

11/1971

Říše HVĚZD



Z OBSAHU: Od Hipparcha ke Keplerovi — Zákryty hvězd Měsícem fotoelektricky —
Vznik a vývoj radioastronomie — Zprávy — Co nového v astronomii —
Okazy na obloze v prosinci 1971

Kčs 2,50



Difuzní mlhovina Omega (M 17 = NGC 6618) v souhvězdí Štělce. — Na první straně obálky je nepravidelná galaxie NGC 5128 v souhvězdí Centaura (rádiový zdroj Cen A).



J. M. Mohr:

OD HIPPARCHA KE KEPLEROVI

Aby se porozumělo tomu, co ve vědeckém díle Keplerově je převratně nové, je třeba předem předeslat aspoň stručný přehled toho, co do jeho doby astronomická věda již poznala. Johannes Kepler byl matematikem a hvězdářem, který první definoval zákony pohybu planet a pozorovací astronomii dal prostředek, kterým se daly a dají přesněji určovat polohy nebeských těles — dalekohled — po něm nejen podnes zvaný, ale i stále jako refraktor používaný.

V době, kdy Kepler studoval na universitě v Tübingen, kde jeho učitelem byl astronom Mästlin, bylo tvrzení Kopernikovo, že středem kolem něhož obíhají planety je Slunce, zatím málo známé. Mästlin však byl tehdy jedním z mála učitelů, který spis Kopernikův „De Revolutionibus . . .“ znal. Když poznal u Keplera zájem o věci astronomické, seznamoval s tím svého mladého žáka — ovšem aby to nevešlo příliš ve známost — protože protestantské Württenbersko bylo v ohledu náboženském bigotnější než např. katolické země rakouské. Vzpomeňme toho, jak vášnivě v Německu zamítal nauku Kopernikovu Luther. Přeživší scholastický středověk působil na výchovu tehdejších vysokoškolských studentů velmi působivě ve smyslu náboženském jakousi podivnou směsicí názorů náboženských s názory filosofickými, převzatými z dávného starověku. Také Kepler se neubráníl vlivu této výchovy a i v jeho pracích se shledáváme se spekulacemi jednak vysloveně matematicko-fyzikálními, jednak se starověkým filosofováním někdy až mystickým. V tom byl prostě dítětem své doby.

Obraťme se však ke konkrétní otázce, co bylo v době Keplerova mládí známo z astronomie. Z dob chaldejských a assyrských se nám nezachovalo psaných zpráv. Ale od filosofů řeckých jsme se dozvěděli, že tito národové byli jednak výbornými pozorovateli, jednak že pěstovali velmi pilně astrologii. Tato pavěda se kupodivu v ranných dobách nejvíce zasloužila o rozvoj astronomie. Tito národové už tehdy znali zodiacus, v něm body slunovratu a rovnodennosti, pozorovali zatmění Slunce a Měsíce, která v pozdějších dobách v periodě Sargonidů v sedmém století před našim letopočtem dovedli i předpovědět. Od nich převzali určité znalosti i Egypťané a z jejich dob je známá poměrně přesná délka roku.

Astronomie řecká začínala Thaletem miletským v sedmém století před n. l. Ten rovněž nezanechal žádného písemného materiálu a vše co o něm víme, je také z úst jeho následovníků. Ponechávajíc stranou některá jeho naivní tvrzení, musíme však říci, že např. si byl vědom

toho, že Měsíc je blíže k Zemi než Slunce, což vyzozoroval ze zatmění slunečních. Jeho žáci Anaximandros, Anaximenes a Anaxagoras nepřinesli žádné zvláštní poznatky, které by stály za zmínku. A tak teprve Pythagoras ze Samu v šestém století před n. l. vytvořil systém, jehož žáci považovali svět a dění v něm i mimo něj za řízený přírodními zákony, zdánlivě někdy se nepravidelně projevujícími. Z názorů následovníků Pythagorových, z nichž mnozí byli vynikajícími matematiky, vznikla i v Řecku opravdová věda astronomická. Pythagoras formuloval princip, který se udržel po 2000 let, že kruhový rovnoměrný pohyb je nejdokonalější ze všech pohybů a že v takových drahách se pohybují vesmírná tělesa. Celý svět si Pythagoras představoval jako kouli, v jejímž středu je nehybná Země. Z představy, že svět hvězd je kulový a z poznání že planety jsou blíže Zemi než hvězdy, vznikla později myšlenka, že každá planeta je umístěna na zvláštní kouli. Pythagoras uvažoval také o vzdálenosti planet a to nejen o poměru vzájemných vzdáleností, ale i o jejich vzdálenostech skutečných. Jeho hlavní myšlenkou bylo, že vše se dá vyjádřit číslem a vše že je ovládáno harmonií, tedy i na nebi, kde sedm planet (Slunce a Měsíc v to počítaje) jako sedm zlatých strun tvořilo tóninu. Jednomu tónu přiřadil vzdálenost Země—Měsíc, kterou odhadl na 196 000 stadií, což byla hodnota asi desetkrát menší než skutečná. Jednotlivé vzdálenosti planet a Slunce jím stanovené a odvozené z „tónů“ — přičemž Pythagoras neznal jiné poměry kmitočtů než 1, $\frac{1}{2}$ a $1\frac{1}{2}$ — jsou arcí nesprávné. Tak např. Slunce podle Pythagora je $3\frac{1}{2}$ X dále než Měsíc a Saturn 6 X. Nebylo by nutné se u této zastaralé a překonané skutečnosti zastavovat, kdyby nebylo známo, že Kepler při přemýšlení přišel na objev svého třetího zákona ve spojení jiné pythagorejské myšlenky, že pět pravidelných těles v podstatě znamená uspořádání světa kolem nás. Pythagorejci měli také již kulovou představu o Zemi, o její rotaci a střídání období. Že Země je středem světa to jim dokazovala skutečnost, že průměry Slunce a Měsíce jsou neměnné.

Po Pythagorovi, který byl více filosofem a matematikem než pozorovatelem, přišli další filosofové: Eudoxos, známý svými sférami jednotlivých planet, Callipis, Aristoteles a jiní. Výrazným rysem jejich myšlení byly propracovanější názory i když v pozorováních se nejevil žádný zvláštní pokrok. Ani doba Euclidova nebo Apolloniova neznamenal svými geometrickými objevy podstatný přínos pro astronomii, kromě té skutečnosti, že znovu byla zdůrazněna ideální dokonalost nejen kružnice a koule, ale i jiných křivek a těles. Všechna tato ideální fyzikálně neproměnná krása těchto útvarů se přenášela do století pozdějších a veškerá snaha všech, kteří o věcech nebeských přemýšleli, se koncentrovala na vysvětlení věcí viděných z nepohyblivé Země. V těchto dobách jediný Aristarchos ze Samu (po němž se nezachoval žádný spis, ale o němž všechno víme od jeho následovníků) znamená průlom do tehdejších názorů svým tvrzením, že Slunce je středem světa a kolem něho že obíhají v kružících planety. O samotné Zemi tvrdil, že Země rotuje. Svým heliocentrickým názorem předešel o 17. století Kopernika a je proto neprávem pomíjen a jen jemu přísluší priorita této myšlenky. Přitom je třeba uvážit, jak ohromný zvrat to byl v myšlení a jaká škoda se stala, že tento názor zůstal po tak dlouhou dobu nepovšimnut.

Aristarchos je znám také svým návrhem, jak změřit vzdálenost Měsíce od Země z pravouhlého trojúhelníka, jehož vrcholy jsou středy Země, Měsíce a Slunce, přičemž Měsíc je v kvadratuře, takže úhel u Měsíce je roven 90° . Třeba poznamenat, že až do doby Keplerovy se neznala žádná jiná metoda stanovení Země od Slunce. Aristarchos sám nepozoroval a teprve sto padesát let po něm se objevuje v Řecku jedinečný zjev pozorovatelský, slavný Hipparchos, jemuž se od té doby vyrovnal velikostí a přesností pozorovatelského díla jen Tycho de Brahe až v 16. století. Hipparchos zemřel velmi mlád, v 34 letech, ale zanechal po sobě nejen ohromnou spoustu přesných pozorování ale i řadu vynikajících objevů. Od něho známe precesi ekvinoxů a to hodnotou lišící se jen o $2''$ od hodnoty dnešní. Prvý užíval sférické trigonometrie, ovšem ne v té formě, jak ji známe dnes, ale tak, že strany trojúhelníka se počítaly v hodnotách poloměru koule. Pro výpočty těchto stran sférických trojúhelníků byly Hipparchem vypočteny i tabulky. Dnešní trigonometrické funkce byly stanoveny až později Araby. Nicméně Hipparchos je obecně uznáván jako objevitel trigonometrie, bez které by se moderní sférická astronomie nemohla vůbec obejít. Pomocí tohoto počtu dovedl Hipparchos rozřešit celou řadu úloh. Avšak samotná sférická trigonometrie nebyla jedinou oblastí zájmů Hipparchových. Z jeho pozorovatelských prací třeba uvést katalog hvězd, který je zajímavý tím, že hvězdy jsou zde dány poprvé v historii v souřadnicích ekvatoriálních.

Důležitý objev učinil Hipparchos pokud se týče nestejné doby ročních dob. Zjistil, že doba která uplyne od jarního ekvinoxu k letnímu solstitiu trvá $94\frac{1}{2}$ dne, avšak doba od letního slunovratu k podzimní rovnodennosti, že trvá jen $92\frac{1}{2}$ dne. Dohromady je toto letní období dlouhé 187 dní. Naopak délka podzimu je $88\frac{2}{15}$ dne a délka zimy $90\frac{2}{15}$ dne, tedy dohromady jen $178\frac{4}{15}$ dne. Tímto zjistil, že Slunce se po ekliptice pohybuje nerovnoměrně a z toho usoudil, že Slunce se pohybuje kol pevné Země v kruhu, jehož střed je však mimo střed Země. Proto i když jeho pozorování byla přesná, nevysvětlovala skutečnost, jež byla složitější. Do své smrti zůstal zastáncem představy pevné Země. A maně se vnučuje otázka, kdyby zůstal déle na živu, zda by nepřišel s myšlenkou, že pohyb Slunce po zodiaku je vlastně zrcadlovým obrazem pohybu Země. Hipparchos pilně pozoroval i Měsíc a objevil, jednak že přímka apsid se stáčí ve směru přímém a naopak, že přímka uzlová se stáčí ve směru retrográdním, tj. ve směru od východu k západu. Prvý se také pokusil o stanovení paralaxy Měsíce, jejíž střední hodnotu stanovil neobyčejně přesně hodnotou $57'$. K svým pozorováním používal řadu přístrojů, které sám navrhl a jež byly v té době jedny z nejpresnějších a nejdokonalejších.

Asi za 250 let po Hipparchovi se objevuje na scéně Ptolemaios, z královského rodu řeckých faraónů, který přebírá po Hipparchovi jeho teorii pohybu Slunce, modifikuje teorii měsíční a zabývá se teorií pohybu planet užívaje Hipparchova excentrického kruhu. Při pozorování Měsíce objevuje tzv. evkci, odchylku polohy Měsíce od polohy střední. Ve své teorii měsíční používá poprvé epicyklu ve spojení s excentrickým kruhem, který zove deferentem a zjišťuje, že dráha Měsíce kolem pevné Země je zploštělá kružnice nebo spíše řečeno *ová*. Když určoval vzdálenost Měsíce od Země dostal totiž pro vzdálenost v syzygiích 59 polo-

měrů Země, ale v kvadraturách jen 38 poloměrů. Prvá hodnota je velmi blízká dnešní střední vzdálenosti Měsíce od Země, druhá však naprosto nesprávná. Avšak v teorii Měsíce, která dodnes není tak přesná jak bychom si přáli, není těžiště prací Ptolemaiových. Leží v teorii pohybu planet. Zde Ptolemaios použil metody Hipparchovy užitě pro vysvětlení pohybu Slunce po ekliptice. Ze zmíněné skutečnosti objevené Hipparchem, že roční doby nejsou stejné, tj. že ve stejné době neopisuje Slunce na obloze stejné dlouhé oblouky, stanovil Ptolemaios jednoduchou geometrickou cestou polohu Země uvnitř excentrického kruhu mimo jeho střed v bodě, ze kterého by oblouky Slunce opsané během ročních dob byly pozorovány pod úhlem 90° . Vzdálenost polohy Země od středu excentrického kruhu byla nazvána excentricitou. Poloha apogea a perigea na excentrickém kruhu byla dána průsečíky přímky, spojující Zemi se středem excentrického kruhu, s excentrickou kružnicí.

Od dob Hipparchových se u planet znaly dvě podivné nepravidelnosti v pohybech. Označovaly se názvy tzv. první a druhé nepravidelnosti. Prvá nepravidelnost spočívala v tom, že úhlový pohyb planety byl v čase proměnlivý. Dnes víme, že je to dáno skutečností, že se planety nepohybují v kružnicích ale po elipsách s rychlostí proměnnou. Aby vysvětlil i druhou nerovnoměrnost u planet, tj. že planety vytvářejí smyčky nebo se zastavují a vracejí zpět, použil Ptolemaios — věren svým představám geometrickým — menší kruh zvaný epicykl, po němž planeta krouží v synodické době oběžné kolem pomyslného středu, pohybujícím se stálou rychlostí za siderickou oběžnou dobou planety po deferentu. Každá planeta měla svůj vlastní epicykl, tedy kruh o různém poloměru. Pro planetu Merkura vymyslel Ptolemaios vzhledem k veliké excentricitě její dráhy ještě menší kruhový pohyb středu excentrického kruhu, aby pozorování planety souhlasila jakž takž s plochou vypočtenou.

Ptolemaiovi nelze se posmívat za to, že vymýšlel takové složité představy o pohybech Slunce, Měsíce a zejména planet. Nutno znovu uvážit, že kromě jedinečných pozorování Hipparchových existovaly tehdy i vynikající úspěchy řecké matematické vědy v oboru geometrie, jež po stránce reálné i formální byly jedinečné svého druhu. Fyzikální poznání bylo tehdy nepatrné a veškerá teorie zůstávala proto jen na půdě geometrie. Proto dnes chápeme, že Ptolemaios — teoretik se vysmívá ve svém *Almagestu* myšlence Aristarchově, že se Země otáčí od západu k východu a jako důkaz uvádí, že atmosféra obklopující Zemi, skládající se z jemných, málo vážitelných molekul, nemůže býti unašena Zemí, ježto by se musela pohybovat ve smyslu opačném, tj. od východu k západu.

Nicméně vnučuje se otázka proč Ptolemaiovo vysvětlení o pohybu nebeských těles se tak dlouho udržovalo, tj. do doby Kopernikovy nebo vlastně až do doby Keplerovy. Přitom nutno podotknouti, že Ptolemaios tvrdil, že průměr Slunce je $5\frac{1}{2} \times$ větší než průměr Země a průměr Země $3\frac{2}{5} \times$ větší než průměr Měsíce. I v době po Kopernikovi našlo jeho tvrzení převzaté od Aristarcha, že Země je planeta a že spolu s ostatními planetami obíhá kolem Slunce, ještě mnoho vážných odpůrců. Důvodů pro to bylo více. Předně bezprostřední zisk pro počtářskou astronomii byl malý, protože k dispozici bylo většinou jen málo starších pozorování, navíc k tomu velmi nepřesných. Tehdejší tzv. staropruské

tabulky sestavené Erasmem Reinholdem a vypočtené podle Kopernikovy teorie, udávaly místa planet lišících se od pozorovaných o mnoho stupňů. Také tvrzení Kopernikovo, že zastavení pohybů a tvoření smyček planet na obloze je způsobováno projekcí dvou drah v prostoru, bylo nepochopitelné. Mimo to nelze podceňovat ani skutečnost, že Ptolemaiova teorie byla pečlivě propracována po stránce geometrické, jež vědecký matematický svět zcela ovládala. Nic nebylo známo o síle pomoci které by se dalo vysvětlit proč planety obíhají kol společného nehmotnějšího středu. Tehdejší abstraktní myšlení bylo logicky vzato idealistickým pojmáním skutečnosti a vyproštění z této situace bylo možno jen za předpokladu, že bude prokázán vliv síly, jimiž na sebe působí hmotná tělesa. Dalším důvodem byla skutečnost, že nebyla prokázána tzv. roční paralaxa hvězd, v níž by se zobrazil roční pohyb Země kolem Slunce. Námitka vážná, ale i nevhodná v době, kdy měření se konala s přesností pouhých $\pm 2'$ zatím co dnes víme, že poloosa paralaktické elipsy nejbližší nám hvězdy Proximy Centauri je rovna pouze $0,76''$.

Tenkráté si Kopernik i nadále představoval, že i když se planety pohybují kolem Slunce, že tak činí po Ptolemaiových excentrických kruzích. Z tohoto důvodu ponechal ve svých představách i epicykly. U Marse Kopernik doporučoval ponechat epicykl s tak voleným poloměrem, aby pohyb planety odpovídal pozorováním z let 1512, 1518 a 1523, která sám konal. Svou úpravou se Kopernik domníval, že docílil jistého úspěchu proti Ptolemaiově hypotéze. Prokázal tím nesporně své teoretické založení proti Tycho de Braheovi, jehož největší podíl v pokroku astronomie byl v oboru pozorování a nikoliv teorie. Tycho setrval neochvějně na představě, že Země je nepohyblivá. Kol ní obíhá v excentrickém kruhu Slunce s planetami okolo něho obíhajícími. V té souvislosti není nezajímavé upozornit, že staroegyptská astronomie (před Ptolemaiem) si představovala, že Merkur a Venuše krouží kol Slunce a toto s ostatními planetami teprve kolem Země.

Záslouhou Kopernikovou a Tychonovou bylo, že stanovili na sobě nezávisle excentricitu domnělé sluneční dráhy, což v přeneseném smyslu znamenalo přibližně dvojnásobnou hodnotu excentricity dráhy Země, hodnotami 0,0323 a 0,0358 resp. Tyto hodnoty představují ovšem vzdálenost Ptolemaiova „punctum aequans“ přes střed excentrického kruhu ke středu Země. Vzdálenost středu excentrického kruhu od středu Země je tedy poloviční střední hodnotou obou těchto čísel, tj. 0,0170 jednotek poloměru excentrického kruhu. Představíme-li si místo excentrického kruhu elipsu, jejíž velká poloosa je rovna 1, pak hodnota 0,017 odpovídá numerické hodnotě excentricity Země v naší epoše. Hodnota takto spočtená jen proto se neliší od skutečnosti, že elipsa dráhy Země se jen málo liší od kruhu.

O Kopernikovi a Tycho de Braheovi třeba tedy říci, že oba byli velmi vzdáleni fyzikálnímu pojetí problému oběhu planet, jsouce stále ještě pod vlivem představ Ptolemaiových, že za nejideálnější geometrické útvary je třeba považovat kružnici a kouli.

První z hvězdářů, kdo tušil a postupně se v myšlence utvrzoval, že pohyb nebeských těles je ovládán silou, kterou nazýval silou magnetickou, působící do dálky a přitažlivou, jejímž působením může být nutnost, aby menší těleso obíhalo kolem velkého, byl Kepler. Byl hluboce pře-

svědčen o tom, že síla, která ovládá svět, je dokonalá, že vytvořila také dokonalou přírodu, kde vládne řád, harmonie. Již v prvním svém díle „Prodromus“ (vydané 1596) vyjadřuje kosmické ideje zpodobňující spojení pythagorejských představ s křesťanskými myšlenkami. Z meditací a snahy dopátrat se jaký zákon ovládá vzdálenosti planet, i on se domnívá, že ten kdo svět stvořil, konal tak na základě dokonalosti zpodobněnou geometrií. Ale vedle kružnice a koule existují podle Keplerova ještě jiné prostorové útvary, jež demonstrují tuto kosmickou dokonalost. Jsou to tělesa: krychle, čtyřstěn, dvanáctistěn, dvacetistěn a osmistěn. Koule k těmto útvarům opsané a vepsané představují podle Keplerova jednotlivé sféry planet známé už od Eudoxa. Tyto by mohly představovat podle Keplerova poměrné vzdálenosti planet od Slunce. Protože se však planety pohybují v excentrických kružnicích dává Kepler sféram určitou šíři, odpovídající největším a nejmenším vzdálenostem od Slunce. Saturn by se pohyboval po sféře opsané krychlí, Jupiter mezi sférou vepsané krychle a opsané čtyřstěnu a tak postupně až k Merkuru. Tímto uspořádáním sfér teoretizuje do jisté míry ve svých 27 letech jako Ptolemaios se svými epicykly: totiž s pomocí umělých zásahů chce docílit souhlasu s pozorováním z něhož by byly odvozeny jednotlivé vzdálenosti. Avšak touto myšlenkou vlastně ukázal a v sobě do- tvrdil, že mezi vzdáleností planet vládne určité uspořádání, jež je dokonale stabilní, což mělo velikou cenu pro další jeho přemýšlení. Kepler byl přesvědčen, že k dokonalému světu zpodobňovanému v první řadě dokonalými tělesy, je zapotřebí jen dostatek přesných astronomických pozorování, aby mohl svoji představu dokázat. Tato myšlenka byla hnací silou po dobu celého jeho života tak plodného a přece tak strastiplného, ba krutého. Uvidíme, až budeme mluvit o tom, jak přišel na svůj třetí zákon, jak jeho víra v harmonické uspořádání světa jej vedla kupodivu bezpečně ke zdárnému výsledku.

Abychom však pochopili hlavní zásluhu Keplerovu o vysvětlení pohybu planet, je třeba ještě trochu historie. Předchůdcové Keplerovi byli příliš po zásluze uznávanými vědci, kterým i přes jejich idealisticko-geometrické názory nelze upřít zásluhu pokud se týče na tehdejší dobu poměrně dokonalých pozorování. Největší zásluhy si zde ovšem získal Tycho de Brahe. Tento znamenitý dánský astronom sestavil během 21 let na své observatoři na ostrově Hween za pomoci četných žáků nejen seznam pozic hvězd, ale pozoroval po léta i polohy Slunce, planet a komet. V této své práci nadále pokračoval po svém příjezdu do Čech. Zde dokončil za pomoci Longomontanovy svojí teorii pohybu Slunce a Měsíce, a když chtěl zpracovávat svá početná pozorování planet, náhle zemřel v roce 1601. Rok před jeho smrtí přechází do Prahy Kepler a shledává, že Tycho shromáždil velmi četná pozorování Marse. Kepler se nabídl Tychonovi, že pozorování Marse zpracuje. Avšak Tycho váhá z různých důvodů. V první řadě se domnívá, že by měl pozorování zpracovat sám podle své teorie. Svá pozorování Keplerovi nepředává a jen částečně s nimi Keplerova seznamuje. Nelze tedy zamlčovat skutečnost, že teprve smrt Tychonova umožnila Keplerovi teoretickou práci o této planetě. Ovšem nelze opomenout ani tu skutečnost, že použití Tychonových pozorování naráželo na obtíže ze strany jeho pozůstalých. Ti uváděli — hlavně ústy Tychonova zete Tengnagela, který byl radou při dvoře Rudolfa II. — že Kepler nemá nárok na to, aby zpracovával

Tychonova pozorování, protože se jeho pojetí „světa“ (jak se tehdy říkalo) nekryje s představou Tychonovou. Tengnagel byl dokonce tak domýšlivý, že o sobě tvrdil, že on sám může pozorování svého tchána zpracovat. Avšak Kepler jednak na základě skutečnosti, že pozorování byla konána na císařově hvězdárně a s jeho finanční podporou, prosadil, že pozorování patří observatoři a že bylo předsmrtným přáním Tychonovým, aby pozorování zpracoval a to podle vlastních úvah. Trvalo ovšem jistou dobu než byl spor s rodinou Tychonovou vyřešen. Když se tak stalo, mohl Kepler obrátit svou pozornost ke svému hlavnímu tématu, jež jej zajímalo a později tak ve vědeckém světě proslavilo, totiž k vysvětlení planetárních pohybů.

Zcela vědomě se počal zabývat s planetou Marsem. Tato planeta se pro pátrání v jakých křivkách se planety pohybují nejlépe hodila a to z mnohých důvodů. Předně u Marse padala v úvahu poměrně krátká doba oběhu, která dovoľovala pozorovat planetu po delší čas téměř ve všech bodech její dráhy. Také její značná excentricita a malá vzdálenost planety od Země, zejména v okamžiku opozice, slibovala způsobit, že každá nepřesnost ve tvaru dráhy vystoupí velmi zřetelně. Pozorování této planety, která shromáždil Tycho, se rozprostírala v době asi 16 let, tedy v době poměrně dlouhé; byla konána pravidelně podél celé dráhy přičemž nepřesnost se kterou Tycho de Brahe pozoroval byla maximálně $\pm 2'$.

Kepler ke své práci přistupoval s jasným programem, který se dá shrnout do dvou úloh: a) nalezení pohybových zákonů planet, b) určení jejich elementů. Výsledkem první etapy bylo nalezení tří pohybových zákonů, z nichž dva první byly objeveny v Praze a třetí v Linci. Výsledkem druhé etapy bylo sestavení tabulek, jež vyšly později pod názvem tabulky Rudolfské a jež dosavadní používané tabulky nahradily svou přesností velmi podstatně.

(Dokončení v příštím čísle)

Oto Obůrka:

ZÁKRYTY HVĚZD MĚSÍCEM FOTOELEKTRICKY

Na loňském kongresu Mezinárodní astronomické unie v Brightonu bylo věnováno celodenní jednání značného počtu členů několika komisí diskusi o dosavadních výsledcích a perspektivách fotoelektrického pozorování zákrytů hvězd Měsícem. Již sama skutečnost, že byla taková „spojená“ diskuse uspořádána, a že jí byly vyhrazeny současně dva přednáškové sály s 550 sedadly (do menšího sálu bylo jednání přenášeno televizí), svědčí o velikém zájmu o taková pozorování vzhledem k jejich vědeckému významu.

Pozorování zákrytů hvězd Měsícem patří již dlouhá desítiletí k typickým úsekům činnosti astronomů amatérů. Nejsou časově zvláště náročná a nevyžadují zvláštní kvalifikaci. V astronomických ročenkách a časopisech jsou uveřejňovány celoroční předpovědi, takže si pozorovatelé mohou vybrat — přeje-li jim počasí — vhodné příležitosti, aby sledovali náhlé zmizení hvězdy za tmavým okrajem Měsíce, případně očekávali okamžik jejího objevení na opačném okraji při skončení zákrytu. Podle

přístrojového vybavení může pozorovatel sledovat jasnější nebo i slabší hvězdy. Podstatné je vždy určení okamžiku zmizení nebo objevení hvězdy, což má stále význam pro zpřesňování našich znalostí o pohybu Měsíce.

Zákryty hvězd Měsícem jsou sledovány již více než tři století. Podle Newcomba pozoroval Bullialdus v roce 1623 zákryt jasné hvězdy Spiky. Se zdokonalováním hodin a časoměrných registračních zařízení přibývalo pozorování, i když polohy hvězd nebyly dostatečně přesně známy. První seznam očekávaných zákrytů s uvedením polohy Měsíce a hvězdy v okamžiku konjunkce byl uveden v ročenice Nautical Almanac pro rok 1824 a od roku 1834 byly uveřejňovány předpovědi zákrytů viditelných v Greenwichi. Až do roku 1896 se k výpočtu zákrytů používalo Besselovy metody, vyvinuté v roce 1828. V roce 1919 vydal prof. Ernest W. Brown na základě své měsíční teorie obsáhlé tabulky měsíčního pohybu, které vyvolaly zvýšený zájem o pozorování zákrytů, neboť umožňovaly srovnání pozorované polohy Měsíce s teorií.

Po celém světě vyrostla rozsáhlá síť pozorovatelů, protože i skromnými prostředky bylo možno pozorování provádět a dosáhnout požadované přesnosti. Měsíc se pohybuje po obloze průměrnou rychlostí jedné úhlové vteřiny za dvě časové vteřiny, takže stačí teoreticky přesnost v určení času na 0,2 vteřiny, abychom určili polohu Měsíce s přesností 0,1 obloukové vteřiny, což představuje zhruba 200 m na měsíční dráze.

Pro zpracování pozorování — která již amatéři zpravidla neprovádějí — je nutno znát také polohu pozorovatele, která může být určena zeměpisnými souřadnicemi s přesností aspoň 10 vteřin v šířce i v délce a výškou nad povrchem referenčního geoidu s přesností aspoň na 30 metrů.

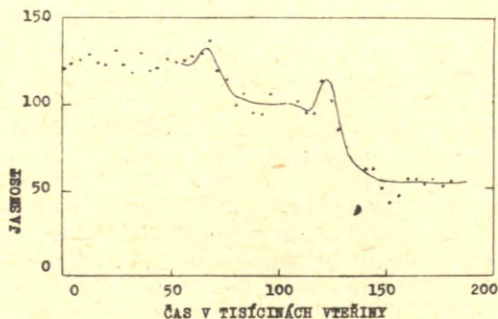
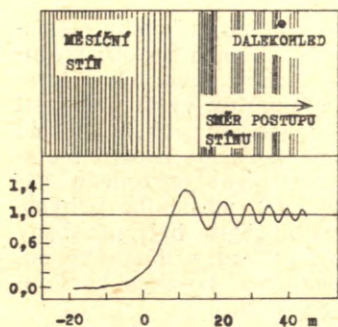
Aby bylo možno určit v okamžiku zákrytu optický střed Měsíce, který není totožný s těžištěm, je ovšem nutno znát zdánlivý poloměr Měsíce za předpokladu, že je kulový, dále tvar měsíčního okraje v bodě zákrytu a polohu zakrývané hvězdy. To je však již úkolem zpracujícího vědeckého pracoviště.

Již po řadu desetiletí provádějí výpočetní střediska U. S. Naval Observatory a Royal Greenwich Observatory předpovědi zákrytů pro veliký počet stanic po celém světě a také ohromný pozorovací materiál zpracovávají. Předpovědi rozesílané hvězdárnou ve Valašském Meziříčí československým pozorovacím stanicím jsou rovněž vypočítány výše uvedenou námořní observatoří.

Nehodlám v tomto kusém nástinu vývoje a stavu vizuálních pozorování rozvádět celou problematiku metody a její přesnosti, nebo nejistoty jednotlivých faktorů.

Výzkumné programy založené na pozorování zákrytů hvězd Měsícem neřeší v poslední době jen klasické otázky měsíčního pohybu, ale dotýkají se některých dalších závažných problémů.

Měsíc se pohybuje podél ekliptiky v pásu širokém 11° , v němž leží 5 jasných hvězd (Aldebaran, Antares, Pollux, Regulus a Spica), skupina Plejád a tisíce dalších slabších hvězd. Z pozorování jejich zákrytů odvozuji se dnes informace o změnách rychlosti zemské rotace, určují se systematické korekce měsíčních efemerid, polohy hvězd pro hvězdné katalogy, počítají rozměry hvězd a vzdálenosti složek těsných dvojhvězd.



Vlevo obr. 1. Ohybové jevy při zákrytu Měsícem. — Vpravo obr. 2. Průběh zákrytu dvojhvězdy BD —3 3289 na Mc Donaldově hvězdárně

Nejprve si ujasněme fyzikální základ pozorovací metody. Měsíc pohybující se mezi vzdálenou hvězdou a naším pozorovacím místem vrhá na Zemi stín, který se rychle pohybuje po zemském povrchu. Slabý stín vyvolaný zářením jedné hvězdy nemůžeme pozorovat, poněvadž jej přezáří světlo celé noční oblohy i světlo Měsíce. Stín měsíčního okraje vyvolaný uvažovanou hvězdou skutečně existuje, není však ostrý, neboť je ovlivněn ohybovými jevy, jak je známe z vlnové optiky, když se světelné paprsky ohýbají kolem překážek. Světlo z bodového zdroje se na přímé hraně ohýbá a na stínítku vzniká řada Fresnelových ohybových proužků rovnoběžných s hranou (obr. 1). Při sledování zákrytu dalekohledem přechází naším zorným polem tyto tmavší proužky, takže pozorujeme kolísání jasnosti hvězdného světla, než hvězda zmizí za měsíčním okrajem, než vstoupíme do úplného stínu. Fotoelektrické pozorování zákrytů je založeno na sledování těchto změn jasnosti. Rozdělení jasnějších a tmavších pruhů je závislé na vlnové délce světla, v němž pozorujeme. Při pozorování v monochromatickém světle je rozdělení pásů velmi zřetelné, obvyklá pozorování v širokém pásmu optických frekvencí působí však rozmazání jemných proužků.

Pro podrobnou diskusi průběhu jevu bylo by nutno znát vlnový obor pozorování, průměr dalekohledu, spektrální typ hvězdy, atmosférické podmínky a konečně i polohu Měsíce vzhledem k místu pozorovatele. Skutečná doba průchodu ohybových proužků závisí i na místě měsíčního okraje, kde k zákrytu hvězdy dochází. Nejvýhodnější jsou z toho hlediska zákryty téměř tečné, kdy směr pohybu hvězdy svírá malý úhel se směrem proužků.

Ke klasickým problémům studovaným pomocí zákrytů hvězd Měsícem patří kontrola rychlostí zemské rotace a zdokonalování teorie měsíčního pohybu.

Rozdíly mezi pozorovaným středním pohybem Měsíce, odvozeným z pozorování zákrytů za tři století a mezi teoretickým pohybem vyplývajícím z gravitační teorie, vedly k závěrům, že se zemská rotace zpomaluje. I když nyní atomové hodiny dávají mnohem přesnější údaje o zemském zpomalování, mají zákryty stále podstatný význam pro určení, zda rozdíl mezi atomovým a efemeridovým časem je konstantní.

Pro výpočet měsíční dráhy slouží stále tabulky E. W. Browna z roku

1919, které obsahují odvození analytické teorie velmi rušeného měsíčního pohybu pomocí rozsáhlých rozvojų o 1500 členech na 660 stránkách. Moderní počítače však dnes umožňují přímou numerickou integraci rovnic pohybu, čímž je možno získat efemeridy vyšší přesnosti a pro kratší časové úseky. Obtíže přesného vyjádření pohybu působí však stále vlivy slapového tření, které dosud nedovedeme vhodně matematicky vyjádřit diferenciálními rovnicemi. Soustavná pozorování zákrytů zůstávají proto důležitou složkou předpovědi měsíčního pohybu.

Další chyby v přesném určení středu měsíčního tělesa byly způsobeny nepravidelnostmi měsíčního okraje. C. B. Watts provedl přibližné mapování měsíčního profilu, které umožňuje zavést další korekce ke konstantám měsíční dráhy a zlepšit přesnost předpovědi.

Velký zájem je v poslední době věnován otázce neprecesního pohybu počátku naší rovníkové souřadnicové soustavy. Sklon ekliptiky se dlouhodobě mění, což bylo zjištěno z více než stoletých meridiánových pozorování Slunce, Měsíce a planet. Koncem minulého století Newcomb vytvořil k výkladu jevu teorii založenou na sekulárních poruchách dráhy Země v prostoru. Současná hodnota uvedených dlouhodobých změn je $-47,13'' \pm 0,13''$ za sto let. Mezi pozorovaným a teoreticky odvozeným dlouhodobým vývojem změn ekliptiky jsou však nesrovnalosti v rozsahu $-0,32''$ za století, které nelze přičíst gravitačním oběžnému pohybu Země. Byla vypracována řada velmi rozdílných domněnek o příčinách těchto nesrovnalostí, které také snižují přesnost údajů o polohách hvězd. Proto jednou z cest pro teoretické řešení je opatření přesného materiálu z pozorování zákrytů, ovšem za předpokladu, že bude možno vyloučit chyby vznikající z nepravidelnosti tvaru a pohybu Měsíce.

V poslední době se rozvíjí úsilí používat průběhu zákrytů k určování průměrů hvězd. Již v roce 1909 navrhl MacMahon, aby z času potřebného k vymizení světla hvězdy byl odvozen její průměr, neboť hvězda o úhlovém průměru 0,001 obloukové vteřiny by měla zmizet v době 0,002 vteřiny, což by se dalo měřit vhodnou fotografickou registrační technikou. Eddington tehdy upozornil, že ohyb světla na měsíčním okraji prodlouží vymizení světla asi na osminásobek, a že by bylo možno použít této metody pouze pro velmi jasné hvězdy. V roce 1936 odvodil Arnulf z pozorování ohybových proužků průměr Regula hodnotou 0,0018 obloukové vteřiny. V roce 1968 naměřil H. Brown intenzitním interferometrem hodnotu 0,0013 obloukové vteřiny.

V roce 1939 prováděl Whitford velmi rychlá fotoelektrická pozorování, aby zkoumal strukturu ohybových proužků. Tím se rozšiřovaly a prohlubovaly znalosti o projevech ohybových jevů. V padesátých letech usku-tečnil Evans v jižní Africe řadu pozorování zákrytů červené obří hvězdy Antara a později též hvězdy μ Geminorum a pro jejich průměry našel hodnoty 0,040 a 0,023 obloukové vteřiny.

Určování hvězdných průměrů z průběhu zákrytů je však dosti obtížné, neboť je velmi závislé na úhlovém průměru, jasnosti a spektru hvězdy, i šířce vlnového pásma pozorování. Všechny tyto faktory ovlivňují rozdělení, intenzitu a vzhled ohybových proužků, jejichž rozbořem jsou potřebná data získávána. Nepravidelnosti měsíčního okraje způsobují rozmazání nebo deformace ohybových proužků. H. Brown provádí nyní měření průměrů hvězd s větším úspěchem intenzitním interferometrem.

Přístroj je velmi vhodný pro měření modrých hvězd, jeví se však nevhodující pro hvězdy červené. Ze 17 spolehlivě změřených průměrů bylo 15 získáno intenzitním interferometrem. Úsilí o měření hvězdných průměrů pomocí zákrytů však stále pokračuje.

Dříve zmíněný MacMahon vyslovil v roce 1909 také názor, že z anómálního průběhu některých zákrytů se dá usuzovat, že zakrývaný objekt je dvojhvězda. Dvě hvězdy stejné jasnosti vzdálené 0,03 obloukové vteřiny ve směru průchodu ohybovými proužky zmizí v časovém odstupu 0,01 vteřiny. Vizualní pozorovatelé skutečně vícekrát upozorňovali na nezvyklý průběh světelných změn při pozorování zákrytů. Pravděpodobně šlo v některých případech o zákryty těsných dvojhvězd.

V roce 1952 byla při fotoelektrickém pozorování zákrytu objevena podvojná hvězda 228B Aurigae a určena vzdálenost složek 0,05 obloukové vteřiny. Při sledování zákrytu spektroskopické dvojhvězdy 27 Tauri v roce 1970 byla naměřena úhlová vzdálenost složek 0,0061 obloukové vteřiny a zjištěno, že vedlejší složka je o 1,9 magnitudy slabší než složka hlavní.

R. B. Her vydal v roce 1969 seznam spektroskopických a zákrytových dvojhvězd z okolí ekliptiky pro pozorovatele, kteří pracují na určování parametrů dvojhvězdných soustav analýzou ohybových jevů vznikajících při zákrytech Měsícem.

Protože poziční úhly hvězdných dvojic jsou velmi rozmanité, je průběh změn jasnosti často složitý a nepřehledný, takže jsou nutná pozorování většího počtu zákrytů těchto objektů, a to z několika stanic. Lze však objevovat a proměřovat dvojhvězdy i o stokrát menších vzdálenostech složek, než je možno jinými technikami.

Vzhledem k rychlému průběhu zákrytů jsou k sledování a registraci optických změn nutné velmi citlivé, věrně a rychle pracující přístroje. Od roku 1939, kdy Whitford poprvé použil elektronkového zesilovače a plynové fotonky k měření velmi jasných hvězd, dosáhl vývoj moderních fotonásobičů i registrační a časoměrné techniky takového stupně, že se mnohonásobně zvýšil počet hvězd vhodných k sledování a měření.

Doba průchodu ohybovými pruhy a s tím související světelné změny závisí na poloze Měsíce na obloze, neboť se různě uplatňuje pohyb pozorovatele na rotující Zemi. Nejrychlejší průběh zákrytu vidíme, když je Měsíc na obzoru, kde rychlost měsíčního stínu je 0,9 metrů za tisícinu vteřiny. Je-li Měsíc vysoko, blízko meridiánu, takže se plně projevuje zemská rotace jako zpomalování relativního měsíčního pohybu, zpomaluje se časové měřítko až na 0,12 metrů za tisícinu vteřiny. Z toho důvodu je výhodnější sledovat zákryty hvězd v okolí meridiánu, celý průběh je rozložen v delším čase.

Velké obtíže při vyhodnocování fotoelektrických pozorování zákrytů působí nepravidelnosti měsíčního okraje. Pro dřívější omezenou přesnost časových údajů při vizuálních pozorování zákrytů vyhovovala představa, že měsíční disk má pravidelný hladký okraj. Využití nynější časové přesnosti je možné jen při podrobné znalosti měsíčního profilu. Dosud se berou k zpřesnění polohy Měsíce korekce určené z fotografií, pořízených pozemskými astronomickými dalekohledy, jež jsou však stále zdrojem chyb v určení polohy měsíčního tělesa, což se projevuje jako snížení přesnosti časového určení asi na 0,1 vteřiny. Okamžiky jednotlivých zákrytů je však dnes možno určit na 0,001 až 0,002 vteřiny,

což je 50 až 100krát vyšší přesnost, než jaké je možno využít. Je proto stále vedeno úsilí zpřesnit podstatně znalosti o okrajovém reliéfu měsíčního kotouče a tím také zlepšit korekce. Předpokládá se, že se toho dosáhne přesnější topografií kritických částí měsíčního tělesa pomocí kosmických sond.

Vědecké observatoře sledující systematicky zákryty hvězd Měsícem se snaží dodržovat přesnost časových údajů na 0,001 vteřiny nebo ještě vyšší v naději, že bude možno pozorovací materiál později znovu vyhodnotit. Dosáhne-li se v určení obvodových útvarů přesnosti na 1 m, může být určena vzdálenost dvou hvězd, procházejících během téže noci měsíčním zákrytem na 0,001 obloukové vteřiny, což může mít význam i pro určování trigonometrických paralax.

Nová technika fotoelektrického sledování zákrytů hvězd Měsícem neurčuje tedy jenom okamžik zmizení hvězdy za měsíčním diskem, ale dochází k určení tohoto okamžiku i ke všem výše uvedeným výsledkům podrobným rozbořem průběhu světelných změn vyvolaných ohybovými jevy. Protože skutečný úspěch této pozorovací techniky je možný jen při soustavné spolupráci velkého počtu observatoří rozmístěných po celém světě, vyšla z diskuse v Brightonu výzva k podstatnému rozšíření fotoelektrických pozorování.

Josef Olmr:

VZNIK A VÝVOJ RADIOASTRONOMIE

Abychom našli první narážku o radioastronomii ve vědecké literatuře, je třeba jít nazpět do XIX. století. Maxwell se svou slavnou teorií o elektromagnetické povaze světla vzbudil pozornost vědeckého světa. Hertz v r. 1889 ukázal na elektromagnetickou povahu rádiových vln: dokázal totiž, že není podstatného rozdílu mezi vlnami rádiovými a viditelnými; rozdíl je jen v délce vln. Všechny se šíří ve vzduchoprázdnu přímo rychlostí zhruba 300 000 km/s. Lodge v Anglii a Deslandres ve Francii si položili otázku, proč by Slunce, nejsvětelnější zdroj na obloze, rovněž nevyšlalo rádiové vlny nově objevené.

Bohužel tito vědci neměli k dispozici přístroje, kterými by se prokázala správnost intuice. Známé koherery Branlyho a galenitové detektory, které přišly potom, byly příliš málo citlivé. Kromě toho zákony šíření rádiových vln v atmosféře a na anténách byly prakticky neznámé. První pokusy, provedené Scheinerem a Wilsingem v r. 1892, neměly úspěch. Ani pokusy Nordmanna, provedené v r. 1901, nebyly úspěšné. Uveďme jen několik detailů z Nordmannovy práce o průzkumu rádiových vln vyzařovaných Sluncem „při pokusu provedeném 19. září 1901 za krásného počasí a oblohy bez mraků“ na svazích Mt Blancu. Přijímač se skládal z horizontální antény o délce 175 m, umístěné na Bossonském ledovci, na dřevěných izolujících podstavcích tak, aby k polední sluneční paprsky dopadaly kolmo na anténu. Volba vysoko položené stanice k tomuto výzkumu měla eliminovat v největší míře atmosférickou absorpci a zejména vodní páru...“ Volba ledovce jako podstavce antény byla velmi důležitá. Ledovec se může považovat za dokonale izolátor a jako takový je průhledný pro rádiové vlny. Přijímač popsal

jako „indikátor vln, tvořený rádiovým vodičem, ponořeným do rtuti v nádobě; rtuť tvořila neprůhledný obvod pro rádiové vlny přicházející z vnějšku.“ Přes všechno úsilí došel Nordmann k negativním výsledkům a vyvodil závěr trochu ukvapený: „Z toho vyplývá, že Slunce nevysílá rádiové záření, šířící se podél drátů a schopné ovlivnit rádiové vodiče; jestliže je Slunce vysílá, je záření úplně absorbováno vrchními vrstvami zemské atmosféry.“

Poslední pokusy tohoto druhu pocházejí asi z r. 1905. Po těchto prvních zkušenostech astronomové ztratili odvahu, a nejen že vyklidili pole, nýbrž úplně zapoměli na vědecká slova svých předchůdců o existenci rádiových vln. A to i tehdy, kdy technika přijímačů šla rychle kupředu. Žádný pokus nebyl proveden a astronomové nevyužili zatím nijak geniálního objevu. Přestože citlivost přijímačů se rychle zvětšovala, technika antén se rozvíjela a dovozovala první spojení na velkou vzdálenost, a přestože byly podmínky pro úspěch již v době po první světové válce, nikdo nemyslel na to, aby nařídil antény na hvězdy.

První poselství z vesmíru, sdělené rádiovými vlnami, přijal americký vědec českého původu Janský. Janský byl inženýrem radiotechniky v Holmdelu, stát New Jersey, kde bylo sídlo laboratoří firmy Bell Telephone. V roce 1930 Janský uvedl do provozu rádiové spojení na krátkých vlnách mezi Spojenými státy a Anglií. Na tu dobu to byla velká vzdálenost a spojení bylo rušeno různými druhy parazitů. Janský byl pověřen úkolem vyhledat původ těchto emisí. K tomu účelu sestrojil velkou orientovatelnou anténu. Anténa byla vertikálně polarizovaná, nesměrovaná; její délka byla 30,48 m a výška 3,66 m. Anténa byla montována tak, že se mohla otáčet v azimutu; pomocí synchronního motoru se otočila o 360° za 20 minut. Anténa byla spojena na svou dobu s citlivým přijímačem, který měl na výstupu registrační pásku, na níž se zaznamenávala emise. Časová konstanta byla velká. Janský pracoval s vlnovou délkou 14,6 m. Anténa byla dostatečných rozměrů, aby se zhruba mohlo říci, odkud přijaté vlny přicházejí. Po roce mohl Janský studovat změny hladiny přijatých parazitů jako funkce směru a času. Došel k závěru, že existují tři hlavní zdroje parazitů: první odpovídá blízkým bouřkovým bleskům — tedy málo směrovým, druhý bouřkám mnohem vzdálenějším a třetí zdroj — stabilní, by odpovídal „existenci elektromagnetických vln v zemské atmosféře, které přicházejí zdánlivě z pevného směru v prostoru. Provedená pozorování dávají jako souřadnice tohoto směru hodinový úhel 18 hodin a deklinaci 10° “. To jsou vlastní slova Janského, která pronesl před kongresem Mezinárodní vědecké rádiové unie ve Washingtonu v dubnu 1933. O prvních výsledcích však referoval Janský již v lednu 1932 a výsledky byly publikovány. Jestliže bychom měli tedy určit den narození radioastronomie, zdá se, že nejvhodnější datum by byl leden 1932.

Janský hledal příčinu rádiové emise. Myslel nejdříve na hvězdy, ale poněvadž se mu nepodařilo měřit rádiové záření Slunce — Slunce bylo totiž v minimu aktivity — odmítl tuto hypotézu a pak se věnoval již jiné činnosti. Poněvadž viděl podobnost mezi tím, co přijímal na anténě a „šumy“, k nimž docházelo v přijímačích v důsledku termického pohybu elektronů v odparech, přisoudil kosmické vlny termickému kmitání nabitých částic, které tvoří velkou část mezihvězdného plynu a vyskytují

se zejména podél Mléčné dráhy. To se ukázalo — alespoň částečně — správně. Janský pozoroval na vlnové délce 14,6 m a byl si vědom toho, že je třeba větších antén a lepších přijímačů. Sám navrhl parabolické zrcadlo (1935) o průměru 35 m, avšak nenašel pro svůj plán podpory. Tento návrh, který obsahoval zárodek revoluce v astronomické technice, nevzbudil patřičný zájem tehdejších astronomů. Avšak v díle Janského pokračoval jiný inženýr radiotechniky, zkušený astronom amatér Reber ve Wheatonu (stát Illinois). Sestrojil první radioteleskop, hodný toho jména. Reber předpokládal, že záření objevené Janským se řídí Planckovým zákonem záření černého tělesa, a že je tudíž silnější na kratších vlnách. Podle toho prováděl svá první pozorování na vlně 9,1 cm (3300 MHz), avšak s negativními výsledky. Přeladil svůj přijímač proto na 33 cm (910 MHz), avšak ani tady se nedostavily výsledky. Proto Reber přebudoval svůj přijímač na vlnovou délku 1,87 m (160 MHz) a na jaře 1939 zjistil první známky záření. To mu dovolilo načrtnout první mapu rádiového záření oblohy, kterou v r. 1944 publikoval. Ve srovnání s mapami pořízenými v poslední době je Reberova mapa velmi dobrá. Uvážíme-li jednoduchost přístroje, byl to velký úspěch. Podle Reberových slov maximum záření „je v souhvězdí Střelce. Menší maxima se ukazují v Labuti, Kassiopei, Velkém psu a Lodní zádi; nejnižší minimum je v Perseu.“ Reber viděl jasně důležitost těchto výzkumů pro astronomii, avšak jeho publikace vzbudily tehdy jen málo pozornosti u astronomů. Struke, tehdy vydavatel významného časopisu *Astrophysical Journal*, jen se zdráháním publikoval jeho články z obav, že výsledky se mohou ukázat nesprávnými.

Co se nepodařilo Janskému a Reberovi, to se podařilo Angličanu Heyovi. Hey sloužil během války jako důstojník u radarů. Svými přístroji vyhledával nepřátelská letadla, která se pokoušela přelétnout La Manche. V té době radary užívaly zejména metrové vlny a přístroje, s nimiž pracoval Hey, byly naladěny na dva metry. Obrazy byly často rušeny emisí neznámé povahy. Příjem byl zejména špatný 26., 27. a 28. února 1942 a Hey hledal příčinu. Zjistil, že rušení je zvláště silné, když přístroje směřovaly na Slunce. To ho přivedlo k závěru — zejména když zjistil, že na Slunci byla tehdy velká skupina skvrn — že Slunce je silným zdrojem rádiové emise. Přisoudil emisi správně oblastem viditelného aktivního centra. V téže době Američan Southworth objevil rádiové záření na 3 cm. Hey publikoval své objevy v r. 1945 s analýzou slunečních jevů současně probíhajících, od astronoma Strattona.

Válka učinila nesmírné pokroky v technice. Armáda uvolnila četné radarové specialisty, kteří chtěli použít v civilním životě poznatků, kterých nabyli. A tak byly dány podmínky k rychlému rozmachu nové vědy. Zejména dvě země jsou spojeny se začátky radioastronomie; Anglie a Austrálie. Ale i jinde se vytvořily rychle pracovní skupiny (Spojené státy, Sovětský svaz, Francie, Holandsko, Japonsko a další). Mnoho observatoří má dnes rovněž radioastronomickou službu. Radioastronomie se připojila k optické astronomii a obě odvětví se vzájemně doplňují.

Heyova pozorování Slunce byla doplněna Australany Pawseyem, Scottem, Mc Creadym a Angličany Rylem a Vonbergem, kteří ukázali, že velká sluneční emise pochází ze zdrojů malých rozměrů, přidružených

slunečním skvrnám. Potom přišla měření polarizace rádiových vln a rozeznání různých typů emise z různých oblastí rádiového spektra.

V roce 1950 Wild uvedl do provozu první rádiový spektrograf, který dává okamžité spektrum sluneční emise a její změny v čase. Wild odvodil spektrální klasifikaci slunečních záblesků, která je dosud v platnosti. (Rozeznával typ I., II., III. a Boisshot doplnil řadu typem IV.)

Současně s radioastronomií sluneční se vyvíjela radioastronomie galaktická a mimogalaktická. Janský a Reber zjistili, že existuje spojitá emise podél Mléčné dráhy. Hey, Parson a Phillips však ukázali, že na této emisi je superponována emise zdrojů malých rozměrů. Existence rádiových zdrojů byla potvrzena Australany Boltonem a Stanleyem. Byly pořizovány jejich katalogy, avšak zůstávaly tajemnými objekty až do doby, kdy Baade a Minkowski, pracující s největším optickým dalekohledem světa, mohli ztotožnit některé zdroje s viditelnými objekty. Rádiové zdroje jsou předmětem průzkumu četných pracovních skupin. Objev quasarů v r. 1963 ještě umocnil zájem o tyto průzkumy, neboť dovolují řešit některé kosmogonické problémy.

Slunce a rádiové zdroje nejsou jediným polem, kde radioastronomie mohla přispět podstatně k poznání vesmíru. Záření Měsíce, objevené poprvé Dickem a Beringerem v r. 1945, dovolilo studium jeho povrchu. Záření planet je ještě zajímavější. Záření Jupitera bylo poprvé objeveno v r. 1955 Burkem a Franklinem na vlnové délce 15 m, kde se to neočekávalo. Později se ukázalo, že jde o oblast částic vysokých energií, obklopující planetu. Pozorování v oblasti centimetrových vln umožňuje i určování teploty na povrchu planet.

Zprávy

PROF. J. M. MOHR SEDMDESÁTNIKEM

Prof. dr. J. Mohr, zakladatel československé školy stelární astronomie, řádný profesor astronomie University Karlovy a dlouholetý šéfredaktor Říše hvězd, se dožívá dne 26. listopadu 1971 sedmdesátí let.

Prof. dr. J. Mohr je pražský rodák, avšak své mládí prožil v Jihlavě a Telči, kde maturoval na tehdejší státní reálce. Veden zájmem o fyziku a astronomii studoval v letech 1919—23 tyto vědy na přírodovědecké fakultě KU v Praze. V roce 1923 odchází na jednoroční studium na pařížskou Sorbonnu, kde pracoval pod vedením Deslandresovým a Pérotovým na disertační práci v oboru spektroskopie. V roce 1925 byl promován na přírodovědecké fakultě KU na doktora přírodních věd. Pro mladého vědce však nebylo doma vhodné umístění, a proto odchází do ciziny. V letech 1927—28 působil jako astronom na alžírské universitní hvězdárně. Avšak již v roce 1928 získává asistentské místo na universitních ústavech, nejdříve v Bratislavě, později v Brně a Praze. V r. 1934 se habilitoval na Karlově universitě pro obor astronomie a astrofyziky. V té době vznikají jeho nejzávažnější práce v oboru stelární astronomie. Za okupace, po uzavření vysokých škol, je přeložen na Státní hvězdárnu v Praze, kde spolupracuje s Guthem, Šternberkem a Linkem na první verzi později velmi populární „Astronomie“. Po osvobození byl jmenován řádným profesorem astronomie na universitě v Brně s platností od 1. října 1945. V Brně vybudoval prof. Mohr jedno z velmi dobře vybavených astronomických pracovišť v ČSSR. Jeho žáci jsou dnes většinou světově uznávaní odborníci v oboru stelární statistiky a dynamiky i jiných astronomických a astrofyzikálních disciplín. V roce



1953 přechází prof. Mohr zpět do Prahy na matematicko-fyzikální fakultu KÚ; zde téměř 14 let byl vedoucím katedry astronomie a meteorologie, dříve katedry astronomie, geofyziky a meteorologie.

Prof. Mohr zastával v dřívějších letech četné významné funkce, pokud mu to dovoloval jeho zdravotní stav. Vykonal řadu studijních cest do ciziny (observatoře v Leydenu, Groningen, Paříži, Cambridgi a Greenwichi), zúčastnil se mezinárodních sjezdů a je členem Royal Astronomical Society v Londýně a Mezinárodní astronomické unie.

Prof. dr. J. Mohr započal svoji vědeckou dráhu jako fyzik-spektroskopik. Avšak během svých studií v Paříži se setkal na astrofyzikální observatoři v Meudonu s badateli H. Deslandresem a prof. Pérotem a tím byl jeho zájem obrácen k astronomii, kterou již nikdy neopustil. Jeho speciální zájem o stelární astronomii byl vyvolán pobytem v Cambridgi a zejména pak v Leydenu u prof. Oorta.

Z řady jeho studií je třeba se zmínit zejména o řešení problému rozptylových rychlostí hvězd. Rozptylovým rychlostem hvězd v okolí našeho Slunce jsou věnovány dvě rozsáhlé práce „Etude préliminaire du terme K“ (Publ. Astr. 8,481, 1932) a „Second study of the K-term“ (Věstník Král. Čes. spol. nauk, 1936). V té době podle Campbella se soudilo, že hvězdy v okolí Slunce se rozptylují rychlostí kolem $+4,0$ km/s na všechny strany, což je efekt tzv. členu K. Prof. Mohr z analýzy pohybů 1636 hvězd v okolí Slunce odvozuje, že člen K v radiálních rychlostech hvězd je mnohem menší, kolísá kolem $+1,0$ km/s, a zjišťuje dále, že relativní rychlost Slunce podle různých hvězdných grup je různá, a že člen K má pravděpodobně dvě složky — gravitační Einsteinovu a dynamickou. Pozdější velmi přesnou analýzou dochází dokonce k ještě menším hodnotám a jako vůbec první uvádí domněnku, že člen K ve skutečnosti neexistuje. Toto stanovisko je dnes uznáváno.

Důležitou otázkou, stanovením vzdálenosti středu Galaxie od Slunce, se prof. Mohr zabývá v práci „The distance of the galactic centre“ (Věstník Král. Čes. spol. nauk, 1938), kde odvodil nový systém rovnic pro řešení tohoto problému. Výsledná rovnice pro vzdálenost centra obsahuje ještě čtyři další neznámé, ale prof. Mohr dosáhl řešení postupnými aproximacemi ze změněných hypotéz. Rozsáhlé numerické výpočty dávají limitu, že vzdálenost centra je spíše rovna 10 kpc než hodnotám často uváděným, tj. asi 7000—8500 parseků.

V pozdějších letech nastává v jeho vědecké činnosti delší přestávka, neboť se velmi intenzivně věnuje organizačním otázkám vysokoškolského studia. Nicméně publikuje práce o pohybech žhavých hvězd společně se svými žáky.

V současné době připravuje nové zpracování elipsoidu rychlosti hvězd typu A moderními samočinnými počítači.

Prof. Mohr se zasloužil významně nejen o reorganizaci universitního studia astronomie, ale položil i základ pěstování stelární astronomie a astrofyziky u nás.

Činnost prof. Mohra má všechny znaky harmonického rozdělení mezi povinností pedagogické, organizační a vědeckou práci. Získal si tím trvalé uznání nejen starších astronomů, ale i všech svých žáků — což je převážná většina mladé československé astronomické generace, jejíž příslušníci přejí jubilantu mnoho dalších spokojených let.

V. V.

75 LET FRANTIŠKA KADAVÉHO

Před pěti léty v Říši hvězd [47,220; 11/1966] napsal Josef Klepešta: „Ne, u každého vyznívá životní bilance tak příznivě jako u Františka Kadavého (nar. 12. 11. 1896). Stačí si přečíst v RH 11/1956 výčet jeho obětavé práce... Ještě dnes pokračuje v osvětové činnosti...“ Je milé mocí po dalších pěti letech opsat a tak stvrdit neměnnou pravdu o dosud nebývale aktivním předšedovi pražské pobočky ČAS při ČSAV, členu redakční rady Říše hvězd a spolupracovníku petřínské hvězdárny, kterou vedl a měl tak rád.

Vzpomínám na dobu před více než dvaceti léty, kdy rukou laskavou a s chápavým pohledem jsem byl poprvé vpuštěn k dalekohledům hvězdárny „panem Ký“. Kolik nás bylo za více než třicet let jeho činnosti na Petříně! Kolik z nás zůstalo u astronomie nebo jiných přírodních a technických věd. Za nás za všechny i za ostatní přátele přeji mnoho zdraví do dalších let a mnoho úspěchů v činnosti.

Oldřich Hlad

ALOIS VRÁTNÍK ŠEDESÁTNIKEM

Až bude jubilant číst tyto řádky, objeví se na jeho tváři skeptický úsměv a zvýšeným, věčně nespokojeným hlasem zaprotestuje v domnění, že „když někomu dávají medaile a píší o něm články, je to s ním špatně“. Jistěže je to nelibostný běh času, který vede ke vzpomínkám. Jsou-li však tyto vzpomínky plné práce a lásky k činnosti, kterou jsme si nakonec zvolili za povolání, pak žádné životní jubileum nemůže být životním předělem a změnou k horšímu. Naopak!

Alois Vrátník, nar. 19. 11. 1911, se věnoval astronomii s velkým nadšením již před druhou světovou válkou. Zanícený pozorovatel meteorů a proměnných hvězd, autor gnómonických map a mapek proměnných zůstal astronomii věrný dodnes. Před více než patnácti léty se stal samostatným odborným pracovníkem petřínské hvězdárny. Je rozeným pozorovatelem a puntíčkářským počtářem. Tedy mužem praxe, kterých je vždy v přírodních vědách třeba. Těmito jeho vlastnostmi je poznamenána i jeho další činnost. Nejprve prováděl a organizoval vizuální a posléze fotografické sledování umělých družic Země. Jeho zásluhou činí stovky nafotografovaných a zpracovaných snímků družic z petřínské hvězdárny neaktivnější čs. stanici v minulém desetiletí.

Nechť se značka „V_k“ ještě dlouho objevuje na protokolech. Čekají družice a čeká i mládež na předání zkušeností. Do další činnosti přejeme neměnně přísun energie a hlavně zdraví a duševní pohodu.

Oldřich Hlad

Co nového v astronomii

PŘESNÉ SOUŘADNICE RÁDIOVÝCH ZDROJŮ

Radioastronomie překvapila již několikrát podstatným zvýšením přesnosti souřadnic rádiových zdrojů, přesto však dosud jsou souřadnice většiny zdrojů známy s přesností podstatně horší, než jakou běžně dosahuje optická astronomie. Pro několik rádiových zdrojů bylo možno určit přesné souřadnice při jejich zákrytech Měsícem. Pro větší množství zdrojů poskyla přesné souřadnice interferometrie; avšak až do nedávna byly polohy získané rádiovou interferometrií jen relativní, navazované na optické souřadnice

identifikovaných zdrojů. V poslední době však měly tři týmy úspěch při určování přesných absolutních souřadnic. Elsmore a Mackay, používající teleskop v Cambridge, určili přesnými geodetickými metodami parametry teleskopu a mohou nyní měřit souřadnice bodových zdrojů s přesností 1 až 1,5". Teleskop v Cambridge sestává ze tří ekvatoreálně montovaných paraboloidů o průměru 18 m; jeden z nich je pojízdný, takže maximální vzdálenost antén je 1502 m. Vzdálenosti antén musí být známy s milimetrovou přes-

ností. Druhá britská skupina, vedená Gentem, používá dvouprvkový interferometr v Malvern. Zde určili konstanty charakterizující geometrickou konfiguraci interferometru pozorováním 36 zdrojů se spolehlivou optickou identifikací. Nejvýznamnější pokrok však představuje práce vykonaná na Národní radioastronomické observatoři v Green Bank ve Spojených státech. C. M. Wade zde určil souřadnice čtyřiceti šesti zdrojů s přesností většinou lepší jak 1". Použil interferometru tvořeného třemi ekvatoreálně montovanými parabolickými anténami o průměru 26 m, z nichž dvě se mohou pohybovat až do vzdálenosti 2700 m od antény stabilní. Každý zdroj je měřen v okolí svého průchodu meridiánem a též v co největším východním a západním hodinovém úhlu. Z měření alespoň čtyř zdrojů v různých deklinačních

lze určit přístrojové konstanty. Wadeho metoda nevyžaduje předchozí znalost ani přesných souřadnic žádného zdroje, ani znalost přesných parametrů přístroje. Metoda poskytuje absolutní deklinace a difference v rektascenzi. Nulový bod rektascenzí je ovšem nutno vázat na optické polohy. Sandage a Kristian z Haleových observatoří určili co nejpřesněji optické souřadnice těchto zdrojů (dosažená přesnost je 0,2"—0,5") a až na případy, kdy zdroj není bodový nebo je dvojitý, optické a rádiové polohy souhlasí v mezích udaných chyb. Americká metoda tak poskytuje radioastronomii obdobu meridiánového kruhu. Vedle tohoto fundamentálního významu má ovšem i význam praktický, neboť dovoluje opticky identifikovat rádiové zdroje pouhou koincencí souřadnic.

Ma

ROTACE NĚKTERÝCH SATURNOVÝCH MĚSÍCŮ

V letech 1968 a 1969 byly Saturnovy měsíce Tethys, Rhea, Dione, Titan a Japetus měřeny spektrofotometricky v oboru vlnových délek 0,3—1,1 μ pomocí 152cm a 254cm reflektorů hvězdárny na Mt. Wilsonu. Jedním z vý-

sledků práce je zjištění, že všechny uvedené Saturnovy měsíce s výjimkou Titana vykazují synchronní rotaci, tj. rotace je totožná s jejich oběžnou dobou.

ApJ 165, 413, 1971

NOVÁ OBSERVATOR V ARIZONĚ

V Arizoně je tolik významných observatoří, že o zřízení další by snad ani nebylo nutno referovat. Ta nová je však první svého druhu; je to observatoř pro infračervenou astronomii. Zasluhou neúnavného Gerarda P. Kuipera předaly letecké síly Spojených států svou radarovou základnu na vrcholu Mt. Lemmon arizonské univerzity, a několik ústavů zde již instalovalo speciální teleskopy. Hlavním nepřítelem infračervené astronomie je atmosférická vlhkost; čím je jí méně, tím širší úseky spektra v oblasti 1 až 25 μ jsou pozorovatelné. I když pozemní pozorování jsou absorpcí H_2O vždy ovlivněna, přece jen měření z vysoko položených observatoří jsou nutná a spolu s pozorováními z letadel a balónů poskytují často překvapující výsledky. Nová observatoř je v nadmořské výšce 2800 m. To není mnoho, ovšem velkou předností je snadná do-

stupnost a vzdálenost jen 40 km od Tucsonu. V provozu je již 152cm reflektor minnesotské a kalifornské university. Lunární a planetární laboratoř arizonské university staví 178cm reflektor, dokončuje 152cm coelostavový reflektor s pevným ohniskem pro spektroskopii Fourierovou transformací a na Mt. Lemon přemístí dalekohledy ze své observatoře Catalina II. Rovněž NASA připravuje 152cm teleskop, a předpokládá se společná stavba velkého infračerveného dalekohledu na altazimutální montáži. Prof. Kuiper zkoumá i řadu míst ve větších nadmořských výškách. K instalaci přístrojů pro infračervená měření dojde pravděpodobně na Mt. Agassiz (3770 m) u Flagstaffu v Arizoně, na White Mountain (4340 m) v Kalifornii a na některém místě v Andách, pravděpodobně v Jižní Americe v severní oblasti Chile.

DALŠÍ PŘEVOZ PŘESNÉHO ČASU DO PRAHY

Po delší době měli pracovníci ČSAV opět příležitost porovnat pražskou stupnici koordinovaného času TUC (TP) se stupnicemi některých evropských časových laboratoří. Poslední srovnání tohoto druhu bylo provedeno ve dnech 28.—29. 9. 1967 převozem cesiových atomových hodin Hewlett-Packard, který se tehdy uskutečnil jako propagační akce této firmy (ŘH 1/1968, str. 20, 3/1969, str. 50).

Letos se ČSAV podařilo připravit hned dva těsně po sobě následující převozy atomových hodin. Nejprve to byl pracovník ženevské pobočky fy. Hewlett-Packard Felix Lazarus, který v sobotu dne 19. 6. 1971 odpoledne přiletěl na pražské letiště s cesiovými atomovými hodinami typ 5061A č. 051. Za letu byly hodiny připojeny na palubní instalaci letounu a ihned po přistání byly přeneseny do auta, které předjelo těsně k letadlu na odbavovací plochu; pak byly převezeny do laboratoře Ústavu radiotechniky a elektroniky ČSAV v Praze-Kobyliščích (ÚŘE). Během této doby napájela hodiny baterie plynotěsných akumulátorů.

V ÚŘE byly hodiny napojeny na síť a spojeny s automatickým měřicím systémem. Ten jednak plynule registroval fázi výstupního signálu kmitočtu 5 MHz vzhledem ke stejnému signálu místního etalonu, jednak samostatně každou hodinu tiskl časový rozdíl mezi převoznými a místními hodinami. Rozlišovací schopnost měření časového rozdílu byla 10 ns [1 ns, nanosekunda = tisícimilióntina sekundy]. Měření probíhalo až do ranních hodin v úterý 22. 6., s přerušením 21. 6. dopoledne, kdy byly hodiny převezeny na radioreléové středisko Praha-Strahov, aby se okalibrovala zpoždění na televizní přenosové trase Strahov—Ženeva a Strahov—ÚŘE. Za celou dobu sledování, jež činila více než 60 hodin, se odchylka mezi převoznými a místními hodinami v ÚŘE nezměnila o více než 10 ns, což potvrdilo vynikající stabilitu čas. etalonu času a kmitočtu.

Ze změřeného rozdílu $57,50 \mu\text{s}$ ($1 \mu\text{s}$, mikrosekunda = milióntina sekundy) mezi pražskými a převoznými hodinami, byl určen rozdíl $60,0 \mu\text{s}$ mezi pražskými a pařížskými hodinami, jež byly navázány na Ženevu již dříve, rovněž převozem cesiových hodin.

Bezprostředně po odletu F. Lazaruse přiletěl do Prahy Pierre Parcelier z pařížské observatoře s převoznými rubidiovými hodinami. Tímtež autem, kterým se vracely hodiny ženevské, byly do ÚŘE převezeny hodiny pařížské a ihned navázány na časový systém TUC (TP), opět s rozlišením 10 ns. Vyhodnocení tu bylo tentokrát poněkud komplikováno tím, že rubidiové hodiny udržovaly atomový čas, který se vzhledem k běžně používanému koordinovanému času předbíhá o $2592 \mu\text{s}$ za den. Přesto však byl rozdíl mezi pražskými a pařížskými hodinami, který činil $59,8 \mu\text{s}$, v uspokojivém soulase s předešlým měřením přes Ženevu.

Návrat P. Parceliera 25. června byl mírně vzrušující vzhledem k zpožděnému odletu letadla do Paříže o několik hodin. Hrozilo vybití napájecích baterií hodin uložených mezitím v autě, což by mělo za následek jejich zastavení a tím znehodnocení celého experimentu. Situace však byla zachráněna, když hodiny mohly být připojeny na síť v úřadovně celní a pasové kontroly. Hodiny tedy zůstaly v nerušeném chodu a konečné vyhodnocení celé mise mělo plnou hodnotu.

Popsané akce potvrdily, že čas. časová stupnice má i dlouhodobě vysokou stabilitu, protože od prvního převozu hodin v září 1967, tedy za 1362 dní, se pražské hodiny vzhledem k pařížským předběhly celkem o $68,6 \mu\text{s}$ což odpovídá v průměru pouze $0,050 \mu\text{s}$ za den. Zároveň bylo ověřeno, že čas. televizní metoda porovnávání vzdálených hodin může zajistit kontrolu čas. časové stupnice s vysokou přesností a spolehlivostí i v mezidobí od jednoho převozu hodin ke druhému.

V. Ptáček

NOVÝ KATALOG PROMĚNNÝCH HVĚZD

Když v roce 1948 vydala Sovětská akademie nauk v dohodě s Mezinárodní astronomickou uníí první katalog proměnných hvězd, nebylo ještě dostatečně známo, jakým směrem bude pokračovat další rozvoj výzkumů, ani jakou rychlostí budou nové proměnné hvězdy objeveny. Vývoj pokračoval však značně rychle, takže v krátké době devíti let bylo ke katalogu vydáno devět dodatků, které uváděly 3799 nových proměnných hvězd a pro 2577 hvězd, obsažených v prvním katalogu byla uveřejněna nová zprášená data. V roce 1951 byl vydán katalog hvězd „podezřelých z proměnnosti“, který obsahoval 8134 hvězdy.

V roce 1958 vyšlo v Moskvě druhé dvoudílné vydání obecného katalogu proměnných hvězd, které obsahovalo data o 14 711 objektech, označených za proměnné hvězdy, u 142 hvězd uvedených v prvním vydání nebyla během dalších studií proměnnost prokázána. V dalších několika letech vyšly dva dodatky s 4083 nově označenými proměnnými a údaje o 1647 dalších proměnných, uvedených ve druhém vydání katalogu, byly pozměněny a zprášené.

Kromě uvedených dodatků a dalších seznamů, jež jsou zaslány členům komise 27 (pro proměnné hvězdy) Mezinárodní astronomické unie, vyšel v roce 1963 katalog galaktických souřadnic 15 504 proměnných hvězd a v roce 1965 druhý katalog hvězd podezřelých z proměnnosti, obsahující údaje o 3907 objektech.

V roce 1969 vyšlo již 3. vydání obecného katalogu proměnných hvězd, obsahující informace o 20 437 proměnných hvězdách objevených a označených do roku 1968. Bylo získáno mnoho nových poznatků a údajů, obsažených ve výzkumných pracích a vědeckých článcích, které se týkaly řady dalších problémů, jako teorie hvězdného vývoje, studia Galaxie a jednotlivých jejích oblastí, výzkumu hvězdných asociací a hvězdkup. Při zpracování nového vydání katalogu bylo použito jako pramenů více než 5000 prací vydaných většinou v posledních desíletích.

Pro získání hrubé představy o četnosti hlavních skupin proměnných hvězd je možno uvést, že nové vydání katalogu obsahuje údaje o 13 782 pulzujících hvězd, od krátkoperiodických s periodami od 0,1 dne až po dlouho-periodické s periodami do 1000 dní. V prvním vydání katalogu bylo obsaženo 7339, v druhém vydání 9855 hvězd těchto typů.

Druhou výraznou skupinu tvoří erupitivní proměnné hvězdy, jako novy, supernovy a různé typy novám podobné, rychle nepravidelné proměnné, hvězdy typů *UV Ceti*, *U Geminorum* a *Z Camelopardalis*, jichž je uvedeno 1618 proti počtům 439 a 959 v dřívějších vydáních.

Českoslovenští pozorovatelé se věnují pozorování zákrytových proměnných hvězd, jichž je v novém katalogu uvedeno 4062 proti 1913 a 2763 v dřívějších vydáních. Další proměnné s neobvyklými vlastnostmi, dále málo studované hvězdy s nedostatečně známým průběhem změn jasností a spektrálních charakteristik tvoří zbytek. Pro zajímavost je snad možno uvést, že byly ze seznamu proměnných hvězd škrtnuty *VV And*, *Y Cet*, *MX Cyg*, *VY Gem*, *HV Oph* a *AF Sgr* jako neexistující objekty.

Zatím co první vydání obecného katalogu proměnných hvězd obsahovalo jeden svazek a druhé vydání bylo dvoudílné, je nové třetí vydání trojdílné. Letos vyšel 3. díl, který proti prvním vydáním podstatně rozšiřuje výzkumnou problematiku. Jsou zde poprvé obsáhlé informace o supernovách zjištěných v jiných galaxiích, o galaktických novách a supernovách pozorovaných ve starověku a středověku. Z hlediska studia vývoje jsou to údaje velmi důležité, neboť jediný neúplný soupis starých pozorování komet a nov vydal v roce 1783 M. Pingre ve své *Cometographii*, popisy jeví pozorovaných v minulosti na Dálném Východě byly uveřejněny nesoustavně v několika pracích.

Další novinkou katalogu je seznam všech pulsarů, známých při závěrce díla počátkem 1970. Po zjištění optické proměnnosti pulsarů v Krabí mlho-

vině — který je pozůstatkem po výbuchu supernovy z roku 1054 — očekává se, že i u dalších pulsarů bude možno zjistit optickou proměnnost.

Podle názorů G. a M. Burbidgeových je optická proměnnost obecnou vlastností také většiny quasarů, i když při dosavadním studiu více než 100 quasarů byly zjištěny změny jasnosti jen u menší části. Je pravděpodobné, že při dlouhých cyklech proměnnosti bude možno změny jasnosti objevit teprve po delším pozorování těchto objektů. Proto přináší katalog úplný seznam quasarů se všemi potřebnými informacemi.

Do 3. dílu byl též zařazen seznam opticky proměnných jader galaxií, neboť jde o velmi závažné procesy, vyžadující podrobnější studium. U většiny opticky proměnných galaxií byly zjištěny současné změny rádiového záření. Pochopení proměnnosti galaktických jader vyžaduje teoretická řešení, založená na obsáhlém pozorovacím

materiálu. Provádějí se fotoelektrická měření ve více vlnových oborech. Obtížně pozorování se stupňují tím, že jde často o rozsáhlé objekty s nepravidelným rozdělením jasnosti, jindy mají jádra velmi malé úhlové rozměry a jeví se jako vysoce kompaktní objekty.

U všech soupisů jsou jako vždy podrobné bibliografické informace, které umožňují studium jednotlivých problémů v originální literatuře.

Nový katalog obsahující na 1440 stranách statistice dat o proměnných hvězdách a dalších objektech je výsledkem obrovské práce vykonané pro poznání hvězdného vesmíru na velmi závažném úseku astronomického bádání. Rychlý sled nových vydání katalogů a ohromný růst vědeckých dat ukazují, že se proměnné hvězdy jako důležitý svědkové vývoje dostaly do středu zájmu mnoha astronomů a observatořů.

O. Obůrka

MARNÁ SNAHA O OPTICKOU IDENTIFIKACI PULSARŮ

Počátkem r. 1969 se zdařilo, jak je všeobecně známo, ztotožnit pulsující rádiový zdroj v Krabí mlhovině se slabou hvězdou asi 16^m , vydávající optické záblesky ve shodném rytmu jako rádiové pulsy. Úspěšná identifikace měla nesmírný vliv na rozvoj znalostí o pulsarech, avšak zůstává i po dvou letech stále ojedinělou. Zdá se, že nedávné práce J. Kristiana z Haleových observatořů i výzkum skupiny harvardských astronomů nedávají mnoho naděje, že bychom mohli v dohledné době seznam opticky identifikovaných pulsarů rozšířit. Kristian především využil toho, že v r. 1969 byla zpřesněna poloha pulsaru s druhou nejkratší periodou v souhvězdí Plachet. Pozoroval proto fotometrem ve spojení s 5m dalekohledem okolí pulsaru a nenašel žádné pulsy nad pozorovací mezí 24^m ve vizuálním oboru spektra. Odtud vyplývá, že ve viditelném světle je pulsar v Plachtách absolutně nejméně 4000krát slabší než pulsar v Krabí mlhovině. Podobně neúspěšný byl Kristianův výzkum okolí 14 dalších pulsarů, jenž v oboru *V* udal horní

meze jasnosti pulsarů v různých částech oblohy na 19^m — $25,5^m$. Jestliže disperze rádiových signálů jsou mírou vzdálenosti pulsarů, pak odtud plyne, že pulsar v Krabí mlhovině je desetkrát až milionkrát svítivější než kterýkoliv další pulsar. Kristian poznamenává, že už samo stanovení horních mezí svítivosti pulsarů pomůže teoretikům při rozhodování o tom, který zářivý mechanismus může pulsary nejlépe vysvětlit. Na druhé straně však tyto výsledky naznačují, že pulsary nemusí být prostě objekty těžké třídy v různých vývojových stádiích, jak se dosud soudí. Proto je třeba zachovávat zvláštní obezřetost při zobecňování výsledků pro pulsar v Krabí mlhovině na ostatní pulsující rádiové zdroje. Harvardští odborníci P. Horovitz, C. Papaliolios a N. P. Carleton zkoušeli nalézt optické pulsary přímo, tj. bez zřetele na rádiové pulsary. Vybrali si k tomu jako možné kandidáty některé bližší planetární mlhoviny, staré novy, bílé trpaslíky, zdroje záření X a pozůstatky supernov, jakož i další pekulární objekty. Užili k tomu 155cm re-

flektoru v Agassiz, ale přes veškeré úsilí nebyly nalezeny žádné pulsy s periodami delšími než 0,2 ms. Podle autorů odtud vyplývá několik negativních závěrů, jež se navíc vzájemně nevylučují: (1) Ze supernovy nevzniká nutně neutronová hvězda. (2) Neutronové hvězdy nejsou nutně pulsary. (3) Pulsary nedávají nutně optické pulsy. (4) Pulsary nejsou nutně vizuálně činné v libovolném směru.

ASTRONOMICKÁ EXTINKCE

Vlivem zemské atmosféry dochází jednak k refrakci, která se projevuje odchýlením světelných paprsků kosmických objektů od původního směru, jednak k extinkci, která způsobuje zeslabení světla nebeských těles. Extinkce závisí na zenitové vzdálenosti objektu (v zenitu je nejmenší, u obzoru největší), na vlnové délce světla (v modrém oboru je větší než v červeném), na nadmořské výšce pozorovacího místa (se zvětšující se výškou hodnota extinkce klesá) a také na znečištění ovzduší. Ztrátě světla v magnetudách pro objekt v zenitu se říká koeficient extinkce. Skupina odborníků z university ve Washingtonu, vedená dr. P. W. Hodgem, shromažďuje v rámci projektu „Astra“ dřívější i současná měření extinkce z observatoří po celém světě a studuje změny v zemské atmosféře, způsobené zne-

(5) Dosavadní hledání je mimo rozsah skutečných poloh, period či jasností optických pulsarů. Nejsou to tedy závěry nijak povzbuzující; nepřímě to však znovu dokazuje, že navzdory pokroku techniky v extrémních oborech spektra význam vizuální oblasti nijak neklesá; naopak pozorování ve viditelném světle jsou žádoucí právě pro studium povahy nových typů vesmírných objektů. g

A ZNEČISTĚNÍ ATMOSFÉRY

čistěním lidským přičiněním. Jedním z prvních výsledků týmu „Astra“ bylo porovnání koeficientu absorpce v intervalu $\frac{1}{2}$ století na hvězdně Mt. Wilson (*Nature*, 19. II. 1971). Na této observatoři měřil extinkci již v r. 1911 Ch. G. Abbot velmi přesným spektrolometrem v řadě spektrálních oborů. Hodge měřil extinkci fotoelektricky ve 3 barvách během 31 jasných nocí v období 1960—1962 reflektory o průměru 2,5 m a 1,5 m. Zjistilo se, že se absorpční koeficient za 50 let zvětšil o 0,27 magn. v ultrafialovém oboru (3500 Å), o 0,09 magn. v modrém oboru (4400 Å) a o 0,10 magn. ve žlutém oboru spektra (5500 Å). Zvýšení absorpčního koeficientu je nutno jednoznačně přičíst vlivu znečišťování zemské atmosféry průmyslovými exhalacemi.

S&T 41, 272; 5/1971

ČÁSTICE ALFA VE SLUNEČNÍM VĚTRU

Studiu slunečního větru bylo v posledních letech věnováno mnoho pozornosti, protože je velmi důležité k poznání složení vnějších vrstev Slunce i meziplanetárního prostoru. Jak známo, hlavní složkou slunečního větru jsou protony (jádra atomů vodíku). Složení slunečního větru bylo zkoumáno i aparaturou, umístěnou na umělé družici ESRO Heos 1 (1968-109A, vyp. 5. XII. 1968) a bylo zjiště-

no, že střední relativní četnost jader atomů hélia (částic alfa) je ve slunečním větru 5,5 %. Většinou mají protony a částice alfa ve slunečním větru stejné charakteristiky, ale v určitých obdobích se zdá, že proud částic alfa existuje nezávisle na proudu protonů. Z toho by bylo možno usuzovat, že protony a částice alfa mohou být urychlovány v různých místech ve sluneční atmosféře.

DALŠÍ TROJAN OBJEVEN

Trojané jsou malé planety, velmi zajímavé z hlediska nebeské mechaniky. Pohybují se kolem Slunce totiž tak, že neustále tvoří se Sluncem a Jupiterem rovnostranný trojúhelník (jsou v jednom z Lagrangeových libračních

center). První Trojané (název proto, že tyto planety byly pojmenovány po hrdinech trojské války) byli objeveni počátkem tohoto století, tedy dlouho potom, co Lagrange ukázal na jeden z mála řešitelných případů problému

3 těles právě v případě, kdy třetí těleso je v jednom z pěti libračních bodů. Dosud bylo známo 14 planetek této zajímavé skupiny. Nyní bylo oznámeno zjištění 15. příslušníka, planetky č. 1749, která dostala jméno Telamon. Planetku objevil již 23. září 1949 dr. K. Reinmuth v Heidelbergu, ale pro-

tože má velmi malou jasnost (např. za opozice v r. 1970 pouze 18,5 hv. vel.), byla málo pozorována a tak nebylo možno spolehlivě určit její dráhu. Trvalo 21 let, než bylo možno dát planetce definitivní číslo a rozhodnout o její příslušnosti do skupiny Trojanů.
Minor Planet Circ. 3019

OKAMŽIKY VYSÍLÁNÍ ČASOVÝCH SIGNALŮ V SRPNU 1971

OMA 50 kHz; OMA 2500 kHz; OLB5 3150 kHz; Praha 638 kHz (Čs. rozhlas); DIZ 4525 kHz (Nauen, NDR). — Vysvětlení k tabulce viz RH 52, 21; 1/1971.

Den	J. D. 2441+	OMA 50	OMA 2500	OLB5	Praha	DIZ	TU2- TUC	TU1- TUC
1. VIII.	164,5	0000	0000	0008	0000	9999	9235	9250
6. VIII.	169,5	0000	0000	0008	0000	9999	9210	9262
11. VIII.	174,5	0000	0000	0008	0000	9999	9185	9273
16. VIII.	179,5	0000	0000	0008	0000	9999	9160	9282
21. VIII.	184,5	0000	0000	0008	0000	9999	9135	9289
26. VIII.	189,5	0000	0000	0008	0000	9999	9110	9294
31. VIII.	194,5	0000	0000	0008	0000	9999	9085	9295

V. Ptáček

Úkazy na obloze v prosinci 1971

Slunce vstupuje 22. prosince v 13^h 24^m12^s do znamení Kozorožce; v tento okamžik nastává zimní slunovrat a začátek astronomické zimy. Dne 1. prosince Slunce vychází v 7^h36^m a zapadá v 16^h02^m. V době slunovratu vychází v 7^h56^m a zapadá v 16^h00^m. Dne 31. prosince vychází v 7^h59^m a zapadá v 16^h07^m. Od začátku prosince do slunovratu se délka dne zkrátí o 22 min. a od slunovratu do konce měsíce se opět prodlouží o 4 minuty. Polední výška Slunce nad obzorem je v prosinci pouze 17°—18°.

Měsíc je 2. prosince v 9^h v úplňku, 9. prosince v 17^h v poslední čtvrti, 17. prosince ve 20^h v novu, 25. prosince ve 3^h v první čtvrti a 31. prosince ve 21^h opět v úplňku. V odzemí je Měsíc 12. prosince, v přizemí 28. prosince. V prosinci projde Měsíc dvakrát Plejádami v souhvězdí Býka. Dne 1. XII. v 16^h16^m bude pozorovatelný výstup Alcyone, v noci 28./29. XII. nastane celá série zákrytů hvězd v Plejádách (mezi 1^h47^m—3^h43^m). Bližší podrobnosti nalezneme ve Hvězdářské ročence 1971 (str. 89). Během prosince dojde ke konjunkcím Měsíce

s planetami: 2. XII. v 0^h se Saturnem, 12. XII. v 11^h s Uranem, 16. XII. v 5^h s Neptunem, 20. XII. v 6^h s Venuší, 25. XII. v 0^h s Marsem a 29. XII. v 6^h opět se Saturnem. V odpoledních hodinách 16. prosince nastane apuls Antara s Měsícem.

Merkur je po listopadové (23. XI.) největší východní elongaci viditelný počátkem prosince večer krátce po západu Slunce nízkou nad jihozápadním obzorem; zapadá asi hodinu po západu Slunce. Dne 12. prosince je planeta v dolní konjunkci se Sluncem. Bude opět pozorovatelná koncem měsíce ráno krátce před východem Slunce nízkou nad jihovýchodním obzorem, protože 1. ledna 1972 bude v největší západní elongaci. V poslední třetině prosince vychází kolem 6^h 10^m. Dne 1. XII. má Merkur jasnost +0,3^m, 31. XII. —0,1^m. V přísluní bude Merkur 12. prosince.

Venuše je pozorovatelná na večerní obloze. Počátkem prosince zapadá v 17^h27^m, koncem měsíce před 19^h. Má jasnost —3,4^m a v dalekohledu spatříme osvětlen téměř celý kotouček planety, jehož průměr je asi 12".

Dne 4. prosince je Venuše v odsluní.

Mars se pohybuje souhvězdími Vodnáře a Ryb a zapadá po celý měsíc krátce před půlnocí. Nejvýhodnější pozorovací podmínky jsou ve večerních hodinách, kdy planeta kulminuje. Jasnost Marsu se během prosince zmenšuje z $0,0^m$ na $+0,6^m$, průměr kotoučku z $10''$ na $8''$.

Jupiter je v souhvězdí Hadonoše. V prosinci není pozorovatelný, protože je 10. XII. v konjunkci se Sluncem.

Saturn je v souhvězdí Býka a po opozici se Sluncem 26. XI. je v prosinci na obloze téměř po celou noc. Počátkem měsíce zapadá v 7^h01^m , koncem prosince ve 4^h54^m . Saturn má jasnost asi $0,0^m$, průměr kotoučku je $18''$. Rozměry os prstence jsou $46''$ a $19''$.

Uran je v souhvězdí Panny; nej příznivější pozorovací podmínky jsou v časných ranních hodinách. Planeta má jasnost $+5,8^m$ a můžeme ji vyhledat podle orientační mapky, která byla otištěna v č. 2 letošního ročníku Říše hvězd (str. 39).

Neptun je v souhvězdí Štíra. Planeta však není po listopadové [25. XI.] konjunkci se Sluncem v prosinci pozorovatelná.

Meteory. V prosinci mají maximum činnosti dva hlavní roje: Geminidy 14. XII. a Ursidy-min. 23. XII. U obou rojů však letos připadá maximum na dopolední hodiny. Z vedlejších a nepravidelných rojů mají maximum činnosti Puppidy 6. XII., Andromedidy 22. XII. a Velaidy 28. XII. Bližší podrobnosti o meteorických rojích nalezneme ve Hvězdářské ročence 1971 (str. 106).
J. B.

OBSAH

J. M. Mohr: Od Hipparcha ke Keplerovi — O. Obůrka: Zákryty hvězd Měsícem fotoelektricky — J. Olmr: Vznik a vývoj radioastronomie — Zprávy — Co nového v astronomii — Úkazy na obloze v prosinci 1971.

CONTENTS

J. M. Mohr: From Hipparchus to Kepler — O. Obůrka: Photoelectric Observation of Occultations — J. Olmr: Origin and Development of Radioastronomy — Notes — News in Astronomy — Phenomena in December 1971

СОДЕРЖАНИЕ

И. М. Могр: От Гиппарха к Кеплеру — О. Обурка: Фотозлектрические наблюдения покрытий звезд — И Ольмр: Возникновение и развитие радиоастрономии — Сообщения — Что нового в астрономии — Явления на небе в декабре 1971 г.

• Masívní paralakt. montáž s tubusem pro zrcadlo 150/1500 levně prodám. — F. Drbout, Kladno 2, Jeronýmova 20.

Říši hvězd řídí redakční rada: J. M. Mohr (vedoucí red.), Jiří Bouška (výkon. red.), J. Grygar, O. Hlad, F. Kadavý, M. Kopecký, B. Maleček, L. Miler, O. Obůrka, J. Štohl; taj. red. E. Vokalová, techn. red. V. Suchánková. Vydává ministerstvo kultury v nakladatelství Orbis, n. p. Vlnohradská 46, Praha 2. Tiskne Státní tiskárna, n. p., závod 2, Slezská 13, Praha 2. Vychází 12krát ročně, cena jednotlivého výtisku Kčs 2,50, roční předplatné Kčs 30,—. Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Informace o předplatném podá a objednávky přijímá každá pošta i doručovatel. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice tisku, odd. vývoz tisku, Jindřichská 14, Praha 1. Příspěvky zaslějte na redakci Říše hvězd, Švédská 8, Praha 5, tel. 54 03 95. Rukopisy a obrázky se nevracejí, za odbornou správnost odpovídá autor. — Toto číslo bylo dáno do tisku 19. září, vyšlo v listopadu 1971.

Snímky oblasti na Slunci, kde byla pozorována 14. května 1971 v 15^h21m SEČ protonová erupce. Horní fotografie byla exponována ve 12^h58m, prostřední ve 14^h50m a dolní v 15^h21m. Snímky byly pořízeny na hvězdárně v Úpici zařízením, popsaným v Říši hvězd 52, 114—115; 6/1971, jehož hlavní součástí je Solciv monochromatický filtr H α se šířkou propustnosti 1 Å (foto St. Pabel). — Na čtvrté straně obálky je oblast v souhvězdí Štřelce s Lagánovou mlhovinou (M 8 = NGC 6523, uprostřed) a difuzní mlhovinou T řířid (M 20 = NGC 6514, nahoře). Snímky na druhé a čtvrté straně obálky byly exponovány na hvězdárně na Kletci (foto A. Mrkos a R. Petrovičová).

