlouho hlavním i jediným jeho uživatelem. Proto měla každá hvězdárna svou časovou službu s příslušným vybavením, jehož základem byly „astronomické“ kyvadlové hodiny. Základní změnu práce časových služeb přinesl vynález radiotelegrafie, protože pak bylo velmi snadné přenášet čas na velké vzdálenosti. Rádio-  
vými časovými signály si mohly hvězdárny navzájem porovnávat svoje hodiny, takže astronomická určení času provedená na jedné z nich byla dostupná i dalším hvězdárnám. Díky tomu se přesnost času v celosvětovém měřítku výrazně zlepšila a mohla být vytvořena a udržována mezinárodní stupnice světového času (1925).

Časoměra tedy zaznamenala nadějný pokrok, avšak zatím ještě nikdo netušil, jaký to bude mít dopad na její vztah k astronomii. Jedním z výsledků tohoto pokroku byl totiž objev ročního kolísání úhlové rychlosti rotace Země (Scheibe a Adelsberger 1936), který silně otřásl astronomickými základy časoměry, odedávna přirozeně spojené s otáčením Země. Jedna ze základních jednotek světové měřové soustavy, sekunda — tehdy ještě vteřina, byla definována jako 86 400. díl středního slunečního dne a tím vázána na otáčení Země. Měrová soustava tedy byla rozrušena, protože jedna z jednotek netrvala pokaždé stejně: začátkem jara byla o  $10^{-8}$  (stomilióntinu) sekundy delší, v létě zase zhruba o totéž kratší. Není to sice mnoho, ale to přece nejde, aby se základní měrová jednotka měnila podle roční doby! Když se později ukázalo, že otáčení Země vykazuje ještě další nepravidelnosti — náhodné skoky a sekulární zpomalování, kdy se délka sekundy nečekaně změní až o  $\pm 4.10^{-8}$  s během několika málo let a navíc se ještě systematicky prodlužuje asi o 0,002 s za století, byl osud časové jednotky takto definované zpečetěn.

Jakýsi pokus o záchranu chronometrie v astronomii učinili astronomové v r. 1956, když zavedli efemeridový čas ET. Ten se odvozoval od oběhu Země kolem Slunce a jeho efemeridová sekunda byla definována tak, aby byla ideálně stálá. Naneštěstí, navzdory velkému úsilí konstruktérů příslušné měřicí techniky, se nedařilo a vlastně nikdy nepodařilo určovat ET s potřebnou přesností a tak efemeridová sekunda byla pro běžnou praxi, třeba při vysílání časových signálů, nevhodná. Proto bylo r. 1984 používání efemeridového času zastaveno.

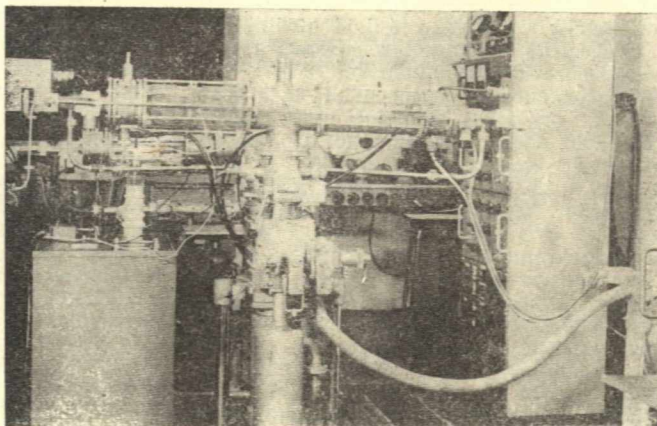
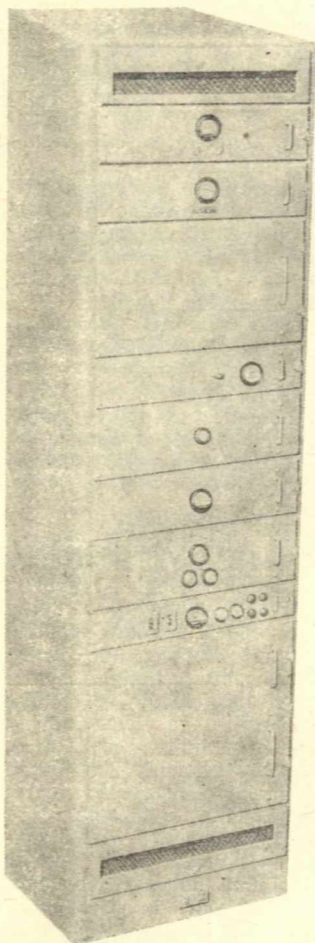
Faktický rozchod chronometrie s astronomií se však datuje už počátkem r. 1972, kdy se celosvětově přešlo od času astronomického k času kvantovému, spojenému s ději v mikrosvětě atomů. Předehrou k tomu byla definice „atomové sekundy“ a její začlenění do mezinárodní měřové soustavy SI v roce 1967.

Jak se ale mohlo stát, že pro tak převratnou změnu bylo už připraveny nezbytné podmínky? Vysvětlení najdeme při pohledu do pracoven fyziků, studujících strukturu elementárních částic hmoty, těsně po válce koncem 40. let. Ti tehdy metodami mikrovlnné spektroskopie zkoumali energetické poměry v nitru molekul a atomů. Přitom se ukázalo, že určité spektrální čáry v mikrovlnné oblasti jsou tak úzké a stabilní, že by mohly sloužit jako etalony kmitočtu. Za některé základní objevy na tomto poli získali C. H. Townes, N. G. Basov a A. M. Prochorov v roce 1964 Nobelovu cenu za fyziku.

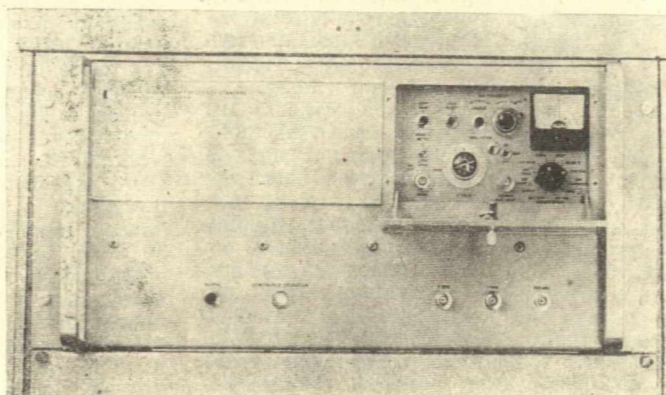
Pak stačil jen krok k využití těchto poznatků ke konstrukci hodin nového typu. Ten učinili ve washingtonských laboratořích amerického Národního úřadu pro standardy NBS, kde v r. 1948 sestavili čpavkové molekulární hodiny, a poté v Národní fyzikální laboratoři NPL v Teddingtonu, Anglie, odkud pocházejí první laboratorní cesiové hodiny (1955), kolébka pozdější atomové sekundy. Protože ze všech tehdy vyzkoušených médií se ukázalo cesium jako nejpřespektivnější, byl kmitočet hodin postavených L. Essenem v NPL kalibrován v období 1955—1958 ve vztahu k efemeridové sekundě a tak byl určen kmitočet použitého kvantového přechodu cesia na 9 192 631 770 Hz při přesně specifikovaných podmínkách (Markowitz, Hall, Essen, Parry, 1958). Na tomto základě pak XIII. Generální konference pro váhy a míry v říjnu 1967 v Paříži přijala definici sekundy jakožto interval vymezený 9 192 631 770 kmitů odpovídajícími kvantovému přechodu  $F/4,0/-F/3,0/$  základního stavu atomu cesia  $Cs^{133}$  v nulovém magnetickém poli. Tím vyšla atomová sekunda z kolébky do světa.

Příležitosti se ovšem okamžitě chopil i průmysl. Ještě teplých výsledků výzkumu využili výrobci elektronických přístrojů a brzy se objevily na trhu první komerční „atomové hodiny“: Atomichron fy. National Co. v USA je inzerován v r. 1956 (obr. 1), pak přišli ještě Varian Ass. a Pickard and Burns s dalšími variantami cesiových hodin. V r. 1959 nabízela americká firma Polytechnic Res. and Dev. Co., Brooklyn, do-





Obr. 1. ATOMICHRON, první komerční cesiový etalon kmitočtu, (vlevo) ■ Obr. 2. Čpavkový MASER ÚRE.



Obr. 3. Cesiový svazkový etalon HP 5061A č. 335.

konce čpavkový mikrovlnný generátor — MASER malých rozměrů a v nízké ceně (ale ve srovnání s cesiem i nižších parametrů), který se však neprosadil.

Cesiový svazkový etalon kmitočtu zařadila do svého výrobního programu i renomovaná americká firma Hewlett-Packard z Palo Alto v Kalifornii a jako převozní hodiny jej představila v r. 1964 na 7. Mezinárodním chronometrickém kongresu ve švýcarském Lausanne. Dva exempláře Typ 5060 byly přivezeny v chodu a tak byl poprvé v historii porovnán čas mezi americkým a evropským kontinentem s rozlišením 1  $\mu$ s. Díky progresivní obvodové technice, miniaturizaci a zkušenostem z výroby náročných měřicích přístrojů vysoké kvality a spolehlivosti vzala firma HP v úvahu i plachet ostatním konkurentům a brzy ovládla prakticky celý světový trh v tomto sortimentu. Teprve o několik let později se objevil konkurent, švýcarská firma Oscilloquartz SA (dříve Ebauches) z Neuchâtelu. Tak se staly dostupnými ce-

siové hodiny se špičkovými parametry (u HP i špičkovou cenou), schopné vytvářet a udržovat „atomový čas“, jehož sekunda souhlasí s mezinárodně přijatou lépe než na  $10^{-11}$  s. Přitom vyžadují minimální péči a mají jen jedinou nevýhodu, životnost omezenou asi na 5 až 7 let.

Jaká však byla situace u nás? Při určování, udržování a sdělování přesného času a kmitočtu spolupracovaly dva ústavy ČSAV: Astronomický ústav v Praze na Vinohradech (AsÚ) a Ústav radiotechniky a elektroniky v Praze-Kobylisích (ÚRE). Jejich odpovědní pracovníci ovšem světový vývoj svého oboru sledovali, při různých příležitostech na něj upozorňovali a předkládali návrhy na nákup moderní chronometrické techniky. Vždyť udržovat krok se světem mělo být jejich prvořadou povinností. Zatím však ještě v polovině šedesátých let pracovala v ÚRE jenom skupina základních krystalových oscilátorů a podle nich se řídily pracovní hodiny v ÚRE i v AsÚ. Z těch se pak vysílaly ča-



sové signály v rozsahu v té době ojediněle: tři nepřetržitě, celostátní rozhlasový a speciální směřovaný na Japonsko.

Astronomickou referenci, pokud byla ještě závazná, zajišťoval tradičně ASÚ, avšak krátkodobá stabilita, rozhodující o přesnosti vysílaných etalonových kmitočtů 1 kHz, 50 kHz a 2500 kHz, byla dána především zmíněnými krystalovými oscilátory ÚŘE. Podstatné bylo, že jejich kalibrace se opírala o zahraniční vysílání už tehdy běžně řízená atomovými hodinami. Byly to GBR 16 kHz, Rugby, Anglie a NAA 17,8 kHz, Cutler, USA, z nichž to druhé podléhalo washingtonské Námořní observatoři americké armády. Speciálním zařízením ÚŘE se později využívalo vysoce stabilních nosných kmitočtů těchto vysílání k řízení zmíněných pracovních hodin a tím i všech čs. časových signálů; přesnost jsme si museli tak trochu vypůjčovat, nic jiného nám nezbývalo. To ovšem byl stav trvale neudržitelný a tím se i argumentovalo v návrzích na vlastní nezávislou kvantovou referenci jakožto součást čs. etalonu.

Přirozeně se ihned usilovalo o koupi Atomichronu, jakmile jej firma National Co. inzerovala. Pro nedostatek deviz však ČSAV nedala souhlas. Hledala se tedy cesta svépomocí zainteresováním ústavů z oboru vakuové a mikrovlákné techniky a elektronických obvodů, které by se v kooperaci mohly na vývoji tuzemského kvantového etalonu podílet. ASÚ svolal poradu odborníků z těchto oborů, všichni projevili osobní zájem, ale jejich mateřské instituce už byly mnohem rezervovanější. Ani Mezinárodní geofyzikální rok 1957/58 v tomto směru nepomohl, i když významně přispěl k rozšíření vysílání časových signálů.

Nejvíce nadějí slibovalo v r. 1959 jednání ředitele ÚŘE dr. S. Djadkova s prof. dr. J. Strnadem, ředitelem Vývojových dílen ČSAV v Brně. Ten přislíbil podporovat program vývoje cesiového etalonu v laboratořích této instituce a v té souvislosti autor této vzpomínky pak jednal i s vedoucím příslušného úkolu ing. Dadokem. Pozdější osud tohoto pracoviště ČSAV však práce utlumil.

Mezitím na základě prve zmíněných prací Basova a Prochorova vznikl zájem o čpavkový MASER, mikrovlnný generátor vysoce stabilních kmitů v pásmu 23 GHz. Práce v tomto směru probíhaly jednak na Vojenské technické akademii v Brně pod vedením ing. Skály, jednak v oddělení kvantové radiotechniky ÚŘE, jež vedl dr. V. Trkal. Zdejší MASER  $^{14}\text{NH}_3$  se poprvé rozkmital 25. 3. 1963 a stal se podkladem zlepšené varianty s izotopovým čpavkem  $^{15}\text{NH}_3$  slibující i lepší výsledky (obr. 2.). Mezitím však světový vývoj potvrdil přednosti cesiového svazkového rezonátoru, jeho výrobci měli prodejní úspěchy a tak se vedení ÚŘE přiklonilo k návrhu opatřit cesiový etalon Hewlett-Packard.

Stalo se tak přesto, že šlo o embargovaný výrobek, který směl být vyvezen „na východ“ jen na základě výjimky udělované State Departmentem USA (ministerstvem zahraničí). K tomuto rozhodnutí přispělo hned několik vlivů. Zjevná to byly osobní kontakty s dr. G. Winklerem, předním chronometrickým odborníkem a vedoucím příslušného oddělení Americké námořní observatoře, navázané při XIII. kongresu Mezinárodní astronomické unie v Praze r. 1967. Konečným impulsem se pak stala akce převozu hodin HP kolem světa koncem r. 1967 se zastávkou v Praze (viz RH 1/68, 3/69), kdy při měření v ÚŘE ředitel dr. V. Zima údajně prohlásil: „Buď Packarda anebo nic!“. Předtím totiž dostal ÚŘE nabídku švýcarské firmy Oscilloquartz, vyvolanou jednáním na veletrhu v Lipsku, na dodání jejich cesiových hodin bez embarga — což se brzy i pro Švýcarsko změnilo.

Akce se tedy mohla rozeběhnout a ne snadného úkolu se ujal tehdejší vedoucí nákupu ÚŘE p. G. Presburger (+1974), který s přiměřenou podporou vedení a vybaven věcnými argumenty od vedoucího skupiny pro čas a kmitočty ing. J. Tolmana trpělivě přesvědčoval postupně všechny, kdo o věci rozhodovali. Jedině jeho zásluhou se dostal úspěch a v r. 1969 podal ÚŘE žádost o výjimku z embarga a ta byla udělena koncem téhož roku s přihlídnutím k tomu, že ČSAV je vědecká instituce. Podmínkou však bylo, že etalon bude instalován nepřenositelně, což bylo snadno splnitelné. Jsou dobré důvody k domněnce, že vedle zmíněných kontaktů na kongresu IAU sehrály kladnou roli i tradičně dobré vztahy tehdejšího ředitele ASÚ dr. B. Šternberka (+1983) s Mezinárodním časovým ústředím BIH v Paříži, jež se projevil podporou jeho ředitele p. dr. B. Guinota při pravděpodobném ověřování situace se strany USA.

Začátkem příštího roku 1970 ÚŘE závazně objednal cesiový svazkový etalon kmitočtu Hewlett-Packard typ 5061A, z úsporných důvodů bez jakéhokoli příslušenství. Brzy nato přišla výzva, aby pracovníci ÚŘE dne 1. 4. 1970 fakticky, ne aprilově, převzali na celnici ruzyňského letiště dodávku. Učinili tak p. G. Presburger a p. V. Jindrák, spolupracovník ing. Tolmana. Hned následujícího dne odpoledne pak před pětičlennou komisí, ve které byl i autor těchto řádků, uvedl ing. Tolman, ještě v rekonvalescenci po nemoci, přístroj poprvé do chodu. Podle podrobného návodu výrobce jsme kontrolovali základní provozní parametry a nenašli ani odchylky od předepsaných hodnot ani jiné závady. Poté byl etalon vypnut, aby mohl být umístěn do připraveného definitivního stojanu v klimatizované kobce po krystalovém oscilátoru (obr. 3.).

Po několika dnech dalších testů, připojení zálohovaného napájení a nezbytných úpra-

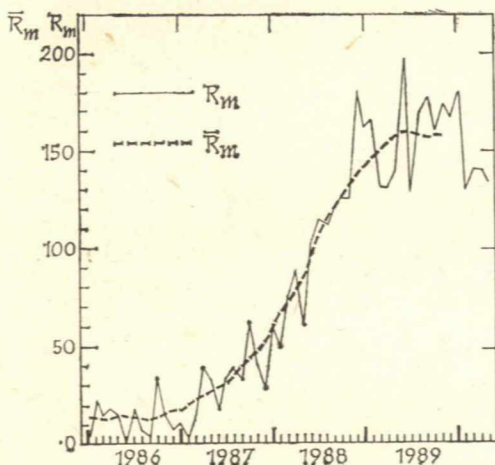


vách Kabeláže byla dne 8. 4. 1970 na etalon převedena hlavní hodinová souprava a od 13<sup>h</sup>40<sup>m</sup> již z něho byly řízeny všechny její výstupy. Přejít čs. času na nezávislý ato-

mový základ se stál skutečností a čs. chronometrie, jako první a na řadu let jediná v tehdejších zemích RVHP, tím vstoupila do kvalitativně nové epochy.

## Nastalo již maximum současného jedenáctiletého slunečního cyklu č. 22?

Z dosavadního průběhu relativních čísel slunečních skvrn se zdá, že v současné době jsme skutečně již za maximum současného cyklu. To je dobře patrné z připojeného grafu (obr. 1), kde slabší plnou čarou je dán průběh pozorovaných měsíčních relativních čísel  $R_m$  a silnější přerušovanou čarou průběh vyrovnaných měsíčních rela-



tivních čísel  $\bar{R}_m$ . Jak  $\bar{R}_m$  tak i  $R_m$  dosáhly zatím svých nejvyšších hodnot v r. 1989, a to  $R_m$  v červnu ( $R_m = 196,2$ ) a  $\bar{R}_m$  v červenci ( $\bar{R}_m = 158,5$ ). Zdá se tedy, že r. 1989 byl rokem maxima cyklu č. 22 s hodnotou ročního průměru relativních čísel 157,6. Znamená to tedy, že současný jedenáctiletý cyklus č. 22 patří mezi pět nejmohutnějších jedenáctiletých cyklů z dosud pozorovaných, u nichž maximální roční relativní číslo  $R_M$  bylo větší než 150. Přehled těchto nejmohutnějších cyklů je dán v následující tabulce:

číslo cyklu	rok maxima	$R_M$
19	1957	190,2
22	1989	157,6
21	1979	155,4
3	1778	154,4
18	1947	151,6

Nelze však vyloučit, že v příštím nebo přespříštím roce nastane tzv. gněvševovské druhé maximum cyklu, které obvykle přichází 2 až 3 roky po hlavním maximum, avšak je již nižší než maximum první.

M. Kopecký

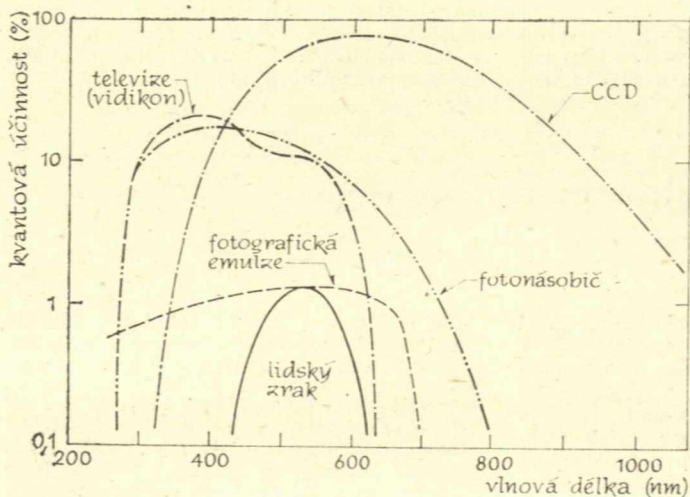
## KONEC FOTOGRAFICKÝCH DESEK

Když Sidney van den Bergh z Dominion Astrophysical Observatory ukončil hodinovou expozici zbytku supernovy 3C 58 pomocí pětimetrového Mt. Palomarského dalekohledu, skončila tím jedna éra. Stalo se tak 29. 9. 1989. Ředitel observatoře Gerry Neugebauer prohlásil, že to bylo poslední fotografické pozorování, uskutečněné klasickým způsobem tímto reflektorem.

První fotografická deska byla exponována Miltonem Humasonem v primárním ohnisku pětimetrového reflektoru na Mt. Palomar 13. 11. 1949. V následujících čtyřech desetiletích figurovaly zde exponované desky v mnoha závažných objevech. Walter Baade při studiu galaxie v Andromedě ukázal, že vesmír je nejméně dvakrát tak velký, než se původně v té době předpokládalo. Později

Allan Sandage použil snímky vzdálených galaxií, aby dokázal, že ty nejvzdálenější „hvězdy“, které pozoroval Baade, jsou ve skutečnosti oblasti ionizovaného vodíku H II. Objev tak znovu zdvojnásobil měřítko mezigalaktických vzdáleností. Jedním z nejrevolučnějších objevů byla identifikace kvasarů Maartenem Schmidtem a jeho spolupracovníky.





Výhoda detektorů CCD proti všem ostatním obrazovým detektorům je velmi dobře vidět z obrázku. V červené a blízké infračervené oblasti spektra jsou CCD snímače neúčinnější ze všech. Jen v oblasti ultrafialové jsou účinnější fotografická emulze a zejména snímání elektronky a fotonásobiče.

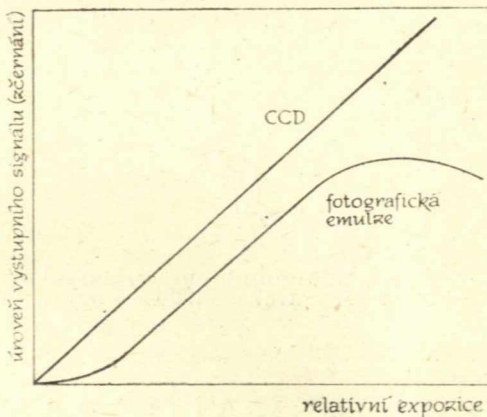
Konec fotografických desek je zapříčiněn zejména rychlým vývojem prvků CCD (charge coupled devices — nábojově vázané struktury). Tyto elektronické detektory v pevné fázi mají proti fotografickým deskám dvě velké výhody. Registrují světlo s desetkrát větší účinností a každý obrazový element — pixel — detektoru CCD je schopen rozpoznat více než 1000 stupňů šedi (zrno fotografické emulze jen dva).

Snímače CCD jsou na prvním místě mezi elektronickými snímáči prostředky, které mají astronomové k dispozici. Postupem času se stávají stále dokonalejšími. Zatímco nová generace velkoformátových CCD čipů nastupuje vítězně tažení po světových astronomických observatořích, ve vývoji jsou stále rozměrnější snímáči prvků CCD. Před 20 lety uvedla firma Fairchild Semiconductor první komerční typ s maticí 100 × 100 obrazových elementů. Současné camcordéry běžně využívají matici 320krát 512 pixelů a astronomické observatoře pracují s prvky 1024 × 1024 pixelů. Firma Tektronix Inc. vyrobila zatím největší astronomický CCD čip 2048 × 2048 pixelů.

Spoluprací JPL (Jet Propulsion Laboratories — NASA) a Ford Aerospace Corp. vzniká čip s maticí 4096 × 4096, který by měl být využíván nejen pro astronomický výzkum, ale i v systému kamery budoucího automatického vozidla určeného k průzkumu Marsu. Případný uživatel se však musí vyrovnat i s řadou problémů. Tak např. více než 11 minut trvá přečtení dat, uložených v tomto megačipu. A pokud je veškerá informace přečtena, je zapotřebí plných 32 MB paměti k jejímu uložení. Dalším problémem je zobrazení výsledného obrazu. Většina monitorů totiž není schopna zobrazit takový počet pixelů. Na druhou stranu je velmi lákavý fakt, že rozlišovací schopnost nového CCD čipu je srovnatelná s fo-

tografickým filmem. A jaké jsou plány do budoucna? CCD matice 8192 × 8192 obrazových elementů.

V současné době je již v podstatě jedinou výhodou fotografické emulze možnost vý-



Ve fotografické praxi rozumíme expozicí součin intenzity dopadajícího světla a expoziční doby, tedy  $H = E \cdot t$ . Relativní expozice je pak dekadický logaritmus  $\log H$ . CCD detektory jsou výjimečně lineární: zdvojnásobením expozice se obdrží přesně dvojnásobný signál. Tato závislost platí v enormně širokém expozičním intervalu, což umožňuje CCD detektorům zachytit velmi slabé a velmi jasné objekty na tomtéž záběru. Tento fakt ostře kontrastuje s vlastnostmi fotografické emulze, které jsou popsány tzv. senzimetrickou charakteristikou, závislostí hustoty zčernání na  $\log H$ . Ta je lineární jen na velmi úzkém intervalu expozic. Navíc, než se začne vytvářet vlastní latentní obraz, musí fotografická emulze překonat neefektivní patu senzimetrické charakteristiky. Na druhé straně další zvyšování expozice za lineární oblasti, tzv. oblast solarizace, již nevede k registraci slabších objektů, ale naopak ke snižování hustoty zčernání emulze.



roby velkých formátů, které jsou mnohdy vhodné pro řadu astronomických fotografických aplikací. Např. Schmidtova komora na Mt. Palomaru používá čtvercové desky se stranou 35 cm. Každá z nich tak obsahuje kolem  $100 \cdot 10^6$  obrazových elementů. Prvky CCD zaváděné v současné době obsahují pouze  $4 \cdot 10^6$  obrazových elementů. Počítá se však s tím, že během tohoto desetiletí se

postupně objeví CCD detektory srovnatelné počtem pixelů s velkými fotografickými deskami. Zdá se tedy, že po věrné službě astronomům se stanou fotografické desky na profesionálních observatořích velmi brzy minulostí, stejně jako olejové lampy a kyvadlové hodiny.

(Podle Sky and Telescope Milan Kment)

## Z celostátního slunečního semináře

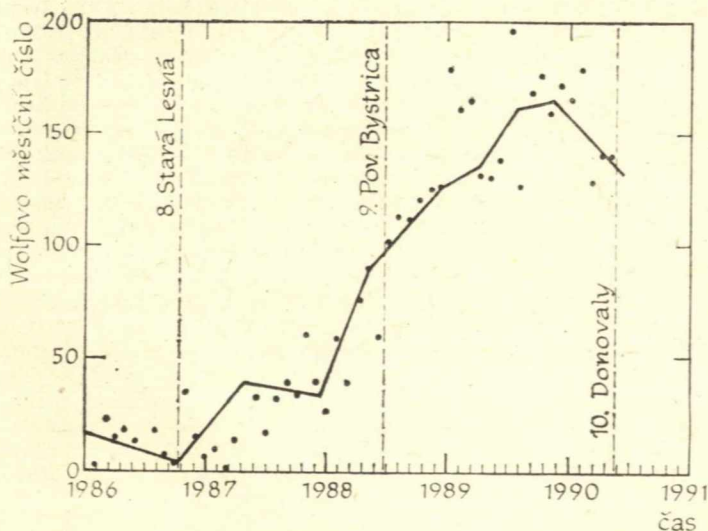
Vždy po dvou letech se setkávají sluneční fyzici z akademických a vysokoškolských pracovišť s pracovníky lidových hvězdáren obou našich republik k diskusím o novinkách a perspektivách výzkumu Slunce a vztahů Slunce – Země. Letošní, již desátý seminář byl uspořádán od 18. do 21. 6. v Donovalech. Tradičně dobré organizační zajištění (díky Slovenskému ústřediu amatérskej astronómie v Hurbanovci) společně s pěkným prostředím (díky hostitelům z rekreačního zařízení ZSNP Žiar nad Hronom) vytvořily dobré pracovní podmínky pro přibližně 50 účastníků z českých i slovenských pracovišť a dva zahraniční hosty (Finsko a Maďarsko). Slunce, jehož vlastnosti byly předmětem všech referátů a většiny odborných diskusí, na účastníky semináře tentokrát shlíželo vcelku příznivě, což se při vzpomínce na počasí v době konání minulých seminářů většinou říci nedalo.

Termín konání vzhledem k cyklu sluneční aktivity a k postavení Slunce, Měsíce a Země předurčil přinejmenším dvě závažná programová témata: maximum sluneční aktivity a úplné zatmění Slunce 22. 7. 1990. Příprava programů pozorování, expedičních přístrojů a diskuse o způsobech zpracování dat ze zatmění poznamenaly průběh semináře i účast na něm. Někteří přednášející přijeli jen na skok, nebo se z účasti museli omluvit pro právě vrcholící přípravu na expedice

za zatměním do Finska a severních oblastí SSSR.

Zatímco okamžiky začátku, konce i jednotlivých fází zatmění jsou dopředu přesně vypočteny ze zákonů nebeské mechaniky, u jedenáctiletého slunečního cyklu lze zatím hovořit pouze o prognózách termínů a jejich pozdějším zpětném upřesnění.

Při pohledu na připojený obrázek můžeme konstatovat, že termín konání předminulého 8. semináře (Stará Lesná, září 1986) přesně



Průběh definitivních Wolfových měsíčních čísel slunečních skvrn napovídá, že maxima cyklu 22 bylo již dosaženo (jednotlivé body – měsíční hodnoty; lomená čára vyjadřuje celkový chod). Souvislost termínů konání minulých slunečních seminářů (označeny čárkovaně) s fázemi jedenáctiletého cyklu se nepodařilo prokázat.



časově koincidoval s minimem sluneční aktivity mezi cykly č. 21 a 22. Je dosti pravděpodobné, že maximum cyklu 22 předpovědané na rok 1991 již nastalo, a to právě v období mezi 9. a 10. slunečním seminářem.

Vysoké hladině sluneční aktivity v současném jedenáctiletém cyklu a následným pozemským dopadům, mezi něž patřilo i pět polárních září pozorovatelných loni z území naší republiky, bylo věnováno několik příspěvků. Dr. L. Křivský informoval o svých týdenních předpovědích sluneční aktivity a geoaktivity. Zdařilá předpověď vysoké erupční aktivity, včetně výskytu polárních září, byla v březnu 1989 korunována pozorováním velkolepého přírodního jevu nejen v naší zeměpisné šířce, ale dokonce i na Kubě. Tyto úkazy se vyskytují zpravidla po velkých erupcích v zónách okolo 67° severní a jižní šířky a jsou-li viditelné v nízkých zeměpisných šířkách, pak to svědčí o mimořádné mohutnosti vlastní polární záře i sluneční erupce, která září předcházela.

Referát o největších vědeckých programech FLARES 22 a MAX '91, připravovaných ke studiu aktivních jevů v maximu cyklu 22, informoval o vědeckých cílech, hlavních experimentech, dosavadním průběhu i naší účasti v této obrovské kampani. Syllabus přednášky by se měl péčí organizátorů brzo objevit na všech lidových hvězdárnách, které o něj projeví zájem. Všechny referáty budou ve sborníku ze semináře, jehož vydavatelem je SÚAA v Hurbanově.

Zajímavá byla přehledová informace dr. M. Rybanského z konference o horké koróně, pořádané koncem května v Heidelbergu. Přestože se chromosféra a koróna zkoumají mnoho desítek let, dosud není spolehlivě stanoven skutečný mechanismus jejich ohřevu. Dr. Rybanský se zmínil i o svém příspěvku, podle něhož by sluneční spikule mohly být doprovázeny a snad i způsobeny elektrickým výbojem, vedoucím k ohřevu horních vrstev sluneční atmosféry.

O pokroku při studiu slunečních erupcí na základě modelování impulsních procesů hovořil dr. P. Heinzel. Ukazuje se, že proudy relativisticky urychlených elektronů, letící proti chromosférickému plazmatu v opakujících se pulsech, přivodí rychlé zvýšení teploty plazmatu a změnu profilů spektrálních čar pozorovaných v erupci. Hlavním pozorovatelským problémem zatím zůstává otázka možnosti detekce pulsních svazků rychlých elektronů.

Slovo dostali i hosté z Maďarska a Finska. Dozvěděli jsme se o studiu sluneční kon-

vekce z hlediska společných minoritních a majoritních vlastností sledovaných množin konvektivních elementů. Pro všechny účastníky, zvláště pracovníky lidových hvězdáren, byla přínosná přednáška o činnosti a organizaci amatérské astronomie ve Finsku. Posluchače zaujaly zajímavé obrázky přístrojového vybavení, publikačních možností finských astronomů amatérů a v neposlední řadě i osobitý humor přednášejícího.

Již tradičně tvoří část programu semináře referáty o charakteristikách časového a prostorového rozložení sluneční aktivity. Zajímavý, i když velmi komplikovaný je statistický výzkum možných souvislostí sluneční aktivity s nejrůznějšími pozemskými odezvami v oblasti ionosféry, ve změnách klimatu, ve výskytu havárií technických zařízení i dopadu na zdraví a jednání lidí.

Na všech vědeckých seminářích se v kritice a v diskusích třbí názory na reálnost dosažených výsledků a na další postup výzkumu. Na 10. slunečním semináři se všichni účastníci v jedné věci shodovali. V přání, aby tento jubilejní seminář nebyl poslední a aby ta příští setkání „slunečnicků“ byla tak dobře zajištěna jako ta minulá.

Pavel Kotrč

## Historie astronomie jako sbírka hlavolamů

Pod tímto názvem uveřejnil J. Rada ve třetí ročence Technického magazínu (SNTL 1989) celou řadu úloh a jejich zajímavé řešení. Prvá úloha nazvaná Hipparchova zní: jak byste v rovinatém kraji na větší rovné louce prokázali, že Země neobíhá Slunce po kružnici se středem ve Slunci? Podle jmenovaného autora je řešení této úlohy doslovně toto: pozorujeme-li východy a západy Slunce v rovinatém terénu, můžeme velmi přesně určit rovnodennosti. Jsou to dny, kdy místo západu Slunce leží přesně naproti místu jeho východu. Podle extrémních severních nebo jižních míst východu a západu Slunce nebo podle extrémní délky stínu svislého sloupu můžeme určit slunovraty. Spočítáme-li dny mezi těmito význačnými daty, zjistíme na naší polokouli tyto délky ročních dob: jaro 92, léto 94, podzim 89, zima 90 dnů. Těmto délkám ročních dob nelze vyhovět rovnoměrným pohybem Země kolem Slunce po kružnici se středem ve Slunci.



Autor sice neuvádí, jak by na větší rovné louce velmi přesně určit dny rovnodennosti podle místa východu Slunce tak, aby ležel přesně naproti západu, zda by se zaměřil na horní okraj nebo střed slunečního kotouče a jak by vyloučil vliv vzdálených hor například v kotlině Čech, ale i kdyby byla louka velká a vodorovná jako moře a hory v nedohlednu, nebylo by možné vlivem refrakce určit dny rovnodennosti na den přesně. Zůstává tedy záhadou, jak dokázaly starověké národy Blízkého východu tisíce let před našim letopočtem určit, že od jarní do podzimní rovnodennosti je  $92 + 94 = 186$  dnů, i když horní okraj slunečního kotouče se objeví přesně na východě a zapadne přesně na západě jeden až dva dny před jarní rovnodenností a opět jeden až dva dny po podzimní rovnodennosti, kdy stanoviště pozorovatele a vizíry na vzdáleném obzoru tvoří přímkou. Dalo by se namítnout, že vizíry nebyly zaměřeny na horní okraj slunečního kotouče, ale na jeho střed, což je málo pravděpodobné.

Ani slunovraty nelze určit s přesností na den podle extrémních severních nebo jižních míst východů a západů Slunce, neboť je-li Slunce v úvratí, jsou změny místa východu a západu Slunce tak malé, že jsou překryty vlivem refrakce. Slunovraty nelze určit ani podle extrémní délky stínu, neboť změna deklinace Slunce ve dnech okolo slunovratů je tak malá, že rozdíl v délce stínu nejsou měřitelné. Jak si tedy počínali pozorovatelé Slunce při počítání dnů v roce? Tyto otázky mají velký význam pro archeoastronomii, dějiny kalendáře a chronologie. Nelze předpokládat, že by byl přesná znalost počtu dní čtvera ročních období odhalila pravěkým pozorovatelům skutečnost, že Země neobíhá Slunce po kružnici.

Lidé se pravděpodobně naučili určovat dny slunovratů s přesností snad až na jeden den už v době, kdy zjistili, že se Slunce pravidelně vrací, a kdy uměli počítat do sta a dělit dvěma. Stačilo uvědomit si, že Slunce se za určitou dobu vrátí a slunovrat je za polvinu této doby; stačilo spočítat, za kolik dní se Slunce vrátí na totéž místo na obzoru a počet dní dělit dvěma. Příklad byl uveden v RH 1/89 v příspěvku nazvaném Astronomický kalendář pravěkých Čech a byl uznán pracovníky AÚ ČSAV jako velmi pravděpodobný způsob přesného určování slunovratu už v pravěku. Náročnější na pozorování bylo přesné určení dnů jarní a podzimní rovnodennosti. K tomu nestačilo pozorovat Slunce na vzdáleném obzoru, ale bylo třeba pozorovat tvar křivky kreslené stínem vrchu zahrocené tyče-gnómonu, čímž se ovšem nevědomky vyloučil vliv refrakce. Ve dnech před a po jarní a podzimní rovnodennosti kreslí stín vrcholu křivky-hyperboly, převrácené nebo odvrácené od tyče, a jedině ve dnech rovnodennosti kreslí přímkou. Změna je dost zřetelná i u metrové

tyče, ani nemusí být přesně svislá, důležitá je rovná hladká zem, nejlepší je světlá dlažba.

Je pravděpodobné, že toto je jediný způsob, jak bylo možné podle Slunce před tisíci lety určit dny rovnodennosti s přesností na jeden den. Už staří Peršané věděli, že od jarní do podzimní rovnodennosti je 186 dní a od podzimní do jarní 179. Jejich letní měsíce měly  $6 \times 31 = 186$  a zimní po 30 dnech, s výjimkou jednoho.

Rok Keltů začínal v listopadu a měl jen dvě období: studené a teplé začínající na přelomu dubna a května. Je velmi pravděpodobné, že tato dvě období začínala po určitém, stejném počtu dní po podzimní a jarní rovnodennosti. Protože Keltové počítali noci, je pravděpodobné, že jejich rok začínal čtyřicátou noc po podzimní rovnodennosti. Některé jejich svatyně jsou podlouhlého, obdélného tvaru s oltářem na jihovýchodní straně, s podélnou osou svatyně odkloněnou o  $112^\circ$  od severu, tedy směrem k vycházejícímu Slunci začátkem listopadu. Například svatyně Keltů u obce Libenice v Polabí je natočena tak, že začátkem roku Keltů vycházelo Slunce nad vrcholem vzdálených Železných hor. Na totéž místo se Slunce vrátilo za sto dní a nocí a padesátou noc byl zimní slunovrat.

Archeologové zkoumají nálezy v zemi. Archeoastronomové vycházejí z poznatků archeologů a předpokladu, že když bylo někde Slunce uctíváno, což se pozná podle tvaru příkopů ohraničujících svatyní, tak tu bylo snad i soustavně pozorováno pro účely kalendářní. Dokonce lze předpokládat, že už kalendář Keltů znal přestupné roky s 366 dny, neboť kdyby měl trvale jen 365 dnů, tak už za čtyřicet let by Slunce nevycházelo v ose podlouhlé svatyně, ale o  $5^\circ$  mimo tuto osu. **Z. Ministr**

## RECENZE

**Zdeněk Horský, Zdeněk Mikulášek, Zdeněk Pokorný: Sto astronomických omylů uvedených na pravou míru. Nakladatelství Svoboda, Praha 1988; str. 248.**

Na jaře 1989 došlo v ediční produkci naší populární vědecké literatury k události, nemající zatím obdoby: vyšla kniha s astronomickou tematikou v rekordním nákladu 135 000 výtisků. Jaksi paradoxní je, že se však nedostala vůbec na knižní trh, protože byla vydána jako neprodejná prémie nakladatelství Svoboda. Lze odhadnout, že několik desítek tisíc dalších zájemců ji marně shání.



Dosud dosáhla u nás rekordního počtu výtisků, téměř sta tisíc, známá vědeckopopulární kniha Jiřího Grygara, Zdeňka Horského a Pavla Mayera Vesmír, kterou vydala Mladá fronta před dobou nepřilíh vzdálenou ve dvou vydáních (1979: 44 000 výtisků a 1983: 50 000 výtisků). Tyto skutečnosti svědčí o obrovském zájmu o astronomii u nás a také o populárně vědeckou literaturu z tohoto oboru, zvláště je-li napsána nejen kvalifikovanými odborníky, ale navíc i zkušenými popularizátory. Skutečně nevím, které zahraniční nakladatelství by se nerozpakovalo vydat populárně vědeckou astronomickou knihu ve stotisícovém nákladu, a to i v některém světovém jazyce. Navíc se autorům — z nichž první se zabýval historií astronomie (vydání knihy se bohužel nedožil, zemřel v roce 1988 ve věku 59 let), další dva jsou vědeckými pracovníky brněnské hvězdárny — podařilo napsat knihu ve světové astronomické literatuře skutečně unikátní.

Jistě je dobře známo každému, kdo o vědě alespoň slyšel, že cesty lidského poznání nejsou ani zdaleka přímé a snadno schůdné, ale plné překážek a záluďných nástrah. V jejich překonávání a v hledání pravé cesty poznání je pak pokrok vědy. Nikdo se pak nemůže divit, že to, co platilo v kterémkoliv vědním oboru včera, nemusí platit v nezměněné podobě dnes a co platí dnes, nemusí beze zbytku platit zítra. Je snadno pochopitelné, že se ve všech vědních oborech musily nutně vyskytovat mylné názory, vzniklé asi z menší části chybnými dedukcemi a interpretacemi, v astronomii však asi hlavně způsobené nedostatkem kvalitního pozorovacího materiálu, který byl v dané době k dispozici.

Recenzovaná kniha, jak již název napovídá, se ve stovce kapitol zabývá nejrůznějšími oblastmi astronomie, archeoastronomií počínaje a moderní astrofyzikou a kosmogonií konče. Stokrát (a vlastně ještě vícekrát) si astronomové vysvětlovali před delší či kratší dobou některá fakta jinak než dnes a čtenář se v knize dozví nejen, že tomu tak bylo, ale i proč tomu tak bylo. Na tomto místě se pochopitelně není možno zabývat jednotlivými kapitolami, lze jen konstatovat, že čtenář v nich najde odpovědi snad na všechny otázky, jež ho zajímají, či alespoň na jejich naprostou většinu. A to vše, aniž by musil mít nějaké předběžné znalosti z matematiky či z fyziky. Je skutečně obdivuhodné, že se autorům podařilo napsat každému zcela srozumitelnou knihu bez jediného matematického

vzorce, jen s pomocí číselných přirovnání, grafů a obrázků, z nichž mnohé jsou barevné. Velice vhodné jsou četné citáty (sám jejich výběr dal asi autorům hodně práce), ale i četné kreslené vtipy, na mnoha místech dobře odlehčující text. To vše je asi příčinou, proč se čtenář při prvním seznámení s knihou jen stěží od ní odtrhne, dokud se nedostane na konec. Jistě se však k ní bude v budoucnu často vracet.

Avšak aby nebyla v recenzi jen samá chvála, je nutno se zmínit i o nemnoha nedostatcích. Tak především by si kniha byla zasloužila podstatně lepší papír, který by se alespoň vzdáleně svou kvalitou blížil kvalitě textu. Takto na škodu většina barevných fotografií nevyšla tak, jak by vyjít měla a mohla. Pro nakladatelství a tiskárnu však asi i tak bylo obtížným problémem sehnat přes 100 tun (!) i nepřilíh kvalitního papíru, který si zhruba tisk knihy vyžádal. Dále je možno diskutovat o tom, zda jednotlivé kapitoly neměly být řazeny trochu jinak než řazeny jsou, zda texty k obrázkům neměly být spíše přímo u obrázků než až na str. 234—235, zda by se bylo něco stalo, kdyby v knize nebyla předmluva, která v ní je, atd. To vše však nikterak nesnižuje celkově vysokou úroveň knihy, která by měla nepochybně u nás brzy vyjít v dalším, volně prodejném vydání. Lze předpokládat, že by na knihkupeckých pultech dlouho neležela. Zatím však, jak se zdá, asi dříve vyjde v SSSR ruské vydání, které se již připravuje.

Doc. dr. JIŘÍ BOUŠKA

Po recenzi dr. Boušky uvádíme několik výňatků z knihy autorů Horského, Mikuláška a Pokorného Sto astronomických omylů uvedených na správnou míru.

## Správné výsledky podle chybné teorie

*Ptolemaiova teorie vznikla v druhém století našeho letopočtu. Byla obsažena ve spise, kterému autor dal název „Matematická skladba“. My jej však známe spíše pod názvem „Almagest“, který je arabskou zkomoleninou řeckého názvu „Megalé syntaxis“. Tato teorie obsahovala vlastně všechno, co tehdejší doba věděla o astronomii.*

*V oné době však astronomie měla značně jiný obsah než astronomie dnešní. Nefen mnohem menší, protože mnoho věcí ještě nebylo známo, ale také její zájem byl zaměřen jinak. Tehdejší vesmír by bylo možno charakterizovat tak, že jsou v něm objekty, které se hýbou, a objekty, které se nehýbou.*



Nebyla by to správná charakteristika, protože Ptolemaiova teorie, jak známo, vycházela z názoru, že zeměkoule je nehybným středem vesmíru. V takovém vesmíru se potom kromě zeměkoule musí neustále hýbat všechno. Ale přece jen v tom pohybu jsou rozdíly. Jednak celý vesmír se všim všudy se musí kolem zeměkoule otočit jednou za den. Při tom přirozeně všechny objekty, které vidíme, navzájem stále zachovávají své postavení. Ale je několik výjimečných objektů, které krom toho každodenního obíhání kolem Země si konají jakési své zvláštní pohyby, každý jinak. Těch objektů bylo tehdy známo právě sedm, a protože se mezi těmi ostatními neustále toulaly, dostaly název „planety“. Ve staré řečtině se tak označovali ti, kdo bloudí žákaj, přecházejí sem a tam, ale také tuláci. Jsou to v rámci představy Slunce a Měsíce (které my dnes za planety nepočítáme), Merkur, Venuše, Mars, Jupiter a Saturn. Jiná taková tělesa astronomie až do konce 18. století neznala.

Avšak už v období antiky se zjistilo, že to bloudění planet není vůbec nějaké libovolné toulání bez řádu. Postupně se přišlo na to, že planety neopouštějí na obloze jeden určitý pás, jímž se také pohybuje Slunce. Všechny se pohybují jedním směrem, z něhož se sice každá, s výjimkou Slunce a Měsíce, načas po určitý úsek cesty vrací, ale i to se děje pravidelně a v závislosti na postavení vůči Slunci. Poznalo se, že každá z nich dokončí oběh kolem celé hvězdné oblohy za jednu a tutéž svou dobu, kterou dodržuje, zkrátka: že v jejich zdánlivě neuspořádaném rejdnění panuje určitá pravidelnost. Matematicky přísná pravidelnost. A právě tuto pravidelnost Ptolemaiova „Matematická skladba“ matematicky vystihuje, a to kupodivu přesně. Tak přesně, že podle této teorie bylo možno vypočítat postavení planet mezi hvězdami do minulosti i do budoucnosti tak, že při tehdejší přesnosti měření shoda mezi propočtem a pozorováním vyhovovala.

Ptolemaiova teorie je však chybná. Nejenže se tu počítá s nehybnou zeměkoucí, ale ani se neuvažuje o tom, že by aspoň některá z planet mohla obíhat kolem Slunce.

Chybnost Ptolemaiovy teorie překonal Koperník v první polovině 16. století. Rozhodující spis „O obězích nebeských sfér“ vydal v roce 1543. Správně poznal, že hvězdy se nehýbou, že Země nejen že není nehybná, ale že vykonává hned tři pohyby, totiž že se otáčí kolem své osy, obíhá kolem Slunce a vykonává i precesní pohyb. Dále, že je jednou z planet a že všechny planety obíhají kolem Slunce. Tento Koperníkův přínos je všeobecně hodnocen jako zásadní převrat nejen ve vývoji astronomie, ale vědy vůbec.

Jak tedy máme rozumět výrokům předních znalců dějin astronomie, kteří nám tvrdí, že „Koperníkův systém nebyl o nic přesnější ani důvěryhodnější než Ptolemaioův“?

Dnes umíme uzavřít do matematické formulace kdejaký fyzikální děj, který se opakuje, byť to „opakování“ třeba není na první pohled úplně přesně. Bývá tomu tak proto, že se v jednom ději skládá více periodických dění přes sebe. Takový propočten je jistě úspěchem, protože nám umožňuje předvídat, spočíst spolehlivou předpověď pro kterýkoli okamžik v minulosti či budoucnosti. „Úspěch“ však ještě nemusí znamenat „naprostý úspěch“ či „úplný úspěch“. Takto je totiž možno matematicky zvládnout a přesně předpovídat děje, jejichž podstatu neznáme, známe jen jejich projevy. Ptolemaiova teorie je přesným příkladem takového stavu. A matematické prostředky, které Ptolemaios k tomuto účelu rozpracoval, jsou pokrevním, i když historicky vzdáleným předkem těch metod, kterých se k matematickému zvládnutí periodických dějů používá i dnes.

I když přesnost předpovědi zůstala podle Koperníkovy teorie v zásadě táž jako podle Ptolemaiovy, Koperník se ve skutečnosti mnohem více přiblížil podstatě jevů. Přesnost obou teorií totiž srovnáváme na obloze, podle toho, kam se jednotlivé planety mezi hvězdy promítají. Vlastně tak planety sledujeme podobně jako magnetické knoflíky na plechové tabuli s hvězdnou mapou. V předpovědi, jak se budou knoflíky po tabuli posouvat, jsou si obě teorie zhruba rovnocenné. Ale ve skutečnosti planety přece nejsou knoflíky, které se neodlepují z magnetické tabule, ale spíš něco jako mouchy, které v různých vzdálenostech před tou tabulí poletují. Nám se promítají na tuto tabuli a my je zdánlivě vidíme jakoby v její ploše. Tady však již je mezi oběma teoriemi, Ptolemaiova a Koperníkovou, značný rozdíl. Ptolemaios nebyl schopen něčeho více než předpovědi pohybu knoflíku po tabuli. Koperník však věděl, jak se planety pohybují v prostoru. Mohl tedy uvažovat o trojrozměrném prostorovém uspořádání planetární soustavy. To však Ptolemaiovi stále unikalo, neměl vůbec naději o něm reálně uvažovat. Ptolemaios mohl vypočítat dvojrozměrné souřadnice planety na hvězdné sféře, Koperník zvládal předpověď všech tří rozměrů pohybu planety, a dvojrozměrný údaj o tom, kam se nám planeta bude mezi hvězdy promítat, byl jen důsledkem této bohatší znalosti.

Budeme však přesnější, jestliže uvedeme, že Koperník zatím jen otevřel cestu vedoucí k tomu, jak zvládat předpověď všech tří rozměrů. Jeho zásadně správný postup byl v detailech ještě zatížen řadou tradičních předpokladů, a to způsobovalo, že co do přesnosti jeho propočten zatím Ptolemaiova výrazně nepřekonávaly. Pouze v tom nebyl jeho systém „ani přesnější, ani důvěryhodnější než systém Ptolemaioův“. Jinak jde o zásadní pokrok, jehož význam v dějinách vědy je skutečně převratný.



V tomto smyslu mohou i jiné chybné teorie poskytovat správné výsledky. Dokonce fakt, že se tak děje, je možno považovat za jeden z opakovaných kousků ve vývoji vědy. Vůči teorii, která je vývojem mladší a také dokonalejší, je ta starší většinou vždy jen „chybnou teorií“. A přece poskytovala výsledky, které, když nic jiného, aspoň dostatečně přesvědčivě ujišťovaly o tom, že na nastoupené cestě něco pravdy je. Tak bylo a bude.

Zdeněk Horský

## Vesmír upadne do tepelné agónie

Kam se ubírá vývoj vesmíru? Jaká ho čeká budoucnost? Neradostná. Vesmír dříve nebo později přejde do stavu tepelné smrti, kdy jedinou formou pohybu bude neuspořádaný tepelný pohyb molekul a atomů. Celý vesmír se dostane do stavu termodynamické rovnováhy, všechna tělesa i záření mezi nimi budou mít touž teplotu. Ve světě, v němž není teplotních rozdílů, nutně zaniká nejen život, ale i veškerý vývoj. Vesmír upadne do tepelné agónie, z níž se už nikdy neprobere.

Takovýto obraz budoucího vývoje vesmíru je důsledkem druhé věty termodynamické, kterou již v roce 1869 formuloval německý fyzik Rudolf J. E. Clausius. Můžete se setkat s mnoha vyjádřeními tohoto fyzikálního zákona, všechna však znamenají totéž: v přírodě vše neodvratně směřuje od uspořádanosti k nepořádku. Stav termodynamické rovnováhy je stavem největší možné neuspořádanosti fyzikální soustavy. Mírou neuspořádanosti je tzv. entropie, která, podle jedné z verzí druhé věty termodynamiky, může jenom vzrůstat.

Tepelnou smrt si ovšem nesmíte představovat jako nějaké žhavé peklo, spíš naopak. Po dokonalém vyrovnání teplot všech kosmických těles, jejichž kontakt zajišťuje jejich záření, by teplota vesmíru dosáhla jen několika stupňů nad absolutní nulou (–273,15 stupňů Celsia). Vesmír by tedy spíše ztuhl v kosmickém chladu.

Vize tepelné smrti vesmíru děsila fyziky, astronomy a zejména filozofy dale než století. Tepelná smrt se totiž vůbec nehodí do koncepce věčné se obnovujícího vesmíru s věčným koloběhem vzniku, života a zániku vystřídaného znovuzrozením nejrůznějších forem hmoty od planet až po galaxie. Když se nám něco nelíbí, můžeme na to reagovat všelijak. Nejméně námahy stojí zavřít oči a tvrdit: „Všechno je v pořádku, ta ohavná věc už přece neexistuje.“ A to byl též nejčastější způsob, jak byla otázka tepelné smrti donedávna řešena.

Poprask kolem tepelné smrti v posledních letech utichl, vystaly jiné, naléhavější problémy, a jen málokdo si povšiml, že paradox

tepelné smrti byl již vlastně uspokojivě vyřešen. Vše prošlo potichoučku, nijak se přitom nekřičelo ani nemávalo rukama.

Vysvětlení, které předkládá moderní teorie vývoje vesmíru, je překvapující. Vesmír totiž už ve stavu tepelné smrti byl. Unikl jí a neustále se od ní vzdaluje. Přesněji řečeno, vesmír je dnes ve stavu jen nepatrně odlišném od tepelné smrti, ale to nijak nepřekáží jeho vývoji. Jak tomu všemu rozumět?

V období krátce po velkém třesku byla hmota ve vesmíru velice hustá a horká. Všechny součásti hmoty — látka v podobě částic a záření ve formě fotonů — byly v těsném doteku. Všude vládla naprosto stejná teplota. Hmota byla dokonale stejnorodá, bez náznaku jakékoli vyšší struktury. Ke změnám docházelo jen na mikroskopické úrovni — vznikaly a zanikaly fotony i částice látky, tvořila se a štěpila atomová jádra, vše se neustále sráželo. Všechny tyto děje byly v detailní rovnováze, takže navenek se nic nedělo. Jednoduše řečeno, hmota byla ve stavu termodynamické rovnováhy. K popisu stavu hmoty stačily dvě veličiny — hustota a teplota. Vesmír se narodil jako mrtvé dítě.

Co způsobilo onen zázrak, že se dítě probíralo k životu? Jak je vlastně možné, že se ve vesmíru začaly tvořit tak složité struktury, jako jsou galaxie, hvězdy a planety? Proti nepořádku lze bojovat jedině pořádkem. Tento řád dalo vesmíru jeho rozpínání. Uspořádaný pohyb, který nelze převést na teplo.

Horký expandující vesmír postupně řídil a chladl. Zpočátku se nic nedělo, látka i záření byly stále ještě v termodynamické rovnováze. Situace se však změnila někdy kolem roku 700 000 po velkém třesku. Tehdy totiž poklesla teplota vesmíru na několik tisíc stupňů a ze směsi kladně nabitých jader a volných záporných elektronů se začaly tvořit atomy. Takto vzniklý plyn se stal pro záření průhledným; látka a záření si sebe „přestaly všimati“. Od té chvíle se již teplota záření a látky mění nezávisle na sobě. Látka při expanzi vesmíru zchladla mnohem rychleji než zbytkové čili reliktní záření. Do dnešní doby zchladlo reliktní záření až na teplotu 3 kelvinů. Pozorujeme je jako mikrovlnné záření, které k nám přichází rovnoměrně ze všech směrů. Rychlé ochladnutí látky tvořené atomy bylo základem východiskem jejího dalšího, komplikovaného vývoje. Vznikaly galaxie, hvězdy a planetární soustavy. Vytvořily se podmínky i pro tak složitý a málo pravděpodobný jev, jako je život ve všech jeho rozmanitých formách.

Látkový svět je plný změn, probíhá v něm bouřlivý vývoj. Na honu je vzdálen tepelné smrti, synonymu nudy a stagnace. Naproti tomu reliktní záření, které bezcílně bloudí vesmírem, si neustále podržuje tepelnou povahu z období, kdy byl v kontaktu s látkou.



Jak je to však s vesmírem jako celkem? Jak jsme již předeslali, mírou neuspokojivosti je entropie. Ta je pak zhruba určena počtem částic, jež se nacházejí ve stavu termodynamické rovnováhy. Ve vesmíru připadá na jeden nukleon (proton či neutron) asi miliarda fotonů reliktního záření! Soudě tedy podle entropie, je hmota ve vesmíru jen o vlásek (o miliardtinu) vzdálena od tepelné smrti. Látkovému vesmíru však tato skutečnost nijak nevadí a vesele si žije dál svým životem.

Dobrá tedy, rozpínání vesmíru z něj dokáže sejmut kletbu tepelné smrti, jenže proč se vlastně vesmír rozpíná? Zdá se, že tato otázka úzce souvisí s jinou, neméně zásadní: odkud se vzala hmota, která vesmír tvoří? Odpověď je zřejmě nutno hledat v prvních okamžicích jeho existence. Zdá se, že tehdy vesmír prošel fází překotného nafukování, během níž se jeho rozměry zvětšily o mnoho řádů. Příčinou prudké expanze byly obrovské odpudivé gravitační síly vyvolané působením gigantického záporného tlaku. Souběžně s nafukováním vznikala ve vesmíru nová hmota. Při tomto procesu, který je výsledkem chování zvláštní formy hmoty nazývané fyzikální vakuum, však nedošlo k porušení zákona zachování hmoty. Záporný tlak totiž má i zápornou energii a ta je číselně rovna energii utajené v nově vzniklé hmotě.

Někdy se říká, že nula od nuly pojde, ale nula fyzikálního vakua dala zrod hmotě ve vesmíru a obdařila ji i rozpínáním.

Zdeněk Mikulášek

## Novodobá astrologie

**„Pouze šarlatáni jsou si něčím jisti. Pochybnost není právě příjemným stavem, ale jistota je směšná.“**  
Voltaire (1694—1778)

Třhneme k jistotám, k takovým, jež nás naplní klidem a optimismem. Minulost, kterou alespoň v principu známe dokonale, ostře kontrastuje s nejistou budoucností. Jsme tvory snadno zranitelnými, křehkými. Tušíme, že na nás číhá tisíce nebezpečí, z nichž mnohá přicházejí jistě i z kosmu. Budeme-li je znát, můžeme se bránit. Je to jistě lepší, než kdybychom bez odporu čekali, až rána dopadne.

Čím nám vlastně vesmír hrozí? Srážkou s kometou? Možná, ale to je přece jev natolik vzácný, že se nedotýká našeho každodenního života. Je tu hrozba méně okázalá, všednější — naše Slunce. Dárce života na Zemi, a snad proto ve všech mytologických posvátných bůh, po tisíciletí vzor dokonalosti a stálosti. Ale také hvězda, která čas od času zvyšuje svou aktivitu a vyvrhuje do okolí proudy částic o záření vysokých energií.

Uveďme několik základních informací: výkon Slunce dosahuje  $4.10^{26}$  wattů, jedna dvoumiliardtina z tohoto čísla (stále ještě úctyhodných  $2.10^{17}$  wattů) připadá na Zemi. Celkový výkon Slunce se prakticky nemění, z toho hlediska Slunce proměnnou hvězdou není. Avšak v jedenáctileté periodě se mění počet skvrn, erupcí, protuberancí, zkrátka jevů, které často dohromady tvoří tzv. aktivní oblasti na Slunci. Erupce je typickým projevem sluneční aktivity.

Sluneční fyzikové se doposud neshodli na přesné definici erupce; nám však stačí, označíme-li jako erupci náhlý výron velkého množství záření a nabitých částic z poměrně malého prostoru nad slunečním povrchem. Jde o energie značně velké — při největších erupcích se v průběhu jen několika málo minut uvolní až  $10^{25}$  joulů, a to v objemech snad jen desetkrát větších, než je objem Země. Nyní již bezpečně víme, že sluneční aktivita je podmíněna přítomností magnetického pole. Také erupce „rády“ vznikají v oblastech zhuštěných a vselijak do sebe zapletených siločar magnetického pole: za určitých podmínek (které ještě dobře neznáme) se náhle struktura magnetického pole naruší a dojde k prudkému stlačení horkého plazmatu. Z místa vzniku erupce tryskají do meziplanetárního prostoru úzké svazky energetických protonů a elektronů, erupce se rozzáří v mnoha oborech elektromagnetického spektra. Proudů nabitých částic, pohybuje se meziplanetárním prostorem podél magnetických siločar, zastíní při setkání se Zemí naši planetu před kosmickým zářením, které k nám přichází ze vzdálenějšího vesmíru. Mohou nastat magnetické bouře, polární záře, naruší se zemská ionosféra.

V současné době již nikdo nepochybuje o tom, že Slunce, i když je od nás vzdáleno 150 miliónů kilometrů, ovlivňuje a narušuje řadu procesů na naší planetě. Na některé pozemské děje má sluneční aktivita nepochybně vliv přímý, na jiné jen zprostředkovaně.

Dostáváme se k jádru našeho problému: může sluneční činnost ovlivňovat i živé organismy na Zemi? Člověka? Jsou pro nás aktivní děje na Slunci skutečným nebezpečím, před nímž je třeba se chránit?

Nezastřejme, že řada odborníků z různých oborů se domnívá, že přímá souvislost mezi sluneční aktivitou a člověkem existuje. Alespoň tomu věří. Proč jinak by vznikaly stovky prací na téma „Slunce a člověk“? Jsou to většinou práce statistické, a často se sobě (svým provedením i obsahem) podobají jako vejce vejci. Sluneční aktivita, charakterizovaná nějakým číslem — tzv. indexem (jsou jich desítky), je jednoduchou statistickou metodou porovnatelná s výskytem akutních srdečních onemocnění, pracovními úrazy, počtem dopravních nehod



apod. Obvykle se takto zkoumají jen stovky případů, a nežádka i méně. Výsledky nebývají nijak přesvědčivé, přesto jsou interpretovány nadměrně optimisticky: ano, k ovlivňování člověka dochází, a tady je jeden z důkazů.

Není to však novodobá astrologie? Nevěříme něčemu jen proto, že by to tak „mělo být“? Trochu nadsaďme: nesvádíme každou naši bolest hlavy, pichnutí v boku či nezdar v práci na „Slunce plné skvrn“?

Rozeberme si vše ještě jednou. Začneme u statistiky: abychom prokázali souvislost dvou jevů, která není nijak výrazná, musíme mít k dispozici mnoho jednotlivých případů, jež porovnáváme. Mnoho — to jsou desítky, statisíce. Měli bychom též vědět, zda v našich datech nejsou skryty souvislosti s jinými jevy, než právě zkoumáme, závislosti, které by případně mohly námi studované vztahy zcela zamaskovat. Data nesmíme upravovat jen proto, abychom dostali

„lepší“ výsledek. Dost požadavků a mnohým v našem případě nelze vyhovět. I vztahy „Slunce — člověk“ jsou jen volným vztahem. Člověk je totiž příliš hluboko „vsazen“ do přírody a reaguje především na toto své okolí. Proto ve všech statistikách, do nichž je zahrnut člověk, se nutně musí projevit především vztahy „člověk — okolí“. Ty budou dominantní a ty musíme nejdříve poznat, chceme-li pak studovat jevy daleko subtilnější, třeba vlivy sluneční aktivity na člověka.

Současný výzkum vztahů „Slunce — člověk“ míří většinou do prázdna. Ale neodsuzejme je! Uvěříme-li, že mezi aktivitou na Slunci a našim chováním a jednáním zde na Zemi je nějaká přímá souvislost, budeme v obdobích zvýšené aktivity opatrnější, pozornější a disciplinovanější. Co často nezmohou dobře miněné příkazy a rady člověka, zastane naše neklidné Slunce.

Zdeněk Pokorný

## nové knihy a publikace

### Zprávy Bjurakanské observatoře sv. 60—62 (Jerevan, 1983—89)

Sborníky obsahují původní vědecké práce, založené zejména na pozorovacím materiálu Bjurakanské observatoře Akademie věd Arménské SSR a týkající se výzkumu struktury cizích galaxií a těsných dvojhvězd v naší Galaxii. Několik studií je věnováno historii astronomie a problémům zpracování dat. Poslední svazek anotované série je monometrický; obsahuje teorii deformací prstoročasnového kontinua. Práce jsou publikovány v ruštině, s výtahy v angličtině a arménštině. Sborníky jsou určeny odborné vědecké veřejnosti, zabývající se výzkumem hvězd a hvězdných soustav. -g-

### V. A. Ambarcumjan: Vědecké spisy sv. 3, nakl. AV Arménské SSR, Jerevan 1988

Při příležitosti 80. výročí narození jednoho z nejvýznamnějších světových astronomů připravili jeho spolupracovníci pod vedením akad. V. V. Soboleva další svazek spisů akad. Ambarcumjana, v němž jsou přetištěny jeho práce o extragalaktické astronomii, nestacionárních procesech ve hvězdách, teorii rozptylu světla, o stavbě a vývoji hvězd a dále stati obecné povahy. Ve sborníku je uveřejněno celkem 36 prací, publikovaných ve vědeckých časopisech a

nulých třiceti letech. Všechny práce jsou sbornících z konferencí a symposií v uply přeloženy do ruštiny, pokud tak nebyly publikovány již v původním znění. Sborník je určen specialistům, popřípadě pokročilým studentům astrofyziky. -g-

### Symposium „Princip invariance a jeho aplikace“ (ed. M. A. Mnacakanjan, O. V. Pikičjana), nakl. AV Arménské SSR, Jerevan 1989

Sborník obsahuje příspěvky, přednesené na stejnojmenném symposiu, které se konalo v Bjurakanu v říjnu r. 1981, jakož i tři přehledové přednášky, proslovené akad. V. A. Ambarcumjanem, V. V. Sobolevem a prof. S. Chandrasekharom. Jednotlivé práce jsou věnovány využití principu invariance při řešení rozličných astrofyzikálních i aplikačních problémů. Nalezneme zde také stať o přenosu záření s rozličnými redistribučními funkcemi od našeho krajana dr. I. Hubeného. Sborník je určen specialistům a studentům v astrofyzice i matematické fyzice: jeho hodnotu ovšem poněkud snižuje příliš dlouhý interval mezi konáním symposia a publikací příspěvků. -g-

### Publikace Struveho astrofyzikální observatoře v Tartu č. 99—102, Tallin 1989—90

Publikace obsahují příspěvky: L. a A. Sarpovi: Ultrafialové spektrum hvězdy beta Orionis pomocí družice IUE, M. Ruusalepp: Katalog hodnot sklonu a úhlové rychlosti rotace pro rané hvězdy, H. Eelsalu: Teorie základních galaktických statistických výzkumných souborů, kolektiv autorů: Astro-



fyzikální metody, aplikované v programu výzkumu hlavního poledníkového řezu galaxie Mléčné dráhy. Práce jsou publikovány anglicky a jsou určeny specialistům ve hvězdné astrofyzice, stelární statistice a dynamice.

-8-

**J. Zavřel: Bibliografie publikací Astronomického ústavu ČSAV za léta 1925 až 1989, Ondřejov 1990**

Interní publikace SVI AsÚ ČSAV obsahuje anotovaný seznam všech publikací, vydaných Astronomickým ústavem ČSAV, resp. jeho předchůdci v uvedeném období. Těžištěm bibliografie jsou údaje o sérii Publikací ústavu, jichž vyšlo úhrnem 75, a jež obsahují původní vědecká sdělení z oblastí výzkumu Slunce, sluneční soustavy, hvězd a hvězdných soustav (z oborů, které se v ústavu pěstují). Bibliografie dále obsahuje informace o řadě Scripta astronomica, věnované převážně historické bibliografii, dále o ústavních preprintech vědeckých prací a o interních vědeckých zprávách. Bibliografie je nepostradatelná pro naše i zahraniční odborné knihovny a podává dobrý přehled o publikační aktivitě tohoto největšího čs. astronomického pracoviště.

-g-

**Zuzana Večeřová, Josef Zavřel: Seznam aktivních periodik 1989—90. Vydalo středisko vědeckých informací Astronomického ústavu ČSAV v Ondřejově 1990.**

Co jsou to aktivní periodika? Určitá, výběrová část knihovnického fondu Astronomického ústavu ČSAV v Ondřejově. Seznam těchto aktivních periodik není tedy registrujícím seznamem všech titulů periodik, které jsou uloženy a zpracovány ve fondu studijní knihovny ústavu, těch je přes třináct set, ale pouze jeho aktivní části. To znamená, že se jedná o tituly, které v současné době do knihovny docházejí. Termín „periodikum“ znamená, že se jedná o tiskoviny charakteru časopiseckého, nikoliv sbírkového s periodicitou jednoho roku. Bibliografie je řazena abecedně. Zvláštní oddíly v seznamu tvoří časopisy bibliografické a referátové, překladové a deníky. K spolehlivé identifikaci jednotlivých titulů (178 titulů) jistě přispějí i údaje o jejich zeměpisném původu.

-kk-

**Jiří Grygar, Miloslav Skyba, Jiří Vohlřdal: Chemie 6 — Vývoj hmoty. Učebnice pro 4. ročník průmyslových škol chemických, Státní pedagogické nakladatelství Praha, 1989**

Dostane-li se vám do rukou tato nevelká brožura, nenechte se odradit ani neurčitě znějícím názvem, ani tím, že je to učebnice, natož pak nepřilíží vábnou obálkou. Nalistujte raději hned stranu 7 a čtěte obsah:

1. Stavba mikrosvěta: elementární částice, kvarková hypotéza, interakce mezi částicemi, zákony zachování a unitární teorie pole.

2. Prostor, čas, vakuum: základní vlastnosti hmoty, vakuum, speciální teorie relativity, obecná teorie relativity, experimentální ověření teorie relativity, gravitační kolaps, černé díry.

3. Vesmírné objekty — struktura megasvěta: mezihvězdná látka, hvězdy, hvězdné subsystémy, galaxie a kvasary.

4. Představy o vývoji vesmíru: červený posuv galaxií a kvasarů, mikrovlnné záření pozadí, modely vesmíru, éry vesmírného vývoje.

5. Vznik a vývoj života: vznik sluneční soustavy, stavba a vývoj Země, život na Zemi a ve vesmíru.

6. Materiální jednota světa: princip jednoty světa, pluralistické a monistické řešení otázky jednoty světa, pojetí jednoty světa v materialistickém myšlení, dialektickomaterialistické pojetí jednoty světa.

Poslední, šestá a nejkratší kapitola, se svým filozofickým zaměřením vymyká celkovému fyzikálně-astronomickému rázu knihy. Uvádí základy dialekticko-materialistického pojetí světa (uvědomme si, že učebnice byla schválena v roce 1988).

Autorem prvních pěti kapitol je Jiří Grygar, který umí popularizovat astronomii snad na všech odborných úrovních — od televizních seriálů až po stručný, sevřený a informacemi bohatý text.

V první kapitole na pouhých 16 stránkách se mu podařilo podat takový přehled základních znalostí o elementárních částicích, že si v něm s chutí osvěží své vědomosti i vysokoškolsky vzdělaný fyzik. Následující kapitoly jsou zase neocenitelným pomocníkem lektora při sestavování populárních přednášek. Při tom všem zůstává zachováno „chemické“ zaměření učebnice.

Text je provázen 13 názornými obrázky a 5 tabulkami. Na konci najdete vedle seznamu doporučené literatury i přehledný rejstřík.

Státnímu pedagogickému nakladatelství se tak vlastně podařilo vydat dvě knížky v jedné: obsažnou (a pro středoškoláky



snad až příliš náročnou) učebnici o vývoji hmoty pro chemiky a krásně stručný populární přehled základů astrofyziky a kosmologie pro všechny astronomické nadšence. Škoda jen, že náklad 2000 výtisků je tak malý.

Michal Sobotka



## ASTRONOMICKÝ KURS HVĚZDÁRNY A PLANETARIA HL. M. PRAHY

Každoročně otevírá HaP hl. m. Prahy pro všechny zájemce o astronomii dvouletý kurs. Je určen převážně středoškolákům, vítání jsou však i žáci posledního ročníku základních škol a dospělá veřejnost.

Kurs je dvouletý. První ročník probíhá v Planetáriu Praha. Je rozčleněn do 25 dvouhodinových lekcí, které obsáhnou základy astronomie na současné úrovni poznávání vesmíru. Některé lekce jsou věnovány i hraničním problémům, jako jsou možnosti života ve vesmíru, UFO, astrologie, archeoastronomie a další. Posluchači obdrží řadu tiskových materiálů a po zaplacení kursového také legitimaci, která je opravňuje k volnému vstupu na všechny astronomické a kosmonautické programy všech našich středisek: Štefánikovy hvězdárny na Petříně, Planetária Praha a Hvězdárny Dáblice.

Lekce prvního ročníku se poslední dva roky konaly v kinosále v důsledku rozsáhlé rekonstrukce astronomického sálu. Letošní posluchači již stráví druhou polovinu lekcí pod umělou oblohou nového planetária — Kosmoramy a budou si moci postupně systematicky prohlédnout všechny její projekční možnosti.

Úspěšní absolventi 1. ročníku jsou doporučováni do ročníku druhého, který se koná na Štefánikově hvězdárně. Lekce jsou zde již zaměřeny více prakticky. Posluchači si prohlubují svoje znalosti a současně se učí pracovat s astronomickými přístroji. Po složení demonstračních zkoušek se mohou stát dobrovolnými spolupracovníky Hvězdárny a věnovat se podle zájmu buď provádění návštěvníků nebo samostatnému pozorování a odborné práci.

Astronomický kurs Hvězdárny a planetária hl. m. Prahy má již třicetiletou tradici. Za tu dobu jeho první ročník absolvovalo více než tisíc posluchačů, pro které znamenal hodnotné naplnění volného času i sy-

stematickou výchovu v jednom z nejkrásnějších přírodovědných oborů — astronomii. Pro mnohé se pak astronomie stala životní náplní: pracují jako vědečtí pracovníci na astronomických ústavech či jako odborní pracovníci na hvězdárnách a v planetáriích.

Letošní astronomický kurs zahájíme 4. října v 17 hodin v Planetáriu ve Stromovce. Srdečně do něj zveme všechny přítele astronomie — naše budoucí spolupracovníky a kolegy.

Helena Holovská

## ČINNOST ŽDÁRSKÝCH ASTRONOMŮ

Astronomii a pozorováním vesmírných těles a jeví se stále více zabývají i lidé bez akademických titulů. Mezi takové patřila i desítka žďárských astronomů, kteří se v lednu 1978 sešli a založili astronomický kroužek. V pečlivě vedené kronice jsou zaznamenány všechny úspěchy a rozhodující mezníky činnosti tohoto kroužku. O zájmu občanů o činnost kroužku svědčí vysoká návštěvnost výstav, které kroužek pořádá, zájem je i o večery pořádané pro veřejnost.

Čas se nezastaví, a tak v listech kroniky žďárského astronomického kroužku jsou zaznamenány odchody těch, kteří kroužek založili. Onemocnění, změna bydliště i časové zaneprázdnění způsobilo, že přestali v kroužku působit. Největší ztráta postihla kroužek úmrtím nejagilnějších členů: Františka Frčky, Pavla Eliáše a 27. ledna 1990 zemřel i Stanislav Eliáš.

V kroužku trvá soustavná péče o výchovu mladých astronomů. Odchovanci nebo lépe řečeno mladí nadšenci nastoupili, a tak úspěšně proběhla výměna generací. Za nejvýznamnější akci, kterou vede Vít Janeček a která je organizována každoročně, lze pokládat setkání astronomů, kde se snoubí dva rozdílné zájmy — sport a astronomie. Na Ski and Teleskopy se ve Žďáře nad Sázavou setkávají lidé, kteří si mají co říci a stráví část volného času v krásné zimní přírodě Vysočiny. Tato akce se letos konala 2. února 1990. Účastníkem je každoročně i RNDr. Jiří Grygar, CSC.

Miloslav Straka

## SVĚT KOMET

### Kometa Peters-Hartley (1990d)

R. H. McNaught znovuobjevil dalekohledem Uppsala Southern Schmidt Telescope periodickou kometu Peters-Hartley. Kometa měla difúzní vzhled a měla zpoždění proti předpovědi o dva dny. Zpřesněné dráhové elementy pro epochu 1990 July 8.0 ET jsou:



T = 1990 June 23.6412 ET (průchod perihelem); e = 0.597926 (excentricita); q = 1.625774 AU (vzdálenost perihelu); i = 29.8345 (sklon dráhy pro ekv. 1950.0); P = 8.131 roku (oběžná doba). V období od května do října se kometa nachází na jižní obloze a její jasnost se pohybuje od 13. do 16. hvězdné velikosti. -tst-

## Kometa Honda-Mrkos-Pajdušáková (1990f)

Tato periodická kometa byla znovuobjevena J. V. Scottim pomocí 0.91m dalekohledu „Spacewatch“ na observatoři Kitt Peak 17. června 1990. V době objevu se kometa jevila jako velmi slabý difúzní objekt 17.7 hvězdné velikosti. Nejlepší viditelnost této komety nastala koncem srpna. Podle prvních výpočtů jsou její dráhové elementy následující: T = 1990 Sept. 12.6864 ET (průchod perihelem); e = 0.821936 (excentricita); q = 0.541120 AU (vzdálenost perihelu); i = 4.2224 (sklon dráhy pro ekv. 1950.0); P = 5.298 roku (oběžná doba).

Předběžná efemerida:

datum	rektascence	deklinace	jasnost
07.8.	4 <sup>h</sup> 54.08 <sup>m</sup>	+11°33.1'	10.6 <sup>m</sup>
12.8.	5 <sup>h</sup> 54.62 <sup>m</sup>	+14°08.3'	
17.8.	6 <sup>h</sup> 42.75 <sup>m</sup>	+15°29.9'	9.8 <sup>m</sup>

-tst-

## Kometa Levy (1990c)

Tato v současnosti nejjasnější kometa na sebe poutá stále více pozornosti astronomů celého světa. V prvních spektrech komety byly identifikovány jasné spektrální pásy molekul CN, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, OH a NH. Další přesná pozorování přinesla zpřesnění dráhových elementů a efemeridy: T = 1990 Oct. 24.259 ET (průchod perihelem); i = 131.623 (sklon dráhy pro ekv. 1950.0).

datum	rektascence	deklinace	jasnost
07.8.	22 <sup>h</sup> 59.97 <sup>m</sup>	+25°17.4'	5.5 <sup>m</sup>
12.8.	22 <sup>h</sup> 29.10 <sup>m</sup>	+21°39.1'	
17.8.	21 <sup>h</sup> 45.81 <sup>m</sup>	+15°20.9'	4.3 <sup>m</sup>
22.8.	20 <sup>h</sup> 48.37 <sup>m</sup>	+5°15.8'	
27.8.	19 <sup>h</sup> 41.01 <sup>m</sup>	-7°37.8'	3.5 <sup>m</sup>
01.9.	18 <sup>h</sup> 35.05 <sup>m</sup>	-19°16.8'	
06.9.	17 <sup>h</sup> 40.33 <sup>m</sup>	-27°07.9'	3.7 <sup>m</sup>

-tst-

## ODCHYLKY ČASOVÝCH SIGNALŮ V KVĚTNU 1990

Den	UT1-signal	UT2-signal
3. V.	+0,0662 <sup>s</sup>	+0,0931 <sup>s</sup>
8. V.	+0,0561	+0,0844
13. V.	+0,0481	+0,0775
18. V.	+0,0391	+0,0692
23. V.	+0,0264	+0,0569
28. V.	+0,0178	+0,0483

V. P.

## ODCHYLKY ČASOVÝCH SIGNALŮ V ČERVNU 1990

Den	UT1-signal	UT2-signal
2. VI.	+0,0078 <sup>s</sup>	+0,0379 <sup>s</sup>
7. VI.	-0,0004	+0,0288
12. VI.	-0,0063	+0,0217
17. VI.	-0,0163	+0,0101
22. VI.	-0,0246	-0,0003
27. VI.	-0,0321	-0,0102

V. P.

## Proslechló se ve vesmíru Raketová výměna

„Brzy potom, co jsem nastoupil na místo ředitele Národního muzea letectví a kosmonautiky, podepsali představitelé SSSR a USA smlouvu o zákazu raket středního doletu. Když jsem si smlouvu přečetl, zaujal mne článek, umožňující každé straně uchovat 15 raket pro muzejní účely. V článku totiž nebylo specifikováno, ve kterých muzeích budou rakety umístěny, a tak mne napadlo, že by jedna ze sovětských raket mohla být vystavena u nás ve Washingtonu oplátkou za obdobnou americkou raketu v Moskvě. Uskutečnit takový na první pohled ztřeštěný nápad bylo snadné; využíval jsem všech návštěv významných sovětských činitelů v našem Muzeu, abych je pro tuto myšlenku získal. Američtí diplomaté a vojáci mi šli na ruku, a tak se letos podařilo příslušnou dohodu uzavřít. Před několika týdny odstartovalo transportní letadlo amerického letectva do Moskvy, přičemž v nákladovém prostoru se vezl Pershing 2. Při zpátečním letu měli naši letci přivést sovětskou raketu



SS-20. Při nakládání se však zjistilo, že SS-20 je podstatně delší než Pershing, a tak manévrování s raketou v nákladovém prostoru zabralo několik hodin. Nakonec se pomocí traktoru podařilo vrata přibouchnout, ovšem za cenu mírného pomačkání trupu letadla. Zpáteční let přesto proběhl hladce, zádrhel nastal až při pokusu zasunout SS-20 do Muzea. Museli jsme odmontovat schránky pro nukleární hlavice a při zpětném namontování nám pod střechou Muzea zbylo stěží 10 cm...

Když vše dobře dopadlo, chtěl jsem osobně poděkovat kapitánovi letadla za tento výjimečný kousek. Vskutku jsme se sešli, jen mi bylo na dálku nápadné, že je nějaký malý. Když přicházel blíž, zarazil mne zřavý přeliv jeho křtice. Posléze jsem zjistil, že jde o kapitánku."

*Ředitel muzea dr. Martin Harwitt při besedě s organizátory výstavy „Kde domov můj“ v paláci U Hybernů v Praze 22. 6. 1990*

(zaslechl -jg-)

## Úkazy na obloze

V LISTOPADU 1990

**Časové údaje** v této rubrice uvádíme ve středoevropském čase SEČ. V dynamickém čase DČ jsou udávány polohy těles, jejich vzdálenosti apod. Hodnoty těchto veličin jsou v efemeridách zpravidla počítány pro 0h DČ vybraného dne. Dynamický čas DČ = středoevropský čas SEČ — 1h +  $\Delta T$ , kde  $\Delta T$  je oprava na nerovnoměrnost rotace Země a zjišťujeme ji měřením. Pro rok 1990 se předběžně počítá s hodnotou  $\Delta T = +58s$ .

**Slunce** vychází 1., 16. a 30. XI. v 6h49, 7h14 a 7h35; zapadá v 16h37, 16h15 a 16h02. V těchto dnech má deklinaci  $-14,3^\circ$ ;  $-18,6^\circ$  a  $-21,6^\circ$  den trvá 9h48, 9h01 a 8h27; ke konci měsíce se proti letnímu slunovratu zkrátí o 7h56. Maximální hodnoty 16min25s dosahuje časová rovnice 3. XI. Toho dne tedy právě Slunce prochází poledníkem o tento časový interval dřív než slunce střední, tedy v 11h43min35s. Slunce dosahuje ekliptikální délky  $240^\circ$  dne 22. XI. ve 14h46 a vstupuje do znamení Štřelce. Ze souhvězdí Vah do Štíra přechází 23. XI. v 10h, ze souhvězdí Štíra do Hadonoše vstupuje 29. XI. ve 12h.

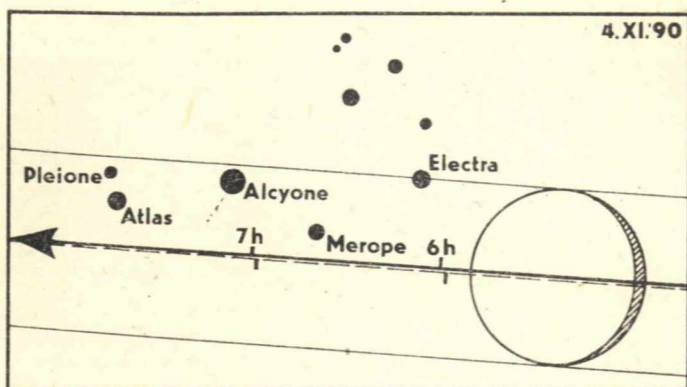
**Měsíc** je v úplňku 2. XI. ve 22h49, v poslední čtvrti 9. ve 14h02. Nov nastává 17. XI. v 10h05, první čtvrt 25. ve 14h11. Přizemím prochází 4. v 0h, odzemím 19. ve 4h. Začátkem listopadu jej spatříme v Rybách, 2. XI. k nám Měsíc díky libraci v šířce nejvíce natáhí jižní polokouli. Dne 2. XI. večer a 3. po půlnoci prochází Beranem. K zákrytům Plejád dochází 4. XI. krátce před východem Slunce. Podmínky ke sledování úkazu nejsou nejlepší, Měsíc je krátce po úplňku a ruší světlo ranního soumraku. V Praze pozorujeme zákryt hvězdy Electra: vstup 6h05,1; výstup 6h11,4; Merope vstup 6h13,5; Alcyone vstup 6h50,6. Výstupy těchto dvou hvězd nejsou již pozorovatelné. Ve Valašském Meziříčí lze vidět pouze vstup Merope v 6h15,3.

5. XI. ve 3h prochází Měsíc při konjunkci  $3,5^\circ$  jižně od MaMrsu; úkaz nastává v noci nad obzorem a poblíž ještě pozorujeme Aldebaran v Býku. Dne 7. XI. prochází Měsíc souhvězdím Blíženců, 8. křížuje ekliptiku v sestupném uzlu, 9. XI. ráno dochází v Raku ke konjunkci s Jupiterem, planeta  $1,6^\circ$  severně. Ve Lvu Měsíc najdeme 10. XI., kdy večer mívá Regula, 13. prochází jižně od obrazce Panny, 14. večer je v konjunkci se Spikou v Panně a ztrácí se pak ve sluneční záři. Po novu si musíme na objevení „mladého“ Měsíce počkat trochu déle než obvykle, protože prochází jižně od ekliptiky. V nejjihnější deklinaci je 19. XI., kdy zapadá jen 53min po Slunci. Spatřit bychom ho mohli 20. XI., kdy se promítá do obrazce Štřelce; zde nastanou 21. XI. nepozorovatelné konjunktce s Uranem a Neptunem. Obě planety jsou totiž večer jen nízko nad obzorem. Sledovat můžeme přiblížení k Saturnu 21. nebo 22. večer; samotná konjunktce nastane 22. v 5h — tedy pod obzorem. Mimo naše území dojde přitom i k zákrytu. Obrazcem Kozoroha prochází Měsíc 23. a 24., Vodnářem 25. a 26., Rybami od 26. XI. večer do 29. XI. Dne 30. XI. opět nastává maximální librace v šířce a Měsíc k nám nejvíce naklání jižní polokouli. Tétož dne svítí v obrazci Berana.

**Merkur** není viditelný. Po dolní konjunkci se Sluncem 28. X. se úhlově vzdaluje od Slunce na východ. Jeho deklinace klesá až do téměř  $-26^\circ$  dne 30. XI. Je proto tak nízká, že planeta prochází blízko zimního slunovratného bodu a současně 28. XI. dosahuje největší jižní heliocentrickou šířku. Za těchto okolností nepřichází v úvahu, že by Merkur mohl být u nás pozorován.

**Venuše** rovněž není pozorovatelná, protože 1. XI. je v horní konjunkci se Sluncem





Série zákrytů hvězd Plejád Měsícem 4. XI. Dráha středu měsíčního kotouče v Praze je zakreslena plně, ve Valašském Meziříčí čárkovaně. Rysky označují polohy středu měsíčního kotouče v celé hodiny SEČ. Tečny k okraji měsíčního kotouče, rovnoběžné s dráhou Měsíce, vymezují oblast zákrytů pro Prahu.

Kresba P. Příhoda

a úhlově je po celý listopad od něho vzdálena jen několik stupňů.

**Mars** má po dvou letech období nejlepší viditelnosti, protože 27. XI. je v opozici se Sluncem a 20. XI. dosahuje nejmenší vzdálenosti od Země, 0,517 AU, tedy 77,3 miliónu km. Blíže Zemi byl sice při minulé opozici roku 1988, a to 58,8 miliónu km, náhradou je však letos vysoká deklinace, tedy i delší denní dráha a větší výška nad obzorem. Rozdílný je ovšem i úhlový průměr, tentokrát až 18,1" (proti 23,8" roku 1988). Příčina těchto rozdílů spočívá ve značné výstřednosti Marsovy dráhy, která je v různých úsecích různě daleko od oběžné dráhy Země. V listopadu planetu můžeme pozorovat většinu noci, koncem měsíce celou noc. Dne 27. XI. má úhlový průměr 18,0", vzdálenost od Země 0,521 AU a jasnost  $-2,0$  mag. Vychází v 15h44, vrcholí ve 23h46 a zapadá v 7h53. Pohybuje se zpětně souhvězdím Býka a 13. XI. je v konjunkci s Aldebaranem, 6,3° severně od hvězdy. Amatérské pozorování v období kolem opozice představuje významnou zájmovou činnost pro každého pozorovatele s výkonným dalekohledem. Jak se provádí, o tom nás informuje návod Pokorný, Příhoda: Pozorujeme planety, vydaný hvězdárnou v Brně 1986.

**Jupiter** svítí nad obzorem od pozdního večera do svítání. Pohybuje se direktně souhvězdím Raka a zvolňuje do blízkosti zastávky, která připadá na 30. XI. Poté se planeta začíná pohybovat retrográdně, tedy vůči hvězdám k západu. K 17. XI. má úhlový polární průměr 37,0", tomu odpovídá geocentrická vzdálenost 4,986 AU; jasnost  $-2,3$  mag. Vychází ve 21h46, vrcholí v 5h20, zapadá po polední. 5. XI. je planeta 90° od Slunce, tedy v kvadratuře, kdy spojnice Země—Jupiter a Země—Slunce svírají největší úhel. Projevuje se to hlavně při za-

tmění měsíců, která nastávají dále od planety než jindy.

**Saturn** v souhvězdí Střelce a v nízké deklinaci je viditelný ve večerních hodinách nad jihozápadním obzorem. Zapadá stále časněji. Dne 17. XI. má geocentrickou vzdálenost 10,505 AU, úhlový průměr planety 14,0", prstenců 35,7"/14,4", jasnost  $+0,6$  mag, zapadá v 19h55, 27. XI. v 19h20.

**Uran** je sice ještě nad obzorem ve večerních hodinách, ale ztrácí se ve večerním soumraku. Období viditelnosti končí. 17. XI. je vzdálen od Země 20,150 AU a zapadá v 18h45.

**Neptun** nedaleko na východ od Uranu zaniká ve světle večerního soumraku nevysoko nad obzorem. Vzhledem k nižší jasnosti  $+8,0$  mag je již prakticky nepozorovatelný. 17. XI. zapadá v 19h17.

**Pluto** v souhvězdí Hlavy hada je 10. XI. v konjunkci se Sluncem a není pozorovatelný.

**Planetky:** v opozici se Sluncem je 15. XI. (4) Vesta v Býku a později ve Velrybě. Vrcholí tedy kolem půlnoci. Poloha 17. XI.: 3h28,8;  $+9^{\circ}39'$  (ekv. 1950,0), jasnost 6,6 mag. V opozici se Sluncem je také 9. XI. (80) Sappho s jasností 9,6 mag. Do opozice se blíží (15) Eunomia, (9) Metis a (532) Hercules. Tyto planetky dosáhnou v listopadu vyšší jasnosti než 10 mag [jasnost  $\leq 10,0$  mag]. Podrobnosti najdeme ve speciální ročence Efemeridy malých planet 1990, vydávané v Leningradě.

**Komety:** periheliem prochází 18. XI. P/Johnson a 22. XI. P/Kearns — Kwee. Z očekávaných periodických komet je nejjasnější druhá z obou uvedených. Její poloha 17. XI.: 7h14,9;  $+32^{\circ}51'$  (ekv. 1950,0), poloha odpovídá souhvězdí Blíženců; jasnost 10,9 mag, vrcholí časně ráno.

**Meteory:** na 3. XI. připadá maximum Taurid J. Roj s hodinovou frekvencí kolem 10



je však zcela přezářen Měsícem krátce po úplňku. Leonidy, které se občas projeví meteorickými dešti, letos zřejmě nebudou zvlášť bohaté. Maximum je ostré a třebaže je Měsíc v novu, nebude nám to mnoho platné, protože před 17h, kdy očekáváme nejvyšší činnost, bude radiant blízko Regulu ve Lvu dosud pod obzorem.

**Proměnné hvězdy:** do nočních hodin při dostatečné výšce nad obzorem spadají mi-

nima zákrytové dvojhvězdy  $\beta$  Per 15. XI. ve 4h, 18. XI. v 0h30, 20. XI. ve 21h30 a 23. XI. v 18h30. Z jasných cefeid sledujeme maxima  $\delta$  Cep 7. XI. ve 22h a 24. XI. v 0h a maximum  $\zeta$  Gem 26. XI. v 1h. Dlouho-periodická proměnná Mira Ceti po maximu koncem září nyní slábne a její jasnost klesá pod 4 mag. Jasnost se periodu od periody liší a přesné hodnoty předem neznáme.

Pavel Příhoda

## V ŘÍŠI SLOV

Výraznou skupinou hvězd, podle níž se orientujeme na podzimní obloze, je tzv. Velký Pegasův čtverec. Popovídejme si dnes o názvech hvězd, které ho tvoří. Tři z nich patří do souhvězdí Pegasa: Markab ( $\alpha$ Peg), Scheat ( $\beta$ Peg) a Algenib ( $\gamma$ Peg), poslední, Sirrah ( $\alpha$ And), se dnes zařazuje do Andromedy.

Slovo Markab je arabský výraz pro sedlo (Pegas je něco jako kůň, jak známo), ale nejen pro sedlo, také pro loď, vozítko, vůz, prostě všechno, na čem se dá jezdit.

Jméno Scheat prý  $\beta$ Peg přisoudil Tycho Brahe, odvodil ho z arabského výrazu Al Said (jiné prameny uvádějí Sa'id Al-Faras), který znamená „plece koně“. Arabové sami říkali hvězdě jinak, výrazem, který znamenal „hřbet koně“.

Pojmenování Algenib se na obloze objevuje dvakrát, pro dvě různé hvězdy. Znamější je jako název  $\alpha$ Per,  $\gamma$ Peg se jménem Algenib označuje jen málokdy. Jisté ale je, že v obou případech jde

opět o arabský základ — Al Janb znamená bok. Pro úplnost dodejme, že  $\alpha$ Per má ještě jedno jméno, a to Mirfak. To je také původem arabské, znamená „loket“. Staří Arabové však tuhle hvězdu pojmenovávali mnohomluvněji, totiž Mirfak al Turaja, tedy „loket nejbližší k Plejádám“.

Hvězdu jménem Sirrah dnes řadíme do souhvězdí Andromeda, patrně to tak ale nebylo vždycky. Arabové ji viděli v souhvězdí Pegasa, čemuž odpovídá výklad dnešního názvu z arabského Al Surrat Al-Faras, tedy střed koně. Ze stejného základu prý pochází i druhý název této hvězdy, totiž Alpheratz. Pro úplnost zcela úplně ještě řekněme, že občas se objevuje jiný (patrně nesprávný) výklad jména Sirrah — prý jde o arabské „hlava spoutané ženy“. Ale to již jsme konstatovali několikrát: máloco je tak málo jisté jako „překlady“ arabských názvů hvězd.

min

## ŘÍŠE HVĚZD Populárně vědecký astronomický časopis (ISSN 0035-5550)

Vydává ministerstvo kultury ČR  
v Nakladatelství a vydavatelsví Panorama,  
Hájkova 1, 120 72 Praha 2

Předseda redakční rady: Jiří Grygar

Redakční rada: Pavel Andrlé, Jiří Bouška, Stanislav Fischer, Marcel Grün, Petr Hadrava, Petr Heinzl, Oldřich Hlad, Helena Holovská, Marian Karlický, Miloslav Kopecký, Pavel Kotrč, Pavel Koubský, Bohumil Maleček, Zdeněk Mikulášek, Antonín Mrkos, Petr Pecina, Zdeněk Pokorný, Vladimír Porubčan, Pavel Příhoda, Michal Sobotka, Tomáš Stařecký, Martin Šolc, Vítězslav Tondl, Boris Valníček, Marek Wolf

Výkonný redaktor: Jaroslav Pavloušek

Grafická úprava: Aleš Homonický

Tisknou Tiskařské závody, s. p., provoz 31,  
Slezská 13, 120 00 Praha 2.

Vychází dvanáctkrát ročně. Cena jednotlivého čísla Kčs 2,50. Roční předplatné Kčs 30.

a objednávky přijímá každá administrace PNS, pošta, doručovatel a NPS-UED Praha, závod 01-AOT, Kafkova 19, 160 00 Praha 6, PNS-ÚED Praha, záv. 02, Obránců míru 2, 656 07 Brno, PNS-ÚED Praha, záv. 03, Gottwaldova 206, 709 90 Ostrava 9. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice a dovoz tisku Praha, záv. 01, administrace vývozu tisku, Kovpakova 26, 160 00 Praha 6. Adresa redakce: Říše hvězd, Mrštíkova 23, 100 00 Praha 10, Telefon 77 14 66.

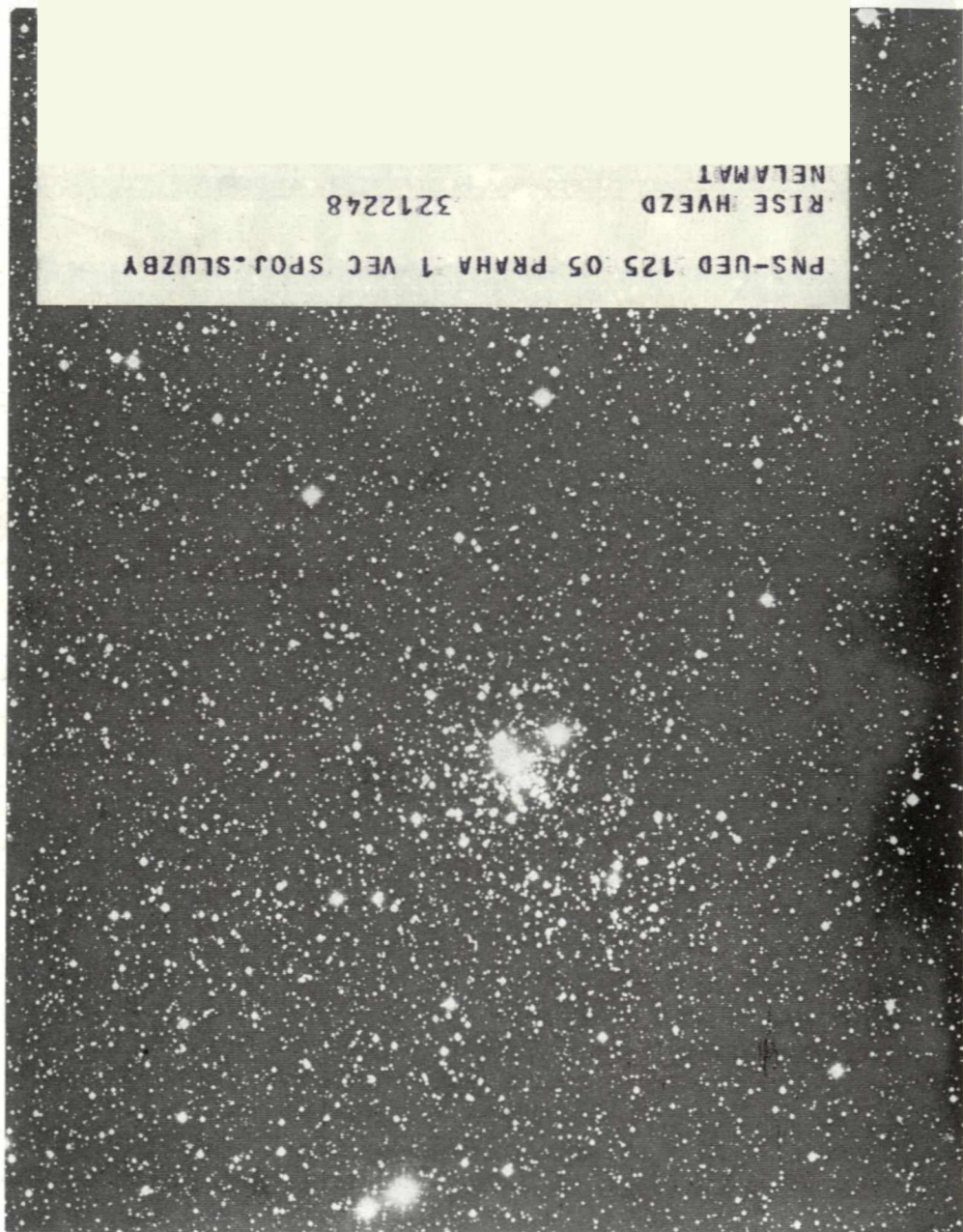
© MK ČR, Praha 1990





Snímek komety LEVY 1990c, jehož autorem je Stanislav Daniš z Chodova u Karlových Varů. Snímek byl pořízen teleobjektivem P4/300 na Fortepan 400 v noci z 15. na 16. 7. 1990 (expozice 60 min.)





PNS-UED 125 05 PRAHA 1 VEC SPOJ.SLUZBY  
RISE HVEZD 3212248  
NELAMAT

Hvězdkupa  $\times$  a h Persei.