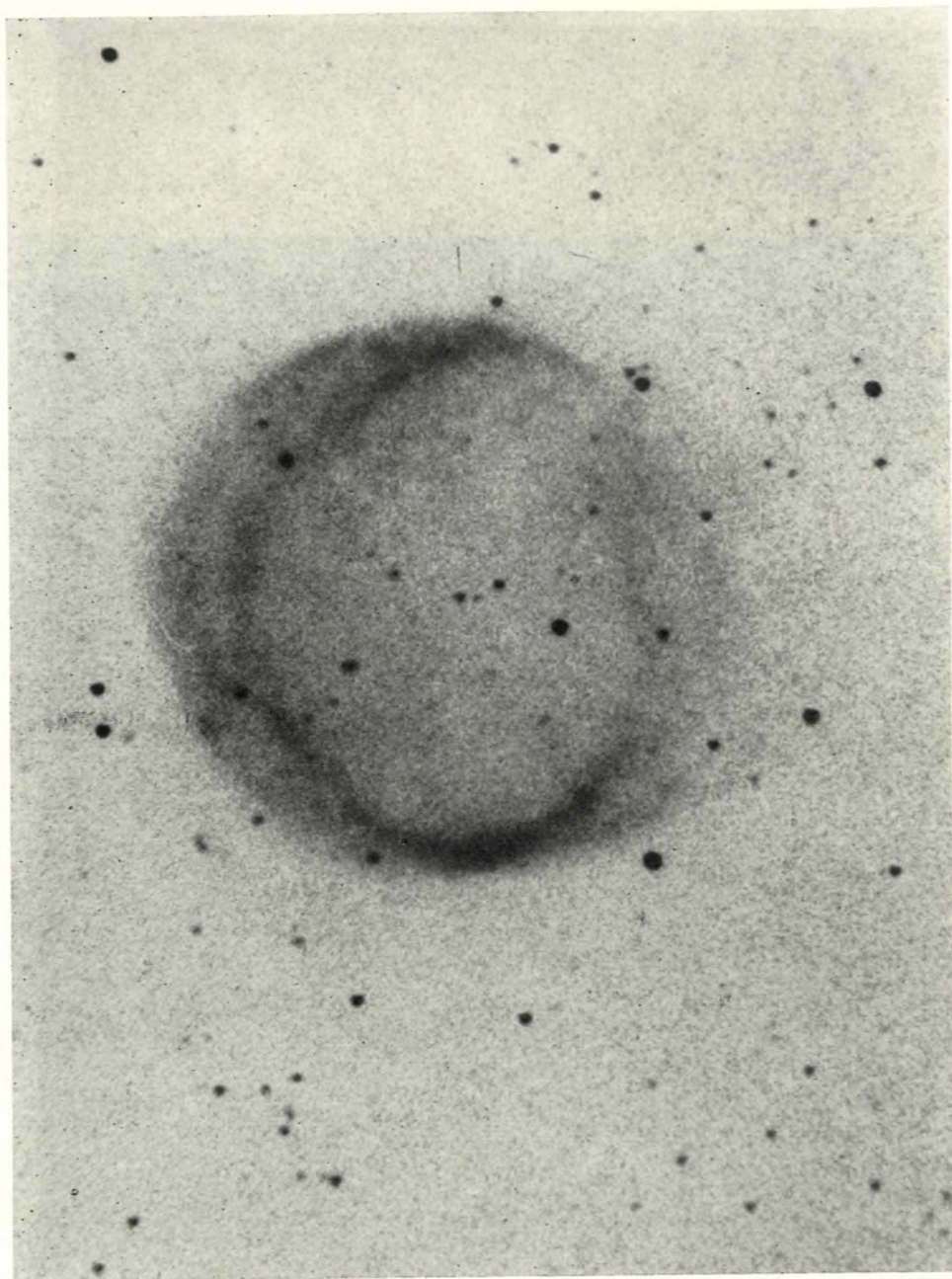


1 * 1981 2,50 Kčs

ŘÍŠE HVĚZD





Planetární mlhovina NGC 6781 v souhvězdí Orla, objevená J. Herschelem v r. 1830. Na první str. obálky je prstencová mlhovina M 57 (NGC 6720) v souhvězdí Lyry. Průměr prstenu je asi 0,2 pc při vzdálenosti mlhoviny asi 700 pc. (K článku na str. 15–17.)

Oto Obírka | **Astronomická ohlédnutí**

Dějiny dynamického rozvoje přírodních věd ve 20. století budou muset věnovat astronomii velmi obsáhlou kapitolu. Počty astronomických objevů a jejich význam při vytváření obrazu vesmíru se dají vyjádřit strmě rostoucí exponenciální křivkou. Zvláště vývoj posledního čtvrtstoletí dává fascinující obraz. Proto je snad správné aspoň krátce se ohlédnout na počátku posledního dvacetiletí v našem století i tisíciletí.

Před 25 roky stále ještě zcela převažovala optická astronomie, radioastronomie byla v počátečním rozběhu. První velký radioteleskop v Jodrell Banku byl uveden do provozu teprve v roce 1957. Před 25 roky jsme neznali kvasary, pulsary, neutronové hvězdy ani kompaktní objekty, nevěděli jsme nic o reliktovém záření o rentgenových zdrojích, o erupcích gama, ani o hustých molekulárních mracích.

Astronomický výzkum byl tehdy obrácen převážně ke stelární problematice, rozvíjely se metody měření a analýzy hvězdného záření, fotografické a fotoelektrické metody vícebarevné fotometrie, prohlubovala se klasifikační hlediska hvězdných typů. Když bylo teoreticky vysvětleno, že je hvězdná proměnnost zákonitým jevem v určitých stádiích hvězdného vývoje, dosáhlo studium proměnných hvězd vysoké aktuálnosti. Byly zkoumány různé typy hvěz rozličného stáří a hmotnosti, hvězdy v kupách, v asociacích i v jiných galaxiích. Ze široké palety objektů bylo by možno uvést třeba hvězdy s emisními čarami, novy, magnetické proměnné, hvězdy s velkými vlastními pohyby a mnohé jiné. Rozvíjela se teorie těsných dvojhvězd, v nichž byly sledovány některé aspekty hvězdného vývoje.

Při pozorování Slunce byl na počátku padesátých let věnován zvláštní zájem zkoumání vzájemných vztahů mezi jednotlivými projevy sluneční aktivity. V planetárních studiích rozvíjela se především spektrofotometrie planet. Teoretická oblast byla charakterizována výpočty modelů atmosfér a niter hvězd a prvním počítačovým simulováním jejich vývoje. Modelová problematika rozvíjela se v úzké spojitosti se stavem a pokroky výpočetní techniky. Galaktická astronomie zabývala se v řadě prací rozložením a dynamikou plynných mlhovin. Ze soustavných měření polarizace mezihvězdné látky vytvářel se obraz rozsáhlých galaktických magnetických polí. Optické identifikace rádiových zdrojů *Cyg A*, *Cas A* a *Pup A* předznačovaly další vývoj.

V prosinci 1960 podařilo se A. R. Sandageovi prokázat totožnost rádiového zdroje *3C 48* s optickou „hvězdou“ 16. hvězdné velikosti. V únoru 1963 objevil M. Schmidt mimořádný rudý posuv rádiového zdroje *3C 273*, který se od nás vzdaluje rychlostí 45 000 km/s. První objevy kvasarů vyvolaly veliké vzrušení v astronomickém světě a úsilí o rozluštění jejich tajemství vedlo k rozvoji nových metod pozorovací techniky a k řadě nečekaných objevů.

Novou kvalitu ve výzkumu vesmíru představují pozorovací přístroje a měřicí laboratoře umělých družic a kosmických sond, které se pohybují nad pohlcující zemskou atmosférou a rozšiřují obor pozorování na celé elektromagnetické spektrum. První počátky těchto pozorování započaly již v poválečných letech pomocí balónů a raketových výstupů. Konstrukce rentgenových dalekohledů umožnily studium galaktických rentgenových zdrojů v podvojných hvězdných soustavách (*Gen X 3*, *Her X 1*, *Sco X 1*) a v kulových hvězdokupách, i mnoha mimogalaktických zdrojů. Rádiové galaxie poskytly první závažné informace o netepelných procesech v galaxiích (*Cyg A*, *Vir A*) a v mezigalaktickém prostředí. Nová rádiová interferometrická aparatura s vysokou časovou rozlišovací schopností k určení

meziplanetární scintilace umožnila v r. 1957 objev pulsarů, které zcela mimořádnými vlastnostmi strhly zájem astronomů i fyziků. Identifikace pulsaru v Krabí mlhovině s optickým objektem přinesla potvrzení existence neutronových hvězd, teoreticky předpověděných L. Landauem již v roce 1932.

Objevy emise OH v hustých molekulárních oblacích, které jsou místy zrodu hvězd, vyvolaly v r. 1963 nový rozvoj teorie tvoření hvězd. V r. 1963 podařila se také identifikace první rádiové spektrální čáry mezihvězdné molekuly (radikálu OH) a v r. 1968 byly určeny molekuly NH₃, což byl skutečný počátek rádiové spektroskopie. Intenzivní výzkum v centimetrové a milimetrové oblasti vedl pak rychle k objevům mnoha dalších, většinou organických molekul, takže je nyní známo více než 50 mezihvězdných molekul. Radioastronomické objevy vedly také k zdokonalení a rozšíření infračervených pozorování a zkoumání prvních protohvězd. V molekulárních oblacích svázaných v některých případech s obrovskými oblastmi H II — jako např. v mlhovině v Orionu — byly nalezeny již utvořené mladé hvězdy spektrálního typ O. Rychlý vývoj technologie číslicových počítačů umožnil výpočty složitých modelů hvězdných atmosfér, založené na přesné spektrofotometrii v širokém spektrálním oboru. Lze říci, že dnes rozumíme hvězdnému vývoji v převážné části života hvězd různých hmotností.

Po nástupu aktivních cest výzkumu kosmickými sondami rozšířila se pozorování na celé elektromagnetické spektrum. Na první místo vědeckého zájmu přišla pochopitelně tělesa naší sluneční soustavy, která jsou zkoumání nejnázne dostupná. Zatím co pozemní planetární astronomie v podstatě jen zpřesňovala a doplňovala dřívější výsledky, přinášela pozorování umělými družicemi a kosmickými laboratořemi zcela nové revoluční poznatky a množství informací dosáhlo za 25 let mnohonásobku znalostí, získaných za celá tisíciletí.

Rozšiřování pozorovacích možností na další oblasti spektra mělo pronikavý vliv také na rozvoj sluneční astronomie. Blízkost naší hvězdy umožňuje studovat v celé šíři spektra značně podrobně životní projevy, které se na vzdálených hvězdách sledovat nedají. Již v padesátých letech byly při rozboru složitých proměn rádiového záření zkoumány souvislosti se sluneční aktivitou v oblastech slunečních skvrn, s chromosférickými erupcemi a s eruptivními protuberancemi. Spektroskopická pozorování z kosmického prostoru obsáhla i extrémně krátkovlnné části spektra až do rentgenové oblasti. Velmi se prohloubilo studium slunečních magnetických polí, jejich souvislosti se sluneční aktivitou a jejich vlivů na vývoj meziplanetárních magnetických polí. Pokroky sluneční fyziky umožnily měření energetických elektronů, protonů a těžších jader a zkoumání jejich vztahu k různým elektromagnetickým emisím. Objev koronálních trubíc a jasných míst v ultrafialových obrazech přispěly k podrobnějšímu popisu magnetických polí a slunečního větru. Obřím radioteleskopem RATAN 600 na Kavkazu byla pozorována tzv. rádiová granulace. Sluneční výzkum poskytl mnoho podnětů a informací také fyzice a jeho pokroky jsou tak mnohostranné a obsáhlé, že nelze vypočítat v krátké stati ani závažné objevy a poznatky.

Na celkovém úsilí o vytvoření pravdivého obrazu vesmíru má lví podíl galaktická astronomie, která hledá odpovědi na mnoho otázek o struktuře, dynamice a vývoji naší vesmírné soustavy. Statistika hvězd v soustavě Mléčné dráhy, započatá již Herschelem, dosáhla do poloviny našeho století, po úpravách statistických metod, velkých rozměrů. Ilustrací gigantické práce může být zjištění, že počet hvězd do 20. vizuální magnitudy, pozorovatelných na celé obloze, se pohybuje okolo jedné miliardy. Ze statistik se odvozovaly závěry o obecném rozdělení hmoty a záření v Galaxii. Od té doby se neobyčejně rozrostl počet výzkumů týkajících se rozdělení hvězd a jiných útvarů v Mléčné dráze. Problematika se postupně zaměřovala na studium zvláštních tříd objektů, které mohou sloužit jako indikátory určitých strukturálních rysů. Je možno uvést prostorové rozdělení mladých a starých hvězd I. a II. populace, různých typů proměnných hvězd a mezihvězdné hmoty v jednotlivých podsystémech Galaxie. Také rozsáhlé mapování neutrálního vodíku na vlnové délce 21,1 cm doplnilo a pozměnilo koncem šedesátých let poznatky o soustavě Mléčné dráhy. Je zcela přirozené, že obrovské úsilí při řešení tak složité a obtížné problematiky v tolika dílčích otázkách nelze popsat několika větami.

Řada pozorovacích a teoretických prací a výpočtů byla věnována otázkám galaktického jádra, galaktické rotace, struktury spirálních ramen a obtížným vývojovým problémům. Mnoho pozorovacího materiálu bylo získáno všemi novodobými technikami a metodami rádiové, infračervené, ultrafialové i rentgenové astronomie. Během posledních 25 let setkali jsme se s mnoha teoriemi, které usilovaly o popis a vysvětlení morfologických charakteristik, i vzniku a vývoje Galaxie. Vývojové pochody byly simulovány na několika velkých samočinných počítačích. Uspokojivé zodpovězení mnoha otázek vzniku a vývoje, zvláště v raných fázích, mělo by prvořadý význam při zkoumání extragalaktických struktur a vytváření kosmologických teorií. Bohužel, v našich vědomostech je stále ještě mnoho otazníků.

Velikým rozvojem prochází v poslední době také extragalaktická astronomie. Před 25 lety bylo věnováno pozorování a teoretickému výzkumu cizích galaxií a mezígalaktického prostředí asi 10 % prací, do dneška vzrostl jejich podíl na 40 %. Rozsah poznatků se na tomto úseku zvětšil nejméně dvojnásobně. Klasifikace galaxií byla rozmnožena o důležité typy jako jsou Seyfertovy galaxie, tzv. *N*-galaxie, kompaktní galaxie, kvasistelární galaxie, rádiové galaxie a kvasistelární zdroje. Ještě stále se hledají vývojové vztahy mezi nimi. Ani původ jednotlivých typů galaxií není jasný. Při systematickém výzkumu bylo u jednotlivých objektů zkoumáno především rozdělení hvězdných populací, různých typů proměnných hvězd, charakter a počty spirálních ramen, byla studována jádra galaxií a případné projevy jejich aktivity. Pozorované jevy nasvědčují, že také jádro Galaxie bylo aspoň 15 milionů let aktivní. Naše Galaxie patří však k soustavám s poměrně mírným výtokem plnů z jádra. Jako příklady dobře studovaných galaxií lze uvést galaxii v Andromedě *M 31*, v Honičích psech *M 51* a *NGC 253*. Studium spekter Seyfertových galaxií bylo zjištěno, že prudké výrony plynů z jader dosahují rychlostí až 4000 km/s. Mimořádný zájem astrofyziků vyvolal objev obrovské exploze v galaxii ve Velkém vozu, známé pod označením *M 82*, z jejíhož jádra byl vyvržen plyn a prach o hmotnosti asi pěti milionů slunečních hmot. Mnohé otázky objektů s prudce aktivními jádry jsou stále předmětem systematických studií.

S růstem antenních soustav a citlivostí radioteleskopů rozšiřovalo se i studium vesmírných rádiových zdrojů. Mnohé z nich byly postupně ztotožněny s galaxiemi. Mezi prvními byla galaxie *NGC 4486* (známá jako rádiový zdroj *Vir A*) a *NGC 5128* (označovaná jako *Cen A*). Bylo zjištěno, že asi třetina rádiových galaxií jsou opticky nejjasnějšími galaxiemi v kupách galaxií.

Také skupinám a kupám galaxií bylo v posledních desetiletích věnováno mnoho prací, které se zabývaly vnitřní strukturou kup, rychlostmi pohybu jejich členů a otázkami existence hmoty v mezígalaktickém prostoru. Bylo prokázáno, že některé skupiny a kupy jsou nestálými soustavami.

Nové výzkumy vedly také k názoru, že kupy galaxií nejsou nejvyššími strukturami vesmírné hmoty, že v řadě známých případů jsou větší počty kup dynamicky vázány v nadkupách, z některých teoretických prací pak vychází navíc, že ještě většími útvary jsou tzv. buňky vesmíru, což jsou struktury tvořené kupami a nadkupami, dosahující rozměrů řádově 500 milionů světelných roků. Statistické práce a studium dynamiky menších skupin galaxií vedly v poslední době k definici hypergalaxií, soustav tvořených zpravidla obří galaxií a jakousi rodinou trpasličích galaxií, které představují dynamické soustavy nižšího řádu než kupy.

Teorie o tvorbě a vývoji galaxií, usilující o souhlas s pozorovacími fakty, prošly v posledních letech dynamickým vývojem. Byla zpracována řada teoretických modelů, které však obsahují větší počet nejistých parametrů, jako jsou počáteční podmínky a vlastnosti plynu, množství a rychlost tvorbě hvězd a další.

Poslední 25 let přineslo mnoho informací o prostorových pohybech vesmírných struktur. Hubbleův objev z r. 1929, že rychlost vzdalování galaxií je úměrná jejich vzdálenosti od nás, byl potvrzen v dalekých důsledcích. V roce 1955 byly známy radiální rychlosti 800 galaxií, mezi nimi bylo 8 soustav s většími rychlostmi než 10 000 km/s. Do roku 1960 byly u několika kup galaxií naměřeny rychlosti vzdalování téměř poloviny rychlosti světla a v r. 1968 jsou známé rudé posuvy kvarzů odpovídající rychlosti vzdalování 240 000 km/s.

Je přirozené, že se nové poznatky, nejistoty i spory odrážely v názorech na

cesty vývoje vesmíru a jeho charakter, na počáteční fáze rozpínání i jeho budoucnost. Tak poskytl objev izotropního mikrovlnného záření odpovídajícího záření černého tělesa o teplotě 2,7 K v r. 1965 — v době sporů mezi stoupenci stacionární teorie vesmíru a zastánci teorie velkého žhavého třesku — silnou podporu teorií velkého třesku a stal se základem mnoha dalších kosmologických prací.

K dokolení pětadvacetiletého vývoje bylo by žádoucí aspoň naznačit nezměrnou práci tisíců lidí, kteří se nesnadnými a spletitými cestami snaží poznat skutečný vesmír a jeho zákony a vysvětlit jeho vývoj. Nečekané skvělé objevy jsou jen vzácnými výjimkami v ustavičném zápase o každý krůček poznání. Dynamiku pětadvacetiletého vývoje je možno aspoň trochu ilustrovat počtem publikovaných vědeckých prací. Ročník předního vědeckého časopisu *Astrophysical Journal* přinesl před 25 roky v 6 sešitech, které vážily dohromady 3 kg, 130 samostatných prací, nynější ročník váží 30 kg a obsahuje víc než 1000 prací. Počty výzkumných pracovníků vzrostly za tu dobu aspoň šestkrát, technika zpracování dat a současná výpočetní technika jejich práci výrazně zrychluje a umocňuje.

Práce uplynulého čtvrtstoletí vytvořily na všech úsecích astronomických pozorování i v teoretické oblasti předpoklady pro další významné pokroky v posledních 20 letech našeho tisíciletí.

Naše krátké ohlédnutí dává jen velmi neúplný a mezerovitý obrázek prudkého vývoje, což je do značné míry způsobeno zaměřením a zájmem autora. Je však nutno si uvědomit, že na pouhý výčet výsledků pětadvacetiletého astronomického bádání by celý tento sešit nestačil.

Maserový efekt v radioastronomii

Josef Olmr*

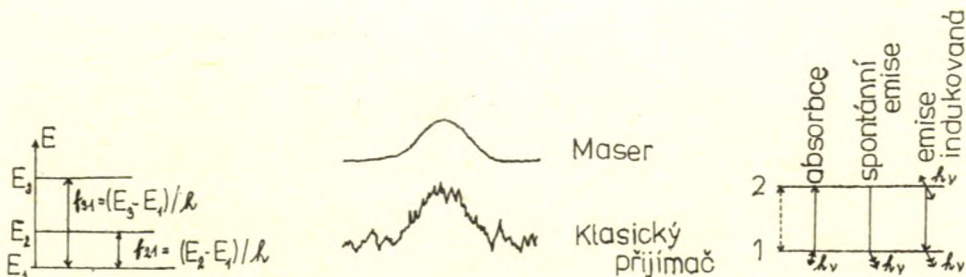
Podle definice je maser (zkratka anglického názvu *Microwaves Amplification by Stimulated Emission of Radiations*) zařízení, které mnohonásobně zesiluje přejímané signály na rádiových vlnách. Optickou obdobou maseru je laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiations*). Maser a laser — to byly ještě v šedesátých letech pojmy, které se teprve rodily a jejichž smysl a význam chápalo jen několik desítek vědeckých pracovníků.

Historie objevu maserů a laserů je poměrně krátká. Začíná v roce 1954 návrhem a realizací maseru na molekulách čpavku na vlnové délce 1,25 cm. Později, roku 1958 Schawlow, Townes, Basov a Prochorov podrobně teoreticky zdůvodnili možnost realizace podobného zařízení i pro obor světelného záření. (V r. 1964 byla udělena N. G. Basovovi, M. A. Prochorovovi a Ch. H. Townesovi Nobelova cena za fyziku za základní práce v oblasti kvantové elektroniky, které vedly ke konstrukci oscilátorů a zesilovačů na principu maseru a laseru.) Dochází k realizaci prvních experimentálních laserů na paramagnetickém krystalu rubínu v plynné směsi He-Ne, jsou formulovány podmínky k dosažení stimulované emise v polovodičích a posléze se dosahuje i experimentálních výsledků.

Dokonalé pochopení funkce maserů a laserů a jejich specifických vlastností vyžaduje podrobnější studium struktury atomů a molekul, hlubší znalosti ze spektroskopie a pochopení některých dalších fyzikálních otázek týkajících se dějů v aktivním prostředí kvantových generátorů.

Je známo už od roku 1934, že molekuly a atomy mohou vysílat a absorbovat rádiové vlny. Jako v optické astronomii, atom získává energii, jestliže absorbuje „rádiový“ foton nebo ztrácí energii, když foton vyšle. Pro zjednodušení předpokládejme, že energie atomu může zaujímat jen dvě hodnoty E_1 a E_2 .

* Autor tohoto článku i řady článků v ročnících minulých, JUDr. Josef Olmr, byl odborným pracovníkem slunečního oddělení Astronomického ústavu ČSAV v Ondřejově. Po těžké nemoci zemřel 10. listopadu 1980 ve věku 69 let.



Vlevo obr. 1. Kvantové přechody v maseru se třemi hladinami. — Uprostřed obr. 2. Záznamy přechodu rádiového zdroje Cygnus A. — Vpravo obr. 3 (vysvětlení v textu).

Jestliže atom je ve stavu energie E_1 (nižší), může absorbovat rádiový foton a přejde do stavu energie E_2 za podmínky, že energie fotonu se rovná hodnotě $E_2 - E_1$, to znamená, že vlna, jejíž je elementární složkou, musí mít frekvenci ν takovou, že $h\nu = E_2 - E_1$, kde h je Planckova konstanta ($6,625 \cdot 10^{-34}$ J.s; nazývá se též účinkové kvantum). Opačně atom vyše foton o energii $E_2 - E_1$.

Tato emise může být spontánní nebo pod vlivem fotonu, jehož energie se přesně rovná $E_2 - E_1$ (emise indukovaná nebo stimulovaná). V tomto případě atomem vyslaný foton se přidá k fotonu, který slouží k podnícení emise; indukovaná emise může tak způsobit zesílení efektu tím více, čím více bude k dispozici aktivních atomů.

V prostředí podléhajícím činnosti vlny o frekvenci $\nu = (E_2 - E_1)/h$ absorpce a dva typy emise probíhají současně. Vlna může být částečně absorbována nebo opačně zesílena, jestliže indukovaná emise převažuje nad absorpcí. K zesílení může dojít, jestliže v prostředí je větší počet atomů ve stavu zvýšené energie E_2 než ve stavu energie E_1 . Za normálních podmínek dochází k opaku. Můžeme tedy pomýšlet na zesílení vlny o frekvenci ν jestliže „obsadíme“ uměle hladinu zvýšené energie.

Je několik možností jak toho dosáhnout. Prvý maser používal krystalu rubínu, kde ionty chromu Cr^{+++} hrají roli aktivních atomů. Jestliže se umístí do magnetického pole, mohou zaujímat několik energetických hladin, z nichž 3 jsou použity (obr. 1).

Pomocná intenzivní elektromagnetická vlna frekvence ν_{31} , taková, že $E_3 - E_1 = h\nu_{31}$, je absorbována prostředím a obsadí hladinu energie E_3 — odtud pojmenování „pumpy“ pro tuto vlnu. Hladina E_1 je méně obsazena než zprostředkující hladina E_2 a dochází k realizaci podmínek pro zesílení vlny frekvence $\nu_{21} = (E_2 - E_1)/h$. Jestliže spojíme anténu s dutinou, v níž je krystal rubínu, signál frekvence ν_{21} bude zesílen, energie nutná k tomuto zesílení bude vypůjčena od vlny „pumpování“ frekvence ν_{31} . K zesílení nedojde na jedné frekvenci, nýbrž v rozsahu 5 MHz, protože energetické hladiny E_1 a E_2 mají určitou šířku. Bohužel nemůžeme zvyšovat tuto šířku, aniž bychom snížili zisk maseru: šířka B a zisk G jsou vázány vztahem $BVG = \text{konstanta}$; to je nevýhoda maseru. Kromě toho je nutno dutinu, která obsahuje krystal rubínu ponořit do tekutého hélia při teplotě 1,4 K.

Na obr. 2 vidíme dva záznamy přechodu rádiového zdroje Cygnus A v laloku radioteleskopu o průměru 15 m. (Druhá část obrázku: klasický přijímač, první část: maser před směšovačem.) Maser významně snižuje šum.

A nyní krátce o obecných zákonech emise a absorpce. Převážně zásluhou Einsteimovou byly sestaveny zákony emise a absorpce záření. Víme, že každá elektromagnetická vlna frekvence ν sestává z fotonů, jejichž energie W je vázána s frekvencí základním Planckovým vztahem

$$W = \nu h$$

Emise fotonu je provázána ztrátou energie W systému (např. atomu). Opačně systém, který absorbuje foton, zvyšuje svou energii o množství $h\nu$. Tyto přenosy

energie hmotných systémů elektromagnetickým záření se nazývají přechody. Uvažujme například atom vodíku, který je tvořen jediným elektronem „kroužícím“ okolo jádra. Kvantová mechanika nás učí, že elektron může zaujmát jen určité hladiny v atomu; každá odpovídá určité hodnotě jeho energie. Elektron může rovněž přeskočit z jedné hladiny na druhou; jestliže jeho energie se zmenší o ΔE , vyše foton o frekvenci $\nu = \Delta E/h$. Opačně je možné rovněž zachytit vhodný foton a přejít na vyšší energetickou hladinu.

Spektrum záření atomů sestává z čar odpovídajících možným hodnotám přeskoku energie ΔE . Podle fyzikálních podmínek, v nichž se nalézá vodík a elektromagnetické záření, čáry se objeví v emisi nebo absorpci na spojitém pozadí zdrojů záření, před nimiž je postaven. Můžeme odvodit obecné zákony absorpce a emise, ke kterým dochází mezi dvěma z energetických hladin, které může systém zaujmout.

Označme 1 a 2 ty hladiny, jejichž energie je E_1 a E_2 (obr. 3). Jev absorpce odpovídá přechodu z nižšího stavu 1 do energetického stavu 2; získanou energii systému přinesl foton, jehož energie se rovná $E_2 - E_1$. Systém ve stavu 2 může spontánně vyslat foton energie $h\nu$ a spadnout do stavu 1; tento proces se nazývá spontánní emise.

Předpokládejme, že systém energie E_2 je v přítomnosti fotonu, jehož frekvence ν se rovná frekvenci, která odpovídá přechodu (takový foton může pocházet z emise sousedních systémů nebo z vnějšího elektromagnetického záření); pod impulzem tohoto fotonu systém může spadnout do stavu 1 emitováním dalšího fotonu, který se připojí k fotonu, který přijal; ten pak hraje svým způsobem roli katalyzátoru emise. Tento proces se nazývá emise indukovaná. Foton je vyslán ve stejném směru jako dopadající foton; indukovaná emise je anizotropní (rozdílná v různých směrech). Indukovaná emise závisí zřejmě od počtu fotonů o energii $h\nu$, které obsahuje prostředí, počet, který vyjadřujeme energetickou hustotou při frekvenci ν (tj. elektromagnetická energie obsažená v jednotce objemu ve formě fotonů frekvence ν).

Pravděpodobnost přechodu stavu 2 do stavu 1 indukovanou emisí se vyjadřuje součinem $B_{21} \rho_0$, kde B_{21} je konstanta, která závisí od studovaného systému ($\rho_0 =$ energetická hustota).

Pokud jde o absorpci, její rysy jsou analogické rysům indukované emise, protože její pravděpodobnost závisí rovněž od energetické hustoty záření při frekvenci ν . Vyjadřuje se součinem $B_{12}\rho$.

Einstein vycházel z Planckova zákona a odvodil mezi třemi hodnotami A_{21} , B_{21} a B_{12} tyto vztahy:

(1) Pravděpodobnost indukované emise se rovná pravděpodobnosti absorpce za stejné energetické hustoty, tedy $B_{12} = B_{21}$.

(2) Pravděpodobnost spontánní emise je vázána k pravděpodobnosti absorpce nebo indukované emise vztahem:

$$A_{21} = \frac{8\pi h \nu^3}{c^2} B_{21} = \frac{8\pi h \nu^3}{c^2} B_{12},$$

kde h je Planckova konstanta, ν frekvence a c rychlost světla.

V optickém oboru činitel $8\pi h \nu^3 / c^2$ je velký a spontánní emise je obecně důležitější než indukovaná emise. Opačně je tomu u rádiových vln.

K úplnému výpočtu absorpce a emise prostředí při frekvenci ν je třeba znát počet systémů, které se nacházejí ve stavu 1 a 2: Jestliže položíme N_1 počet systémů energie E_1 na jednotku objemu a N_2 počet systémů ve stavu E_2 na jednotku objemu, můžeme určit výraz vysílané energie každou sekundu v jednotce objemu ve formě fotonů o energii $h\nu$:

spontánní emisí	$W_s = N_2 A_{21} h\nu$
indukovanou emisí	$W_i = N_2 B_{21} \rho_0 h$
absorpci	$W_a = N_1 B_{21} \rho_0 h\nu$

Vcelku vysílaný výkon jednotkou objemu se může psát:

$$W = h\nu [N_2 A_{21} - (N_1 - N_2) B_{21} \rho_0]$$

Jestliže N_1 je větší než N_2 absorpce převažuje nad indukovanou emisí. K emisi dojde jen jestliže $N_2 A_{21} - (N_1 - N_2) B_{21}$ je kladné, to znamená jestliže spektrální hustota je dosti malá. Při termodynamické rovnováze je poměr $N_2/N_1 = e^{-(E_2-E_1)/kT_0}$ je absolutní teplota prostředí. Z tohoto výrazu vidíme, že hladina větší energie je vždy méně obsazena než hladina nižší energie, protože N_2 je menší než N_1 .

Funkce maserů a laserů je tedy založena na jevech, které se odehrávají v elektronovém obalu elementárních částic, popř. v pásové struktuře pevné látky, a též při změnách energie molekuly následkem jejich rotačních nebo vibračních pohybů.

Jedním ze základních pasivních prvků maserů a laserů je rezonátor, kde dochází tedy k emisi nebo absorpci stimulovaného záření. Rezonátor je selektivní prvek a umožňuje akumulaci energie v určité části spektra. Pokud kmitočet rezonance souhlasí se spektrem stimulovaného záření, vytvoří se v této soustavě dostatečná energie elektromagnetického pole, což je nezbytnou hnací silou dalších stimulovaných přechodů.

Funkce maseru anebo laseru vyžaduje, aby mezi příslušnými energetickými hladinami aktivního prostředí bylo dosaženo inverzní populace, tj. vyšší energetická hladina musí mít vyšší koncentraci částic než hladina nižší. Takové obsazení energetických hladin se řídí podle statistické fyziky obecnou distribuční funkcí se zápornou teplotou.

Mimořádná charakteristika maseru spočívá v jeho extrémně nízké ekvivalentní šumové teplotě a to vedlo k jeho použití např. jako zesilovače v systémech družic. V přírodě nacházíme velmi účinný přirozený mezihvězdný maser v radikálu OH.

Objev čáry neutrálního vodíku vlnové délky 21 cm v roce 1951 uskutečnil výzkum jiných látek v mezihvězdném prostředí. Během kongresu Mezinárodní astronomické unie v roce 1955 byl vyzván C. H. Townes, aby předložil seznam látek, u kterých by se mohlo předpokládat, že budou objeveny v mezihvězdném prostředí. Opíraje se o tabulku kosmického výskytu prvků Townes předpokládala objevení radikálu hydroxylu OH, čpavku NH_3 , vodní páry H_2O , kysličníku uhelnatého CO, kyanovodíku HCN, a iontu H^+2 . V roce 1958 radioastronomové observatoře v Green Banku Lilley a Barrett hledali bez úspěchu radikál OH v emisí. Třebaže byla všeobecně známa malá citlivost tehdy užívaných přístrojů, do roku 1962 nikdo neopakoval tento pokus. Barrett a Weinrob se vrátili k počátečnímu pokusu a objevili hned OH. Tento radikál má čtyři čáry v rádiovém oboru na sousedních frekvencích 1650 MHz (vlnová délka 18 cm); autoři objevu pozorovali čáru v absorpci před kontinuem několika velmi intenzivních rádiových zdrojů. Přítomnost několika čar v pozorovaném spektru — zatímco v případě neutrálního vodíku byla jediná čára na 21 cm — umožnilo důkladnější studium oblasti, kde se čáry tvoří. Víme, že se čára ve spektru prvků objeví, když prvek (atom nebo molekula) přechází z jednoho stavu energie 1 na druhý stav energie 2; tento přechod se uskutečňuje emisí nebo absorpcí fotonu, jehož frekvence ν je charakteristikou rozdílu energie ΔE mezi dvěma hladinami 1 a 2.

Ale atom může rovněž měnit svou energii vlivem srážek s ostatními atomy. Stává se, že prostředí, v němž atom je, dosahuje určité rovnováhy, v níž každý proces schopný způsobit přechod ze stavu 1 do stavu 2 je přesně vyvážen procesem působícím přechod ze stavu 2 do stavu 1. Za těchto podmínek v uvažovaném prostředí je počet přechodů z 1 do 2 v každém okamžiku roven počtu přechodů z 2 do 1; takový stav se nazývá termodynamická rovnováha.

V případě čtyř čar molekuly OH teorie ukazuje, že při termodynamické rovnováze jsou intenzity těchto čar v poměru 1:5:9:1. Avšak výsledky získané z pozorování Barretta a Weinroba se ukázaly zcela odlišné ve studovaných mezihvězdných zdrojích OH, že jedna z čar je v emisí, kdežto ostatní tři v absorpci. Tyto výsledky dokazují tedy, že molekula OH v mezihvězdném prostředí je někdy velmi vzdálena tomu, aby byla v termodynamické rovnováze, jako je tomu u atomu vodíku.

Ale nejpozoruhodnější jevy jsou mimořádná ostrost a intenzita těchto čar. Odvozená teplota ze spekter neutrálního vodíku je asi 100 K. Protože vodík bude v termodynamické rovnováze, můžeme předpokládat, že tato teplota je efektivní teplotou mezihvězdného prostředí. Šířka čáry je tedy funkcí teploty oblasti, kde se čáry tvoří; očekávali bychom proto pro čáry OH šířku desítek kHz. Avšak stovky čar, které byly změřeny, dosahují hodnoty 600 Hz (20krát méně než se očekávalo), tato šíře odpovídá teplotě 4 K. Protože radikály OH nejsou v termodynamické rovnováze, teplota tak nízká nemůže být vysvětlena vesmírným reliktním zářením. Další vlastnosti těchto zdrojů je rychlá změna jejich intenzity, která byla pozorována v intervalech několika desítek dní. Jestliže ostrost a intenzita čar vysílaných OH byly pro radioastronomy nejprve záhadou, nacházíme dnes možné teoretické řešení problému.

Přijatelné vysvětlení charakteristik čar a rozměrů zdrojů směřuje k tomu, že jde o velmi výkonné masery (analogie laseru v mikrovlnném oboru). Uvažujeme totožné molekuly, z nichž každá má 2 hladiny energie. Každá molekula se musí vyskytovat buď v nižší hladině energie (hladina 1) nebo ve zvýšeném stavu energie (hladina 2). Termodynamika ukazuje, že v podmínkách termodynamické rovnováhy většina molekul zaujímá nižší hladinu energie. Předpokládejme, že se nám podaří obrátit obsazení dvou hladin tak, že počet molekul v hladině 2 je větší než počet molekul v hladině 1. Této inverze obsazení se může dosáhnout postupem „pumpování“, tj. procesem, který zajišťuje přechody atomů nebo molekul z jednoho stavu energie do druhého vyššího stavu; toho dosáhneme například elektrickými výboji nebo chemickými reakcemi. Popsané podmínky mohou být realizovány v laboratoři, ale mohou také existovat ve vesmíru, a to je právě případ mezihvězdné emise OH.

Intenzitu některých záblesků v rádiovém oboru od kosmických zdrojů a od Slunce nemůžeme jinak vysvětlit než maserovým efektem. Maserový efekt v přírodě se zdá tudíž jevem dosti častým.

Co nového kolem Saturna

Jiří Bouška

V Říši hvězd č. 9/1980 (str. 183) jsme přinesli přehled nových satelitních objektů v soustavě Saturnových měsíců. O objektu 1980S25, i o některých dalších pozorováních a identitách jsme referovali v č. 12 (str. 250). Od té doby, do uzávěrky tohoto čísla (konec listopadu 1980), se objevily další zprávy, týkající se jak pozemských pozorování, tak i prvních výsledků, získaných meziplanetární automatickou stanicí Voyager 1.

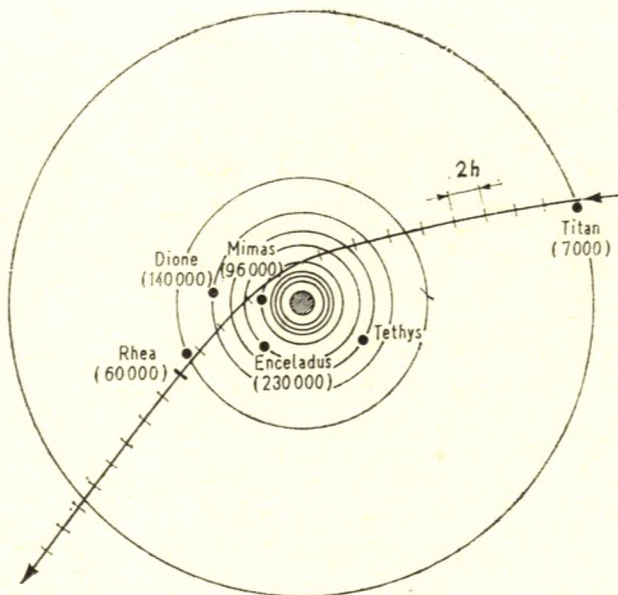
V cirkuláři Mezinárodní astronomické unie č. 3534 byla publikována analýza dosavadních pozemských měření čtyř (zřejmě „definitivně nových“) družic Saturna, která byla získána v roce 1980. Astronomové Námořní observatoře USA, D. Pascu, R. Harrington a P. K. Seidelmann uvedli pro tyto satelity základní údaje:

Měsíc	P	a	L
1980S1	0,6944±0,0001	24,77"	306°±1°
1980S3	0,6941±0,0001	24,76"	134°±2°
1980S6	2,742 ±0,001	61,4"	1°±1°
1980S13	1,992 ±0,002	49,7"	289°±7°

P značí synodickou oběžnou dobu ve dnech, a je poloměr dráhy ve střední opoziční vzdálenosti Saturna a L je délka měsíce ve dráze pro epochu 1980 III. 12,0 EČ, počítaná od největší východní elongace měsíce.

Uvedení autoři předpokládají identitu satelitních objektů 1980S13 = 1980S24 = 1980S25. Tato družice byla dodatečně zjištěna také na snímku, exponovaném

Obr. 1. Vypočtená dráha automatické meziplanetární stanice Voyager 1 kolem Saturna 13. listopadu 1980. U jednotlivých Saturnových měsíců jsou v závorkách uvedeny teoretické hodnoty vzdáleností od sondy v době minimálního přiblížení. Úsečkami na dráze stanice jsou vyznačeny dvouhodinové intervaly.

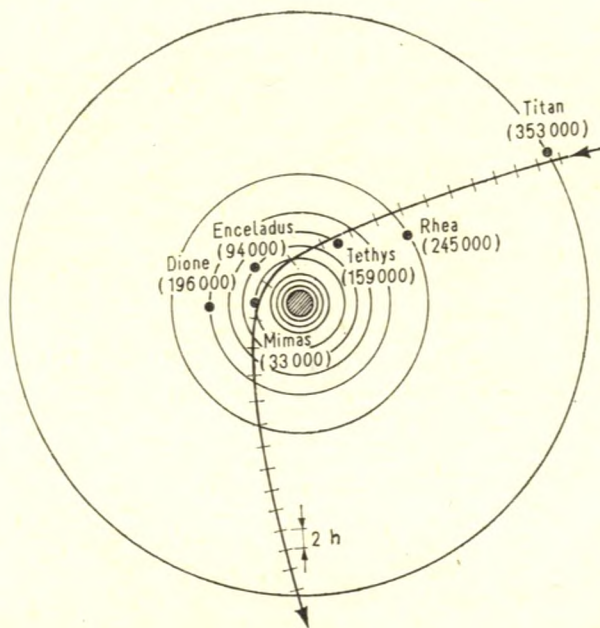


1,5m astrometrickým reflektorem observatoře ve Flagstaffu 15. března 1980. V $9^{\text{h}}24,8^{\text{m}}$ byl satelit ve vzdálenosti $46,8''$ západně od středu Saturna a jeho jasnost byla asi 18^{m} . J. Lecacheux (IAUC 3545) se rovněž domnívá na podkladě snímků ze 16. a 19. března 1980, že objekt 1980S13 může být identický s 1980S24.

Pascu, Harrington a Seidemann dále předpokládají identitu objektů 1980S6 = 1980S18, o níž však Lecacheux pochybuje.

V listopadu m. r. byly také publikovány první předběžné výsledky získané sondou Voyager 1. V cirkulární Mezinárodní astronomické unie č. 3532 uveřejnil B. A. Smith zprávu o objevu dvou nových satelitů Saturna, předběžně označených 1980S26 a 1980S27, které byly zjištěny téměř přesně na vnějším a vnitřním okraji Saturnova prstence F koncem října m. r. Objekt 1980S26 obíhá kolem planety ve vzdálenosti 142,0 Mm (1 Mm — megametru = 10^6 m = 10^3 km), tj. v jednotkách poloměru Saturna 2,37 s oběžnou dobou 0,630 dne. Objekt 1980S27 obíhá ve vzdálenosti 139,5 Mm = 2,33R_s s oběžnou dobou 0,614 dne. Při pozorování ze Země by oba objekty měly mít jasnost kolem 15^{m} (1980S26 poněkud jasnější než 1980S27). Provizorní označení 1980S28 dostal další satelitní objekt, objevený podle zprávy uveřejněné v IAUC č. 3539 sondou Voyager 1. Pohybuje se ve střední vzdálenosti od středu planety 2,28 v jednotkách poloměru Saturna, tedy asi 800 km od vnějšího okraje prstence A; má oběžnou dobu 0,597 dne a jeho průměr je asi 100 km.

Z období před a při největším přiblížení Voyageru 1 k Saturnu, k němuž došlo 13. listopadu (sonda se dostala k planetě na vzdálenost pouze asi 120 Mm), bylo také získáno několik zajímavých výsledků, které je však zatím nutno považovat za předběžné. Tak byla upřesněna doba rotace Saturna na $10^{\text{h}} 39^{\text{m}}54^{\text{s}}$ (tedy značně delší než se dosud uvádělo — $10^{\text{h}}14^{\text{m}}$). Ze snímků, které sonda získala, je patrné, že struktura Saturnových prstenců je značně složitější než se předpokládalo. Na detailních fotografiích bylo možno zjistit na 300 navzájem oddělených prstenců; struktura některých z nich je značně komplikovaná; byly v nich zjištěny kondenzace, smyčky i vzájemná propojení. Takže Saturnův prstenec zřejmě není tak jednoduchý, jak se dosud uvádělo a odborníky v nebeské mechanice zde asi čeká dost práce. Na druhé straně však složitá struktura Saturnových prstenců není příliš překvapující, protože podobně složitá struktura, i když v menší míře, byla v poslední době zjištěna i u Uranova prstence.



Obr. 2. Vypočtená dráha automatické meziplanetární stanice Voyager 2 kolem Saturna 27. srpna 1981. Význam údajů je stejný jako u obr. 1. (Obr. 1 a 2 podle *Astronomie und Raumfahrt* 5/1978).

Voyager 1 se značně přiblížil i k největšímu Saturnovu měsíci, Titanu. Byl objeven již v r. 1655 Chr. Huygensem a bylo o něm dosud známo, že má atmosféru, poměrně značně hustou, složenou z metanu (CH_4). To bylo zjištěno z pozemských spektroskopických měření. Voyager se přiblížil k Titanu na vzdálenost jen asi 4 Mm a upřesnil dosavadní poznatky o tomto měsíci. Bylo zjištěno, že satelit má povrch pokrytý vrstvou tekutého dusíku, na níž jsou přítomny oblasti nebo vrstvy zmrzlých matečných látek monocyklických sloučenin uhlíku (dehet?). V atmosféře Titanu je hlavní složkou dusík a ve vyšších částech pak lehký uhlovodík metan (CH_4). Tlak na povrchu satelitu je značný, odpovídá přibližně tlaku na povrchu Země. Vlivem slunečního ultrafialového záření se metan přeměňuje v nejvyšších vrstvách Titanovy atmosféry na oktany (C_8H_{18}). Zdá se tedy prokázáno, že jak hydrosféra tak i atmosféra Titanu je tvořena dusíkem a různými uhlovodíky.

Je jisté, že automatická meziplanetární stanice Voyager 1, která získala již velké množství neobyčejně cenných výsledků při výzkumu Jupitera a soustavy jeho měsíců, poskytla i velmi závažné nové údaje o Saturnu, o jeho prstencích a měsících, takže mnohé, co bylo dosud známo bude nutno poopravit, případně na mnohé se bude nutno dívat zcela jinak. Pochopitelně je jasné, že vědecké zpracování dat získaných Voyagerem 1 během jeho průletu kolem Saturna bude nějakou dobu trvat a teprve potom bude možno si učinit definitivní závěry; čtenáře budeme na stránkách Říše hvězd o všem podstatném pochopitelně informovat.

Závěrem snad jen tolik, že Voyager 1 od svého vypuštění v roce 1977 do svého přiblížení k Saturnu uletěl dráhu dlouhou 2,1 Tm (1 Tm — terametr = 10^{12} m = 10^9 km) a je pravděpodobné, že poskytne i údaje další, protože jeho přístroje stále fungují bezvadně. Jen pro ilustraci si připomeňme, že údaje o Saturnu a jeho systému byly vysílány k Zemi ze vzdálenosti větší než 10 AU a že doba, kterou potřebovaly ze sondy vyslané signály, než dosáhly Země, trvala zhruba 85 minut. Jistě bude velice zajímavé konfrontovat údaje ze sondy Voyager 1 s údaji, které poskytne sonda Voyager 2, která se dostane do blízkosti Saturna 27. srpna tohoto roku.

Co nového v astronomii

SOJUZ T3

Podle sovětského programu kosmického výzkumu byla 27. listopadu 1980 vypuštěna kosmická loď Sojuz T3, která se 28. listopadu spojila s orbitálním komplexem Saljut 6 — Progress 11. Cílem letu bylo další prozkoušení palubních systémů a konstrukce kosmické lodi typu Sojuz T v různých režimech samostatného letu i ve spojení s orbitální stanicí Saljut 6, která je na oběžné dráze kolem Země od 29. září 1977.

Nejdůležitější událostí bylo, že posádku Sojuzu T3 tvořili tři kosmonauté: L. Kizim, O. Makarov a G. Strekalov. Je to po dlouhé době opět poprvé, kdy sovětská kosmická loď startovala s tříčlennou posádkou. Naposledy tomu tak bylo před téměř deseti lety, kdy 6. června 1971 startoval Sojuz 11 s kosmonauty Dobrovolským, Volkovem a Pacajevem. Sojuz 11 se tehdy spojil s orbitální stanicí Saljut 1, ale krátce před přistáním na Zemi 29. června 1971 všichni tři kosmonauté tragicky zahynuli. Příčinou jejich smrti, jak známo, byla dekomprese přistávacího modulu a skutečnost, že kosmonauté neměli v závěrečné fázi letu skafandry, které by jim pravděpodobně byly zachránily život.

Prostorové podmínky v lodích Sojuz byly takové, že umožňovaly umístění tří kosmonautů bez skafandrů nebo dvou ve skafandrech. Počínaje Sojuzem 12, který byl vypuštěn až 27. září 1973, byly ve všech lodích tohoto typu zřejmě z bezpečnostních důvodů jen dvoučlenné posádky. Aby se zaručila bezpečnost tříčlenné posádky, bylo nutno kosmické lodi Sojuz po mnoha stránkách přeprogramovat a tak vznikl nový typ sovětské kosmické lodi, Sojuz T. První Sojuz T startoval 16. prosince 1979 bez posádky. Automaticky se spojil se Saljutem 6 a po opětovném odpojení přistál jeho přistávací modul na Zemi. Sojuz T2 startoval 5. června 1980 poprvé s posádkou, ale dvoučlennou (J. Malyšev, V. Aksjonov). Také tato kosmická loď se spojila se Saljutem 6 a po opětovném odpojení Sojuz T2 (resp. jeho přistávací modul) přistál 9. června m. r. na Zemi. Během letu i při přistávacím manévru byly nepochybně provedeny všechny palubní systémy a konstrukce nové verze kosmické lodi. Protože zřejmě zkoušky byly úspěšné, bylo možno vloni koncem listopadu vypustit Sojuz T3 s tříčlennou posádkou.

Kosmonauté dokonale zvládli svůj úkol, mj. provedli nutné opravy Saljutu 6 a připravili ho k plnění dalších úkolů. Přistáli 10. prosince 1980 v modulu Sojuz T3.

NEJVĚTŠÍ ŘECKÝ DALEKOHLED

Od podzimu 1975 pracuje na stanici Kryonerion zrcadlový dalekohled o průměru 1,2 m, který je v současné době druhým největším optickým přístrojem na Bálkáně. Vlastní projekt výstavby dalekohledu byl zahájen v roce 1972, ale jeho historie je podstatně delší.

Už v roce 1916 získal tehdejší ředitel Athénské hvězdárny, profesor Eginitis, od příznivce Řecka Korialeniase, který žil v Londýně, prostředky na vybudování velkého dalekohledu pro řeckou astronomii. Řada nepříznivých okolností způsobila, že se o stavbě přístroje začalo reálně uvažovat až v roce 1970.

Dalekohled vyrobila známá britská firma Grubb Parsons. Primární zrcadlo je parabolické $f/3$, ekvivalentní ohnisková délka v Cassegrainově ohnisku je 15,6 metru. Obě zrcadla, primární i sekundární jsou vyrobená ze zerduru, který má velmi malý koeficient roztažnosti. Konstrukce dalekohledu i stavba kopule jsou koncipovány tak, že v budoucnu může být vybudováno také ohnisko coudé.

Dalekohled je vybaven jednoduchým řídícím systémem s číslicovou indikací souřadnic. Využívá se pro fotometrii ve vizuálním a infračerveném oboru a pro fotografické sledování planet, komet a některých hvězdných objektů. Tomu také odpovídá přístrojové vybavení: nebulární fotometr pro vizuální a blízkou infračervenou oblast, infračervený fotometr pro pásma J, H, K, a L, zařízení pro přímou fotografii v Cassegrainově ohnisku (pole $40' \times 40'$) a planetární kamera s měřítkem $5''$ na milimetr.

Stanice Kryonerion je součástí Athénské observatoře. Leží v severní části poloostrova Pelopones asi 50 kilometrů na západ od Korintu. Nadmořská výška je 920 metrů, klimatické podmínky jsou velmi dobré. V letních měsících je 75 až 90 % jasných nocí. V jarním a podzimním období se dá počítat s tím, že každá druhá noc je použitelná pro astronomická pozorování. Málo příznivé jsou podmínky v zimě, kdy počet dobrých nocí klesá na jednu pětinu.

Extinkční koeficienty určené v dobrých pozorovacích podmínkách ukazují, že na stanici Kryonerion jsou podmínky srovnatelné s Mt. Wilsonem nebo Mt. Locke (McDonaldova observatoř).

Pavel Koubský

PERIODICKÁ KOMETA WEST—KOHOUTEK—IKEMURA 1980r

Periodickou kometu West—Kohoutek—Ikemura našel podle efemeridy H.-E. Schuster 12. listopadu 1980 na Evropské jižní observatoři. Byla na jižní obloze v souhvězdí Jeřábu (Grus) ve vzdálenosti asi 1,7 AU od Země a 2,1 AU od Slunce. Měla téměř stelární vzhled a její jasnost byla jen 18^m — 19^m . Pozorovaná poloha odpovídá korekci ve vypočtené době průchodu perihelem (podle S. W. Milbourn) —1,37 dne.

Kometa se nyní vzdaluje od Země, koncem dubna t. r. bude od Země vzdálena 2,1 AU. Blíží se ke Slunci až do 12. dubna t. r., kdy projde přísluním ve vzdálenosti 1,40 AU od Slunce. Pak se pochopitelně od Slunce bude opět vzdalovat; v odsluní je od Slunce vzdálena 5,29 AU. Kometa má oběžnou dobu 6,12 roku a pohybuje se po dráze, jejíž excentricita je 0,582. Rovina dráhy komety svírá s rovinou ekliptiky na periodickou kometu poměrně značný úhel, 30,1°.

Kometa byla vloni nalezena při prvním průchodu do perihelu od objevu. Objevení komety má dost zajímavou historii (viz *RH* 58, 59 + 115; 3+6/1975). První ji našel počátkem roku 1975 R. B. West na snímku exponovaném již 15. října 1974 na Evropské jižní observatoři. Pak ji jako novou kometu nezávisle objevil L. Kohoutek v Hamburku 27. února 1975 a T. Ikemura v Japonsku 1. března 1975. Teprve dodatečně se zjistilo, že jde o tutéž kometu a proto dostala jméno po všech třech objevitelích. *IAUC 3538 (B)*

SUPERNOVA V NGC 6946

Dne 28. října 1980 objevil Paul Wild (Astronomický ústav, univerzita v Bernu) supernovu ve spirálové galaxii NGC 6946 v souhvězdí Labutě. Hvězda byla 280" východně a 168" jižně od jádra galaxie, jejíž poloha je (1950,0)

$$\alpha = 20^{\text{h}}34,4^{\text{m}} \quad \delta = +59^{\circ}56'$$

Fotovizuální jasnost supernovy byla 28. října 13^m. Objekt byl pozorován také R. Barbonem (Astrofyzikální observatoř, Asiago) 29. října a nezávisle objeven J. Bryanem (Austin, USA) 5. listopadu.

Podle R. Kirshnera (Michiganská univerzita) bylo ve spektrogramech supernovy, exponovaných 1. a 4. listopadu, zjištěno kontinuum v modré části a slabé emisní čáry Balmerovy série vodíku H α . Je pravděpodobné, že supernova patří k II. typu a že její jasnost v době maxima byla asi 11^m.

V galaxii NGC 6946, jejíž fotografická jasnost je 11,1^m, byly také pozorovány supernovy 1917A, 1939C, 1943B a 1968D.

IAUC 3532, 3534 (B)

SUPERNOVA V SOUHVEZDÍ STŘELCE?

Japonský astronom Minoru Honda objevil 28. října 1980 stelární objekt v souhvězdí Střelce, jehož vizuální jasnost byla 9,0^m. Hvězda byla pozorována i 29. a 30. října, jasnost měla přibližně stejnou. Pravděpodobně jde o supernovu, jejíž poloha (1950,0) je

$$\alpha = 18^{\text{h}}16,5^{\text{m}} \quad \delta = -24^{\circ}45'$$

Objekt pozoroval 5. a 6. listopadu 1980 P. L. Collins (Cambridge, USA) a zjistil vizuální jasnosti 9,4^m, resp. 9,2^m.

Podle H. Kosaie (Tokijská hvězdárna) byly ve spektrogramu hvězdy, který byl expono-

ván na stanici Kiso 30. října 1980, zjištěny emisní čáry Balmerovy série vodíku H α a H β . Vizuální jasnost objektu byla 30. října asi 9^m.

IAUC 3533, 3534 (B)

DALŠÍ KOMETA V PALOMARSKÉM ATLASU

Pracovníci Astronomického ústavu univerzity v Innsbrucku našli na snímcích Palomarského fotografického atlasu oblohy již několik komet. Nyní k nim přibyla další. Byla objevena na listu č. 1172, který byl fotografován 8. srpna 1954. Kometa je tam v jižní části souhvězdí Vodnáře poblíže rozhraní se souhvězdím Jižní ryby. Jeví se jako difúzní objekt průměru asi 5" s difúzním ohonem délky asi 0,2' a slabým přímým ohonem délky asi 1'. Jasnost komety odhadnutá ze snímku je jen asi 19^m. *IAUC 3540 (B)*

KOMETA MEIER 1980q

Kanadský astronom Rolf Meier objevil vizuálně 6. listopadu 1980 novou kometu ve východní části souhvězdí Herkula poblíž rozhraní se souhvězdím Lvy. V době objevu měla vizuální jasnost 10,5^m a jeví se jako difúzní objekt s centrální kondenzací; byla vzdálena asi 1,5 AU jak od Země, tak i od Slunce. Od 7. do 12. listopadu byla pak pozorována na stanici Agassiz Harvardovy observatoře, na stanici Anderson Mesa Lowellovy hvězdárny a na observatoři v Tokai (Japonsko).

Z poloh získaných mezi 6.—12. listopadem, tedy z velmi krátkého oblouku dráhy, vypočetl B. G. Marsden předběžné parabolické elementy.

$$\begin{aligned} T &= 1980 \text{ XII. } 9,452 \text{ EČ} \\ \omega &= 87,863^{\circ} \\ \Omega &= 24,808^{\circ} \\ i &= 101,032^{\circ} \\ q &= 1,52204 \text{ AU.} \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} T \\ \omega \\ \Omega \\ i \\ q \end{aligned}} \right\} 1950,0$$

IAUC 3535, 3536, 3539 (B)

PROTICHVOST KOMETY 1980k

V čísle 10/1980 (str. 214) jsme otiskli zprávu o objevu komety Černis-Petrauskas 1980k. U komety byl podle zpráv, uveřejněných v cirkulářích Mezinárodní astronomické unie č. 3516 a 3542 pozorován poměrně řídký jev — protichvost.

Na snímku, exponovaném 29. srpna 1980 E. Everhartem, byl tento protichvost velmi výrazný a měl délku 14'. K tomu Z. Sekanina poznamenal, že v době exponování snímku byla Země vzdálena méně než 2° od roviny dráhy komety. Poziční úhel protichvostu byl 257°, tedy 4,5° od směru ke Slunci. Z pozorování bylo možno určit, že maximální efekt tlaku slunečního záření byl mezi 0,25—0,55 sluneční přitažlivosti a protichvost byl tvořen

prachovými částicemi, jejichž minimální rozměry byly řádově několik setin milimetru.

V Straižys (hvězdárna ve Vilnusu) nalezi protichvost na snímcích, exponovaných 15. a 19. srpna 1980. Měl délku $0,2''$ a byl v pozičních úhlech 251° , resp. 254° . Také N. S. Černých (Krymská hvězdárna) zjistil protichvost na negativu ze 4. září 1980 v pozičním úhlu 258° .

Podle zprávy M. Grossmanna byl protichvost nalezen na třech snímcích, exponovaných 3., 6. a 7. září 1980 na hvězdárně Hoher List; měl délku $12''-9''$ a byl v pozičních úhlech $261^\circ-263^\circ$. Protichvost však nebyl zjištěn na negativu, exponovaném 2. září 1980.

Protichvosty komet nemají nic společného s normálními ohony komet, ale jde v podstatě o pozorovací efekt. V oběžné rovině drah některých komet jsou ve značné míře přítomny prachové částice kometárního původu, které se pak v době, kdy Země prochází rovinou dráhy komety jeví jako protichvost. Rovinou dráhy komety 1980k procházela Země 2. září 1980 v 18 hodin SEČ. J. B.

JEDNA SONDA KE DVĚMA KOMETÁM

Jedním z dalších společných vesmírných projektů kosmických organizací NASA a ESA se má stát vyslání přístrojové stanice k Halleyově kometě a ke kometě Tempel 2.

Meziplanetární přístrojová stanice by měla odstartovat pomocí raketoplánu NASA počátkem srpna 1985. Prvním cílem sondy se stane Halleyova kometa — koncem listopadu 1985, tedy přibližně dva a půl měsíce před průchodem komety přisluním, ji sonda mine ve vzdálenosti zhruba 10^5 km. Před přiblížením stanice s kometou se od základního modulu sondy oddělí menší výzkumné pouzdro, které by se mělo přiblížit k jádru komety až na vzdálenost asi 1500 km. V tu dobu bude vzdálenost komety od Slunce 1,53 AU.

Meziplanetární stanice bude dále pokračovat v letu po heliocentrické dráze a při svém návratu ke Slunci protne v roce 1988 dráhu komety Tempel 2. Pomocí iontového pohonu stanice uskuteční korekci dráhy a přijde na oběžnou dráhu komety Tempel 2. Vesmírné setkání se má uskutečnit před průchodem komety perihelium. Od poloviny července 1988 poletí sonda v blízkosti komety a spolu projdou i přisluním v polovině září 1988 — v tu dobu bude vzdálenost komety Tempel 2 od Slunce 1,38 AU. Sonda se má k jádru komety přiblížit až na vzdálenost asi 50 km. Někteří odborníci navrhnou dokonce i těsnější přiblížení a jsou i návrhy na dotyk sondy s povrchem jádra. Společný let má trvat několik měsíců nebo možná i celý rok.

Výdaje na uskutečnění tohoto zajímavého vesmírného projektu se odhadují na 450 milionů dolarů. Západoevropská kosmická or-

ganizace ESA, která by měla vyvinout menší výzkumný modul určený k průletu okolo Halleyovy komety, by se na celkových nákladech podílela přibližně 20 %. Zůstává otázkou, zda NASA bude mít včas k dispozici iontový pohon, pomocí něhož má meziplanetární sonda provádět potřebné korekce dráhy. Iontovými pohony, na jejichž vývoji již NASA pracuje, mají být v budoucnosti vybaveny nové generace meziplanetárních sond. Přestože realizaci tohoto mezinárodního vesmírného projektu mohou ještě i ohrozit finanční potíže, doufejme, že ke startu první kometární sondy skutečně v polovině osmdesátých let dojde. I. H.

NOVÉ VĚDECKÉ PROGRAMY ESA PRO ROK 1981

Ředitel vědeckých programů Evropské kosmické organizace ESA obdržel od vědeckých týmů řadu dobře podložených návrhů na příští kosmické experimenty. Z těchto návrhů mělo být v roce 1979 vybráno do dalšího studia 6, do detailního studia v roce 1980 již jen 3 experimenty. Do vědeckého programu ESA bude začleněn alespoň jeden z těchto návrhů v roce 1981.

Čtyři předložené návrhy jsou z oblasti astrofyziky. První z nich se týká podrobného výzkumu rentgenových přechodných a vybuchujících zdrojů a časové proměnnosti dalších rentgenových zdrojů. Komplex přístrojů by byl umístěn na palubě družice, která by odstartovala nosičem Ariane. Druhý experiment je rovněž z oblasti rentgenové astronomie a je zaměřen na podrobný výzkum spekter rentgenových zdrojů a jejich proměnnosti. Přístrojové vybavení by bylo umístěno na družici na nízké oběžné dráze, kterou by vynesla rovněž Ariane. Třetím experimentem je velký infračervený dalekohled o průměru 1 m pro výzkum různých astronomických objektů. Třetí stabilizovaná družice s tímto dalekohledem by měla být také vynesena raketou Ariane. Konečně čtvrtý experiment je navrhován pro palubu pilotované stanice Spacelab a mělo by při něm jít o přehledku oblohy v ultrafialovém oboru.

Tři návrhy jsou zaměřeny na astronomii sluneční soustavy. První z nich předpokládá let automatické sondy do pásu asteroidů, přičemž by se měla těsně přiblížit ke 4 až 5 planetkám. Na vesmírnou cestu by sondu vynesla Ariane. Druhý návrh spočívá ve vyslání přístrojové sondy k Halleyově kometě, nosnou raketou by měla i v tomto případě být Ariane. Třetí experiment by měl být za spolupráce s NASA realizován vysazením několika nafukovacích míčů o průměru asi 6 m na povrchu Marsu. Míče by nesly soubor vědeckých přístrojů a kutálely by se po povrchu planety, takže by bylo možné provést jeho důkladný geologický i další průzkum.

R. H.

DOVJHVĚZDNÉ JÁDRO PLANETÁRNÍ MLHOVINY ABELL 46

Podle měření H. E. Bonda rychlými fotometry na observatoři univerzity v Louisianě a na Kitt Peaku obsahuje planetární mlhovina Abell 46 centrální zákrytovou dvojhvězdu. Orbitální perioda zákrytové proměnné ($\alpha = 18^h 29,2^m$, $\delta = +26^\circ 53'$) má délku 11 hodin 19 minut. Primární minimum trvá 48 minut, je hluboké 1,4 magnitudy (v barvě *B*) a je způsobeno částečným zakrytím žhavé složky dvojhvězdy. Sekundární minimum je hluboké 0,1 magnitudy. Kromě obou minim je na světelné křivce další výrazný rys — v okolí orbitální fáze 0,5 se projevuje záření té polokoule chladnější složky dvojhvězdy, která je přivrácena ke složce žhavé a je tedy silně ohřívána. Nadbytek záření se projevuje jako vrchol o výšce 0,5 magnitudy. Heliocentrický čas primárního minima je $JD\ 2444350,8214 + 0,47170 \cdot P$, kde *P* je počet period od daného prvního data.

Centrální zákrytová dvojhvězda planetární mlhoviny Abell 46 je velmi podobná centrální dvojhvězdě *UU Sge* planetární mlhoviny Abell 63, která je rovněž zákrytová. Tato dvě jádra planetárních mlhovin jsou tedy prokazatelně dvojhvězdami; u řady dalších planetárních mlhovin však pro centrální dvojhvězdu svědčí periodické změny ve spektru. Každý další objev dvojhvězdy v planetární mlhovině je tedy argumentem pro domněnku, že dvojhvězdná jádra jsou velmi častá. *IAUC 3480 (mš)*

ROTACE PLANETKY CERBERUS

Z fotoelektrických pozorování, získaných na hvězdárně na Tabulové hoře, byly zjištěny periodické změny jasnosti planetky (1865) Cerberus, z nichž A. Harris a J. Young odvodili periodu rotace $6^h 47,5^m \pm 5,0^m$. V maximu měla planetka jasnost ve spektrálním oboru *V* 14,6^m. *IAUC 3540 (B)*

NEZVĚSTNÁ PLANETKA ZNOVU NALEZENA

V současné době je asi 2200 očíslovaných planetek. Mezi nimi jich bylo asi dvacet pozorovaných pouze v době jejich objevu a mají tak nejisté údaje o dráze, že se považují za nezvěstné. Mnoho z nich je ztraceno již po řadu desetiletí. Na několika málo místech na světě pracují odborníci na jejich znovunalezení porovnáváním materiálů nebo důkazem identity s jinými planetkami. Úspěchy jsou zatím relativně skromné, asi jedno zjištění za rok a se stále vzrůstajícím časovým odstupem nejistější.

Po pečlivě prohlídce starých desek a výpočtu obsáhlých efemerid heidelbergským astronomem L. D. Schmadelem se podařilo H.-E. Schusterovi z Evropské jižní observa-

toře v La Silla v Chile dne 13. prosince 1979 znovuoobjevit téměř 45 let nespátranou malou planetku (1370) Hella. Těleso bylo nalezeno hned napoprvé na deskách pořízených 1m Schmidtovým zrcadlem nedaleko místa „nulové“ efemeridy! Poprvé byla planetka objevena 31. srpna 1935 K. Reinmuthem na hvězdárně v Heidelbergu. Byla však pozorována celkem šest nocí až do 1. listopadu 1935. Od té doby vykonala již 31 oběhů kolem Slunce, ale nikdo ji nenalezl. Byla považována za beznadějně ztracenou.

Pro L. D. Schmadele, který ve spolupráci s L. K. Kriestensenem (Aarhus, Dánsko) studoval dráhy nezvěstných planetek, je znovuoobjevení (1370) Hella po nalezení také dlouho ztracené (43 let) planetky (1206) Numerowia v roce 1974 druhým úspěchem. Po objevení nezvěstné (612) Veroniky na základě prací B. G. Marsdena, (Cambridge, Mass.) zbývá ještě 18 ztracených očíslovaných planetek. *SuW 19, 55; 1980 (H. N.)*

RODÍ SE NOVÁ PLANETÁRNÍ MLHOVINA KOLEM FG SGE?

Proměnná hvězda *FG* v souhvězdí Šípu patří mezi pekulární proměnné hvězdy zejména proto, že ve svém spektru má netypické a proměnné emisní čáry, jaké se jindy pozorují u plyných ionizovaných mlhovin, ale jen zřídka u hvězd. Tyto emisní čáry již dříve napovídaly, že v blízkosti hvězdy se musí vyskytovat oblak ionizovaného plynu, a tato domněnka byla potvrzena v r. 1973 Herbigem a Flammerym, kteří kolem hvězdy objevili slabou mlhovinku.

Podobně jako jiné oblasti ionizovaného plynu je i tato mlhovinka zdrojem rádiového záření se spojitým spektrem, a v katalogu rádiových zdrojů australské rádiové observatoře (Parkes Observatory) má označení *PK 60-7°1*. Zvláštností celého objektu však je, že zde „chybí“ zdroj ionizujícího ultrafialového záření, neboť samotná hvězda *FG Sge* má podle údajů zjištěných ze spektra nízkou povrchovou teplotu a ultrafialové ionizující záření tedy nevysílá. Je to podobný stav jako u některých planetárních mlhovin, kde také „scházejí“ žhavé ionizující zdroje a pozorují se pouze centrální hvězdy chladnějších spektrálních typů.

Důkladnou studii rychlosti plynu v obálce hvězdy provedli v minulém roce Kups a Leibowitz na základě analýzy spektra. Hvězda *FG Sge* produkuje kolem sebe plynou slupku, která se rozpíná tak rychle, že se asi brzy rozplyne. Ionizující záření by mohl poskytovat malý žhavý průvodce této hvězdy, který do jejího plyného obalu odvrhl své vrchní vrstvy. Tento děj vcelku souhlasí se současnými představami o vzniku planetárních mlhovin, a tak objekt *FG Sge* asi rozšíří řadu podobných pravděpodobných protoplanetárních mlhovin, jako jsou *HM Sge* nebo *V1016 Cyg*. *M. Šolc*

VELMI VZDÁLENÁ KULOVÁ HVĚZDOKUPA

Pomocí Schmidtovy komory o průměru 1 m umístěné na Evropské jižní observatoři v Chile byla objevena již řada pozoruhodných objektů jižní oblohy. Patří k nim bezesporu i shluk slabých hvězdíček v souhvězdí Eridanu, kterého si povšiml při prohlídce desek pořízených touto komorou H. E. Schuster již před dvěma lety. Jde tu nepochybně o vzdálenou kulovou hvězdokupu, které bylo přisouzeno označení GCl 0422-213.

Tato klasifikace byla potvrzena v další studii R. M. Westa a hostujícího sovětského astronoma R. A. Bartayi z Abastumanské observatoře. K výzkumu využili spektrogramů získaných největším přístrojem Evropské jižní observatoře — reflektorem o průměru 3,6 m. I když jsou nejjasnější hvězdy hvězdokupy slabší než hvězdy 19. magnitudy, podařilo se získat poměrně detailní spektrogramy tří z nich pomocí zesilovače obrazu. Všechny tři hvězdy jsou oranžové obří hvězdy spektrální třídy K s velmi malým obsahem těžších prvků.

Vzhledem k tomu, že jsou tyto obří hvězdy tak nesmírně slabé, musí být hvězdokupa od nás velmi vzdálená: kolem 83 000 pc, čili ještě dále než Magellanova mračna! Nicméně, malá radiální rychlost hvězdokupy svědčí o tom, že je tato kulová hvězdokupa gravitačně vázána k naší Galaxii a není tedy tzv. „mezigalaktickým tulákem“. Celková jasnost GCl 0422-213 odpovídá jasnosti hvězdy 16. magnitudy. Při vzdálenosti 83 000 pc tedy činí absolutní magnituda jen -4 . Takto je hvězdokupa v Eridanu nejen nejvzdálenější, ale i nejslabší ze všech dosud známých kulových hvězdokup v Galaxii. Kdybychom ji přenesli do vzdálenosti hvězdy Betelgeuze, pak by ji tato hvězda hravě přezářila.

Podle sdělení R. M. Westa a R. A. Bartayi obsahuje tato hvězdokupa pouze kolem 40 000 hvězd s celkovou hmotností jen 20 000 hmotností Slunce.

Zdeněk Mikulášek

Základy astrofyziky pro začátečníky

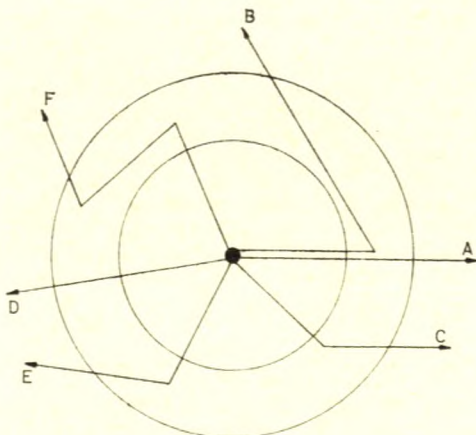
V posledních letech dostala redakce Říše hvězd řadu dopisů čtenářů, především od začátečníků amatérů z řad astronomických kroužků, aby na stránkách tohoto časopisu byly otištěny články o základních oblastech astrofyziky. Moderní astrofyzika je však obor, který vyžaduje značné předpoklady znalostí z fyziky a matematiky na vysoké úrovni, odpovídající vysokoškolskému vzdělání v těchto oblastech. Nicméně mnohé lze vysvětlit i populární formou, i když často velmi obtížně. Proto se redakce Říše hvězd rozhodla v letošním ročníku uveřejňovat na pokračování

stručný kurs základů astrofyziky, který nebude od čtenářů vyžadovat žádné velké předběžné znalosti. Jde o úkol pochopitelně velmi obtížný, kterého se ujal mladý vědecký pracovník Astronomického ústavu ČSAV v Ondřejově, RNDr. Martin Macháček, CSc. Redakce doufá, že „Základy astrofyziky pro začátečníky“ poskytnou mnoha našim čtenářům alespoň nejdůležitější informace, aby pak mohli lépe sledovat články s astrofyzikální tematikou v Říši hvězd i v jiných časopisech.

O PŘENOSU ZÁŘENÍ

Myslím, že nebudu daleko od pravdy, když řeknu, že fyzikálním procesem pro většinu astronomů nejdůležitějším je přenos elektromagnetického záření. Až na nepatrné výjimky se k nám veškeré informace o vesmíru dostávají právě tímto zářením, a ovšem především viditelným světlem. Nadále budu pro jednoduchost mluvit jen o světle, i když pro jiné oblasti spektra (rádiovou, infračervenou, ultrafialovou a rentgenovou) většina závěrů, k nimž zde dojdeme, platí obdobně. Mezi místem, kde toto světlo vzniká, a naším okem nejsou jen obrovské prázdné prostory, v nichž se světlo šíří nerušeně, je tam — hlavně na začátku cesty — i množství hmoty různé hustoty, teploty a chemického složení. Tato hmota působí na světlo a světlo na hmotu; světlo spoluurčuje např. jak rozsáhlá, jak hustá a jak teplá bude hvězdná atmosféra, a naopak, rozsah, hustota a teplota této atmosféry určují jaké světlo k nám z hvězdy dojde. Je stále ještě dosti obtížné počítat ve vši obecnosti výsledky vzájemného působení hmoty a záření, i když pro nejjednodušší případ, klidnou, nevyvíjející se hvězdu, na níž se hmota nepohybuje a na níž je kulově symetricky rozložena okolo středu, můžeme několikahodinovými výpočty na počítačích dospět k jistým „modelům“ hvězdných atmosfér, tj. k tabulkám, které udávají průběh teploty, hustoty, tlaku a jiných fyzikálních veličin v závislosti na výšce. (Kdo jen trochu zná naši nejbližší hvězdu, Slunce, ten ví, že předpoklady, které jsme učinili nejsou úplně splněny, na Slunci je mnoho rysů, které narušují kulovou symetrii a děje se tam mnoho jevů, které narušují ustálený stav, ale přesto velká většina povrchu Slunce je po většinu času taková, že uvedené předpoklady tam dosti dobře platí.)

V tomto článku nechceme ani počítat ani jen popisovat jako hotovou věc nějaké modely hvězdných atmosfér. Chtěl bych prostě dát čtenářům představu o tom, jakých představ a postupů používají astrofyzici, co se děje před tím, než si v Říši hvězd přečtou, že ta a ta hvězda má tu a tu povrchovou teplotu a anomální množství toho a toho prvků. Tedy metody spíše než výsledky — neboť mnozí z dnešních astronomů amatérů mohou za několik let být profesionály, a znalost některých pojmů z přenosu záření či



Obr. 1. Některé typy rozptylu záření v planetární mlhovině. Foton A letí z centrální hvězdy přímo ve směru Země a není rozptýlen; takové fotony vytvoří na fotografii obraz centrální hvězdy. Foton B letěl ve stejném směru, ale byl cestou rozptýlen do směru jiného; proto bude obraz centrální hvězdy o něco slabší, než kdyby mlhovina neexistovala. Naopak foton C letěl původně v jiném směru a byl mlhovinou rozptýlen do směru k Zemi; fotony tohoto druhu vytvoří obraz samotné mlhoviny. Samozřejmě typický případ je ten, kdy foton vyletí z centrální hvězdy jiným směrem, a buď vůbec není rozptýlen (D), nebo je opět rozptýlen do jiného směru (E). Nakonec, velmi vzácně může být foton rozptýlen v mlhovině dvakrát i vícekrát.

z atomové fyziky jim bude podstatně užitečnější, než znalost poloměru dráhy Pluta v astronomických jednotkách.

Budu se přitom vždy snažit ilustrovat procesy důležité ve vesmíru nějakým jevem známým z denního života; pokud se nebudu moci vyhnout nějaké matematice, určitě nepřesáhne středoškolskou úroveň. Tedy do toho, dnes se tak trochu na úvod a na rozhlédnutí seznámíme s tím, k čemu všemu dochází mezi hmotou a zářením.

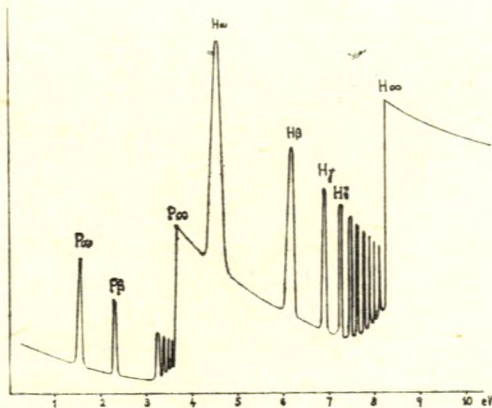
1. **Rozptyl záření.** Představme si, že se v husté mlze blížíme k pouliční lampě. Mlha okolo nás je jasná, vidíme světlo jakoby ze všech stran, ale samotnou lampu, která světlo vysílala, nevidíme. Fotony, které vycházejí z lampy, nedojdou do našeho oka (proto nevidíme lampu); jsou pohlceny kapičkami vody, které tvoří mlhu, a okamžitě jsou opět vyzářeny (proto vidíme „zářící mlhu“), obecně v jiném směru než byl původní (proto mlha září ze všech stran), ale s větší pravděpodobností ve směru blízkém původnímu (proto je mlha přece jasnější ve směru lampy). Kapičky vody vyzáří foton o téže frekvenci s jakou ho pohltily, a proto vidíme mlhu bílou pod bílou rtuťovou výbojkou a žlutou pod výbojkou sodíkovou; právě této vlast-

nosti rozptylu říkáme koherence. Energetická bilance je tu prostá: protože energie fotonu je dána právě jeho frekvencí, máme tu za každý pohlcený foton jeden foton vyzářený, o stejné frekvenci a tedy i o stejné energii.

Můžeme si též představit nekoherentní rozptyl — fluorescenci — i když v běžném životě se s ním nesetkáme tak často (např. ozáříme-li některé kapaliny ze strany ultrafialovým zářením, budou světélkovat). Pro tento jev je podstatné, aby dopadající záření mělo kratší vlnovou délku, tedy vyšší frekvenci a tím i vyšší energii než záření vycházející (proto jsme použili ultrafialového záření). Rozdíl „energie pohlceného fotonu minus energie vyzářeného fotonu“ se potom při srážce rozptylujícího atomu s jiným atomem odnese obvykle ve formě kinetické energie — tedy změní se v teplo.

Typickým místem ve vesmíru, kde se můžeme setkat s koherentním rozptylem i fluorescencí, jsou planetární mlhoviny (obr. 1). Velice horká hvězda (30 000 — 100 000 K) je obklopena vrstvou plynu, který sám v sobě nemá žádné zdroje energie. Při takové teplotě vysílá hvězda intenzivní záření, především v ultrafialové oblasti, a to dodává atomům mlhoviny hodně energie: většinu z nich zbavilo části jejich elektronů (plyn je tedy ionizován, je plazmou), a atom nebo iont, který pohltí foton z centrální hvězdy jej opět vyzáří, buď s energií původní nebo s nižší. Zbytek se v tom případě buď opět promění v kinetickou energii, takže mlhovina je udržována na dosti vysoké teplotě (průměrně 15 000 K), nebo častěji, v další fotony o nižší frekvenci, takže velký foton se „rozmění v drobné“.

Nalezneme i bližší případy; jedním z pěkných je rozptyl slunečního záření v zemské atmosféře. U mlhy jsme viděli, že atom, který foton pohltí, jej spíše (tj. s poněkud větší pravděpodobností) vyzáří ve směru blízkém původnímu. Ale ani pravděpodobnost toho, že jistý foton je nějakým atomem pohlcen, není pro všechny fotony stejná. Nezávisí sice na směru z něhož foton přichází (neboť i když atomy či molekuly v atmosféře nejsou ze všech stran stejné, např. dvojjatomové molekuly jako O_2 , přece jejich směry jsou rovnoměrně rozloženy do všech stran, takže plyn jako celek žádný význačný směr nemá), ale závisí — a někdy výrazně — na frekvenci. Tak pravděpodobnost rozptylu světla na molekule plynu je úměrná čtvrté mocnině frekvence, roste tedy velmi rychle s rostoucí frekvencí nebo s klesající vlnovou délkou fotonu. Proto mnoho fotonů, které by buď prolétly okolo Země nebo dopadly na Stockholm či na Saharu, změní cestou směr a přiletí do našeho oka úplně odjinud než od Slunce. Tím se zase světlo přicházející k nám přímo od Slunce, bez rozptylu, o krátkovlnné záření ochudí, a my vidíme oblohu modrou a sluneční disk žlutý nebo (ráno a večer, kdy je mezi námi a Sluncem zvláště silná vrstva



Obr. 2. Schematický diagram absorpčního koeficientu vodíku při teplotě okolo 10 000 K. Energie fotonu je uvedena v elektronvoltech. Jsou vidět čáry Paschenovy (P) a Balmerovy (H) série, Lymanova série by ležela daleko vpravo. Výšky i tvar čar závisí podstatně na tlaku a teplotě plynu.

atmosféry) dokonce červený. Protože krátkovlnné záření je silněji pohlcováno vodními parami, jsou červenky červenější před deštěm.

Protože rozptyl o malé úhly je pravděpodobnější než o velké, je obloha v okolí slunečního disku jasnější než jinde. Chceme-li pozorovat sluneční korónu, která je proti disku asi stamilionkrát méně jasná, nestačí zastínit sluneční disk v dalekohledu (koronografu), ale musíme ještě vystoupit na vysokou horu, aby vrstva rozptylujícího vzduchu nad námi byla co nejmenší, neboť stačí, aby se každý stamiliontý foton z jasné části Slunce (fotosféry) rozptýlil o malý úhel, a máme korónu přezářenou o více než 100 % parazitním světlem. U nás je koronální stanice na Lomnickém štítu (2634 m. n. m.); koronografem v Ondřejově (528 m. n. m.) můžeme pozorovat jen protuberance, které jsou mnohem jasnější než koróna.

2. Čistá absorpce. Tu můžeme pozorovat za hustou clonou koufe, nebo např. díváme-li se z frekventovaného automobilového tunelu ven. Na rozdíl od kapíček vody, které až na malé výjimky poctivě vyzáří každý foton který pohltí, částice uhlíku v kouři světlo pohltí a energie fotonu se, jak jsme to již viděli při jiných příležitostech, prostě promění v teplo. Také zde normálně pravděpodobnost pohlcení nezávisí na směru, odkud foton přichází, ale závisí, někdy málo, ale častěji silně, na frekvenci. Typickým příkladem jsou filtry a barevná skla: červené sklo pohltí např. všechny fotony kromě dlouhovlnných červených. Mechanismy absorpce a rozptylu v pevných látkách a v kapalinách jsou někdy dosti složité; nejjednodušší je situace v jednoatomových plynech. Podrobněji

si o tom povíme později, zde jen ve stručnosti načrtne, jak vypadá pravděpodobnost pohlcení fotonu atomem např. vodíku v závislosti na frekvenci (obr. 2). Vidíme, že pravděpodobnost pohlcení je velká v okolí některých vybraných frekvencí pro vodík charakteristických (spektrálních čar; na obrázku jsou některé z nich pojmenovány), a dále v některých spojitéch oblastech (spojité spektrum). Přesný tvar spektrálních čar závisí na hustotě plynu, přesná poloha na rychlosti, s níž se atom pohybuje. Představme si nyní, že z nějakého zdroje vychází světlo, které je ve všech frekvencích zhruba stejně intenzivní. Postavíme-li před něj vrstvu nepřliš horkého vodíku, pohltí atomy vodíku některé fotony s pravděpodobností závislou na frekvenci podle obr. 2; rozložíme-li prošlé světlo spektrografem, uvidíme absorpční spektrum vodíku — čáry a kontinuum. To je typický jev: absorpční spektra vznikají, prochází-li světlo tenkou vrstvou, která má v určitém smyslu teplotu nižší, než toto světlo (někdy jindy si tento smysl upřesníme, a řekneme si, co je to teplota světla. Ovšem není-li tato vrstva tenká (a hvězdná atmosféra není téměř nikdy tenká), potom je pravidlem tvorba absorpčních spekter i při vyšších teplotách. Hraje zde určitou roli i tlak; a pouze jsou-li všechny okolnosti takové, že emise převládá absorpci, vidíme spektra emisní. (Pokračování) Martin Macháček

Z lidových hvězdáren a astronomických kroužků

NOVÉ MEZINÁRODNÍ SDRUŽENÍ ASTRONOMŮ-AMATÉRŮ A PROFESIONÁLŮ PRO SPOLUPRÁCI V OBORU FOTOELEKTRICKÉ FOTOMETRIE

Rychlý technický pokrok, ovlivňující i oblast astronomických přístrojů, vedl k tomu, že stále více astronomů amatérů, lidových hvězdáren a podobně disponuje dalekohledy vybavenými fotoelektrickými fotometry. Tato cenná zařízení nejsou někdy plně využita — ať už pro nezkušenost u práci s nimi, z nedostatku vhodného programu nebo z jiných důvodů. Hlavní problém je často v nedostatečném kontaktu mezi profesionálními a amatérsky pracujícími astronomy. Úsilí o zlepšení tohoto stavu vedlo ke vzniku Mezinárodního sdružení amatérské a profesionální fotometrie (IAPPP — International Amateur and Professional Photoelectric Photometry). Zakládající konference sdružení se konala v Daytonu a ve Fairbornu v Ohio ve dnech 12.—14. června 1980. Kromě astronomů amatérů jsou zakládajícími členy sdružení i zku-

šení profesionální astronomové z USA, Maďarska, Austrálie, Nového Zélandu a Itálie.

Hlavním prostředkem výměny informací mezi členy sdružení bude časopis, který bude mít čtyři pravidelná čísla ročně. Podle potřeby budou vydávána i mimořádná čísla časopisu s naléhavými zprávami. Členové sdružení budou časopis dostávat zdarma a mají právo zasílat do něj (anglicky psané) příspěvky. Předpokládají se následující možné typy příspěvků:

1. Návrhy pozorovacích programů, důležitých z hlediska profesionálního astronomického výzkumu, a vhodných pro amatérské pozorování.

2. Popisy ideových návrhů a konstrukce nových přístrojů.

3. Popisy pozorovací techniky a metod zpracování získaných dat.

4. Dotazy amatérů a odpovědi na ně.

5. Informace o vybavení malých observatoří pracujících s fotoelektrickými fotometry.

6. Přehledové články a výtahy z důležitých článků a konferencí týkajících se problémů fotoelektrické fotometrie.

Časopis však nebude publikovat výsledky fotoelektrických měření, neboť jedním z hlavních cílů sdružení je dosáhnout toho, aby dobrá amatérská pozorování byla publikována v zavedených astronomických časopisech, kde budou snadno dostupná všem profesionálním astronomům. Tisk článků i korektury budou pro členy bezplatné. Přijímají se černobíle fotografie menších rozměrů a obrázky kreslené tuší.

Kromě individuálního členství je možné i kolektivní členství lidových hvězdáren apod. Vážní zájemci o členství v novém sdružení si mohou vyžádat bližší informace od autora této zprávy (RNDr. P. Harmanec, CSc., Astronomický ústav ČSAV, 251 65 Ondřejov).

ODCHYLKY ČASOVÝCH SIGNÁLŮ V ŘÍJNU 1980

2. X.	+0,0309 ^s	+0,0019 ^s
7. X.	+0,0180	-0,0108
12. X.	+0,0055	-0,0227
17. X.	-0,0074	-0,0347
22. X.	-0,0210	-0,0471
27. X.	-0,0355	-0,0603

Podle tabulky byl např. 2. října 1980 čas UTC o 0,0309^s za časem UT1 a o 0,0019^s za časem UT2. Velikost sezónní variace byla k tomuto dni $UT_2 - UT_1 = (UT_2 - UTC) - (UT_1 - UTC) = +0,0019^s - 0,0309^s = -0,0290^s$.

Československé časové signály OMA reprodukují čas UTC lépe než na 0,0001^s, pouze signál OLB5 se z technických důvodů prozatím vysílá trvale o 0,0008^s za časem UTC.

Korekční sekunda v čase UTC na přechodu r. 1980/81 nebyla tentokrát zavedena.

V. Ptáček

Jedním z prvních pozorovacích programů navrhovaných prostřednictvím nového sdružení i pro amatérská pozorování je mezinárodní kampaň na sledování jasných hvězd spektrálního typu B s emisními čarami zorganizovaná československými astronomy a podporovaná Mezinárodní astronomickou uníí.

P. H.

Kalkulátory v astronomii

OPRAVA SOUŘADNIC O REFRAKCI

Světelný paprsek, který přichází k pozorovateli od objektu ve vesmíru, se v atmosféře Země láme a odchyluje od původního směru. Objekt pak pozorujeme v zenitové vzdálenosti z' namísto v původní z ($z > z'$). Rozdíl úhlů $z - z' = r$ se nazývá refrakční úhel nebo stručněji refrakce. Refrakci je ovlivněna pouze zenitová vzdálenost (resp. výška nad obzorem) objektu, nikoliv však azimut.

V praxi nejčastěji potřebujeme znát hodnotu skutečné zenitové vzdálenosti z , jestliže jsme změřili zenitovou vzdálenost z' . Je třeba určit refrakci r , neboť pak $z = r + z'$. Existuje několik postupů, které se navzájem liší přesností určení r zejména v oblasti velkých zenitových vzdáleností. Metodu, kterou zde uvádíme, lze použít pro $z < 85^\circ$ s přesností řádově obloukové vteřiny. Pro běžné případy nám postačí, neboť přesnost měření úhlů malými přístroji (např. sextantem) není lepší než $10'' - 20''$. Proto také nebudeme brát v úvahu změny r v závislosti na tlaku a teplotě vzduchu.

Velikost refrakce r vypočítáme postupnými iteracemi:

$$r_i = \alpha \operatorname{tg} (z - \beta r_{i-1}) \quad i = 1, 2, 3, \dots,$$

přičemž $\alpha = 60,154'' = 0,016709^\circ$ je refrakční konstanta podle Radaua, $\beta = 3$. Počáteční aproximaci volíme $r_0 = 0$ (tím také dostáváme vztah pro r , který se obvykle uvádí). Pro zenitové vzdálenosti $z < 85^\circ$ a pro přesnost výpočtu r přibližně $1''$ je počet iterací menší než 5. Zajímavé je srovnání přesnosti aproximace — tj. velikost rozdílů $\Delta r = r$ vypočítané z aproximace minus r tabelované R. Radauem (Annales de l'Observatoire de Paris XIX, Mémoires, 1889):

z	Δr	počet iterací
50°	0,03''	3
60	0,07	3
70	0,27	5
80	2,0	6
85	9,1	8
87	16,0	11
89	-17,2	26
90	diverguje	—

Program pro výpočet pomocí kalkulátoru je jednoduchý. Postupnými iteracemi počítáme hodnoty r_1, r_2, \dots , až se dvě po sobě následující hodnoty liší o méně než ε (ε je předem zadaná přesnost). Např. pro kalkulátor TI-58/59 lze program napsat takto:

```
2nd Lbl A STO 02 0 STO 3 [
RCL 2 - 3 X RCL 3 ] 2nd tan
X RCL 1 = - 2nd Exc 3 =
2nd | x | 2nd x > t 007 RCL 3
R/S RST
```

Výpočet: Do paměti R_{01} uložíme 0,016 709, do registru t vložíme požadovanou přesnost ε (např. 3.10^{-4} , tj. přibližně 1''). z A ... r .

Obsazení paměti: $R_1 = 0,016 709$; $R_2 = z$; $R_3 = r$; $t = \varepsilon$.

Testovací příklad: $\varepsilon = 3.10^{-4}$; $z = 60''$; $r = 0,0288'' = 1'44''$.

Výsledek (refrakce r) vychází ve stupních ve tvaru desetinného čísla. Pro další výpočty je vhodné jej ponechat v tomto tvaru, jinak ovšem refrakci r převádíme na úhlové minuty a vteřiny.

Zdeněk Pokorný

Souhvězdí severní oblohy

SOUHVĚZDÍ SEVERNÍ OBLOHY

Počínaje tímto číslem budeme pravidelně otiskovat mapy a seznamy objektů souhvězdí viditelných na 50° s. š. s polohami pro ekvinoxium 1975,0. Budou obsahovat:

hvězdy do $4,5^m$ podle katalogu FK 4 (souřadnice) a stálé části publikace Astronomické kalendář (fyzikální údaje); dvojhvězdy jsou uvedeny, pokud vzdálenost složek je větší než $2''$ a složky jsou jasnější než $5,0^m$ (jasnější složka) a $8,1^m$ (slabší složka), proměnné hvězdy v maximu jasnější než $8,0^m$ podle Katalogu peremenných zvezd, radianty význačných meteorických rojů, ostatní objekty podle The Revised New General Catalogue of Nonstellar Astronomical

GC	Název	m	$\alpha(1975,0)$	$\mu(\alpha)$	$\delta(1975,0)$	$\mu(\delta)$	Sp	π	R	Pozn.	
				$[10^{-4}]s$		$[10^{-3}]''$		$[10^{-3}]''$	km/s		
5875	1	π_3 Ori	3,31	4h48,5m	31	+6°55'	+18	F6 V	125	+24,1	
5892	2	π_2 Ori	4,35	4 49,6	0	+8 52	-31	A1n V	29	+24v	
5911	3	π_4 Ori	3,68	4 49,9	0	+5 34	+2	B2 III	2	+23v	s
5978	8	π_5 Ori	3,73	4 52,9	0	+2 24	0	B2 III	2	+23v	s, v
6025	9	σ_2 Ori	4,06	4 55,4	-5	+13 28	-48	K2 III	16	+1	
6410	19	β Ori	0,13	5 13,3	0	-8 14	0	B8 Ia	3	+21v	D, s
6480	20	τ Ori	3,59	5 16,4	-1	-6 52	-5	B5 III	8	+20,1	
6646	29	e Ori	4,12	5 23,0	1	-7 50	-42	G8 III	6	-18,2	
6655	28	η Ori	3,35	5 23,2	0	-2 25	+4	B0,5 V	4	+20v	D, s, v
6668	24	γ Ori	1,46	5 23,8	0	+6 20	-14	B2 III	26	+18,5	
6813	32	A Ori	4,20	5 29,5	1	+5 56	-34	B5 IV-V	1	+19	D
6847	34	δ Ori	2,24	5 30,7	0	-0 19	-3	O9,5 II	4	+16v	D, s, v
6907	37	φ_1 Ori	4,41	5 33,4	0	+9 28	-4	B0 IV	2	+33,2v	s
6915	39	λ Ori	3,39	5 34,0	0	+9 55	-6	O8/B0,5V	6	+34	D
6937	44	ι Ori	2,77	5 34,2	0	-5 56	+4	O9 III	21	+21,5v	D, s
6960	46	ϵ Ori	1,69	5 34,9	0	-1 13	0	B0 Ia	2	+26,1	
6972	40	φ_2 Ori	4,09	5 35,7	6	+9 17	-305	K0 III	24	+98,8	
7031	48	σ Ori	3,80	5 37,6	0	-2 37	+4	O9,5V	2	+29,2v	D, s
7089	50	ζ Ori	1,77	5 39,6	0	-1 57	-2	O9,5 Ib	22	+18,1	D
7264	53	κ Ori	2,05	5 46,6	0	-9 41	-2	B0,5 Ia	9	+20,6v	
7451	58	α Ori	0,42	5 53,8	2	+7 24	+7	M2 Iab	5	+21v	s, v
7635	61	η Ori	4,13	6 01,4	1	+9 39	-29	A2 m	29	+45v	D, s
7772	67	ν Ori	4,42	6 06,1	1	+14 46	-27	B3 V	7	+20v	s
7889	70	ξ Ori	4,48	6 10,6	0	+14 13	-23	B3 V	7	+24v	
6231	2	ϵ Lep	3,19	5 04,6	2	-22 24	-73	K5 III	6	+1,0	
6382	5	η Lep	3,29	5 11,8	3	-16 14	-26	B9p III	18	+27,7	
6387	4	κ Lep	4,36	5 12,6	-1	-12 58	-8	B8 V	30	+18	D
6531	6	λ Lep	4,29	5 18,4	0	-13 12	-5	B0,5 IV	2	+20,2	
6762	9	β Lep	2,84	5 27,2	0	-20 47	-90	G5 III	14	-13,5	D
6875	11	α Lep	2,57	5 31,6	0	-17 50	+5	F0 Ib	2	+24,7	
7197	13	γ Lep	3,60	5 43,4	-21	-22 27	-371	F6 V	119	-10	D
7247	14	ζ Lep	3,55	5 45,8	-1	-14 50	+4	A3n V	42	+20v	
7362	15	δ Lep	3,85	5 50,2	16	-20 53	-845	G8 III	22	+99,3	
7492	16	η Lep	3,72	5 55,3	-3	-14 10	+138	F0 V	61	-1,6	

Objects (Sulentic, Tifft) do magnitudy (zakrouhloeno na bližší polovinu hv. vel.): 10,0^m u galaxií a mlhovin, 9,0^m u kulových hvězdokup a 8,0^m u otevřených hvězdokup; jsou však uvedeny všechny objekty Messierova katalogu.

V tabulkách hvězd je uvedeno číslo hvězdy v Bossově General Catalogue (GC), označení pořadí v souhvězdí číslem nebo řeckým písmenem a latinskou zkratkou souhvězdí, rektascenze α a deklinace δ , vizuální hvězdná velikost m , vlastní (roční) pohyb v rektascenzi $\mu(\alpha)$ a deklinaci $\mu(\delta)$, spektrum podle harvardského třídění a luminositní třída, radiální rychlost R , paralaxa π . V poznámkách značí D dvojhvězdu, s spektroskopickou dvojhvězdu, v proměnnou hvězdu.

U dvojhvězd je uvedeno číslo GC, označení hvězdy, souřadnice, vizuální hvězdná velikost soustavy a složek, poziční úhel P , vzdálenost složek d v obl. vteřinách, rok měření E (nebo výstřednost $[e]$, velká poloosa dráhy $[a]$ v obl. vteřinách a oběžná doba $[P]$ v rocích). Údaje jsou podle katalogu k Atlasu Coeli 1950,0.

Proměnné jsou označeny třemi způsoby: plný kotouček se soustředným kroužkem značí proměnné, které v maximu i minimu jsou jasnější než 5^m a rozdíl mezi maximem i minimem lze zachytit různou velikostí kotoučků hvězd podle magnitud, kroužek s bílou výplní značí proměnné v maximu do 5^m s minimem slabším, plný kotouček s písmenem v značí proměnné slabší 5^m nebo ty,

DVOJHVĚZDY (slabší 4,5^m)

GC	Název	$\alpha(1975,0)$	$\delta(1975,0)$	m	m_1	m_2	P° [e]	d [a]	E [P]
6607	23 m Ori	5h21,5m	+3°31'	4,48	4,99	7,07	28°	32,0''	1923

PROMĚNNÉ HVĚZDY

Název	$\alpha(1975,0)$	$\delta(1975,0)$	max.	min.	Perioda	Typ	Spektrum
π_5 Ori	4h52m57s	+2°24,0'	3,6p	3,65p	3,7004	EII	B2 III
η Ori	5 23 13	-2 25,1	3,2p	3,35p	7,9893	EB	B1 V
S Ori	5 27 47	-4 42,6	7,5v	13,5p	416,33	M	M7e
CI Ori	5 28 28	-1 06,6	5,0v	—	—	Inv	K5 III
CK Ori	5 29 01	+4 11,4	6,2v	6,6v	120?	SR?	K2 III
δ Ori	5 30 44	-0 18,9	2,4p	2,55p	5,7325	EA	O9,5 II
VV Ori	5 32 15	-1 10,2	5,14p	5,51p	1,4854	EB	B1 V
V372 Ori	5 33 33	-5 35,0	7,9p	8,6p	—	RWn	B9
KX Ori	5 33 51	-4 44,7	7,1p	8,1p	—	RWn	B3
BM Ori	5 34 02	-5 24,0	8,0v	8,7v	6,4706	EA	B4
NU Ori	5 34 18	-5 16,9	6,5v	7,3v	—	RWn	B1 V
V359 Ori	5 34 19	-4 51,1	6,9p	8,1p	—	RWn	B3 Vp
α Ori	5 34 49	+7 24,2	0,4v	1,3v	2070	SRc	M2 Iab
U Ori	5 54 20	+20 10,4	5,0v	—	—	Inv	K5 III
RX Lep	5 10 13	-11 52,6	5,9v	7,0v	—	Ib	gM6
R Lep	4 58 28	-14 50,4	5,9v	10,5v	432,47	M	N6e
T Lep	5 03 47	-21 56,1	7,4v	13,5v	368,13	M	M6e—M8e
S Lep	6 04 44	-24 11,4	7,1p	8,9p	90	SRb	M6

DALŠÍ OBJEKTY

NGC	M	$\alpha(1975,0)$	$\delta(1975,0)$	Druh	Poznámka
1662	—	4h47,1m	+10°54'	OH	
1976	42	5 34,1	-5 24	M	rádiový zdroj
1980	—	5 34,0	-5 56	OH	44 Ori, s mlhovinou
2068	78	5 45,5	+0 03	M	
2169	—	6 07,0	+13 58	OH	
2174,5	—	6 08,3	+20 20	OH	s mlhovinou
1904	79	5 23,2	-24 33	KH	
1982	43	5 34,3	-5 17	M	

D ... dvojhvězdy, KH ... kulové hvězdokupy, OH ... otevřené hvězdokupy, M ... mlhoviny, RZ ... rádiové zdroje, RT ... radianty rojů, G ... galaxie, v ... značení proměnných hvězd u plných kotoučků.

u kterých nelze rozdíly maxima a minima graficky vyjádřit naší stupnicí hvězdných velikostí. Tabulka obsahuje označení proměnné, její souřadnice, vizuální [*v*], fotografickou [*p*], fotovizuální [*pv*] nebo fotoelektrickou [*pe*] hvězdnou velikost v maximum a minimum, periodu ve dnech, spektrum (popřípadě luminositní třídu), typ podle katalogu Obščíj katalog peremennych zvezd (Kukarkin, Parenago, 1958).

U dalších objektů je uváděno číslo NGC podle RNGC, popřípadě číslo Messierova katalogu *M*, souřadnice a označení druhu objektu podle legendy pod obrázkem.

O. Hlad, J. Weislová

Nové knihy a publikace

● *Bulletin čs. astronomických ústavů*, roč. 31 (1980), čís. 6 obsahuje tyto vědecké práce: D. Chochol: Těsná dvojhvězda SZ Cam — polodotyková soustava — J. M. Kreimer a J. Tremko: Analýza změn periody a fotometrie minim zákrytové dvojhvězdy TX UMa — V. Bumba: Srpnová protonová oblast z roku 1972 a jednotlivé fáze vývoje magnetického pole v jejím pozadí — L. Hejna: Poznámka k charakteru fotosférické granulární sítě — Helen C. Dara a C. J. Macris: Časové změny chromosférické sítě — Š. Pintér: Šířka meziplanetárních bezsrážkových rázových vln. — Na konci čísla jsou recenze knih: *Instabilities in Dynamical Systems*; *Star Clusters*; *Dynamics of the Solar System*. K číslu je připojen obsah ročníku 31 (1980). Všechny práce jsou psány anglicky s ruskými výtahy. -pan-

● V. Vanýsek: *Základy astronomie a astrofyziky*. Academia, Praha 1980; str. 544 (194 obr.) a 48 příloh (67 obr.); váz. Kčs 95,—. — Koncem roku 1980 vyšla již dlouhou očekávaná a velmi potřebná kniha prof. Vanýska, podávající přehled astronomie a astrofyziky. V české literatuře nevyšlo dosud mnoho podobných základních knih, za poslední půlstoletí vlastně pouze dvě; „Astronomie“ (autoři V. Guth, F. Link, J. M. Mohr, B. Šternberk) a „Úvod do obecné astronomie“ od B. Hacara. „Astronomie“ byla psána za druhé světové války a vyšla v prvním vydání ve třech dílech; první díl již v roce 1942 (v nepatrném nákladu), další dva pak krátce po válce. V roce 1954 vyšlo druhé doplněné vydání „Astronomie“ ve dvou dílech v Nakladatelství ČSAV, které pak bylo základním pramenem poznání po dlouhou dobu, i když nemohlo plně uspokojit ani vážnější zájemce o astronomii (pro něž bylo příliš populární a popisné), ani amatéry (jimž asi zdaleka vše nebylo zcela srozumitelné). Navíc informace v knize obsažené byly dány dobou, v níž byla psána. Lze říci, že se nepodařila syntéza populární astronomie a jakési základní učeb-

nice, což pochopitelně není ani dost dobře možné, avšak „Astronomie“ splnila do značné míry svůj úkol, hlavně asi proto, že jiná lepší kniha v češtině nebyla. Později se ještě připravovalo třetí upravené vydání s rozšířeným autorským kolektivem, ale rukopis nebyl dokončen.

Hacarův „Úvod do obecné astronomie“, který vyšel v roce 1963 ve Státním pedagogickém nakladatelství, byl v podstatě učebnicí pro pedagogické fakulty. Vznikl z několika vydání vysokoškolských skript, ale mezi napsáním rukopisu a vydáním knihy uplynulo téměř 6 let, takže mnohé části byly již zastaralé v době vydání knihy, především astrofyzikální partie. Nicméně Hacarův „Úvod“ byl po dlouhá léta jedinou úvodní učebnicí astronomie a pokud jde o kapitoly týkající se sférické astronomie a nebeské mechaniky, je jí do značné míry dosud. Také od této knihy se připravovalo druhé doplněné vydání, ale v důsledku smrti autora nebylo dokončeno.

Potřeba vydání nové „Astronomie“, moderně pojaté a přinášející informace na soudobé úrovni, byla již dlouhou dobu nanejvýše aktuální. Sepsání takové knihy se ujal prof. RNDr. Vladimír Vanýsek, DrSc., autor jistě nanejvýše povolaný vzhledem k dlouholetým pedagogickým zkušenostem na matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy. Úkol jistě neměl snadný, protože napsat celou astronomii a astrofyziku na 500 stranách je jistě neobyčejně obtížné, navíc pro jednoho autora. Kromě toho kniha byla myšlena jednak jako úvodní vysokoškolská učebnice, jednak jako základní příručka pro vyspělejší amatéry i ostatní zájemce o astronomii. A lze říci, že autorův záměr se podařil, i když od napsání rukopisu do vydání knihy uplynulo téměř 5 let.

„Základy“ jsou kromě úvodu rozděleny do šesti kapitol: Nástin klasické astronomie, Záření v astrofyzice, Základní astrofyzikální veličiny hvězd, Stavba a vývoj hvězd, Hvězdné soustavy a struktura vesmíru, Sluneční soustava. Jak je již z názvu kapitol vidět, je hlavní pozornost věnována astrofyzice a stelární astronomii — autor v předmluvě také píše, že kniha není přehledem současné astronomie a astrofyziky, ale je koncipována jako výběr základních úvodních témat. Nicméně však poskytuje sice stručný, ale dokonalý přehled, především moderní astrofyziky a stelární astronomie. Bude tak jistě na dlouhou dobu velmi vhodným úvodem nejen pro studenty astronomie a příbuzných oborů i vážné zájemce z řad amatérů. Snad je jen škoda, že kniha vyšla v nákladu pouze 10 000 výtisků, takže bude asi velmi brzy rozebrána. J. B.

● B. A. Voroncov-Vel'jaminov: *Astronómia*. Slovenské ústredie amatérskej astronómie, Hurbanovo; str. 218, brož. Kčs 15,—. Slovenské ústředí amatérské astronomie vydalo u příležitosti 35. výročí osvobození (tj. 1980) velmi užitečnou a pěknou (v originále) knížku známého sovětského astronoma. V šesti

kapitolách se v ní lze poučit o prakticky všech oblastech astronomie až po původ a vývoj nebeských těles. Je jistě nutno vysoce ocenit zásluhu SÚAA, že poskytlo zajemcům o astronomii, především začátečníkům — členům astronomických kroužků — na Slovensku, ale jistě i v Česku, základní a úvodní učebnici, v níž lze nalézt na solidní úrovni nejdůležitější informace. Avšak každý jen trochu vyspělejší amatér zjistí, že překlad sovětského originálu není dobrý, v knížce je dosti nepřesností a chyb. Patrně překlad byl pořizován ve spěchu a tak uniklo mnohé, co snižuje vynikající úroveň sovětského originálu. Je to jistě škoda, protože jinak svou cenou, kvalitou papíru i grafickou úpravou by

si knížka jistě byla zasloužila i lepší úroveň překladu, příp. odborné revize. Slovenští kolegové se zde dopustili stejných chyb, k jakým docházelo v českých zemích v padesátých letech, kdy v češtině vyšla řada sovětských astronomických knížek, jejichž úroveň po stránce překladu a odborné revize nebyla vždy na odpovídající výši. Z toho vychází poučení, věnovat vydávaným astronomickým publikacím na Slovensku poněkud větší péči, což platí ve zvýšené míře, jde-li o překlady knih vynikajících odborníků. Čtenáře navíc také neuspokojí to, že knížka, k níž se jistě mnohokrát budou vracet a hledat poučení, se již po prvním přečtení rozpadne na řadu listů. J. B.

Úkazy na obloze v březnu 1981

Slunce vychází 1. března v 6^h44^m, zapadá v 17^h42^m. Dne 31. března vychází v 5^h40^m, zapadá v 18^h30^m. Za březen se prodlouží délka dne o 1 h 52 min a polední výška Slunce nad obzorem se zvětší o 12°, z 32° na 44°. Dne 20. března v 18^h03^m vstupuje Slunce do znamení Berana; v tento okamžik je jarní rovnodennost a začíná astronomické jaro.

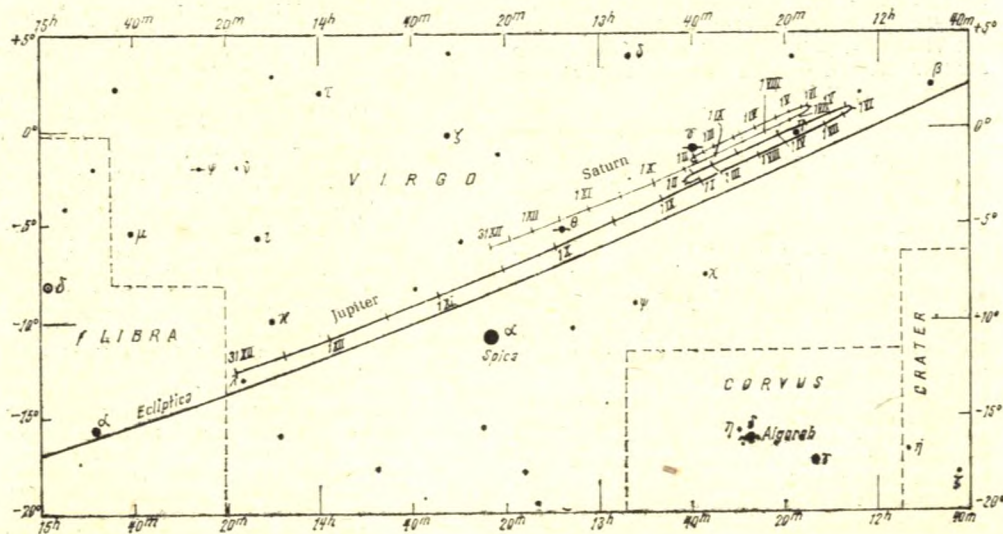
Měsíc je 6. III. ve 12^h v novu, 13. III. ve 3^h v první čtvrti, 20. III. v 16^h v úplňku a 28. III. ve 21^h v poslední čtvrti. Dne 8. března prochází Měsíc přizemím a 24. března odzemím. V ranních hodinách 12. března bude procházet Měsíc v blízkosti Aldebarana; ke konjunkci obou těles dojde v 5^h, zakryt Aldebarana Měsícem však u nás nebude pozorovatelný. Během března dojde ke konjunkci Měsíce

s těmito planetami: 4. III. v 15^h s Merkurem, 21. III. ve 2^h s Jupiterem a v 5^h se Saturnem, 25. III. v 15^h s Uranem a 27. III. v 19^h s Neptunem.

Merkur je 16. března ve 2^h v největší elongaci, 28° od Slunce. Bude proto po celý měsíc na ranní obloze. Pozorovací podmínky však nejsou příliš příznivé, protože Merkur vychází jen krátce před východem Slunce: počátkem měsíce v 5^h46^m, v polovině března v 5^h28^m a koncem měsíce v 5^h13^m. Jasnost Merkura se bude během března zvětšovat z 1,1^m na 0,1^m. Dne 1. března je Merkur stacionární, 21. března prochází odsuním.

Venuše se blíží do horní konjunkce se Sluncem, která nastane 7. dubna a tak je po celý březen pro blízkost u Slunce nepozorovatelná. Pohybuje se souhvězdími Vodnáře a Ryb.

Mars se rovněž blíží do konjunkce se Sluncem, k níž dojde 2. dubna. V březnu není také pro blízkost u Slunce pozorovatelný. Pohybuje se souhvězdími Vodnáře a Ryb.



Dráha Jupitera a Saturna v roce 1981 podle rumunské ročenky Anuarul Astronomic 1981.

Jupiter bude 26. března v 7^h v opozici se Sluncem, takže bude po celý měsíc nad obzorem téměř po celou noc ve velmi výhodné poloze k pozorování v souhvězdí Panny. Jupiter má jasnost $-2,0^m$.

Saturn je rovněž v souhvězdí Panny poblíže Jupitera ve velmi příhodné poloze k pozorování. Je podobně jako Jupiter po celý měsíc nad obzorem téměř po celou noc, protože bude 27. března v 6^h v opozici se Sluncem. Jasnost Saturna se bude během března zvětšovat z $0,7^m$ na $0,6^m$. Velmi nápadná bude konstelace Saturna, Jupitera a Měsíce v noci 20./21. března: Měsíc bude krátce po úplňku a jižně od něho budou obě planety (3° Jupiter, $1,7^\circ$ Saturn).

Uran je v souhvězdí Vah a protože se blíží do opozice se Sluncem, které nastane 19. května, je již v březnu ve vhodné poloze k pozorování. Nejvýhodnější pozorovací podmínky jsou v časných ranních hodinách, kdy planeta kulminuje. Počátkem března vychází Uran v 0^h54^m , koncem měsíce již ve 22^h54^m . Jasnost Urana je $5,8^m$. Dne 5. března je Uran stacionární.

Neptun je v souhvězdí Hadonoše a je pozorovatelný nejlépe v časných ranních hodinách. Počátkem března vychází ve 2^h51^m , koncem měsíce již v 0^h54^m . Neptun má jasnost asi $7,8^m$. Dne 27. března je Neptun stacionární.

Pluto je v souhvězdí Panny nedaleko rozhraní se souhvězdím Boota. Blíží se do opozice se Sluncem, která nastane 13. dubna a tak je už v březnu ve výhodné poloze k fotografování. Má jasnost asi 14^m . Počátkem března Pluto vychází ve 20^h40^m , koncem měsíce již v 18^h38^m .

Komety. Dne 17. března projde přísluním ve vzdálenosti 2,14 AU od Slunce periodická kometa Schwassmann-Wachmann 2 (1979k); byla nalezena již v polovině prosince 1979.

Meteory. Po celý březen je možno pozorovat Virginidy, jejichž velmi ploché maximum nastává 20. III. Dne 25. března nastává maximum činnosti Hydrad. J. B.

● Prodám kompl. RH roč. 80, koupím Bečvářův Atlas Coeli 1+II. — Stanislav Novotný, Husova 1389, 504 01 Nový Bydžov.

● Koupím achromatický objektiv \varnothing 80–150 mm, $f = 800$ –1200 mm a okulár $f = 5$ –15 mm. — Miroslav Nipauer, pivovar 65, 440 01 Louny.

● Za Monar nebo polní triedr dám malou přenosnou vidlicovou montáž o rozpětí vidlice 180 mm, opatřenou el. poh., jemn. opr. v R i D, hmotnost cca 10 kg. Nebo prodám. — Jaroslav Malijovský, Jungmannova 1132, 432 01 Kadaň.

● Koupím od V. a J. Erhartových knihy Praktická astronomická optika, Amatérské astronomické dalekohledy a Amatérské astronomické komory. Nabídněte literaturu o zhotovení astronomických komor a dalekohledů. — Milan Navrátil, kpt. Jaroše 1364, 753 01 Hranice na Moravě.

● Koupím dalekohled Somet Binar, dále objektiv z Monaru nebo Binaru. — Milan Průcha, Sunyčelská 979, 735 81 Bohumín.

OBSAH

O. Obůrka: Astronomické ohlédnutí — J. Olmr: Maserový efekt v radioastronomii — J. Bouška: Co nového kolem Saturna — Krátké zprávy — Nové knihy a publikace — Úkazy na obloze v březnu 1981

СОДЕРЖАНИЕ

O. Обурка: Астрономия в прошлом — Й. Олмр: Масеровый эффект в радиоастрономии — Й. Боушка: Сатурн, его кольцо и спутники — Краткие сообщения — Рецензии — Явления на небе в марте 1981 г.

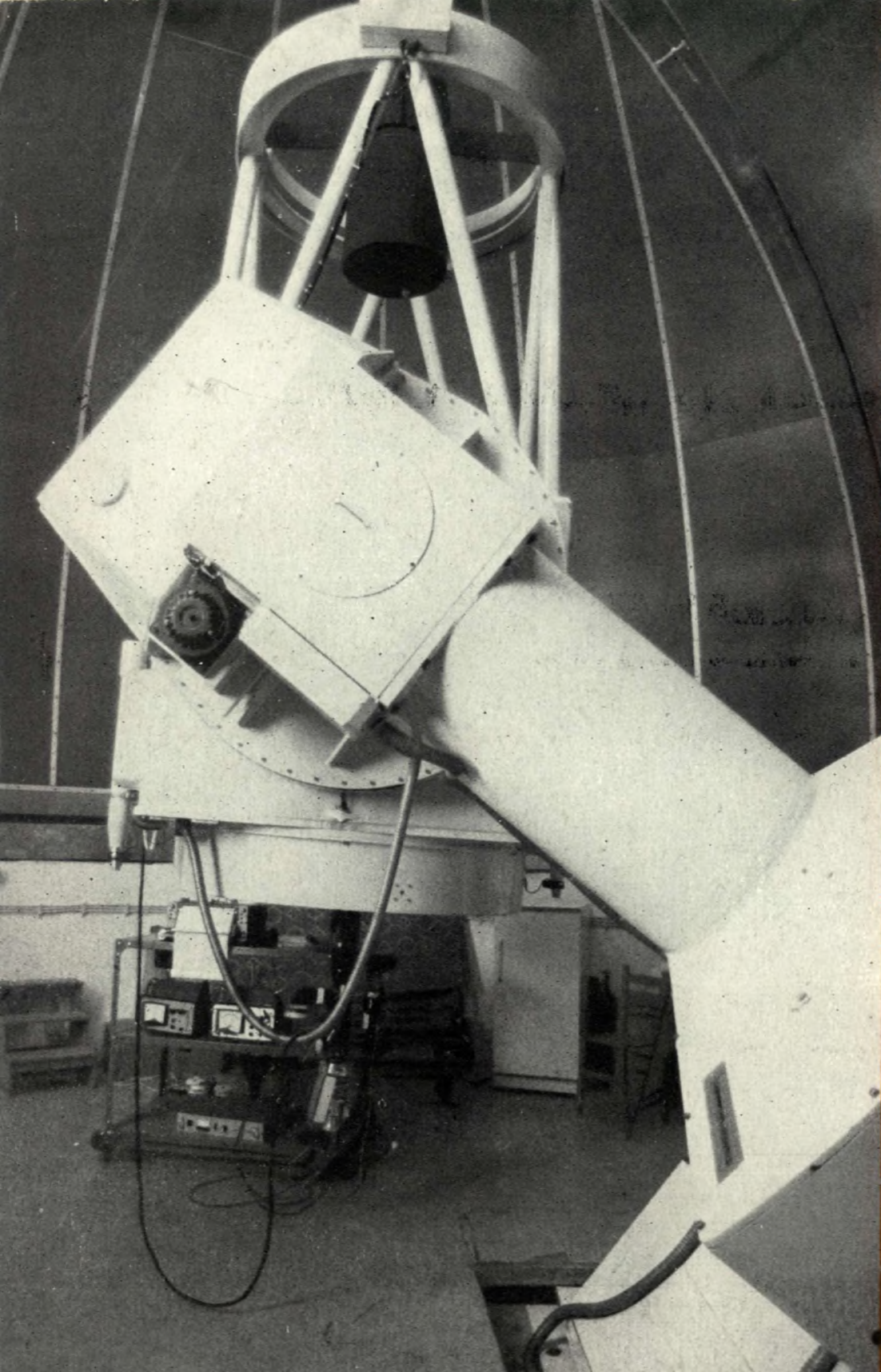
CONTENTS

O. Obůrka: Looking Back at Astronomy — J. Olmr: Maser Effect in Radioastronomy — J. Bouška: Saturn, its Rings and Satellites — Short Communications — Book Reviews — Phenomena in March 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 Štohl, CSc.; technická redaktorka Věra Suchánková. — Vydává ministerstvo kultury ČSR v nakladatelství a vydavatelství Panorama, Hálkova 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. prosince 1980. vyšlo v lednu 1981.



Kopule řecké observatoře Kryonerion, na čtvrté straně obálky je dalekohled o průměru 1,2 m s nebulárním fotometrem v Cassegrainově ohnisku této hvězdárny. (Ke zprávě na str. 11, foto P. Koubský.)



47 281

4750-1178