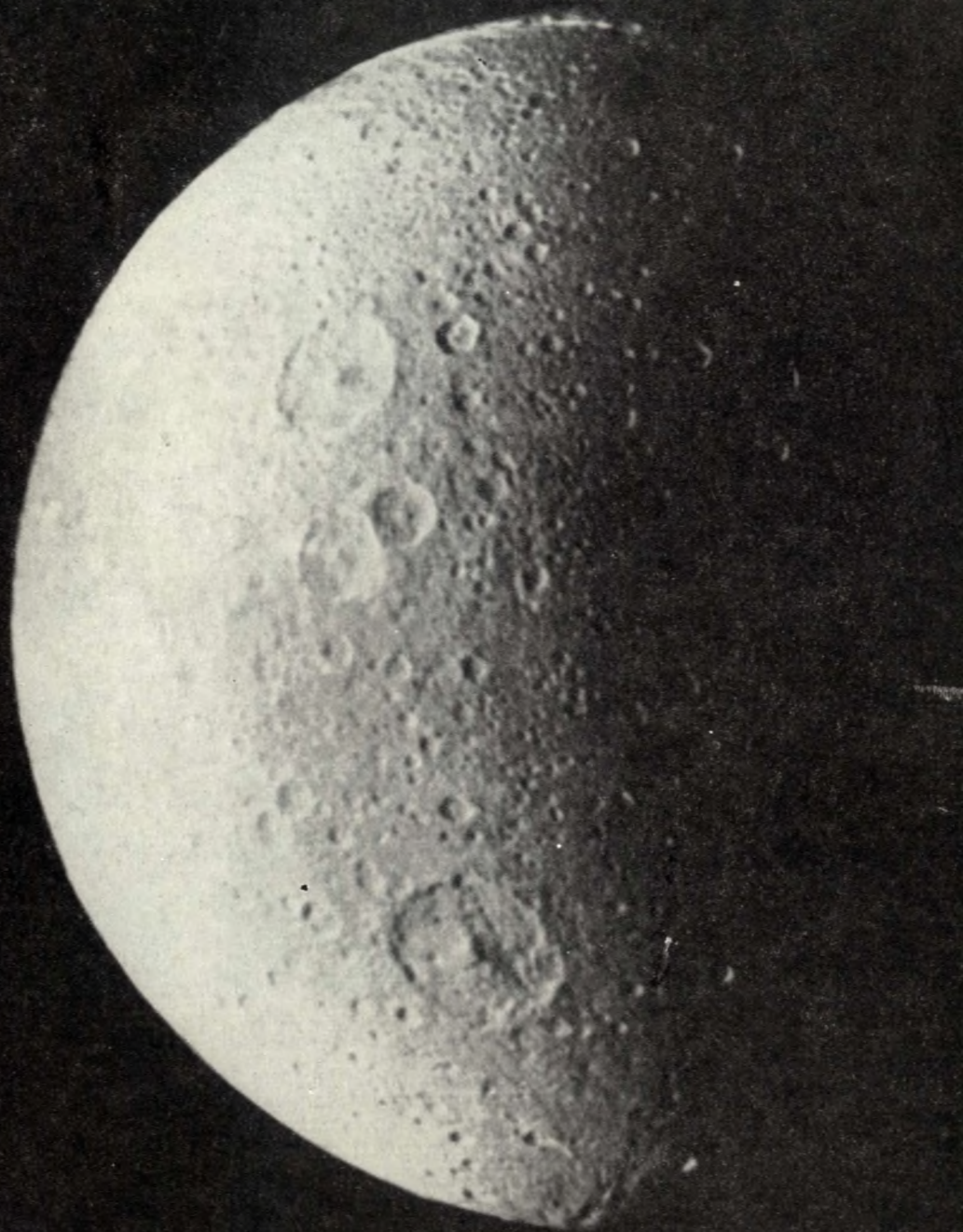


# ŘÍŠE HVĚZD

5 \* 1981

2,50 Kčs





*Z velkého počtu fotografií získaných vloni Voyagerem 1 otiskujeme několik uká-  
zek. Nahoře jsou zachyceny oblačné vrstvy v Saturnově atmosféře; nejmenší de-  
tails mají rozměry asi 175 km. Na první str. obálky je měsíc Dione, jehož povrch  
je pokryt středně velkými krátery (největší mají průměr asi 100 km). V dolní  
části obrázku je síť údolních rýh.*



Marcel Grün

## Předběžné výsledky sondy Voyager 1

V listopadu m. r. jsme díky kosmonautice opět významně postoupili kupředu při výzkumu sluneční soustavy. „Při průletu Voyageru 1 jsme se o Saturnu dozvěděli za jediný týden mnohem více, než za předchozí trvání lidské společnosti,“ konstatoval dr. Smith, jeden z vedoucích vědeckých pracovníků programu.

Voyager 1 startoval 5. září 1977 a po osmnáctiměsíční cestě dorazil k prvnímu cíli. Dne 5. března 1979 prolétl v minimální vzdálenosti 348 Mm od středu (278 Mm od oblačného povrchu) Jupiteru. Sonda pořídila 18 770 snímků planety a jejich pěti měsíců, což představuje úhrnem více než  $10^{11}$  bitů informací.

Až dosud měl Voyager 1 pouze dvě větší závady. Počátkem roku 1978 se při kalibraci ukázalo, že rameno s pohyblivou plošinou se nefixovalo v žádoucí poloze — manévrováním byla nečistota odstraněna a rameno se správně nastavilo. Při průletu kolem Jupiteru byla z provozu vyřazena elektronika fotopolarimetru, který byl poté odpojen.

Dne 22. srpna 1980 začala přibližovací fáze letu k druhému cíli. Dne 6. listopadu byla provedena korekce, která upravila dráhu, po níž sonda prolétla kolem Saturnu. K těsnému přiblížení došlo 12. listopadu ve 23<sup>h</sup>45<sup>m</sup> SČ (na Zemi signál dorazil o 85 minut později), kdy vzdálenost činila jen 123,6 Mm od povrchu. Sonda měla v té chvíli rychlost 90 Mm/h. Za 38 měsíců cesty se Voyager „zpozdlil“ o pouhé 2 minuty (tj. relativní přesnost  $10^{-6}$ ) a ve vzdálenosti 1,5 Tm minul propočtený bod o 19 km (relativní přesnost  $10^{-8}$ ; při letu k Měsíci by to představovalo přesnost zásahu  $\pm 4$  m).

Od 19. prosince m. r. je sonda přepojena na režim průzkumu meziplanetárního prostoru. Oblast planet opustí po roku 1990 a předpokládá se, že provede první měření přímo v mezihvězdném prostoru.

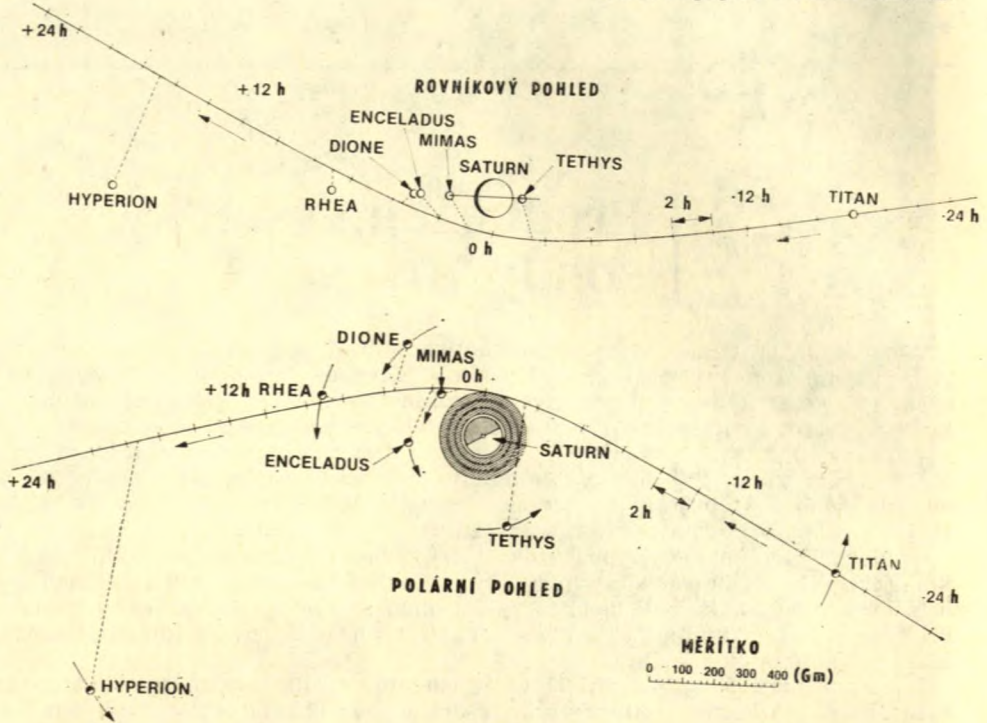
Sonda Voyager má hmotnost 825 kg; základ konstrukce tvoří desetistěn o průměru opsané kružnice 1,88 m a výšce 0,47 m, v němž je elektronika. K horní základně je připevněna směřovaná parabolická anténa o průměru 3,66 m. Na výklopném nosníku je trojice termoelektrických radioizotopických generátorů, dodávajících přes 400 W (nyní má sonda spotřebu asi 360 W). Na protější straně je nosník s vědeckými přístroji, na jehož konci je skanovací plošina pro přístroje dálkového průzkumu kosmických těles. Další tyč nese magnetometrii.

Řízení polohy sondy, záznam letových dat i povelů pro manévrování a práci přístrojů provádějí palubní počítače. Povelový počítač má dvě paměti o kapacitě po 4096 slovech; 2800 slov je pro neměnné procedurální povely a téměř 1300 slov je pro příkazy ze Země, což stačí pro 300 000 různých povelů. Při průletové aktivitě kolem cílové planety bylo ze Země uloženo do paměti kolem 100 000 povelů a dále sonda vyplnila asi 1000 příkazů v reálném čase.

Pro vysílání dat je užíváno pásmo S (tj. 2,3 GHz) s maximální rychlostí přenosu 2560 bit/s a pásmo X (8,4 GHz) s maximální rychlostí přenosu až 115 200 bit/s. Pásmo X má tu nevýhodu, že příjem informací je závislý na kvalitě počasí — při dešti vzroste šumová teplota na přijímači až o řád. Když ve Španělsku přeloz, tamní stanice u Madridu přišla o několik hodin vysílání poznatků z blízkosti měsíce Titan.

Jinak je ovšem telemetrický systém sondy technickým zázrakem. Proti sondám před dvaceti roky představuje 150 000násobné zlepšení — záplava informací od





Saturnu odpovídala zhruba půl miliardě telefonních hovorů, přenášených současně. V pásmu X vysílá vysílač o výkonu 21,3 W a na pozemní anténu dopadá energetický tok  $10^{-20} \text{ W/m}^2$  (v pásmu S je situace o dva řády horší). Je to tak málo energie, že bychom ji museli kumulovat půl miliardy let, abychom našetřili na bliknutí žárovky vánočního stromečku po dobu tisíciny sekundy. Původně se soudilo, že z tohoto důvodu bude muset být od Saturnu vysíláno pomaleji; během přeletu od Jupitera k Saturnu však došlo k vylepšení přijímací techniky, mj. díky simultánnímu použití dvou antén, takže od Saturnu mohlo být vysíláno tolik informací, jako od dvojnásobně bližšího Jupiteru. Každých 48 s mohl být odvysílán jeden snímek a k tomu ještě předáno množství dalších vědeckých informací (rychlostí 3600 bit/s) a technických dat (40 bit/s).

Voyager 1 nese celkem 10 samostatných přístrojů o hmotnosti přes 100 kg.

**Obrazové informace** jsou získávány dvojicí televizních kamer. Širokouhlá ( $f = 0,2 \text{ m}$ ,  $f/3$ , citlivost v rozsahu 400–620 nm) je vybavena filtry modrým, zeleným, oranžovým, integrálním, sodíkovým *D*-filtrem o šířce 0,7 nm a dvěma filtry pro měření absorpce metanu. Úzkoúhlá ( $f = 1,5 \text{ m}$ ,  $f/8,5$ , citlivost 320 až 620 nm) má dva integrální a dva zelené filtry, dále po jednom fialovém, modrém, oranžovém a ultrafialovém. Cílem je pořídit obrazy planet a jejich měsíců, případně prstenců.

**UV spektrometrie** se provádí mřížkovým spektrometrem s mikrokanálovým elektronovým zesilovačem a 128 kanálovou anodou (rozsah 50–170 nm). Cílem je určit hlavní složky vysokých atmosfér v závislosti na výšce, měření absorpce slunečního UV záření, měření vlastního UV záření atmosfér a stanovení poměru H/He v meziplanetárním a mezihvězdném prostoru.

**IR interferometrická spektrometrie a radiometrie** používá Cassegrainův teleskop pro stanovení energetické bilance planety, studium složení atmosfér planet, jejich teploty, struktury a dynamiky i složení oblaků a aerosolů.

**Fotopolarimetrie** na Voyageru 1 byla vypnuta v březnu 1979. Čtyři výše uvedené přístroje jsou umístěny na skanovací plošině.



TABULKA 1. Poloha sond Voyager k 1. lednu 1981.

	Voyager 1	Voyager 2
vzdálenost od Země (Tm)	1,449 237	1,194 436
vzdálenost uražená od startu ze Země (Tm)	2,264 300	1,964 094
vzdálenost k Saturnu (Gm)	—	221,532
rychlost vzhledem k Zemi (km/s)	28,6	20,5
rychlost vzhledem ke Slunci (km/s)	21,5	16,4
datum přiblížení k Saturnu (SČ)	12. 11. 1980	25. 8. 1981

*Rádiové experimenty* užívají vysílání v obou frekvenčních pásmech pro sondáž atmosféry a ionosféry kosmických těles, stanovení velikosti, hmotnosti a struktury částic prstenců a dodatečně ke stanovení hmotnosti, hustoty a tvaru kosmických těles. Voyager 1 byl sledován tak přesně, že jeho vzdálenost lze stanovit s přesností řádově deseti metrů a rychlost s přesností lepší než  $10^{-3}$  m/s!

*Planetární rádiová astronomie* používá dvou rádiových přijímačů (20 kHz; 40,5 MHz) s monopólovými anténami o délce 10 m. Vědeckým cílem je studium rádiového záření planet, planetárních magnetických polí, vlastního záření atmosféry a rezonancí v plazmě, planetárních a slunečních rádiových záblesků.

*Detekce plazmy* se provádí Faradayovými klecemi pro detekci iontů a elektronů (10 eV — 6 keV); cílem je zkoumat sluneční vítr, mangetosféry planet a mezihvězdné ionty.

*Měření plazmových vln* (resp. elektrického pole místních plazmových vln) v rozsahu 10 Hz až 56 kHz má za cíl zjišťování hustotních profilů tepelné plazmy kolem planet a studium interakcí mezi magnetosférami planet a měsíci.

*Magnetická pole* jsou proměřována čtyřmi magnetometry. Dva pro registraci polí o nižší indukci ( $2.10^{-12}$  —  $5.10^{-5}$  T) jsou na výklopné tyči, další dva pro vyšší indukce ( $1,2.10^{-8}$  —  $2.10^{-2}$  T) přímo na povrchu sondy. Cílem je stanovit prostorovou strukturu magnetických polí planet, jejich interakce s měsíci a studium meziplanetárního i mezihvězdného pole.

*Měření nabitých částic* se provádí dvěma scintilačními krystalovými detektory — analyzátor elektronů (15 keV — 1 MeV) a iontů (15 keV/nukleon — 160 MeV/nukleon) registruje především magnetosférické částice; teleskop pracuje v rozsahu 0,15 MeV/nukl. — 10 MeV/nukl. a studuje především částice v meziplanetárním, příp. v mezihvězdném prostoru.

*Výzkum kosmického záření* se provádí teleskopem s krystalovými detektory v rozsazích 0,5 — 9 MeV/nukl., 4 — 500 MeV/nukl., 7 — 100 MeV (elektrony); stanovit lze energetické spektrum všech složek primárního kosmického záření a registrovat pásy zvýšené radiace.

Následující přehled obsahuje výsledky předběžného zpracování nově získaných poznatků (NASA News 80—192, 193, 199; Sky and Telescope 60 (1980), č. 5, 6; 61 (1981), č. 1). Při průletu kolem Saturnu bylo pořízeno asi  $10^{11}$  bitů obrazových informací a  $2.10^9$  bitů dalších vědeckých poznatků. Tabulka 2 ukazuje, jak jsme postoupili při poznávání povrchu Saturnu a jeho okolí za poslední tři století.

*SATURN.* Již během přibližovacího manévru byla podle rádiového záření od severní polární oblasti stanovena nová hodnota rotace ( $10^h39^m26^s$ ), což je hodnota odpovídající pozorování bílé skvrny roku 1960, avšak mnohem vyšší, než byla získána z pozdějších rádiových měření.

Vzhled oblačné pokrývky je podobný vzhledu Jupiteru, avšak pásy i pruhy dosahují větších výšek. Útvary v atmosféře jsou hůře pozorovatelné, protože nad nimi leží silnější vrstva vysoké atmosféry; byly pozorovány období oválných hnědých skvrn, vírové útvary o rozměrech několik set kilometrů (konvektivního původu) a poblíž  $55^\circ$  j. š. i malá rudá skvrna o rozměrech 6000 km  $\times$  2300 km.

Asi pět hodin před průletem byla zkoumána detailně jižní polární oblast, která je výrazně světlejší (naopak poblíže severního pólu je tmavší polární čepička). Noční strana planety je ozařována světlem odraženým od prstenců (zejména polokoule nad osvětlenou stranou prstenců). V rovníkových oblastech je rychlost globálního pohybu atmosférických útvarů čtyřnásobně větší než u Jupiteru (1600 km/h). Největší rychlost proudění není v místech interakce pásů a pruhů,



TABULKA 2. Poznávání povrchu planety Saturn.

Období	Obraz. informace (bit)	Max. rozlišení (km)	Počet obrazů
do roku 1655	10 <sup>0</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>1</sup>
do roku 1978	10 <sup>3</sup>	2.10 <sup>5</sup>	asi 10 <sup>6</sup>
1979 (Pioneer 11)	10 <sup>6</sup>	10 <sup>2</sup>	1,5.10 <sup>2</sup>
1980 (Voyager 1)	10 <sup>11</sup>	10 <sup>0</sup>	1,7.10 <sup>4</sup>

nýbrž ve středu pásů. Směr proudění je jednotný (kdežto u Jupiteru se střídají větry východní a západní). Nad noční částí planety byly pozorovány rádiové záblesky, které možná mají původ v oblasti prstenců.

Teplota na horní hranici oblaků leží v rozmezí 86 až 92 K; nejnižší byla naměřena uprostřed rovníkového pásu, kde se vyskytují zřejmě hmotná, mimořádně chladná čpavková oblaka.

Složení Saturnu odpovídá složení Jupiteru: 89 % vodík, 11 % helium. Tepelná bilance je aktivnější, než se soudilo: celkový energetický výkon je třikrát větší než příkon od Slunce.

Již během přibližovacího manévru byla registrována vodíková koróna v UV oblasti. Z polárních září byla zaznamenána emise záření  $L\alpha$ , odpovídající polárním zářím.

**MAGNETOSFÉRA** má sice třikrát menší rozměry než u Jupiteru, avšak přesto je velmi rozsáhlá. Rázová vlna byla registrována ve vzdálenosti 1,5 Gm; tato hodnota kolísá podle intenzity slunečního větru. Magnetická indukce tohoto pole je o tři řády větší než u Země a 20krát větší než u Jupiteru. Pásy radiace jsou o dva řády intenzivnější než u Jupiteru. V magnetosféře byl registrován značný podíl iontů těžších prvků. Nabitě částice se pohybují po siločarách, při čemž obíhají s periodou 10<sup>h</sup>39<sup>m</sup>; ve vzdálenosti Titanu jsou částice urychleny na 193 km za sekundu. Osa magnetického pole je odkloněna o necelý stupeň od rotační osy (u Země, Jupiteru a Slunce je to kolem 10°).

Prstence planety účinně zachytávají nabitě částice (viz elektrické výboje v nich). Měsíc Titan je obklopen neobvyklým oblakem neutrálních vodíkových atomů, který se táhne až k dráze měsíce Rhea. Nepodléhá vlivům magnetického pole, nýbrž obíhá kolem Saturnu jako měsíc.

**PRSTENCE.** Známé prstence A, B, C byly na snímcích rozloženy do stovek jednotlivých prstýnků, z nichž řada má eliptický tvar. Na první pohled vypadají prstence jako gramofonová deska. Náznak této složité struktury se objevuje již na Lyotových kresbách z roku 1943.

Vnější okraj prstence A je ovlivňován měsícem S 28.

V prstenci B byly pozorovány tmavé radiální paprsky, rotující společně s magnetickým polem planety. Snímky pořízené po průletu ukazují, že jsou způsobeny elektrostatickými silami, které jemně částice vynášejí na povrch opticky silného prstence. Tento jev byl pozorován již roku 1977 S. O'Mearym ze Země.

Při průchodu Voyageru stínem Saturnu byla potvrzena existence prstence D, sahajícího téměř až k oblakům (Pioneer 11 jej nepozoroval); obdobně byla prokázána přítomnost prstence E. Prsteneček F (objevený Pioneerem 11) se skládá ze tří útvarů, vzájemně se proplétajících. Vnitřní a vnější meze prstence jsou ovlivňovány dvojicí měsíců S 26 na vnější a S 27 na vnitřní straně.

Měření nasvědčují tomu, že prstence D, E a F jsou tvořeny především částicemi drobnými (kolem 10<sup>-3</sup> mm), kdežto rádiová pozorování prstence C vedou k odhadu částic větších (snad až do průměru 1 m). Ve vzdálenosti asi 1 Mn od povrchu planety byl objeven nový prsteneček, nazvaný G.

Také v oblastech tzv. dělení nacházíme množství látky. Např. Cassiniho dělení mezi prstenci A a B se skládá z pěti prstenců, z nichž nejméně jeden je eliptický. V dráze dvou společně obíhajících měsíčků S 10 a S 11 (podle označení NASA) existuje tenký prsteneček.

**NOVÉ MĚSÍCE.** O jejich problematice se psalo nedávno v *ŘH*; pro výsledky sond Voyager zvolila NASA opět označování „S“ s číslem, které však nesouhlasí s označováním podle Mezinárodní astronomické unie (v cirkulářích IAU). Jedním



TABULKA 3. Letový řád Voyageru 1 (signál doletěl k Zemi za +85m).

Událost	Čas (SČ)	Vzdálenost (km)
nejblíže u Titanu	12. XI. 5h39m	6970 od středu
sestup pod rovinu prstence	5h57m	1038 000 od vnějšího okraje A
nejblíže u Tethys	22h15m	416 700 od středu
nejblíže od Saturnu	23h45m	183 600 od středu
nejblíže u Mimasu (ve světle)	13. XI. 0h43m	104 400 od středu
nejblíže u Enceladusu	1h50m	201 200 od středu
nejblíže u Dione (ve světle)	3h27m	162 800 od středu
výstup nad rovinu prstence	4h19m	234 000 od vnějšího okraje A
nejblíže u Rhey	6h19m	73 100 od středu
nejblíže u Hyperionu	16h43m	878 300 od středu

z důsledků nových objevů je nutnost poopravit klasické názory na oblast uvnitř Rocheovy meze, v níž by neměla být kompaktnější tělesa.

Měsíc S 10 (NASA) má nepravidelný tvar o průměru asi 200 km; jeho podélná osa směřuje do středu planety. Měsíc S 11 (NASA) je poněkud menší (délka 135 km, šířka 70 km). Oba obíhají ve vzdálenosti 2,51 poloměru planety od jejího středu ve stejném smyslu — jejich vzdálenost se zmenšuje a v lednu t. r. měla být minimální, aniž by však muselo dojít ke srážce. Obě tělesa jsou tvořena vodním ledem.

Měsíc S 6 (Dione B) mírně osciluje kolem Lagrangeova bodu, asi 60° před měsícem Dione.

V říjnu 1980 byly objeveny měsíčky S 26 a S 27, které se pohybují podél vnějšího, resp. vnitřního okraje prstence F a způsobují jeho deformace. Rozměr obou je menší než 200 km.

Měsíc S 28 se pohybuje jen asi 800 km od vnějšího okraje prstence A, má průměr kolem 100 km a periodu 14<sup>h</sup>20<sup>m</sup>. Je jisté, že další měsíce budou ještě nalezeny.

**VNITŘNÍ MĚSÍCE.** Všechny tyto měsíce jsou přibližně kulového tvaru a podle hustoty i jasnosti jde především o tělesa z vodního ledu. Jejich rozměry (390 až 1530 km) leží mezi rozměry měsíčků Marsu a terestrickými tělesy.

*Mimas* — průměr 390 km; je pokryt mnoha krátery malých rozměrů a jedním o průměru 1/4 průměru tělesa (100 km) s devítikilometrovými valy a centrálním vrcholkem.

*Enceladus* — průměr 500 km; nejsou na něm krátery, větší než 12 km. Protože maximum hustoty prstence E leží poblíž jeho dráhy, není vyloučeno, že slouží jako zdroj pevných částic. Bude detailněji zkoumán Voyagerem 2.

*Tethys* — průměr 1050 km; má silně kráterovaný povrch se zajímavým kaňonem o šířce 60 km, táhnoucím se v délce 750 km. Měsíc je tvořen zřejmě z čistého ledu.

*Dione* — průměr 1120 km; na povrchu je řada kráterů, největší má průměr 100 km; několik je jich relativně mladých s viditelnými paprsky. Na snímcích je vidět několik sinusovitých údolních brázd. Těleso je zřejmě tvořeno též pevným materiálem (30–70 %).

*Rhea* — průměr 1530 km; na povrchu je množství kráterů až do velikosti minimálního rozměru, pozorovaného sondou (1,5 km). Podobně jako u Dione jde o relativně mladé impaktní krátery.

**TITAN.** Jeho výzkum patřil mezi hlavní cíle expedice. K těsnému průletu došlo 12. listopadu v 5<sup>h</sup>39<sup>m</sup> SČ, asi 4000 km od povrchu měsíce. Byla zpřesněna velikost Titanu — má průměr 5120 km, takže klesl na druhé pořadí ve sluneční soustavě (největší je Ganymed, průměr 5270 km). Hustota je asi 2100 kg/m<sup>3</sup>, z čehož vyplývá, že těleso je tvořeno směsí ledu a pevných materiálů (podobně jako Ganymed).

Povrch Titanu nebylo možno zkoumat, protože je zakryt hustou atmosférou. Ani v atmosféře nebyly pozorovány žádné detaily, což je škoda: přístroje Voyageru byly schopny registrovat útvary do velikosti asi tak našeho fotbalového hřiště. Jižní polokoule byla poněkud jasnější, snad v důsledku sezónních změn.



V atmosféře byla potvrzena přítomnost metanu, etanu, acetylenu, etylenu, kyanovodíku, ale nejdůležitějším poznatkem je, že to vše jsou pouhé příměsi k hlavní složce, dusíku (99 %). Vysoká atmosféra je koncentrována do tří vrstev — ve výšce 200, 375 a 500 km.

Povrchový tlak je asi 1,5 až 2krát vyšší než na Zemi (0,2 MPa), ač byl původně odhadován na pouhé 2 kPa. Byl stanoven průběh teploty v závislosti na výšce: na povrchu je teplota 92 K, do tlaku 38 kPa klesá (ve výšce 50 km má hodnotu 68 K) a poté znovu teplota stoupá. Rádiová měření ze Země ukazovala teplotu 87 K.

Podivnou přírodu tohoto světa nejlépe dokresluje skutečnost, že v okolí pólů by mohla existovat jezera kapalného dusíku. Kolem Titanu se vyskytuje vodíková koróna o hustotě asi  $10^7$  atomů/m<sup>3</sup>. Titan nemá měřitelné magnetické pole, takže zřejmě nemá ani vodivé jádro. Slouží však v malém měřítku jako zdroj nabitých částic pro magnetosféru Saturnu.

**VNĚJŠÍ MĚSÍCE.** *Hyperion* — průměr 310 km; je tvořen zřejmě zmrzlou vodou, povrch je méně reflexivní než u vnitřních měsíců, avšak albedo je mnohem vyšší než u našeho Měsíce.

*Iapetus* — průměr 1440 km; je tvořen také především zmrzlou vodou. Strana, směřující ve smyslu oběhu kolem planety je třikrát méně jasná než strana druhá. Na povrchu jsou krátery, největší má průměr 200 km a připomíná měsíční pánev.

Rozměry výše uvedených měsíců jsou odvozeny z pozorování Voyageru 1 a přesnost jejich stanovení je  $\pm 20$  km.

Dne 24. prosince 1980 bylo oznámeno rozhodnutí NASA, že sonda Voyager 2 bude ponechána na původní dráze, takže provede průzkum Saturnu a jeho okolí, aniž by opakovala těsné přiblížení k Titanu. Její přiblížovací manévry začne v květnu t. r. a 25. srpna proletí v minimální vzdálenosti od Saturnu. Poté bude pokračovat v letu a 24. ledna 1986 se přiblíží na vzdálenost 1,07 Mm k povrchu Uranu. Prozatím fungují všechny vědecké přístroje, avšak sonda přijímá povely přes záložní přijímač. Pro případ, že by došlo i k jeho selhání, byly do palubní paměti nahrány potřebné povely a Voyager 2 provede všechna základní pozorování planety v automatickém režimu.

## Žeň objevů 1980\* | Jiří Grygar

Znovu se potvrzuje, jak obrovský význam pro astronomii i fyziku má pozorování neutronových hvězd — objektů, jejichž existence se předpokládala již před čtyřiceti lety, ale jež byly poprvé spolehlivě prokázány teprve objevem pulsarů. Pro ověřování teorie relativity má obzvláštní cenu, jestliže se pulsar nachází ve dvojhvězdě. K dnes již klasickému binárnímu pulsaru *PSR 1913+16* přibýly loni dva další. Nejprve R. N. Manchester aj. zjistili, že pulsar *PSR 0820+02* je členem dvojhvězdné soustavy s velmi dlouhou oběžnou dobou kolem 1700 dnů. Zdánlivé kolísání základní periody pulsaru 0,864 s díky tomuto oběžnému pohybu umožnilo určit „spektroskopické“ elementy systému. Projekce velké poloosy do roviny kolmé k zornému paprsku je 120 milionů kilometrů, dráha pulsaru je kruhová s oběžnou rychlostí 5 km s<sup>-1</sup> a hmotnost druhé složky dvojhvězdy je 0,85  $M_{\odot}$ . Systém je od nás vzdálen asi 900 parseků. Podle I. S. Školovského je možné, že pulsar v této oddělené dvojhvězdě vznikl gravitačním kolapsem masivní hvězdy, která neprošla stádiem supernovy (tzv. „nehlučný“ gravitační kolaps).

V červnu r. 1980 oznámili M. Damashek aj. objev dalšího binárního pulsaru *PSR 0655+64* s oběžnou periodou kolem 24 hodin. Dráha je kruhová, další parametry se teprve zjišťují. Na stejném místě oblohy se nalézá slabší rentgenový zdroj.

Nejistoty ve stavových rovnicích pro neutronové hvězdy se odrážejí ve stále

\* Pokračování z č. 3 (str. 45–49) a č. 4 (str. 72–74). Prosíme čtenáře, aby si opravili tiskovou chybu v č. 3, str. 46, ř. 26: místo  $10^{24}$  kg má být  $10^{34}$  kg.



nerozřešené otázky, jaká je *maximální možná hmotnost neutronové hvězdy* (to znamená, že hvězda hmotnější než tato horní mez se musí nutně zhroutit v černou díru). E. Zuiderwijk shrnul dosud publikované výpočty horní meze, jež se pohybují mezi hodnotami 1,4 až 2,7  $M_{\odot}$  a odvodil jako nejpravděpodobnější hodnotu hmotnost 1,74  $M_{\odot}$ . To je ve velmi dobrém souhlase s hodnotou (1,6±0,3)  $M_{\odot}$ , kterou stanovil nezávisle J. Hutchings.

Před výbuchem supernovy, jež vede k pozůstatku v podobě pulsaru, má hvězda přirozeně mnohem vyšší hmotnost. Podle H. Shipmana a R. Greena je *hmotnost předchůdců pulsarů* omezena zdola i shora v mezích 5,0 až 5,6  $M_{\odot}$ . Kromě toho mohou pulsary vzniknout po výbuchu supernov s původní hmotností vyšší než 15  $M_{\odot}$ . M. Arnaud a R. Rothenflug se zabývali otázkou, zda *počet vzniklých pulsarů* odpovídá frekvenci „příhodných“ supernov v Galaxii a dospěli na základě stelárně statistických úvah k závěru, že průměrně vzniká jeden pulsar za 100 let, což je v souladu s pravděpodobnou frekvencí odpovídajících výbuchů supernov v Galaxii.

Radioastronomické metody hrají významnou úlohu nejen při studiu závěrečných etap hvězdného vývoje, kdy jsou hvězdy gravitačně zhroutěny, ale též při pozorování hvězd před vstupem na hlavní posloupnost a dokonce i při zkoumání rozptýleného materiálu, z něhož hvězdy vznikají, tj. při studiu mezihvězdné hmoty. Objevy nových *organických sloučenin* v mezihvězdném prostoru z pozorování v pásmu milimetrových vln se však už zdaleka tak nehrnou jako v letech předešlých. R. Linke aj. našli vloni v rádiovém zdroji Sagittarius B šest čar na frekvencích 76 a 100–102 GHz, příslušejících metylmerkaptanu  $\text{CH}_3\text{SH}$  a dále M. Frerking aj. objevili pět čar kyseliny izothiokyanové na frekvencích 82 až 140 GHz.

Předloňský objev molekuly kyanooktatetraínu posílil mimo jiné přesvědčení astronomů, že důležitou součástí mezihvězdného prachu je uhlík ve formě *karbynu*, jehož strukturální řetězec je stejný jako u kyanooktatetraínu. Karbyn byl též nalezen v uhlíkatých chondritech a od r. 1968 jej lze připravovat též laboratorně. Tak by bylo možné vysvětlit přítomnost mnoha dosud neidentifikovaných spektrálních čar v mezihvězdném prachu. S. Kwok shrnul základní vlastnosti prachové složky mezihvězdné hmoty a dospěl k závěru, že *silikátová zrnka* v mezihvězdném prachu pocházejí z rozpínajících se obálek pozdních veleobrů, zatímco *grafitová a karbynová zrnka* vznikají z ionizovaného plynu rozpínajících se obálek planetárních mlhovin a nov. Mezihvězdný prach se vyznačuje pozoruhodnou odrazivostí v daleké ultrafialové oblasti spektra a jeho „ultrafialové albedo“ dosahuje 60 %, což je více, než u nejlepších uměle připravených reflexních materiálů. Toto překvapivé zjištění komentoval nejmenovaný pracovník NASA návrhem, aby reflexní plochy plánovaného kosmického teleskopu byly pro zvýšení účinnosti posypány mezihvězdným prachem!

C. Fridlund aj. zkoumali z balónu *molekulární mračno L 1551*. Pozorováními v daleké infračervené oblasti spektra mezi 72 až 196  $\mu\text{m}$  odvodili celkovou bolometrickou svítivost mračna na 25násobek bolometrické svítivosti Slunce. Uvnitř oblaku se nachází hvězda o nízké hmotnosti, která ještě nevstoupila na hlavní posloupnost. To lze považovat za téměř přímý důkaz vznikání hvězd kondenzací z rozptýlené mezihvězdné hmoty. Podobně infračervená pozorování *globule B 335*, vykonaná J. Keeneovou aj., prokázala existenci chladné (15 K) prachové složky o celkové hmotnosti 0,1  $M_{\odot}$  a bolometrické svítivosti 5  $L_{\odot}$ .

Pro pochopení vývoje hvězd v Galaxii bude mít nepochybně značnou odezvu zjištění, že v *kulové hvězdokupě M3* nebyly nalezeny skoro žádné spektroskopické nebo zákrytové dvojhvězdy. Stalo se tak na základě 75 let trvajících výzkumů měření vlastních pohybů a radiálních rychlostí 266 hvězd v této hvězdokupě. Astronomové K. Cudworth, J. Gunn a J. Griffin zkombinovali klasická měření vlastních pohybů s moderním určováním radiálních rychlostí fotoelektrickým spektrometrem a porovnáním rozptylů veličin odvodili vzdálenost hvězdokupy na (9,6±2,6) kpc. *Stáří Galaxie* odvozené z radioaktivní chronometrie rozpadové řady rhenium-osmium vychází v rozmezí 10,2 až 16,1 miliardy let.

Sugestivní přehled o dnešních názorech na stavbu *jádra Galaxie* uveřejnil G. Wynn-Williams. Kdybychom se nacházeli v centru Galaxie, pozorovali bychom



na obloze velké množství hvězd, z nichž nejjasnější by se jevíly jako objekty  $-10^m$ . Úhrnná záře hvězd by převyšovala měsíční světlo v úplňku. Kromě toho bychom tam mohli pozorovat očima růžové a zelené mraky ionizovaného plynu a úkazy jako vzplanutí novy nebo supernovy by byly poměrně běžné. Tvary souhvězdí by se měnily neobyčejně rychle. Zato bychom měli velmi zkreslené představy o vzdálenějších oblastech Mléčné dráhy a rovněž i o extragalaktických objektech, neboť jejich obrazy by byly zakryty mračny plynu a prachu. Úhrnná svítivost „centrálního parseku“ Galaxie dosahuje hodnoty až 10 miliard  $L_{\odot}$ . V samotném jádře se nalézá hustý objekt o průměru menším než 10 astronomických jednotek, vysílající intenzivní rádiové záření. Tento objekt je patrně fyzickým středem Galaxie a možná obsahuje černou díru o průměru menším než 0,1 AU, tj. o hmotnosti řádu  $10^6 M_{\odot}$ .

Ještě nižší odhad hmotnosti černé díry v jádře Galaxie uveřejnili V. Gurzadjan a L. Ozernoj na základě změřeného rentgenového toku z centra Galaxie. Domnívají se, že případná černá díra v jádře Galaxie má hmotnost maximálně  $600 M_{\odot}$ . Kdyby totiž byla hmotnost černé díry vyšší, projevilo by se to slapovým trháním okolních hvězd a tedy i vysokým a proměnlivým rentgenovým zářením jádra. Mechanismus slapového trhání funguje v intervalu hmotností černé díry od  $10^5$  do  $3.10^8 M_{\odot}$ . Rozervané hvězdy jsou pak vtaženy do akrečního disku kolem černé díry, jehož hmotnost je menší než  $10^5 M_{\odot}$ . (Tento model, jak známo, se dobře uplatňuje při vysvětlení proměnnosti záření kvasarů.)

Černé díry velkých hmotností se podle M. Kafatose vyskytují v *jádrech galaxií NGC 4151 a Cen A*, a jejich hmotnost dosahuje asi  $10^7 M_{\odot}$ . Naopak zase Gurzadjan a Ozernoj popírají existenci supermasivní černé díry v jádře obří *radiogalaxie M 87* a tvrdí, že k vysvětlení pozorovaných jevů zde stačí husté hvězdné jádro. C. Jenkins určil hmotnost jádra *M 87* na  $10^{10} M_{\odot}$  a poměr hmotnosti a svítivosti jádra na 60:1 (hmotnost je vyjadřuje ve slunečních jednotkách). Podle D. Fabricanta aj. vyplývá z rentgenových měření na družici Einstein, že galaxie *M 87* má rozsáhlé halo a její hmotnost do vzdálenosti 230 kpc od centra činí celkem 1,7 až  $4,0.10^{13} M_{\odot}$ .

Zdá se, že i *hmotnost jiných galaxií* byla dosud podcěňována. Svědčí o tom zejména výsledky měření svítivosti galaxií v daleké infračervené oblasti spektra. C. Telesco a D. Harper měřili v pásmu 30–300  $\mu\text{m}$  záření jader 7 galaxií. Hmotnosti jader se pohybují od 5 miliard Sluncí do 300 miliard Sluncí (*NGC 1068*). Naše Galaxie v centrální oblasti o poloměru 500 pc září jako miliarda Sluncí.

Pozoruhodný je případ *galaxie NGC 6946*. V říjnu 1980 zde pozoroval P. Wild výbuch již 5. supernovy, zaznamenané v průběhu sedmdesáti let (předešlé supernovy v této galaxii byly pozorovány v letech 1917, 1939, 1948 a 1968).

Nový katalog členů Místní soustavy galaxií publikoval loni S. van den Bergh. Uvnitř průměru 1,5 Mpc je nyní známo již 29 členů Místní soustavy. *Rozměry bohatých kup galaxií* se pohybují od 5 do 10 Mpc a tzv. *nadkupy* (superclusters) mají průměry několika desítek megaparseků, mezi nimiž jsou mezery téhož řádu. K nadkupám patří systémy galaxií Virgo + Místní soustava, dále Perseus, Hydra + Centaurus a Coma Berenices. Jak uvádí M. Hausman, relativní rozměry galaxií nejsou nikterak zanedbatelné proti vzájemným vzdálenostem mezi galaxiemi. Proto musí docházet k vzájemným těsným přiblížením a přímým *srážkám galaxií* poměrně často.

Dlouho jsme si mysleli, že se při tom celkem nic neděje, neboť volné dráhy hvězd v galaxiích jsou tak značné, že k přímým srážkám hvězd nedochází, galaxie se prostoupí a jediné si navzájem „vymetou“ mezihvězdný plyn. Výpočty na rychlých počítačích však ukázaly, že srážka má přece jen mnohem výraznější důsledky. Hvězdy jsou citlivé na „kolektivní“ gravitaci druhé galaxie, a tak se při vzájemném průchodu obě galaxie deformují působením gravitačních sil. Efekt dynamického tření mezi hvězdami způsobí, že řada kulových hvězdokup spadne do jádra své galaxie a podobně v kupě galaxií působí ta nehmotnější jako kaniibal, který slapově trhá a pohlcuje menší galaxie v kupě. Po jisté době se kaniibal pozná i na dálku jako mimořádně svítivá a rozměrná galaxie.

Loňský rok znamenal jisté vyvrcholení v dosavadních snahách pochopit povahu *kvazistelárních rádiových zdrojů a objektů*. Především se dále zvyšuje počet



identifikovaných kvasarů. Nový katalog A. Hewitta a G. Burbidge obsahuje již 1476 kvasarů a k tomu 55 objektů typu *BL Lac*. W. Ku aj. identifikovali 35 kvasarů jako zdroje rentgenového záření v pásmu 0,5 až 4,5 keV. Ukazuje se, že rentgenově září především opticky a rádiově nejsvítlivější objekty. Dále se podařilo najít větší množství koincidencí kvasarů s galaxiemi. A. Stocton zjistil, že tyto těsné páry mají vesměs týž rudý posuv. Proto J. Miller tvrdí, že kvasary se nacházejí přímo v galaxiích a E. Burbidgeová se domnívá, že kolem některých kvasarů se pozoruje něco jako zárodky budoucích galaxií. Výzkum kvasarů se nyní rozvíjí i v oblasti milimetrového záření. K tomu se používá 5m Haleova reflektoru na Mt. Palomaru. H. Arp objevil kombinace kvasarů a kvasarů, kde z měření rychlostí jakoby vyplývalo vyvržení kvasarů opačnými směry z jádra téže galaxie. Arpovy závěry kritizoval D. Weedman, jenž pro soubor 259 kvasarů na jižní obloze nenašel statisticky významnou souvislost s polohou blízkých galaxií. Také P. Wehinger aj. a S. Wyckoffová aj. našli kvasary, jež jsou přímo v jádru nějaké galaxie a oba útvary mají vždy týž rudý posuv.

*Model kvasaru*, jenž dobře vystihuje pozorované jevy, uveřejnili M. Abramowicz a T. Piran. Domnívají se, že jádrem kvasaru je supermasívní černá díra, obklopená tlustým akrečním diskem. Z disku vybíhají úzké výtrysky s vrcholovým kuželem do 20° a s rychlostí vyvržených částic až 70 % rychlosti světla. Výtrysky si zachovávají prostorovou orientaci po dobu nejméně jednoho miliónu let. Čtenář zde zajisté tuší souvislost s modelem dnes tak proslulého galaktického rentgenového zdroje SS 433. Na model navazuje též práce Z. Horáka, jež se zabývá zářením z akrečního disku kolem kvasaru. Ukazuje, že maximum záření vychází z oblasti vzdálené od centra černé díry o devítinásobek jejího Schwarzschildova poloměru. Díky intenzivnímu gravitačnímu poli je záření gravitačním posuvem posunuto do červené oblasti spektra a tím lze vysvětlit občas pozorovaný nadbytečný rudý posuv některých kvasarů vůči odpovídajícím galaxiím (Arpovy páry).

Také proslulé *nadsvětelné rychlosti expanze* některých kvasarů (hodnoty 4c až 19c) jsou podle A. Marschera a J. Scotta dobře vysvětlitelné relativistickým, nicméně podsvětelným vyvržením materiálu z jádra kvasaru. V žádném případě totiž nepozorujeme smršťování složek, ale vždy jen rozpínání dvou protilehlých složek. Vyjdeme-li z Reesova modelu (z r. 1966), můžeme zjistit ze zdánlivé nadsvětelné rychlosti expanze skutečnou podsvětelnou (byť relativistickou) rychlost vyvržených částic vůči centru výbuchu. Když podle takto odvozené rychlosti zpětně extrapolujeme dobu, kdy částice byly v průsečíku obou vektorů rychlosti, zjistíme, že v takto vypočítané době došlo v daném kvasaru k rádiovému zjasnění, tedy zřejmě k výbuchu, který je příčinou celého úkazu. Zase zde tudíž objevujeme výtrysky, jejichž povaha je obdobná jako u zmíněného galaktického zdroje SS 433. Zdá se, že tento mechanismus vymršťování plynných mračen má velmi obecnou povahu, když se může uplatňovat v objektech tak rozdílných hmotností. Z Reesova modelu (jenž byl původně vytvořen pro vysvětlení rychlých změn rádiového toku kompaktních rádiových zdrojů) plyne, že zhruba u poloviny kvasarů bychom měli zjišťovat zdánlivé nadsvětelné rychlosti rozpínání.

Nejjasnější *kvasar 3C-273* v souhvězdí Panny byl zkoumán M. Ulrichem aj. pomocí družice IUE. V daleké ultrafialové části spektra bylo objeveno osm absorpčních čar, jež nevykazují žádný rudý posuv. Jde nepochybně o projekci kvasaru na plyn v halu naší Galaxie. Hmotnost černé díry v kvasaru 3C-273 odhaduje M. Kafatos dokonce na  $10^{10} M_{\odot}$ . Vůbec nejsvítlivější kvasary našel I. Glass měřeními v infračervených pásmech *JHK*. Kvasary s rudými posuvy  $z = 3,27$  [PKS 2126-15] a  $z = 3,13$  [Q 0420-388] mají za předpokladu kosmologického výkladu rudého posuvu skutečný zářivý výkon  $3.10^{41}$  W.

Neobvyklé změny rádiové jasnosti vykazuje prototyp třídy blazarů, *objekt BL Lacertae*. Podle V. Kurilčika pokles rádiové emise objektu v březnu r. 1975 byl zakryt a dvě rádiové složky objektu se vzdalují od sebe zdánlivou rychlostí 15c až 20c. Silný rádiový výbuch objektu pozorovali počátkem května 1980 M. Aller aj. Rádiový tok se pohybuje kolem hodnoty 10 Jy, což je nejvyšší hodnota od r. 1974. Zdroj byl v minimu rádiové jasnosti (pod 2 Jy) v srpnu 1979.

Daleko nejvíce pozornosti budil i loni *dvojitý kvasar 0957+561 A, B*, jemuž bylo věnováno množství pozorovacích i teoretických studií v souvislosti s mož-



ností, že zde pozorujeme efekt gravitační čočky. V průběhu roku se výklad pozorování několikrát dramaticky změnil, ale v době, kdy vzniká tento přehled, se zdá být nanejvýš pravděpodobné, že celý úkaz je vskutku projevem složité gravitační čočky.

Sledovat všechny peripetie názorů na povahu dvojitého kvasaru by už dnes vydalo na samostatný článek. Pokusme se aspoň o stručné shrnutí. Dvojitý kvasar našel v r. 1978 R. Carswell v přehlídce rádiových zdrojů z observatoře Jodrell Bank. Vzdálenost složek *A*, *B* na obloze byla jen 5,7", a to přimělo D. Walshe aj. k pořízení spekter. Totožné rudé posuvy emisních čar  $z_e = 1,40$  a absorpčních čar  $z_a = 1,39$  pro obě složky a naprosto totožný vzhled spektra byl důvodem k vyslovení podezření, že jde o dva obrazy téhož kvasaru, tedy o efekt gravitační čočky.

Podle J. Lawrence popsal A. Einstein efekt gravitační čočky v práci z r. 1936, a to na základě upozornění českého inženýra Mandla. Einstein sám v práci poznamenal, že jde o úkaz velmi nepravděpodobný. Pozdější rozbor ukázaly, že v případě přesného seřazení vzdáleného bodového zdroje a bližšího hmotného útvaru (gravitátoru) na přímce procházející pozorovatelem bychom místo vzdáleného bodového zdroje pozorovali rovnoměrně zářící prstenec. Jestliže seřazení není dokonalé, vzniknou dva nestejně velké srpkovité obrazy a v extrémním případě dva body.

Když astronomové z Haleových observatoří vyfotografovali kamerou typu CCD ve stejném směru zčervenalou galaxii 18,5<sup>m</sup>, jejíž rudý posuv  $z = 0,39$ , posílilo to možnost, že galaxie je kýženým gravitátorem a kvasary *A*, *B* jsou projev gravitační čočky. Do pozorování byla zapojena právě dokončovaná obří anténní soustava VLA, avšak první výsledky naznačovaly složitou strukturu rádiových obrazů, jež se nedařilo vysvětlit hypotézou o gravitační čočce (B. Burke aj., P. Greenfield aj., D. Roberts aj.). Teprve využití plného výkonu soustavy VLA umožnilo počátkem r. 1980 P. Greenfieldovi aj. uvést hypotézu v soulad s rádiovým pozorováním. Hmotnost gravitátoru pak vyšla v rozmezí  $2.10^{11}$  až  $2.10^{14} M_{\odot}$ . Rádiové složky obrazu byly označeny písmeny *A*–*F*, přičemž zdroje *C*–*F* souvisejí se základním obrazem *A*. U obrazů *A* a *B* byly pozorovány rádiové výběžky, ale ty patrně souvisejí s mezilehlou galaxií, resp. s celou kupou galaxií, kterou vyfotografovali P. Young aj. zmíněnou kamerou CCD.

Mezitím prokázali C. Dyer a R. Roeder, že v případě průchodu paprsků z kvasaru kupou galaxií s nespojitým rozložením hmoty se celý efekt gravitační čočky stává velmi komplikovaným, neboť gravitátor nelze považovat za hmotný bod. Jen centrální část gravitátoru pak působí jako spojná čočka a rozložení hmoty v kupě galaxií lze spíše zpětně určit ze vzhledu gravitačních obrazů původního kvasaru. Z efektu gravitační čočky však také vyplývá, že poměr intenzit jednotlivých obrazů musí být nezávislý na vlnové délce. Tuto předpověď se postupně podařilo ověřit v širokém rozsahu vlnových délek, od daleké ultrafialové oblasti (P. Gondhalekar a R. Wilson) až do blízké infračervené oblasti (M. Lebofsky aj., B. Soifer aj.). Svítivost mezilehlé galaxie přitom vychází  $2.10^{11} L_{\odot}$ . Rozdíl rychlostí složek *A* a *B* je skutečně neměřitelně malý; podle B. a D. Willsových činí  $(3 \pm 14)$  km s<sup>-1</sup> při rychlosti vzdalování  $2,1.10^5$  km s<sup>-1</sup>! Mezitím R. Noble a D. Walsh potvrdili nezávislost poměru intenzit složek *A* a *B* na vlnové délce v pásmu od 290 nm až po decimetrové vlny, což vysoce zvýhodňuje hypotézu gravitační čočky.

Pokud v kvasaru dochází ke změnám svítivosti, mělo by se to projevit fázově posunutými změnami jasnosti obrazů *A* a *B*. V polovině r. 1980 pozoroval W. Keel relativní zjasnění složky *B* vůči složce *A* a v říjnu 1980 oznámili G. Beskin aj., že fotoelektrická měření na 6m dalekohledu v Zelenčukské prokázala kolísání jasností obou složek v barvách *UBVR* mezi prosincem 1979 a říjnem 1980. Podle předpovědi C. Dyera a E. Roedera by měl být časový posuv ve fázi změn jasnosti obrazů *A*, *B* v intervalu od 0,03 do 1,7 let, takže snad již záhy bude v této otázce rovněž jasno. V době, kdy uzavíráme tento přehled, stojí rozhodně akcie gravitační čočky na světové burze astronomických objevů velmi vysoko.

(Pokračování příště)



Ačkoliv je historie rentgenové astronomie velmi krátká, je její vývoj bohatý a přinesl ohromné množství nových poznatků a objevů. Poznávání rentgenových zdrojů začalo pomocí přístrojů vynášených nad atmosféru výškovými raketami a balóny a pak prvními malými družicemi (jako SAS-1 a UHURU). V roce 1974 bylo v pozorovacím programu UHURU asi 160 diskretních zdrojů. Přístrojové vybavení družice pokrylo spektrální rozsah od 2 do 20 keV. Pro nižší a vyšší energie byla získávána pozorování pomocí raket a balónů. Již tehdy bylo zjištěno, že převážná část zdrojů leží v pásu do 20° od galaktické roviny a byl vysloven názor, že jsou pravděpodobně uvnitř galaktického disku. Zbytek byly podle předpokladu extragalaktické zdroje.

Bohatý rozvoj pozorování rentgenovými družicemi s širšími obory měření, jako např. OAO-3-Copernicus, OSO-7, ANS (holandská), Ariel 5, SAS-3, OSO-8, i družicemi 2. generace HEAO-1 a 2, které jsou vybaveny rentgenovými dalekohledy pro měření měkkého rentgenového záření v pásmu 0,2 až 0,4 keV, zvýšil počet sledovaných rentgenových zdrojů na více než 1000. Pozorování kombinovaná s optickými pozorováními ukázala, že silné galaktické rentgenové zdroje jsou většinou v těsných dvojhvězdách. Ztotožnění zdrojů s hvězdami je zpravidla obtížné pro nižší rozlišovací schopnost rentgenových dalekohledů a menší přesnost v určení polohy zdroje. Proto bylo dosud identifikováno jen málo přes 40 rentgenových zdrojů s optickými objekty, většinou těsnými dvojhvězdami. U většiny zjištěných rentgenových dvojhvězd byl však podvojný charakter prokázán pozorováním zákrytů, periodickým Dopplerovým posuvem nebo periodickou změnou intenzity záření.

V těsné dvojhvězdě jsou složky tak blízko, že z jedné může hmota přetékat na druhou. Jsou známé případy, že přenos hmoty dosáhne za rok až miliontinu hmoty Slunce. Rentgenové dvojhvězdy se skládají zpravidla z obří nebo nadobří hvězdy ranné spektrální třídy a kompaktního objektu, jímž je bílý trpaslík, neutronová hvězda nebo černá díra. Hmota jasné hvězdy — která dosáhla kritické Rocheovy meze — proudí ke kompaktní sekundární složce a podle velikosti momentu hybnosti vytváří kolem ní rotující prstenec. Na vnitřní straně prstence je plyn postupně vtahován do neutronové hvězdy nebo černé díry. Působením silného gravitačního pole blízko kompaktní hvězdy je proudící materiál silně stlačován a zahříván, až se stane zdrojem rentgenového záření.

Mezi zkoumanými rentgenovými zdroji je značná rozmanitost a všechny neodpovídají výše uvedenému schématu. Proto navrhl Y. Kondo předběžnou pomocnou klasifikaci, postihující některé charakteristické rysy jednotlivých skupin:

(1) Hvězda ranného typu (často nadobří) a kompaktní objekt (bílý trpaslík, neutronová hvězda, černá díra). Příklady: *SMC X-1*, *Vel X-1*, *Cen X-3*, *Cyg X-1*, *V 861 Sco*, *AU 1700-37*.

(2) Kompaktní objekt s průvodcem pozdního typu: *HZ Her*, *AM Her*, *Sco X-1*, *Cyg X-3*.

(3) Trpasličí novy: *SS Cyg*, *U Gem*, *EX Hya*.

(4) Soustavy typu *RS CVn*: *V 711 Tau*, *UX Ari*, *RS CVn*.

(5) Jiné přechodné rentgenové zdroje — novy, rentgenové novy atd.: *V 616 Mon*, *A 0535+26*.

(6) Jiné dvojhvězdy identifikované jako rentgenové zdroje: *Algol*, *Sirius*, *Capella*,  $\gamma$  *Cas*.

(7) Rentgenové zábleskové zdroje — několik jich bylo identifikováno s hvězdami, takže modely těsných dvojhvězd se zdají nejpravděpodobnější. Mnoho těchto objektů se vyskytuje v kulových hvězdokupách.

Je možné, že při rostoucím počtu identifikovaných rentgenových zdrojů přibudou i další třídy. Jsou však samozřejmě možná i jiná klasifikační hlediska.

Při pozorování zdroje *Cyg X-1* a několika dalších rentgenových dvojhvězd byly zjištěny rychlé změny intenzity rentgenového toku, které byly umožněny vysokou časovou rozlišovací schopností měřících družic. Nejlepším vysvětlením se zdají



pohyby v nejnvnitřnější a nejteplejší části akrečního disku okolo černé díry. U zdroje *Cyg X-1* byly pozorovány rychlé milisekundové změny a záblesky, což se jeví jako pravé časové měřítko pro oběžné periody nejnvnitřnějších drah okolo černé díry o hmotnosti  $10 M_{\odot}$ . Podle dosavadních výzkumů je rentgenový zdroj *Cyg X-1* hmotnější než  $6 M_{\odot}$ , primární složka soustavy má hmotnost asi  $30 M_{\odot}$ . Rentgenový zdroj dvojhvězdy *HD 153919*, jehož rentgenové pulsy mají periodu řádově 10 ms, je odhadován na  $1,5 M_{\odot}$ . Objekt *Cir X-1*, u něhož jsou pozorovány zakryty rentgenového zdroje, se chová podobně jako *Cyg X-1*, ale perioda jeho variací je vyjádřena v desetinách sekundy. Bylo zjištěno, že se některé soustavy vyznačují mnohem pomalejšími pulsy do stovek sekund. V řadě soustav byly také pozorovány záblesky rentgenového záření a bylo objeveno několik typů rentgenových zdrojů, které jsou i rádiovými dvojhvězdami, jako třeba velmi nezvyklý protějšek zdroje *Cir X-1*.

Studie fyzikálních procesů procházejících v rentgenových dvojhvězdách vedly v posledních letech k podrobnějšímu rozlišení fyzikálních pochodů ve velmi hmotných rentgenových dvojhvězdách a v soustavách o malých hmotnostech. K nejvýznamnějším objevům posledních let ve třídě velmi hmotných dvojhvězd počítá E. van den Heuvel značný počet rentgenových pulsarů s periodami několika minut, které jsou častější než zdroje s krátkoperiodickými variacemi, jako např. *Her X-1* ( $P = 1,24$  s), *Cen X-3* ( $P = 4,84$  s), *SMC X-1* ( $P = 0,71$  s) nebo *3U 1626-67* ( $P = 7,7$  s) pravděpodobně v málo hmotné těsné dvojhvězdě a *4U 0115 + 63* ( $P = 3,6$  s) v excentrické velmi hmotné soustavě s oběžnou dobou 24,3 dní. Nyní je známo něco přes deset pomalých rentgenových pulsarů, u nichž je primární složkou většinou masivní hvězda ranného typu, buď nadobr (jako např. *4U 0900-40*,  $P = 383$  s, oběžná perioda je 8,96 dní) nebo emisní hvězda spektrálního typu *B* (*3U 0352+30 = X Per*,  $P = 835$  s). V jednom případě *3U 1728-24* ( $P = 138$  s), je průvodce pravděpodobně obr spektrální třídy *M*.

Objev rentgenového zdroje *OAO 1653-40* a souhlas jeho polohy s *V 861 Sco* ( $P = 7,848$  dne) dal druhého kandidáta na černou díru. Hmotnostní funkce napovídá hmotu aspoň  $5 M_{\odot}$  u kompaktní hvězdy. Třetí kandidát na zařazení mezi černé díry *Cir X-1* byl ztotožněn s velmi slabou červenou hvězdou ve vzdálenosti aspoň 10 kpc.

Objev oběžné periody 1,41 dne u rentgenového zdroje *LMC X-4* byl prvním případem hmotné dvojhvězdy, kde byl podvojný charakter zjištěn fotometricky dříve než byl objeven jako rentgenový zdroj.

Určení dobrých optických a rentgenových oběžných parametrů je obtížnější než se předpokládalo. Jsou nutné přesné optické fotometrické a spektroskopické informace a přesná data o rentgenovém záření, aby bylo možno odvodit hmotnosti kompaktních hvězd. První byla dosud provedena úplná analýza soustavy *Vel X-1 = 4U 0900-40 = HD 77581*, která svědčí o neutronové hvězdě s hmotností  $(1,74 \pm 0,25) M_{\odot}$ . Primární složka je hvězda spektrálního typu *B0,5 Ib* o hmotnosti  $22 M_{\odot}$ . Druhou soustavou, kde se zdá taková analýza možná, je *SMC X-1*. Rentgenová složka má hmotnost 1,5 až  $2 M_{\odot}$ .

U soustavy *Her X-1* byl nalezen doklad o přítomnosti velkého disku v precesním pohybu, který způsobuje 35denní rentgenové a optické variace.

Dosti pomalý přenos hmoty přetékáním přes Rocheovu mez v soustavě *Her X-1* inspiroval teoretiky k podrobné studii o účincích hydrodynamiky a přenosu momentu hybnosti na podrobnosti přenosu hmoty. Zvláště účinek hydrodynamiky pravděpodobně prodlužuje trvání fáze velmi pomalého přenosu hmoty (rychlosti menší než  $10^{-8} M_{\odot}$  za rok) přetékáním přes Rocheovu mez v masivních systémech na dobu delší než  $10^4$  let, za předpokladu, že je masivní hvězda ve fázi hoření vodíku.

Také výzkum málo hmotných rentgenových dvojhvězd přinesl závažné výsledky. Po objevu prvního rentgenového zábleskového zdroje *3U 1820-30* [v kulové hvězdokupě *NGC 6624*] družičí ANS objevil tým *SAS-3* více než 30 nových zábleskových zdrojů, z nichž 5 je v kulových hvězdokupách. Jejich galaktické rozdělení odpovídá staré kulové populaci. Aspoň čtyři zábleskové zdroje byly opticky identifikovány, všechny s modrými málo zářivými hvězdami. Spektrum jedné z nich, *4U 1735-44*, je téměř shodné se spektrem *Sco X-1*, což nasvědčuje,



že jde o podvojnou soustavu nízké hmotnosti. Časově integrované zářivosti záblesků všech zábleskových zdrojů svědčí, že lze rentgenové záblesky vysvětlit uspokojivě heliovými erupcemi na povrchu akreující neutronové hvězdy. Celkem neměnné zářivosti zdrojů, jež jsou asi stokrát vyšší, jsou pravděpodobně vyvolávány vlastním akreačním pochodem. Z dosavadních pozorování vychází, že mnoho rentgenových zdrojů galaktické kulové složky — včetně zábleskových zdrojů a zdrojů v kulových hvězdokupách — jsou krátkoperiodickými dvojhvězdami, složenými vždy z normální hvězdy malé hmotnosti (méně než  $0,5 M_{\odot}$  a kompaktní hvězdy. Podle rozborů různých pochodů uchvácení hvězd v kulových hvězdokupách je možné, že se kompaktní hvězdy toho typu mohou tvořit v dostatečném počtu při dynamických interakcích dvou nebo tří těles.

Výzkum rentgenových dvojhvězd poskytl již mnoho studijních podnětů fyzice vysokých energií a je podstatným činitelem při poznávání hvězdného vývoje.

---

## Zprávy

---

### JUBILEUM JIŘÍHO TOLMANA

Se skromností sobě vlastní, ale v plné pracovní aktivitě oslavil 9. dubna 1981 své šedesátiny chrudimský rodák ing. Jiří Tolman, vědecký pracovník Ústavu radiotechniky a elektroniky ČSAV a náš přední odborník na vše, co souvisí s přesným časem a kmitočtem. Jeho zásluhou se u nás začala rozvíjet elektronická chronometrie, obor, jehož náplní je aplikace elektroniky při určování, udržování a sdělování přesného času a kmitočtu.

Inspirován primitivními křemennými hodiny, jež za války vznikly v tehdejší zavedě Telegrafia v Pardubicích, vynaložil Tolman na počátku padesátých let mnoho technického důvtipu i své nevyčerpatelné energie na jejich podstatné zdokonalení. Přitom vymyslel mnohé původní a v té době neobvyklé elektronkové obvody, jež byly základem několika exemplářů kvalitních křemenných hodin i generátorů časových signálů, které úspěšně pracovaly dlouhou řadu let. Díky jeho neúnavnému úsilí bylo zavedeno i čs. nezávislé vysílání nepřetržitých časových signálů na etalonových kmitočtech, nynější stanice OMA 50, OMA 2500 a OLB5, pro něž také vytvořil řadu zařízení. Jen proto jsme se již v období Mezinárodního geofyzikálního roku 1957—58 stali v této oblasti evropskou velmocí.

Pracovaním obvodové techniky transistorových chronometrických přístrojů, originálně koncipovaných v souladu s vysokou technickou erudicí autora, vytvořil Tolman později základ, na kterém někdejší n. p. Elektročas založil malosériovou výrobu unikátních časoměrných zařízení, na svou dobu velmi progresivních. Byl i vůdčí osobností při vývoji dnes již světově známé televizní metody submikrosekundového porovnávání času, odměněné v roce 1973 cenou ČSAV.

V současnosti jubilat mimo jiné zajišťuje velmi náročný provoz cesiového atomového etalonu, který již více než 10 let je jediným zdrojem našeho nejpresnějšího času a kmito-

čtu. Tolmanovou zásluhou nás tento etalon velmi čestně reprezentuje v pářížském mezinárodním časovém systému.

Poděkujeme tedy jubilantovi za jeho dosavadní dílo a přejme mu do budoucnosti dobré zdraví a trvalý elán, aby i dále mohl úspěšně rozvíjet čs. chronometrii a střežit vysokou přesnost pražského času UTC(TP), Tempus Pragense. V. Ptáček

---

## Co nového v astronomii

---

### SALJUT 6 OPĚT S POSÁDKOU

Oběžná stanice Saljut 6, která je na oběžné dráze kolem Země od 29. září 1977, se dočkala letos v březnu dvou dvoučlenných posádek. Před tím, 26. ledna t. r. se spojil se Saljutem 6 „nákladní“ Progres 12, jehož úkolem bylo mj. provedení korekce dráhy komplexu.

Dne 12. března startovala kosmická loď Sojuz T-4, jejíž posádku tvořili V. V. Kovaljonok a V. P. Savinych. Po spojení Sojuzu T-4 s komplexem Saljut 6 — Progres 12 oba kosmonauté přestoupili do orbitální laboratoře. Progres 12 se 19. března od komplexu odpojil. Lze předpokládat, že Kovaljonok a Savinych uskuteční další z dlouhodobých pobytů na Saljutu 6.

Dne 22. března byla vypuštěna kosmická loď Sojuz 39 s již osmou mezinárodní posádkou, sovětským kosmonautem V. Džanibekovem a mongolským kosmonautem D. Guragčou. Sojuz 39 se spojil s orbitálním komplexem Saljut 6 — Sojuz T-4 a oba kosmonauté přestoupili do Saljutu 6, kde se setkali s Kovaljonkem a Savinychem. Všichni čtyři kosmonauté prováděli na orbitální stanici opravné práce a věnovali se také průzkumu zemského povrchu, hlavně s ohledem na geologický průzkum. Po splnění plánovaných úkolů se Sojuz 39 odpojil od komplexu Saljut 6 — Sojuz T-4 a s kosmonauty Džanibekovem a Guragčou přistál 30. března. Připomeňme ještě, že první z této mezinárodní posádky je 100., druhý 101. kosmonautem.



## ASTRONOMICKÉ PŘÍSTROJE PRO RAKETOPLÁN

*První raketoplán — Columbia — startoval z mysu Canaveral 12. dubna, shodou okolností a vzhledem k odkladům v Den kosmonautiky, 20. výročí startu prvního kosmonauta J. Gagarina. Startovní hmotnost raketoplánu byla 2000 tun, přistávací 80 tun. Posádku Columbie tvořili J. Young a R. Crippen, kteří po 36 letech Země [po 55 hodinách letu] přistáli s kvalitativně zcela novým kosmickým dopravním prostředkem 14. dubna v Kalifornii.*

Uvedení do provozu nového typu amerického kosmického dopravního prostředku — raketoplánu — je velkým příslibem zejména pro kosmické astronomy. Přístroje pro kosmickou astronomii budou na palubě již při první sérii letů raketoplánu Space Shuttle a o vývoji dalších se vážně uvažuje. Podívejme se blíže, o jaké experimenty půjde.

### 1. Přístroje vyvíjené pro schválené lety

#### 1. Zkušební orbitální let č. 4

(a) *Monitor slunečního ultrafialového záření.* Přístroj bude měřit sluneční spektrum mezi 120 a 400 nm s vysokou absolutní přesností. Automaticky skanuje spektrum s rozlišením 0,1 a 5 nm a srovnává ho s vnitřním kalibračním zdrojem. Sestává ze dvou přesných skanujících spektrometrů obsahujících 7 detektorů a ultrafialový kalibrační zdroj. Zorné pole zařízení je 0,5°, zapotřebí je pointační a stabilizační systém s přesností 0,25°.

(b) *Rentgenový polarimetr slunečních erupcí.* Zařízení bude měřit polarizaci tvrdých rentgenových erupcí spojených s impulzivní fází slunečních erupcí. Jde o rozptylující blokový polarimetr, přičemž jsou rozptylující terče a detektory seskupeny do souborů po čtyřech lithiových blocích a čtyřech proporcionálních počítačích. Celý přístroj tvoří 3 tyto soubory, orientované navzájem o 60°. Přístroj bude pracovat v energetickém oboru 5 až 25 keV.

#### 2. Spacelab 1

*Ultrafialový dalekohled.* Teleskop bude sloužit k pozorování bodových i plošných objektů v oboru vlnových délek mezi 120 a 300 nm. Základem přístroje je Wynneho kamera o světelnosti  $f/1,12$  s účinnou plochou 150 cm<sup>2</sup> a zorným polem 7,5°. Předpokládá se úhlové rozlišení lepší než 2' podél celého pole. Detekční systém zahrnuje zesilovač ultrafialového obrazu a kazetu s filmem. Celý přístroj je válcového tvaru o průměru 28,8 cm a délce 131,3 cm. Bude se jím provádět jednak přímé fotografování, jednak spektroskopie s objektivním hranolem se spektrálním rozlišením mezi 3 a 20 nm v závislosti na vlnové délce.

#### 3. Spacelab 2

(a) *Malý infračervený teleskop.* Přístroj je Herschelova typu o průměru 15,2 cm a světelnosti  $f/4$ . V ohnisku přístroje je detektor, heliem chlazený kryostat se skanujícím mechanismem a kontrolní elektronika. Detektor

a zrcadlo teleskopu budou chlazeny na 3 K, záklopka teleskopu na 100 K. Oblast oblohy o rozměrech 3° × 90° se proskanuje za několik hodin pozorování. Pro chlazení přístroje jsou v příslušenství Dewarovy nádoby s celkem 100 l kapalného hélia.

(b) *Sluneční ultrafialový teleskop a spektrogram s vysokým rozlišením.* Cíle tohoto experimentu jsou celkem čtyři:

výzkum přenosu energie v chromosféře, přechodné zóně a koróně klidného Slunce, slunečních skvrn a dalších útvarů v oboru 117,6—170 nm s prostorovým rozlišením 1" a spektrálním rozlišením 0,005 nm;

výzkum rychlostního pole v nízké koróně pro studium původu slunečního větru;

výzkum struktury a dynamiky spikulů a superspikulů v ultrafialovém spektru s vysokým prostorovým rozlišením;

výzkum struktury a dynamiky protuberancí.

Přístroj tvoří dalekohled Gregoryho typu s ohniskovou vzdáleností 450 cm v kombinaci s Wadsworthovým ultrafialovým spektrogramem, širokopásmovým spektroheliografem a monitorem čáry H $\alpha$ . Všechna tři zařízení mají záznam na film, monitor čáry H $\alpha$  navíc i na televizní kameru. Celé zařízení vyžaduje přesnost pointace na Slunce 10" a přesnost stabilizace 1".

(c) *Systém pro měření slunečních magnetických a rychlostních polí.* Hlavních cílů tohoto experimentu je pět, a to:

měření magnetických a rychlostních polí v sluneční atmosféře s vysokým prostorovým rozlišením řádu 1" s a studium jemné struktury a vývoje těchto polí;

sledování vývoje slunečních magnetických struktur v dlouhých časových periodách (20 až 40 hodin);

studium změn magnetických polí spojených s přechodnými jevy, zejména erupcemi, s vysokým časovým i prostorovým rozlišením;

výzkum vzniku slunečních skvrn, pórů a dalších útvarů ve sluneční fotosféře;

ověření pointační přesnosti a stability pointační kontroly s přesností lepší než 1".

Přístrojové vybavení představuje teleskop o průměru 30 cm s ladičtelným filtrem, H $\alpha$  — filtrem a televizní kamerou pro snímání celého slunečního disku. Používá se rovněž záznamu na film a pevnofázového snímáčního systému CID; digitálním zpracováním záběrů se získají magnetogramy a struktury rychlostních polí. Systém pracuje v oblasti mezi 500 až 680 nm.

(d) *Rentgenový dalekohled pro pozorování kup galaxií a plošných rentgenových zdrojů v tvrdém rentgenovém oboru.* Přístrojem je dvojitý rentgenový teleskop se zorným úhlem 6°, docilující rozlišení mezi 3' a 12'. Obraz v ohniskové rovině snímají zobrazující mnohaanodové proporcionální počítače. Zobrazení bude získáváno v energetickém oboru mezi 2 a 20 keV.

(e) *Detektor hélia ve sluneční koróně.*



Hlavním vědeckým cílem tohoto experimentu je určení relativního zastoupení hélia vzhledem k vodíku ve sluneční koróně, a to s přesností okolo 10 %. Současně se budou studovat i možné změny v zastoupení hélia v koronálních dírách a mimo ně a zkoumat závislost výskytu na vzdálenosti od slunečního povrchu. Přístroj bude rovněž sloužit k určování teploty a tlaku v koronálních útvech a k odhadu zastoupení kyslíku a železa ve sluneční koróně.

Přístrojové vybavení tvoří dalekohled využívající stejně jako rentgenové teleskopy tečného odrazu, který zobrazuje Slunce na vstupní šterbinu spektrometru. Na vybraných místech Rowlandovy kružnice spektrometru jsou rozmístěny kanálkové násobiče. Hlavní pozorovací oblasti jsou při 121,6 a 30,4 nm.

#### II. Přístroje uvažované pro příští vývoj

1. **Velký ultrafialový a optický dalekohled.** Zařízení by měl tvořit Ritchey-Chretienův dalekohled o průměru 1 m a světelnosti  $f/15$  s výměnnými ohniskovými přístroji. Zorné pole přístroje je 0,5°, zahrnutý pozorovací obor od blízké infračervené oblasti přes viditelné světlo a ultrafialovou oblast až po 90 nm.

2. **Ultrafialová přehlídka oblohy.** Cílem přehlídky má být zobrazení celé oblohy v ultrafialovém záření mezi 130 a 180 nm. Jednotlivé záběry zaberou plochu  $5^\circ \times 5^\circ$  s úhlovým rozlišením mezi 1" a 2"; záznam se provede na film. Kromě toho mají být fotografovány velké oblasti oblohy i v dalších vlnových délkách, především v ultrafialovém a blízkém infračerveném oboru. Vědeckým úkolem experimentu bude především studium struktury populace I v blízkých galaxiích, výzkum tmavých mračen, difuzních mlhovin a pozůstatků supernov v naší Galaxii. Pozornost bude věnována i pozorování rentgenových a rádiových zdrojů. Dalekohled bude Schmidtova-Cassegrainova typu o průměru 80 cm a světelnosti  $f/3,5$ .

3. **Velký infračervený dalekohled.** Mělo by jít o kryogenicky chlazený infračervený dalekohled o průměru mezi 1,2 a 1,6 m. V ohniskové rovině by se vyměňovalo několik detektorů.

4. **Velkoplošný rentgenový detektor.** Cílem tohoto experimentu bude zobrazení Slunce a kosmických rentgenových zdrojů v tvrdém rentgenovém oboru. Přístroj je v podstatě vícemřížkovým kolimátorem se systémem wolframových mřížek a polohově citlivými plynovými proporcionálními počítači. Získané úhlové rozlišení by mělo být 4" v zorném poli  $32^\circ \times 32^\circ$ . Celková účinná plocha souboru činí 6700 cm<sup>2</sup>.

5. **Sluneční optický dalekohled.** Mělo by jít o Gregoryho teleskop o průměru 1,25 m s primárním parabolickým zrcadlem o světelnosti  $f/3,6$ , pozorovací oblast od infračerveného až po ultrafialový obor s úhlovým rozlišením 0,1". V ohnisku přístroje se předpokládá umístění řady detektorů.

6. **Soubor rentgenových dalekohledů.** Přístroj tvoří svazek rentgenových objektivů s velkou kolektivní plochou a malým úhlovým rozlišením řádu obloukové minuty. V ohnisku každého objektivu bude umístěn vhodný detektor. Zařízení bude sloužit nesluneční rentgenové astronomii.

(Zpracováno podle materiálů NASA)

René Hudec

## JSOU PHOBOS A DEIMOS ZACHYČENÉ PLANETKY?

O původu obou Marsových satelitů Phobos a Deimos existují dvě hypotézy, jež se navzájem vylučují. První z nich říká, že obě tělesa se vytvořila v bezprostřední blízkosti mateřské oběžnice na dráhách, které se od nynějších téměř neliší. Druhá uvádí, že měsíce vznikly daleko od planety a teprve později jí byly zachyceny. První hypotéza vychází ze skutečnosti, že dráhy obou satelitů jsou ekvatoreální a téměř kruhové. Druhou opět podpořily údaje získané misí Viking, které mimo jiné říkají, že obě tělesa obsahují značné procento uhlíku. Na základě této skutečnosti by mohly být oba měsíce pokládány za zachycené planetky.

Cazenave, Dobrovolskis a Lago (Nature 284, 430; 1980) počítali časový vývoj drah obou měsíců. Zjistili, že vliv Slunce na pohyb satelitů vzrůstá s jejich vzdáleností od mateřské planety, přičemž poruchy způsobené zploštěním oběžnice se neustále zmenšují. Při kritické vzdálenosti asi 14 průměrů Marsu se naklání bývalé ekvatoreální roviny drah satelitů o úhel asi 25° vzhledem k rovině, která je přibližně shodná s rovinou Marsovy oběžné dráhy. Zde také mohly být v daleké minulosti značné výstřednosti drah (výsledek, jež je známý již z dřívějších výzkumů).

SuW 19, 254 (1980) H. N.

## VÝBUCH ZÁŘENÍ GAMA VE VELKÉM MAGELLANOVĚ MRAČNU

V kosmickém prostoru se pohybuje v nynější době více než deset umělých družic a kosmických sond, vybavených detektory pro registraci velmi krátkých erupcí záření gama. Za deset let bylo zachyceno více než 80 takových vzplanutí. Na základě jejich rozdělení na obloze se soudí, že zdroje těchto vysoce energetických fotonů jsou v naší Galaxii, i když se nepodařilo přičíst žádnou erupci známému galaktickému objektu.

Dne 5. března 1979 došlo však k mimořádně silnému výbuchu záření gama, který byl registrován dvanácti detektory devíti amerických a sovětských sond a družic meziplanetární pozorovací sítě. V době kratší než 0,25 milisekundy dosáhlo vzplanutí maxima, které bylo téměř stokrát intenzivnější než jiné pozorované erupce. Fáze nejvyšší intenzity trvala asi 120 milisekund. Poněvadž byly sondy s detektory rozmístěny v okamžiku



erupce v různých místech meziplanetárního prostoru, podařilo se z časových rozdílů mezi dopady signálu na detektory vymezit dosti přesně směr erupce malou ploškou  $1' \times 2'$  na jižní obloze v oblasti Velkého Magellanova mráčna, kde se nachází zbytek supernovy N 49.

Je-li zdrojem vzplanutí skutečně uvedený pozůstatek supernovy ve vzdálenosti asi 180 tisíc světelných let, odpovídá maximální síla výbuchu záření gama  $10^{10}$  až  $10^{11}$  násobku zářivého výkonu Slunce. Celková energie výbuchu by odpovídala výdaji sluneční energie za 1000 let. Rozborem průběhu erupce docházejí teoretikové k závěru, že rozměry zdroje nepřekračují několik set kilometrů. Potvrdí-li se uvedené předpoklady, byl výbuch zcela mimořádným jevem. Avšak i kdyby byl zdroj v naší Galaxii ve vzdálenosti několika tisíc světelných let, byla síla výbuchu mimořádná. Mimořádné vzplanutí obrátilo pozornost teoretiků znovu k procesům procházejícím ve zbytcích supernov. *Ob.*

### KOLIK PLANETÁRIÍ PRACUJE V NDR?

V NDR pracují 34 planetária, nikoliv 17 jak bylo omylem uvedeno v článku v *ŘH* 61, 242 (11/1980). *O. Obůrka*

### ODCHYLKY ČASOVÝCH SIGNÁLŮ V ÚNORU 1981

Den	UT1-UTC	UT2-UTC
4. II.	-0,2777 <sup>s</sup>	-0,2783 <sup>s</sup>
9. II.	-0,2882	-0,2881
14. II.	-0,2972	-0,2963
19. II.	-0,3083	-0,3065
24. II.	-0,3209	-0,3181

Podrobné údaje o časových signálech uvádí Hvězdářská ročenka 1981, část C, str. 146. — Vysvětlení k tabulce viz *ŘH* 62, 18; 1/1981.

*V. Ptáček*

## Základy astrofyziky pro začátečníky

### O ROVNICI PŘENOSU I. CO A JAK MĚŘÍME

Doposud jsme se zabývali jen kvalitativním zkoumáním jevů spojených s průchodem světla plazmou; zkusme teď trochu matematiky. Především si definujeme přesně veličinu, kterou budeme vyšetřovat, a která by měla popisovat, kolik je kde v plazmě jakého světla. Na množství světla použijeme ve fyzice univerzální míru — energii. Chceme-li tedy vědět, kolik světla je nyní v okolí bodu  $x$ , vezmeme pomyslnou krychličku o objemu  $V$  okolo tohoto bodu, zjistíme, kolik obsahuje energie elektromagnetických vln  $E$ , a (je-li  $V$  rozumně malé) poměr  $u = E/V$  nám dá

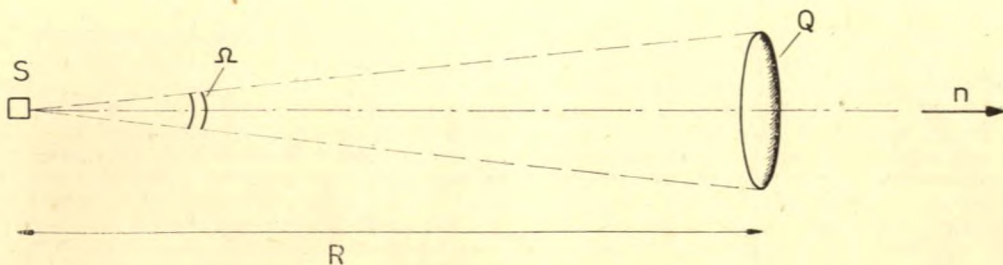
*hustotu elektromagnetické energie* v okolí bodu  $x$ . Chceme dále vědět, jaké je směrové rozložení tohoto světla. Energie, kterou jsme před chvílí změřili, bude neustále utíkat z objemu  $V$  pryč rychlostí  $c$ ; i nastavíme jí malou plošku o velikosti  $S$  kolmo na nějaký zvolený směr a budeme měřit, kolik energie jí projde za jednu sekundu (kdybychom pak vydělili toto množství rychlostí světla  $c$ , dostali bychom právě hustotu elektromagnetické energie těch vln, které mají nějaký zvolený směr).

Ale pozor: kdybychom měřili všechno světlo, které ploškou projde, museli bychom započítávat i to, které prochází šikmo, a má tedy směr až o  $90^\circ$  odlišný; a kdybychom naopak měřili jen to světlo, které má přesně přikázaný směr, nenaměřili bychom nic (viz obr. 1), stejně jako by se žádný střelec nestřelil do přesně „bodového“ (nekonečně malého) terče přesně „bodovým“ nábojem. Proč okolo vybraného směru (kolmého na plošku) opíšeme úzký kužel, a budeme měřit energii  $E$  toho světla, které za 1 s projde ploškou  $S$  a jehož směr přitom bude ležet uvnitř tohoto kužele. A protože této energie bude tím více, čím je větší ploška  $S$  a čím je širší kužel (šířku kužele měříme jako *prostorový úhel*  $\Omega$ , viz obr. 1), a tento vztah bude přibližně přímou úměrností je-li  $S$  a  $\Omega$  dostatečně malé, budeme prostě dělit takto naměřenou energii číslem  $S\Omega$  a dostaneme již číslo, které na  $S$  ani na  $\Omega$  nezávisí.

Výraz  $I(x, t, n) = E/S\Omega$  pak udává, kolik světla v okolí místa o souřadnicích  $x$  a v okolí času  $t$  prochází za 1 sekundu jednotkovou ploškou kolmo k  $n$ , a má přitom směr v jednotkovém prostorovém úhlu okolo  $n$ . Jak to souvisí s jeho hustotou energie  $u(x, t)$ ? Jako samostatný úkol nechtě si čtenář odvodit, že pro *izotropní* (tj. do všech směrů stejně intenzivní) záření platí  $I(x, t) = [c/4\pi] u(x, t)$ . (Protože záření je *izotropní*, nezávisí  $I$  na směru  $n$  a proto jsme  $n$  v seznamu argumentů za  $I$  vynechali. Jako pomůcku k řešení připomeneme, že plný prostorový úhel má podle definice na obr. 1 velikost  $4\pi$  — stejně jako plný rovinný úhel má velikost  $2\pi$ .)

A konečně velice důležité je v astrofyzice spektrální rozdělení záření. (Poslední důležitou vlastností světla — jeho polarizací — se zde pro jednoduchost nebudeme zabývat; tím spíše, že v astrofyzice má význam jenom v některých speciálních případech.) Základní postup je opět stejný: záření procházející ploškou a mající směr v určitém malém prostorovém úhlu okolo daného směru rozdělíme spektrografem na různé frekvence; vybereme si potom úzké pásmo frekvencí  $\nu$ ,  $\nu + \Delta\nu$  v okolí nějaké vybrané frekvence  $\nu$  a budeme měřit energii, která v tomto pásmu spektrografem prochází. Je-li  $\Delta\nu$  dosti malé, bude





Obr. 1. Ze všech paprsků, které procházejí ploškou  $S$  vybereme jen ty, jejichž směry leží v úzkém kuželu okolo směru  $n$ . Množství energie přenesené takto vymezenými paprsky je úměrné velikosti plochy  $S$  a také velikosti prostorového úhlu  $\Omega$ . Tento úhel je definován jako poměr mezi plochou kulového vrchlíku při základně kužele a čtvercem poloměru příslušné koule, tedy  $\Omega = Q/R^2$ . Srovnajte to s definicí rovinného úhlu (měřeného v radiánech).

tato energie  $E$  úměrná šířce pásma  $\Delta\nu$  (proto také bychom nic neměřili, kdybychom šířku pásma zvolili nulovou, tj. chtěli měřit jen záření přesně dané frekvence); poměr  $E/\Delta\nu$  bude tedy už nezávislý na  $\Delta\nu$ . Označíme jej  $I(x, t, n)$ , a říkáme mu *spektrální intenzita záření*. Tato veličina hraje v astrofyzice základní úlohu.

V předchozích člancích jsme naše úvahy o záření formulovali obvykle pomocí pojmu „fotonů“. To je pojem kvantový a zapeklitý, zavedl jej do fyziky Einstein v r. 1905; pojem spektrální intenzity je pojmem mnohem starším, a samozřejmě tedy nekvantovým, klasickým. Chtěli bychom vědět, jak spolu oba pojmy souvisí, jak vyjádříme  $I_\nu$  pomocí nějaké „hustoty fotonů“ a naopak. Nejprve si ovšem musíme říci trochu přesněji, co to vlastně foton je. Představme si krychličku rozměrů zhruba  $10 \times 10 \times 10$  cm<sup>3</sup>. Odkud jsme tento rozměr vzali? Je to přibližně velikost optické mřížky, kterou ve spektrografu rozkládáme záření ve spektrum. Kdybychom měli větší mřížku spektrografu, a větší průměr dalekohledu, kterým světlo do tohoto spektrografu chytáme, mluvili bychom pak o „větších“ fotonech; praktický význam by to mělo ten, že bychom měli větší rozlišení ve frekvenci i ve směru fotonu. Tvar — tedy to, že jsme zvolili krychličku — naproti tomu žádný praktický vliv na naše úvahy nemá, kdybychom chtěli, mohli jsme si představovat „válečkové“ fotony.

Do takto zvoleného objemu se vejde mnoho různých druhů vln elektromagnetického záření, jak je to (pro jednoduchost dvourozměrně) nakresleno na obr. 2; každá tato vlna má svoji frekvenci  $\nu$  a směr  $\vec{n}$  ( $\vec{n}$  je jednotkový vektor), a budeme ji tedy označovat jako vlnu  $(\nu, \vec{n})$ . Podle jednoho ze základních předpokladů kvantové teorie záření může energie takové vlny být rovna 0,  $h\nu$ ,  $2h\nu$ ,  $3h\nu$ , ..., avšak ne zlomkovým násobkům  $h$ . A právě má-li vlna  $(\nu, \vec{n})$  energii  $Nh\nu$ , kde  $N$

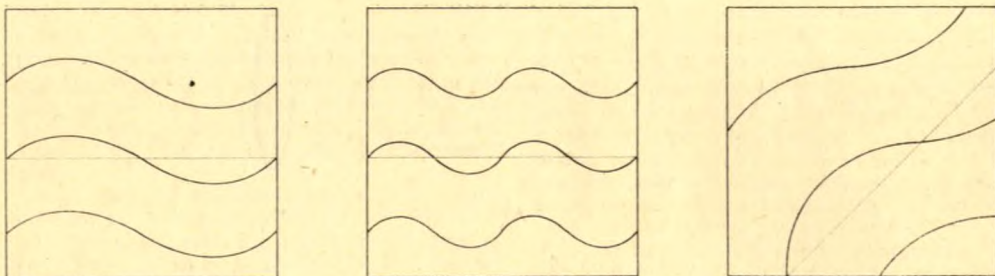
je celé číslo, říkáme, že máme  $N$  fotonů ve stavu  $(\nu, \vec{n})$ . Zkrátka řečeno, foton ve stavu  $(\nu, \vec{n})$  je právě jedno kvantum excitace vlny  $(\nu, \vec{n})$ . Stav elektromagnetického pole v nějakém místě určíme úplně tehdy, zadáme-li kolik fotonů  $N_{\nu, \vec{n}}$  je v každém z možných stavů  $(\nu, \vec{n})$  tedy kolik energie je v každé možné vlně; číslem  $N_{\nu, \vec{n}}$  se potom říká *obsazovací čísla*.

A teď jsme již trochu připraveni na to, určit jak spolu souvisí  $N_{\nu, \vec{n}}$  a  $I_\nu(\vec{n})$  (oboje v okolí určitého místa a času); pro jednodušší výklad se však spokojíme s izotropním zářením, pro něž  $I_\nu$  nezávisí na  $\vec{n}$ , a kde místo  $I_\nu$  můžeme tedy brát spektrální hustotu  $u_\nu = 4\pi/c$   $I_\nu$ . Podle definice je  $u_\nu \Delta\nu$  energie záření uzavřená v jednotkovém objemu (a za jednotkový objem si pro jednoduchost zvolíme právě ten „objem jednoho fotonu“, o němž jsme mluvili před chvílí; dá se ukázat, že výsledek na této volbě jednotek nezávisí).

Kolik je možných fotonových stavů (tedy „vln“ v tomto objemu, jejichž frekvence v tomto úzkém spektrálním pásmu leží? Lze ukázat, že je to  $8\pi\nu^2 \Delta\nu/c^3$  [dá se to odvodit i elementárními prostředky, ale zabralo by to asi půl stránky]. Obsazovací čísla těchto stavů mohou nabývat jen celočíselných nezáporných hodnot (v praxi jich většina bude rovna 0, jen málokteré bude rovno 1 nebo dokonce větším hodnotám; pouze v laseru je intenzita světla v okolí nějaké frekvence tak vysoká, že  $N_{\nu, \vec{n}}$  tam budou mnohem větší než 1). Vypočítáme-li však průměrné obsazovací číslo v okolí nějaké frekvence a popř. směru, které označíme  $\langle N_{\nu, \vec{n}} \rangle$  budeme mít v daném spektrálním pásmu dohromady  $\langle N_{\nu, \vec{n}} \rangle \cdot 8\pi\nu^2 \Delta\nu/c^3$  fotonů. Každý z nich má energii  $h\nu$  a porovnáme-li tedy energii záření vypočítanou pomocí fotonů s energií vypočítanou z klasické veličiny  $u$ , dostaneme rovnici

$$\langle N_{\nu, \vec{n}} \rangle \cdot 8\pi h \nu^3 \Delta\nu / c^3 = u_\nu \Delta\nu$$





Obr. 2. Ukázka tří možných způsobů kmitání elektromagnetického pole v určitém objemu. Na prvních dvou obrázcích se velikost pole (zobrazená jako výška sinusovky nad svou vodicí čarou) mění jen ve směru vodorovném, ve směru svislém zůstává stejná; řekneme tedy, že vlnění má směr vodorovný. Je-li frekvence vlnění na prvním obrázku  $\nu_0$ , je na druhém obrázku  $2\nu_0$  a další možné frekvence jsou  $3\nu_0, 4\nu_0, \dots$ , ale žádné hodnoty mezi tím. Na třetím obrázku je vlnění v některém šikmém směru; také zde jsou přípustné jen některé směry a frekvence (tj. jen některé jednofotonové stavy). Kvantování směru a frekvence těchto stavů ( $\nu = n\nu_0, n$  celé) se nazývá též první kvantování, kvantování energie vlnění s frekvencí  $\nu$  ( $E = h\nu, m$  celé) se nazývá druhé kvantování. Každému kvantu energie říkáme foton.

Je tedy  $u_\nu = \langle N_{\nu, \vec{n}} \rangle \cdot 8\pi h \nu^3 / c^3$ , a obdobně lze ukázat, že  $I_\nu(n) = \langle N_{\nu, \vec{n}} \rangle \cdot 2h\nu^3 / c^2$ .

To je tedy hledaný vztah; až budeme v další části odvozovat rovnici přenosu, uspoří nám mnoho přemýšlení a vysvětlování. Stojí za to povšimnout si, že v optické oblasti ( $\nu \approx 10^{15}$  Hz) je počet fotonových stavů i pro malá  $\Delta\nu$  velice vysoký a stačí tedy i malá  $\langle N_{\nu, \vec{n}} \rangle$ , abychom dostali vysoké intenzity; v rádiové oblasti ( $\nu \approx 10^8$  Hz) je poměr mezi  $I_\nu$  a  $\langle N_{\nu, \vec{n}} \rangle$  již mnohem menší a  $\langle N_{\nu, \vec{n}} \rangle <$  tedy musí být mnohem větší, abychom dostali pozorovatelné intenzity. U laseru je speciální situace:  $\langle N_{\nu, \vec{n}} \rangle$  je tam vysoké jen pro velmi úzké pásmo frekvencí, pro ostatní frekvence (a směry) je nulové; proto veškerá energie, i když jí nemusí být mnoho, je soustředěna v několika málo fotonových stavech a frekvence i směr laserového světla jsou tedy velmi přesně určeny. (Pokračování) M. M.

## Z lidových hvězdáren a astronomických kroužků

### ČTVRT STOLETÍ METEORICKÝCH EXPEDIC

V srpnu 1980 byla uspořádána poblíž obce Poniky na Banskobystricku 24. celostátní meteorická expedice, zaměřená na určení barevných indexů teleskopických meteorů. Jí byla završena 25letá řada několika desítek meteorických expedic, pořádaných v ČSSR různými institucemi od konce roku 1955. Byly to akce velmi rozmanité, lišící se od sebe účelem, programovou náplní, pojetím po stránce organizační atd., mimo jiné i úspě-

chem. Pořádaly je instituce české i slovenské. Pro velký počet těchto akcí není možné pojednat o všech; v tomto článku bude vzpomenu jen těch expedic, které měly výzkumný cíl a na nichž se podílely instituce z ČSR.

Počátkem 50. let se v ČSR pozorovaly meteory především vizuálně, tj. neozbrojeným okem, v neomezeném zorném poli. Proto také první expedice uspořádaná v prosinci 1955 měla program vizuální pozorování Geminid. Konala se na Radhošti a zúčastnilo se jí 8 pozorovatelů z Brna a Třebíče. Jeden účastník pozoroval v omezeném zorném poli. Po prvé byla použita světelná signalizace spatření meteoru.

Expedice byla — přes krátkou pozorovací dobu — velmi úspěšná, což bylo podnětem k uspořádání dalších expedic s podstatně větším počtem účastníků.

Vizuální pozorování v neomezeném zorném poli a v omezeném zorném poli metodou nezávislého počítání probíhala na řadě dalších expedic: na 1. celostátní v r. 1956 (Hlaváčky), tamtéž v r. 1957, 1959 [naposledy byla v programu metoda vizuální statistiky v neomezeném zorném poli], v r. 1958 (pozorování Geminid na Skalnatém Plese a Lomnickém štítu). Vyvrcholením programu bylo pozorování Perseid třemi skupinami po osmi pozorovatelích metodou nezávislého počítání v r. 1961 na Bezovci. Tato expedice byla velmi úspěšná po odborné, méně však po společenské stránce.

Během těchto let se ukázalo, že Beskydy, jako oblast pořádání expedic, jsou meteorologicky zcela nevyhovující — všechny tři expedice pořádané zde v r. 1957 skončily nezdarem — a proto v r. 1958 byla umístěna expedice poblíž Bezovce v Povážském Inovci, kde zaznamenala velký úspěch. Návrat do Beskyd v r. 1959, zapříčiněný úpravami hotelu pod Bezovcem a ospravedlňovaný údaji z klimatologického atlasu, znovu potvrdil ne-



vhodnost této oblasti, takže až do r. 1970 byl Povážský Inovec nejnavštěvovanějším územím.

Novým pozorovacím programem zavedeným již na 1. celostátní expedici bylo teleskopické pozorování meteorů metodou nezávislého počítání. Pro tento program byly v průběhu let používány dalekohledy 25×100, 10×80, 7×50 a 12×60. Nakonec se stal nejužívanějším typem německý dělostřelecký zaměřovací dalekohled 10×80. Pozorovací pole se zpočátku nacházela na severním světovém pólu [z důvodu stálé polohy dalekohledu a možnosti užití severní polární sekvence k určení jasnosti meteorů], později se pozorovalo v oblasti ekliptiky, na polích různě vzdálených od radiantů rojí a v závěrečném období použití této metody byla umístěna pozorovací pole do zenitu. Použití dalekohledů představovalo pro tehdejší pozorovatele nezvyklou zátěž fyziologickou i psychickou, takže metoda byla přijímána s nedůvěrou.

V uvedených variantách byla metoda užita na expedicích v letech 1957 (Hlaváčky), 1958 (Bezovec, Skalnaté Pleso), 1959 (Hlaváčky), 1960 (Piešťany), 1961 (Bezovec), 1964 (Bezovec) a 1965 (Javořina). Úspěch přinesla zejména v r. 1958, kdy byl objeven meteorický roj  $\alpha$ -Lyrid a naposledy byla s úspěchem použita v roce 1964, kdy pozorovaly souběžně 4 skupiny po 8 pozorovatelích dalekohledy 10×80. Po zpracování vyšlo najevo, že její možnosti jsou vyčerpány; v té době byla kritizována a byly nalezeny závady v jejích teoretických předpokladech.

Pozoruhodná varianta v r. 1965 (Javořina v Bílých Karpatech), kdy 4 skupiny pozorovaly v zenitu, pátá v oblasti pólu, měnila se orientace pozorovatelů, skupiny byly vybaveny různými přístroji, ve skupině vizuálních pozorovatelů bylo použito tankového dorozumívacího zařízení (pro vyloučení vzájemného ovlivnění pozorovatelů) a signály z jednotlivých stanovišť zapisovatelů byly vysílány k „centrálnímu zapisovateli“, byla jen částečně úspěšná po pozorovací stránce, zůstala nezpracovaná a pozorovací materiály jsou nyní nezvěstné. Jinak tato expedice vynikla tím, že na ní byl prováděn obsáhlý psychofyzický výzkum zrakového vnímání.

Velmi významným pozorovacím programem, který byl zahájen v r. 1957, bylo určování výšek teleskopických meteorů. V té době se vyskytovaly názory, že teleskopické meteorology září ve výškách jen několik málo desítek kilometrů nad povrchem Země. Zjišťování výšek se dělo pozorováním ze dvou (později i více) stanic, vzdálených od sebe několik kilometrů; během let byly voleny vzdálenosti větší — až desítky kilometrů. Spatřené meteorology byly zakreslovány do kopii map atlasu Bonner Durchmusterung.

Program probíhal na expedicích 1957, avšak neúspěšně, 1958 (Bezovec), kdy byl zaznamenán první, značný úspěch, 1959, opět málo úspěšně, 1960 (Piešťany) s velkým úspěchem a vyvrcholil v r. 1966, kdy byla uspořádána čtyřstaniční expedice, po pozorovací stránce velmi úspěšná. Materiály z této expedice se nyní zpracovávají. (Pokračování) M. Šulc

## Souhvězdí severní oblohy

PANNA (část), Virgo (-ginis), Vir  
HAVRAN, Corvus (-rvi), Crv

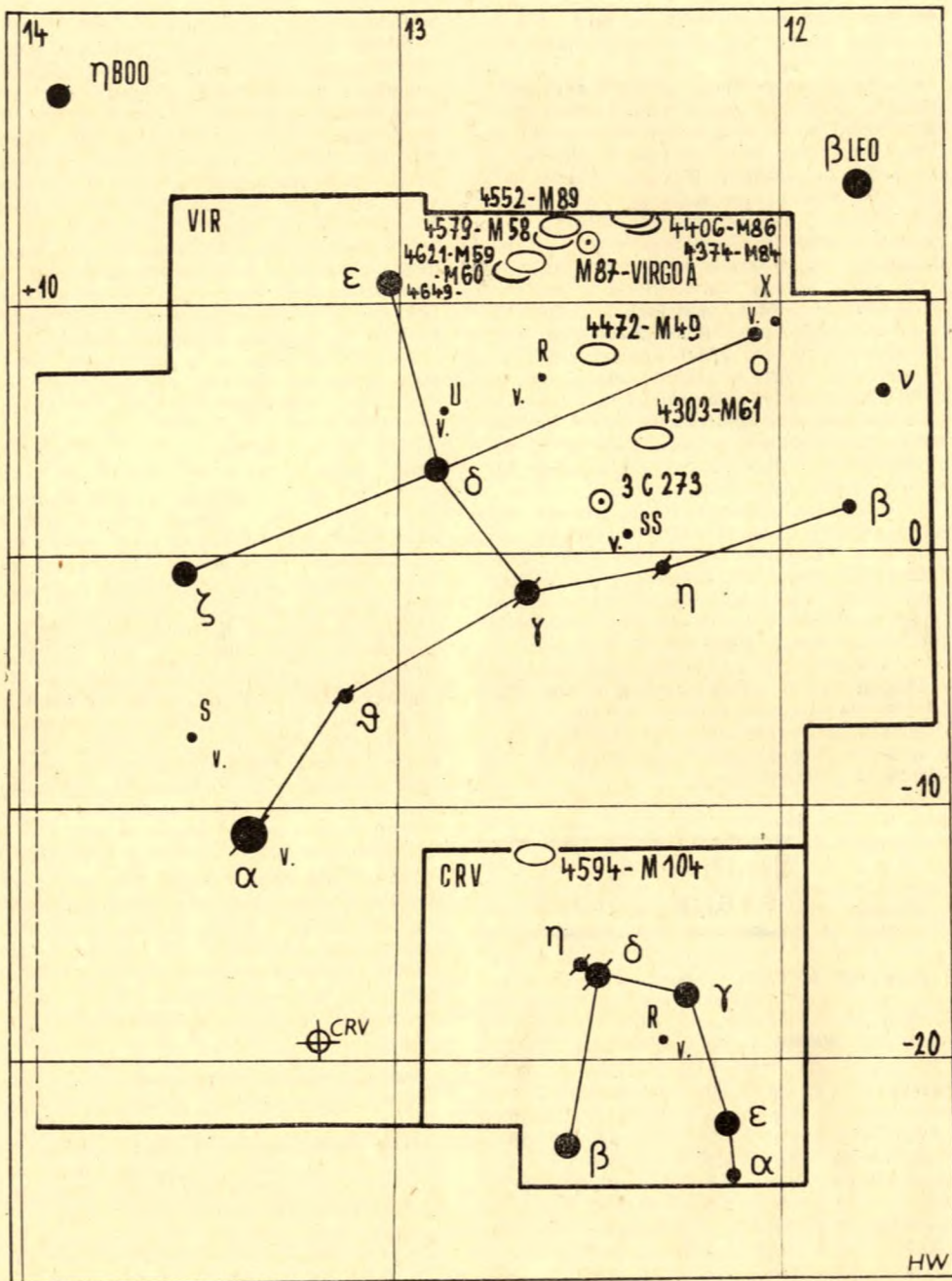
### HVĚZDY

GC	Název	M	$\alpha(1975,0)$	$\mu(\alpha)$ [10 <sup>-4</sup> ]s	$\delta(1975,0)$	$\mu(\delta)$ [10 <sup>-3</sup> ]''	Sp	$\pi$ [10 <sup>-3</sup> ]''	R km/s	Pozn.
16135	3 $\nu$ Vir	4,04	11h44,6m	-1	+6°40'	-188	M1 III	13±7	+51	
16215	5 $\beta$ Vir	3,60	11 49,4	+50	+1 54	-277	F8 V	98	+4,6	
16512	9 $\theta$ Vir	4,12	12 03,9	-15	+8 52	+42	G8 III	37±5	-30	
16813	15 $\eta$ Vir	3,90	12 18,6	-4	-0 32	-25	A2 V	10±10	+2v	s
17270	29 $\gamma$ Vir	2,74	12 40,4	-38	-1 19	+5	F0 V+FOV	101	-20	D
17543	43 $\delta$ Vir	3,38	12 54,3	-31	+3 32	-60	M3 III	17±5	-18	
17687	47 $\varepsilon$ Vir	2,84	13 00,9	-19	+11 06	+16	G9 II-III	36±7	-14	
17828	51 $\theta$ Vir	4,38	13 08,7	-2	-5 24	-39	A1 V	22±5	-3v	D
18144	67 $\alpha$ Vir	0,97	13 23,9	-3	-11 02	-35	B1 V+B3V	21±8	+0,3v	s, v
18351	79 $\zeta$ Vir	3,38	13 33,4	-19	-0 28	+30	A2	30	-13	
16586	1 $\alpha$ Crv	4,02	12 07,6	+6	-24 35	-48	F2 V	53±10	+4	
16618	1 $\varepsilon$ Crv	2,98	12 08,8	-5	-22 29	+7	K2 III	20±7	+5	
16740	4 $\gamma$ Crv	2,58	12 14,5	-11	-17 24	+15	B8 III	24	-4v	
17029	7 $\delta$ Crv	2,94	12 28,6	-15	-16 23	-145	B9n V	18±5	+9	D
17087	8 $\eta$ Crv	4,32	12 31,1	-30	-16 03	-67	F0 IV	44±7	-4v	s
17133	9 $\beta$ Crv	2,64	12 33,1	0	-23 16	-59	G5 III	27±7	-7,0	

Vysvětlení k mapce a tabulkám viz RH 62, 19—22; 1/1981.

O. Hlad, J. Weiseloá





### PROMĚNNÉ HVĚZDY

Název	$\alpha(1975,0)$	$\delta(1975,0)$	max.	min.	Perioda (dni)	Typ	Spektrum
X Vir	12h00m36s	+9°12'45"	7,3v	11,2v	—	?	—
SS Vir	12 23 57	+0 54 27	6,0v	9,6v	354,66	M	Ne(C6 <sub>3</sub> e)
R Vir	12 37 13	+7 07 31	6,2v	12,1v	145,61	M	M4-M8e
U Vir	12 49 49	+5 41 21	7,5v	13,5v	206,78	M	M3-M5e
$\alpha$ Vir	13 23 52	-11 01 53	0,7pe	0,8pe	4,0102	EA	B1 V
S Vir	13 31 42	-7 04 08	6,3v	13,2v	377,96	M	M6-M7e
R Crv	12 18 20	-19 07 00	6,7v	14,4v	316,74	M	M5e-M7e



## DALŠÍ OBJEKTY

NGC	M	$\alpha(1975,0)$	$\delta(1975,0)$	Druh	Poznámka
4303	61	12h20,7m	+4°37'	G	
4374	84	12 23,8	+13 02	G	
4406	86	12 25,0	+13 05	G	
—	—	12 27,8	+2 17	RZ	kvasar 3C 273
4472	49	12 28,5	+8 09	G	
4486	87	12 29,5	+12 32	RZ	eliptická galaxie
4552	89	12 34,4	+12 42	G	
4579	58	12 36,5	+11 58	G	
4621	59	12 40,8	+11 47	G	
4649	60	12 42,4	+11 42	G	
4594	104	12 38,6	-11 29	G	

## Kalkulátory v astronomii

### JAK ZPRACOVAT VIZUÁLNÍ POZOROVÁNÍ PROMĚNNÝCH HVĚZD

#### 3. Výpočet rozdílu (O-C)

Symbol  $(O-C)$  (z anglického observed minus calculated) označujeme v případě pozorovaným časem minima (maxima)  $M_{obs}$  a zorořavým časem minima (maxima)  $M_{obs}$  a časem vypočítaným, nejčastěji z tzv. lineárních světelných elementů. Je-li  $M_0$  základní minimum (maximum) a  $P$  perioda světelných změn, pak libovolné jiné minimum (maximum)  $M_{cal}$  vypočítáme ze vztahu

$$M_{cal} = M_0 + P E,$$

kde  $E = \pm 1, \pm 2, \dots$  nabývá celočíselných hodnot a nazývá se epocha. Rozdíl  $M_{obs} - M_{cal} = (O-C)$ , který počítáme, nám dává informaci o tom, zda dříve byly správně určeny hodnoty  $M_0$  a  $P$  nebo zda nedošlo ke změně periody  $P$ .

Výpočet rozdílu  $(O-C)$  provedeme ve třech krocích: 1. krok — přibližný výpočet epochy  $E' = (M_{obs} - M_0)/P$ . Veličina  $E'$  není celé číslo, od celého čísla se však liší jen velmi málo. Ve 2. kroku zaokrouhlíme  $E'$  na celé číslo [ $E$  je vždy INTEGER]:  $E = [E' + 0,5]$ ; symbolem [...] označujeme celočíselnou část čísla v závorce. 3. krok — vlastní výpočet rozdílu  $M_{obs} - M_{cal} = (O-C) = M_{obs} - (M_0 + P E)$ .

Program pro výpočet rozdílu  $(O-C)$  pro kalkulátor HP-25:

```
STO 2 RCL 0 — RCL 1 ÷ .5 +
f INT STO 3 RCL 1 × RCL 0 +
RCL 2 x≥y —
(celkem 17 kroků)
```

**Výpočet:** Do paměti  $R_0, R_1$  vložíme  $M_0, P$ ; f PRGM;  $M_{obs}$  R/S . . .  $(O-C)$ . Kdybychom potřebovali znát hodnotu epochy  $E$ , je uložena v paměti  $R_3$ .

**Obsazení paměti:**  $R_0 = M_0$ ;  $R_1 = P$ ;  $R_2 = M_{obs}$ ;  $R_3 = E$ . Kdybychom počítali  $(O-C)$

pro dobu před  $M_0$  (v praxi to však málokdy přichází v úvahu), musíme krok 8 změnit z + na —.

**Testovací příklad:**  $M_0 = 42\,992,614$ ,  $P = 1,265\,1402$  dne,  $M_{obs}$  (heliocentrické minimum/maximum) = 44 165,389.  $E' = 926,992$  a tedy  $E = 927$ . Rozdíl  $(O-C) = -0,010$  dne.

**Poznámka:** U vizuálních a fotografických pozorování proměnných hvězd uvádíme hodnotu  $(O-C)$  vzhledem k přesnosti, s jakou určujeme  $M_{obs}$ , pouze na tři desetinná místa. Zdeněk Pokorný

## Nové knihy a publikace

● *Bulletin čs. astronomických ústavů*, roč. 32 (1981), čís. 2, obsahuje tyto vědecké práce: M. Burša a Z. Šima: Družicová altimetrie a modely geopotenciálu — Z. Stuchlík: Vývoj Kerrovy holé singularity — J. Kleczek a B. Růžičková-Topolová: Geometrické vlastnosti oblouků zelené koróny — V. Bahýl: Změny primárního a sekundárního minima světelné křivky  $\beta$  Lyr — J. Grygar, M. Sobotka a S. Štefl: Spektroskopie novy LV Vul (1968 No. 1) — R. Hudec: Optické vlastnosti rentgenových hvězd [1. Soustava GK Per/A0327 + 43] — R. Hudec: Optické vlastnosti rentgenových hvězd [2. Sekulární změny jasnosti soustavy V 818 Sco/Sco X 1] — M. Šimek a A. Hajduk: Detekce čelních ozvěn s proměnným směrem anténního svazku. — Na konci čísla je recenze publikace Annual Review of Astronomy and Astrophysics, Vol. 17 (1979). — Všechny práce jsou psány anglicky s ruskými výtahy.

● P. Příhoda: *Mars*. Mapa v měřítku 1:30 000 000. Vydala Kartografia, Praha 1980, jako zájmový náklad pro Hvězdárnu a planetárium hl. m. Prahy; formát 85×60 cm, cena 6,50 Kčs. — Po tři staletí byl Mars mapován pouze na podkladě terestrických pozorování. Výsledkem byly více či méně spolehlivé mapy albedových útvarů v podobě tmavších a světlejších skvrn, vykazujících sezónní i jiné změny. Skutečné terénní tvary se objevily teprve na fotografiích z planetárních sond typu Mariner (USA) a Mars (SSSR). Kvalitativním předelem v tomto směru byla umělá družice Marsu Mariner 9, jež fotografovala v letech 1971–72 systematicky celou planetu a poskytl tak materiál pro zpracování prvních map celého povrchu Marsu (1972).

V únoru 1973 byla vydána jako příloha časopisu National Geographic Magazine první mapa Marsu, zobrazující topografické tvary spolu s albedovými útvary. Ukázalo se, že mezi topografií a albedem ve velkém měřítku není — až na výjimky — souvislost. Od té doby byla v zahraničí vy-



dána řada podrobných map a atlasů Marsu, vesměs ovšem těžko dostupných pro zájemce u nás.

Bylo proto záslužným edičním činem Hvězdárny a planetária hl. m. Prahy a především dílem ing. P. Příhody, jestliže se ujal nesnadného úkolu autorsky zpracovat podklady pro mapu Marsu v měřítku 1:30 000 000. Jako zkušený kreslíř a někdejší pilný pozorovatel planet se zhostil tohoto úkolu dokonale a výsledkem spolupráce autora, redakce a výrobních provozů nakladatelství Kartografia je velmi zdařilé mapové dílo, které nejen potěší oko, ale nepochybně také zpřístupní nový pohled na Mars četným přátelům astronomie i širší veřejnosti u nás.

Celkové rozvržení Příhodovy mapy, včetně použitého Lambertova stejnoplochého zobrazení, je obdobou citované mapy NGM. Planeta je zobrazena na třech mapách polokoulí se středními poledníky 0°, 120°, 240° a na dvou mapkách okolí pólů. Albedové útvary jsou znázorněny šedomodrým stínováním, terénní tvary jsou schematizovány pérovou kresbou v hnědém odstínu. Barevně i typem písma je odlišeno názvosloví albedových útvarů (modře) od názvů topografických tvarů a celků (černě). Červeně jsou na mapě vytištěny informace o rozsahu polárních čepiček, o výškových poměrech na planetě a vyznačena jsou i místa přistání sond Mars a Viking.

Navíc jsou k Příhodově mapě připojeny čtyři malé albedové mapky Marsu v měřítku 1:57 000 000, určené zejména k identifikaci detailů při pozorování dalekohledem. Na mapovém listu jsou též uvedeny podrobné vysvětlivky k obsahu mapy. Zpracování vydavatelských originálů i vlastní tisk má velmi dobrou úroveň, soutisk barev je přesný.

Zájemci si mohou mapu zakoupit v obou hlavních střediskách Hvězdárny a planetária hl. m. Prahy, tj. na Hvězdárně Petřín nebo v Planetáriu Praha. Při osobním odběru lze mapu obdržet buď složenou, nebo v plochém archu (vhodné k vyvěšení či zarámování). Písemně objednávkou vyřizuje poštu pouze Hvězdárna Petřín, 118 46 Praha 1, Petřín 205. Zásílají se výhradně složené mapy. Závěrem pokládá recenzent za vhodné slovy potvrdit, že cena této mapy je opravdu pouze šest korun padesát haléřů. A. Růkl

● J. Brož, V. Roskovec, M. Valouch: *Fyzikální a matematické tabulky*. SNTL, Praha 1980, str. 310, váz. Kčs 60,—. — Několik generací používalo ve škole i později v praxi známých „Valouchových tabulek“, které vyšly celkem ve 20 vydáních — naposledy v r. 1967 ve Státním nakladatelství technické literatury. Uvažovalo se pochopitelně o dalším vydání, avšak nástup éry elektronických kalkulátorů přinesl dokonalejší zvrát. Vydávat dnes tabulky loga-

ritmů nebo goniometrických funkcí by bylo anachronismem, protože kdo by dnes hledal tyto funkce v tabulkách, když je každý jen trochu slušnější kapesní kalkulátor ukáže na displeji okamžitě a s větší přesností. Proto autoři nového vydání „Tabulek“, prof. Jaromír Brož a dr. Vladimír Roskovec (prof. Valouch zemřel dříve než mohla být vypracována nová koncepce) pojali vydání nových „Tabulek“ zcela jinak. Hlavní důraz byl položen na tabulky fyzikální, s ohledem na potřeby nových oborů, jako je fyzika pevných látek, atomová a jaderná fyzika. Podstatně byly také rozšířeny tabulky z klasických oborů fyziky, které byly sestaveny z nových a přesnějších hodnot a byly převedeny do nyní platné soustavy jednotek SI. Matematická část „Tabulek“ obsahuje tabulky elementárních a speciálních funkcí vybraných s ohledem na potřeby fyziky. V „Tabulkách“ nalezneme i řadu tabulek geofyzikálních pod č. 107—114 (Zemský elipsoid, Normální zrychlení zemské tíže, Struktura a fyzikální vlastnosti zemského nitra, Intenzita zemětřesení, Výskyt prvků v zemské kůře, v mořské vodě a ve vesmíru, Prvky normálního geomagnetického pole pro epochu 1975, Struktura zemské atmosféry, Složení zemské atmosféry a Standardní atmosféra) a astronomických pod č. 116—148 (Některé důležité astronomické veličiny, Časové stupnice, Převod intervalu středního času na interval hvězdného času a naopak, Převod středních slunečních dní na zlomek tropického roku, Juliánské datování, Refrakční tabulky, Poloviční denní oblouk, Roční precese v rektascenzi a v deklinaci, Délka soumraku a dne, Slunce, Planety, Měsíce planet, Některé planety, Měsíc, Některé periodické komety, Velikost a spektrální klasifikace hvězd, Hertzsprungův-Russelův diagram, Počet hvězd na obloze, Souhvězdí, Nejjasnější hvězdy severních souhvězdí, Nejbližší hvězdy, Proměnné hvězdy, Vizualní dvojhvězdy, Galaktické hvězdokupy, Kulové hvězdokupy, Jasnější mlhoviny, Galaxie Některé diskretní rádiové zdroje, Některé rentgenové zdroje, Pulsary, Kvasary, Galaxie, Vesmír, jakož i zeměpisné souřadnice čs. měst). Jak je vidět, astronomické a astrofyzikální tabulky byly do publikace pojaty do poměrně značné šířky a představují tak přehled základních informací do doby, v níž byly „Tabulky“ připraveny do tisku. Fyzikální a matematické tabulky jsou určeny především učitelům a studentům našich středních škol, posluchačům vysokých škol, vědeckým a výzkumným pracovníkům. Není pochyb o tom, že budou také nepostradatelnou pomůckou pro většinu astronomů amatérů. J. B.

● S. Marx, W. Pfau: *Sternwarten der Welt*. Vyd. Edition Leipzig, Lipsko 1979, str. 200, 44 barevných a 78 černobílých obr., cena váz. 125 Kčs. — Rostoucí zájem o astronomii a prostředky jejího výzkumu odráží se v přání



mnoha zájemců seznámit se s observatořemi a jejich výzkumnými přístroji. Tomu vyhověli autoři a napsali knížku, která přibližuje čtenáři 40 vybraných observatoří, jež přispěly k bohatství astronomických vědomostí. Výběr se také řídil snahou zachytit reprezentativně všechna odvětví astronomie s jejich metodami výzkumu a přístrojovým vybavením. Při celkovém počtu 293 optických a 73 radio-astronomických observatoří na světě je jich v knize zachycena jen desetina a to nutilo autory k bedlivému výběru. Naše observatoře uvedeny nejsou, ani Ondřejov, ani Skalnaté Pleso. 21 stran úvodu seznamuje čtenáře s dějinami astronomických pozorování, vývojem dalekohledů a optických soustav a problematikou současné pozorovací techniky. Krátké zmínky informují o metodách výzkumů ve všech oborech elektromagnetického spektra. Na grafu je zobrazen rozvoj hvězdáren v posledních dvou stoletích a jejich rozdělení na zemském povrchu. Poslední část úvodu naznačuje problematiku dalšího vývoje dalekohledů. Zevrubné informace a popis observatoří a ústavů vycházejí ve velké míře z publikací v časopisech a výročních zprávách a z informací, které autorům jednotlivé instituce poskytly. Také obrazový materiál byl získán přímo od observatoří. Observatoře jsou uvedeny podle abecedního pořadí jejich místopisných jmen. Informace obsahují krátké historické údaje, popis technického vybavení, hlavních pracovních oborů a výsledků výzkumů. Kromě optických hvězdáren jsou uvedeny také důležité radioastronomické observatoře, Kuiperova létající observatoř a kosmický teleskop NASA o průměru 2,4 m. Kniha obsahuje velké množství cenných informací, které umožňují pohled do problematiky současného astronomického výzkumu a do pracovních metod. Seznam literatury obsahuje 118 titulů. Snadnou orientaci umožňuje obsáhlý věcný rejstřík. Na předsádkových stranách jsou přehledné mapy světa se zakreslenými optickými a radioastronomickými observatořemi. Obrazové přílohy mohou sloužit jako podklady pro zhotovení diapositivů k přednáškám a k těmto účelům bude knížka jistě nejčastěji využívána.

O. Obůrka

● *Solnečnaja i solnečno-zemnaja fizika*. Nakl. Mír, Moskva 1980; 255 str., 48 obraz. příloh s 59 fot. a 25 obr. v textu; cena váz. 2,60 rublů. — Kniha byla napsána z podnětu Mezinárodní astronomické unie čtrnácti předními odborníky sluneční fyziky a geofyziky a vyšla v r. 1977 v nakladatelství D. Reidel v redakci A. Bruzka a C. J. Durranta pod názvem „Illustrated Glossary For Solar and Solar-terrestrial Physics“. Překlad z angličtiny vypracovala E. V. Ivanova. Kniha obsahuje výklad asi 800 odborných názvů a výrazů, používaných ve sluneční fyzice a geofyzice. Látka je členěna podle věcných hledisek do 14 kapitol, jež jsou rozděleny do 255 podrobněji rozpracovaných hesel. V době rychle se rozvíjejících výzkumných metod a technik

a mnoha nových objevů narůstá nezadržitelně také počet namnoze zcela nových odborných termínů, které si vynucují přesnou definici a vysvětlení. Problematika terminologie a určité standardizace je dnes velmi naléhavá na všech vědních úsecích. Kniha má za cíl poskytnout pracovníkům slunečního výzkumu, astronomům jiných úseků, teoretikům i studentům krátké přesné informace o po vazě a vlastnostech jevů sluneční fyziky. U každého termínu nebo terminologického celku jsou fenomenologické a kvalitativní popisy, vysvětlení vztahy k příbuzným jevům a podány teoretické fyzikální interpretace, takže je kniha vlastně moderním výkladovým slovníkem. Každé heslo je doplněno odkazy na další, vesměs anglicky psané prameny k hlubšímu studiu problematiky. Obrazy, náčrty, schemata a tabulky zvyšují srozumitelnost a informační charakter knihy. Pro snadnou orientaci v knize jsou na 40 stranách dva indexy, anglický a ruský, přičemž jsou vždy uvedeny překlady do druhého jazyka. Indexy mohou tedy sloužit jako anglicko-ruský a rusko-anglický slovník. Ob.

## Úkazy na obloze v červenci 1981

*Slunce* vychází 1. července ve 3<sup>h</sup>55<sup>m</sup>, zapadá ve 20<sup>h</sup>12<sup>m</sup>. Dne 31. července vychází ve 4<sup>h</sup>27<sup>m</sup>, zapadá v 19<sup>h</sup>44<sup>m</sup>. Za červenec se zkrátí délka dne o 60 min a polední výška Slunce nad obzorem se zmenší o 5°, z 63° na 58°. Dne 4. července v 0<sup>h</sup>18<sup>m</sup> prochází Země osluním. Dne 31. července nastává úplné zatmění Slunce, které však nebude u nás pozorovatelné ani jako částečné.

*Měsíc* je 1. VII. ve 20<sup>h</sup> v novu, 9. VII. ve 4<sup>h</sup> v první čtvrti, 17. VII. v 6<sup>h</sup> v úplňku, 24. VII. v 11<sup>h</sup> v poslední čtvrti a 31. VII. v 5<sup>h</sup> opět v novu. Odzemmí prochází Měsíc 11. VII., přizemím 27. VII. Dne 17. července nastává částečné zatmění Měsíce, které je však u nás prakticky nepozorovatelné. Začátek polostínového zatmění nastává ve 3<sup>h</sup>05<sup>m</sup>, ale Měsíc zapadá již ve 4<sup>h</sup>15<sup>m</sup>, tedy ještě před začátkem částečného zatmění, které nastává ve 4<sup>h</sup>25<sup>m</sup>. Během července dojde ke konjunkcím Měsíce s planetami: 3. VII. ve 14<sup>h</sup> s Venuší, 7. VII. ve 22<sup>h</sup> s Jupiterem, 8. VII. v 0<sup>h</sup> se Saturnem, 12. VII. v 9<sup>h</sup> s Uranem, 14. VII. v 16<sup>h</sup> s Neptunem a 29. VII. v 1<sup>h</sup> s Marsem.

*Merkur* je na ranní obloze; nejpříznivější pozorovací podmínky jsou v polovině měsíce, protože 14. července je Merkur v největší západní elongaci (21° od Slunce). Počátkem měsíce Merkur vychází ve 3<sup>h</sup>28<sup>m</sup> (tedy jen krátce před východem Slunce), v polovině měsíce ve 2<sup>h</sup>43<sup>m</sup> (téměř 1½ h před východem Slunce) a koncem měsíce ve 3<sup>h</sup>24<sup>m</sup> (asi 1 h před východem Slunce). Jasnost Merkura se během července zvětšuje z 2,1<sup>m</sup> na -1,2<sup>m</sup>.



Dne 3. VII. je Merkur stacionární, dne 29. VII. ve 20<sup>h</sup> dojde ke konjunkci Merkura s Pollexem (Merkur bude 6° jižně).

Venuše je po celý červenec na večerní obloze, ale zapadá poměrně krátce po západu Slunce: počátkem měsíce ve 21<sup>h</sup>37<sup>m</sup>, koncem měsíce již ve 20<sup>h</sup>58<sup>m</sup>. Venuše má jasnost asi -3,3<sup>m</sup>. Dne 23. VII. ve 22<sup>h</sup> dojde ke konjunkci Venuše s Regulem, při níž bude Venuše 1° severně od hvězdy.

Mars se pohybuje souhvězdími Býka a Blíženců a je viditelný na ranní obloze před východem Slunce. Počátkem července vychází ve 2<sup>h</sup>23<sup>m</sup>, koncem měsíce již v 1<sup>h</sup>50<sup>m</sup>. Mars má jasnost asi 1,8<sup>m</sup>.

Jupiter je v souhvězdí Panny na večerní obloze. Zapadá počátkem července ve 23<sup>h</sup>34<sup>m</sup>, koncem měsíce již ve 21<sup>h</sup>43<sup>m</sup>. Jasnost Jupitera se během července zmenšuje z -1,6<sup>m</sup> na -1,4<sup>m</sup>.

Saturn je rovněž v souhvězdí Panny a poblíže Jupitera. Ke konjunkci obou těchto planet dojde 30. července ve 22<sup>h</sup> a Jupiter bude při ní 1° jižně od Saturna. Podmínky viditelnosti Saturna jsou podobné jako u Jupitera, Saturn je rovněž na večerní obloze. Počátkem července zapadá ve 23<sup>h</sup>44<sup>m</sup>, koncem měsíce již ve 21<sup>h</sup>49<sup>m</sup>. Jasnost Saturna je 1,2<sup>m</sup>.

Uran je v souhvězdí Vah; nejlepší pozorovací podmínky jsou ve večerních hodinách, kdy kulminuje. Počátkem července zapadá v 1<sup>h</sup>23<sup>m</sup>, koncem měsíce již ve 23<sup>h</sup>23<sup>m</sup>. Uran má jasnost 5,5<sup>m</sup>.

Neptun je v souhvězdí Hadonoše; nejlepší pozorovací podmínky jsou takéž večer, kdy kulminuje. Počátkem července zapadá ve 3<sup>h</sup>00<sup>m</sup>, koncem měsíce již v 0<sup>h</sup>59<sup>m</sup>. Neptun má jasnost 7,8<sup>m</sup>.

Pluto se pohybuje na rozhraní souhvězdí Boota a Panny. Je fotograficky sledovatelný jen večer, jasnost má asi 14<sup>m</sup>. Počátkem července zapadá v 1<sup>h</sup>47<sup>m</sup>, koncem měsíce již ve 23<sup>h</sup>47<sup>m</sup>. Dne 8. července je Pluto stacionární.

Meteory. V druhé polovině července je možno pozorovat meteory roje severních  $\delta$  — Aquarid, jejichž maximum nastane 12. srpna a  $\alpha$  — Capricornid, které mají maximum činnosti 29. července. Dne 28. července mají maximum činnosti jižní  $\delta$  — Aquaridy, trvání tohoto roje je asi 20 dní.

Časové údaje jsou uvedeny v SEČ, časy východů a západů platí pro průsečík 15° poledníku východní délky a 50° rovnoběžky severní šířky.

J. B.

● Koupím Somet-Binar 25X100 v dobrém optickém i mechanickém stavu a dále Atlas Coeli 1950 od A. Bečváře (NČSAV, Praha 1956). — Nabídky do redakce Říše hvězd, Svědská 8, 150 00 Praha 5.

● Prodám achromatické objektivy těchto parametrů: 1:2/160 mm, 1:4,5/300 mm, 1:3,8/415 mm a 1:8/720 mm, vhodné pro stavbu astronomické fotokomory. Dále reflektor Newton průměr 150, F 1200 mm na azimutální vidlicové montáži s jemnými pohyby, zv. 75x, popř. pouze montáž a sluneční filtr  $\varnothing$  63 mm. — Petr Duchoň ml., Lesní 52, 312 06 Pízeň.

## OBSAH

M. Grün: Předběžné výsledky sondy Voyager 1 — J. Grygar: Zeň objevů 1980 — O. Obůrka: Rentgenové dvojhvězdy — Krátké zprávy — Nové knihy a publikace — Úkazy na obloze v červenci 1981

## СОДЕРЖАНИЕ

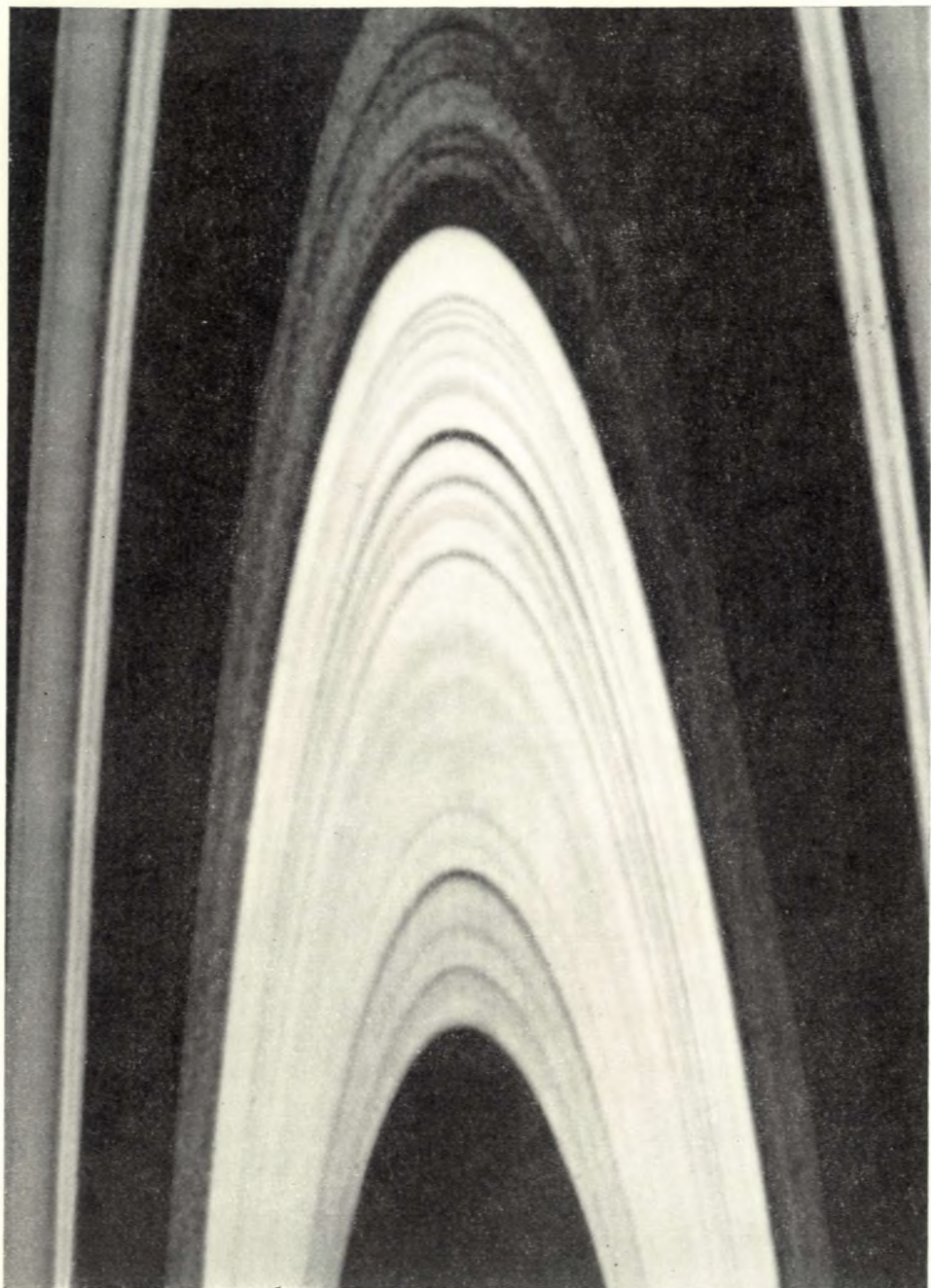
М. Грюн: Предварительные результаты исследования из космической станции «Voyager 1» — Й. Грыгар: Достижения астрономии в 1980 г. — О. Обурка: Рентгеновские двойные звезды — Краткие сообщения — Рецензии — Явления на небе в июле 1981 г.

## CONTENTS

M. Grün: Preliminary Results From Voyager 1 — J. Grygar: Advances in Astronomy in the Year 1980 — O. Obůrka: X-ray Binaries — Short Communications — Book Reviews — Phenomena in July 1981

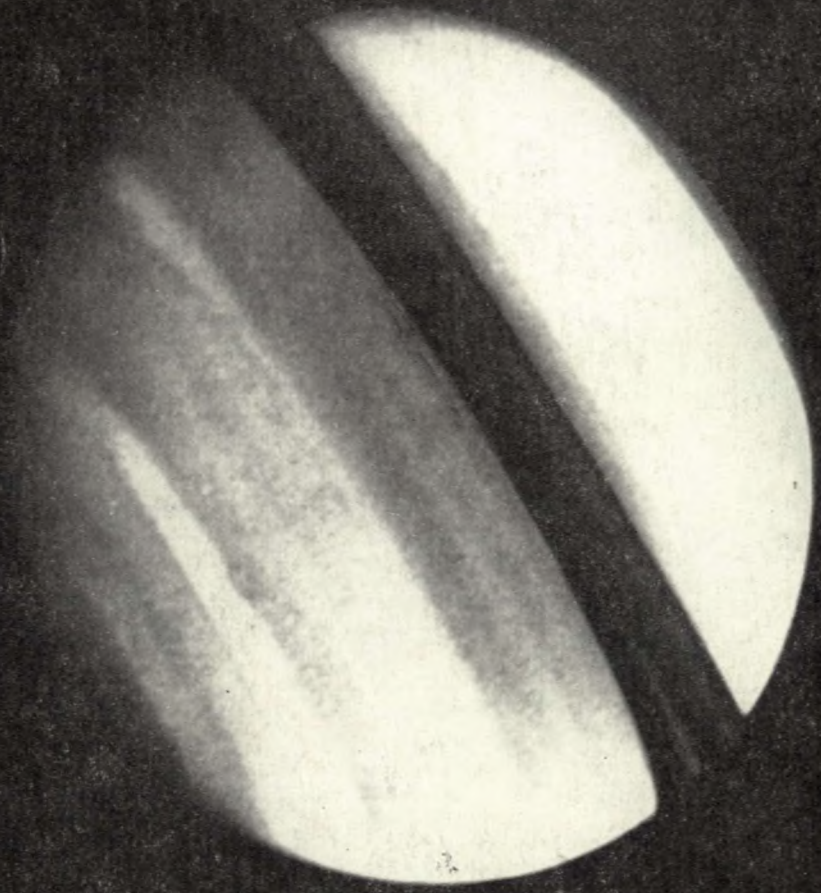
Říší hvězd řídí redakční rada: Doc. Antonín Mrkos, CSc. (předseda redakční rady); doc. RNDr. Jiří Bouška, CSc. (výkonný redaktor); RNDr. Jiří Grygar, CSc.; prof. Oldřich Hlad; člen korespondent ČSAV RNDr. Miloslav Kopecký, DrSc.; Ing. Bohumil Maleček; prof. RNDr. Oto Obůrka, CSc.; RNDr. Ján Stohl, CSc.; technická redaktorka Věra Suchánková. — Vydává ministerstvo kultury ČSR v nakladatelství a vydavatelství Panorama, Háfkova 1, 120 72 Praha 2. — Tisknou Tiskařské závody, n. p., závod 3, Slezská 13, 120 00 Praha 2. — Vychází dvanáctkrát ročně, cena jednotlivého čísla Kčs 2,50, roční předplatné Kčs 30,—. — Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá pošta, nebo přímo PNS — Ústřední expedice tisku, Jindřišská 14, 125 05 Praha 1 (včetně objednávek do zahraničí). Objednávky, zrušení předplatného a změny adres vyřizuje PNS. — Příspěvky, které musí vyhovovat Pokynům pro autory (viz RH 61, 24; 1/1980), přijímá redakce Říše hvězd, Svědská 8, 150 00 Praha 5. Rukopisy a obrázky se nevracejí. — Toto číslo bylo dáno do tisku 8. dubna, vyšlo v květnu 1981.





*Detailní záběr Saturnových prstenců; snímek ukazuje stavbu jednotlivých částí tohoto útvaru. — Na 4. str. obálky je snímek Saturna z 18. X. 1980; je složen ze tří barevných záběrů tak, aby vynikly kontrasty. (Snímky z Voyageru 1.)*





A7 281

0-550-1/11/78