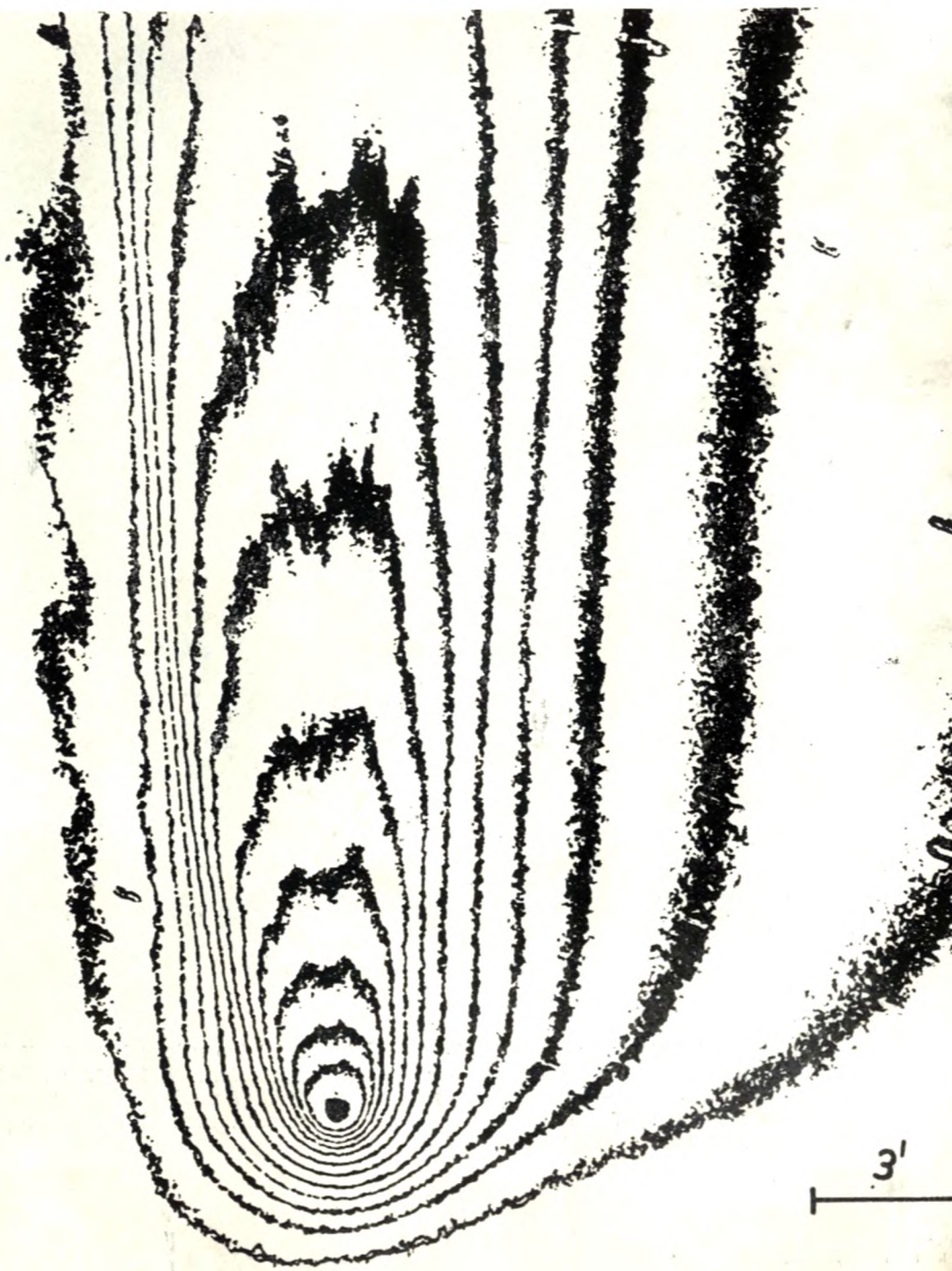


3 \* 1981

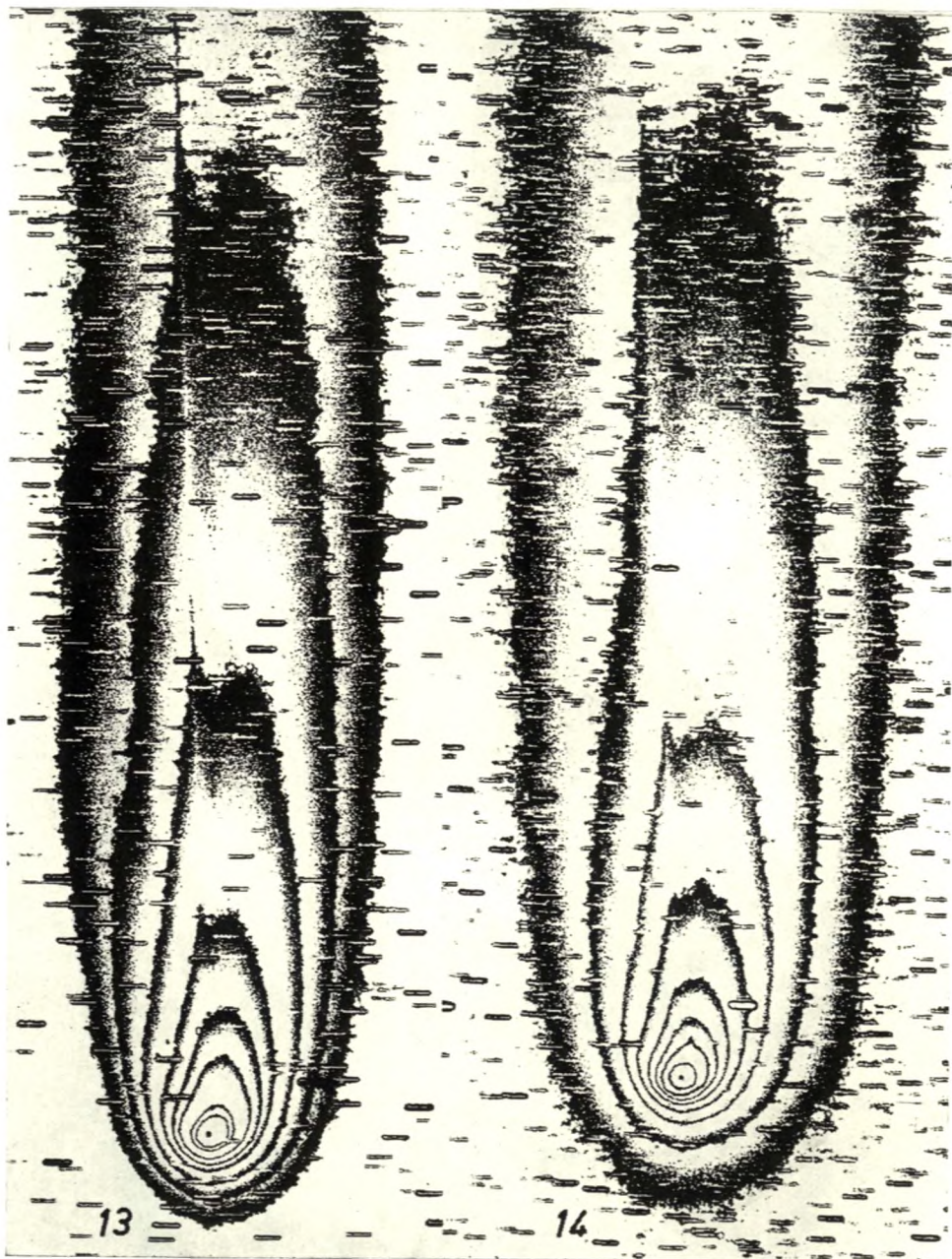
2,50 Kčs

# ŘÍŠE HVĚZD



3'





Na obálce tohoto čísla jsou ukázky z izofotometrického atlasu komet (W Högner, N. Richter: *Isophotometrischer Atlas der Kometen*, II. Teil), o němž je recenze na str. 65. Nahoře je kometa Bennett 1970 II podle snímků z Tautenburgu 5. a 7. V. 1970, na první str. obálky je kometa Mrkos 1957 V podle fotografie z Mt Palomaru 14. VIII. 1957.



## Jiří Grygar | Žeň objevů 1980

Pisatele, jenž se svého času zcela dobrovolně uvázal k přípravě přehledu o novinkách v astronomii, přepadaly v posledních letech stále častěji pochybnosti, zda má v této časově neustále náročnější činnosti pokračovat. S postupem doby se totiž „Žně“ stávaly čím dál subjektivnějším a neúplnějším záznamem o rozvoji astronomie a navíc téměř souběžně připravoval kolektiv našich specialistů „Přehled pokroků v astronomii“ pro Hvězdářskou ročenku. Leč právě ve chvíli, kdy rozhodnutí skončit s nikdy nevyhlášeným seriálem v Říši hvězd bylo na spadnutí, oznámilo nakladatelství Academia, že končí s vydáváním „Pokroků“ jako přílohy, resp. II. dílu Hvězdářské ročenky (poslední svazek vyjde asi na podzim r. 1981), a tak z nedostatku lepšího okamžitého řešení se autoru těchto řádků vede jako onomu nedovtipnému převozníku z příběhu o dědu Vševedovi: dokud někomu rychle nehodí veslo, bude převážet sám. I když v pohádce se o tom explicitně nehovoří, je jisté, že dlouholetá praxe a dostatek času k přemýšlení přivedly převozníka k realizaci mnoha zlepšovacích námětů a racionalizačních opatření, jimiž si svůj úděl na vodě usnadňoval; nejinak je tomu i v našem případě. V našem výkladu, zvláště o výzkumu sluneční soustavy, se budeme doslova vyhýbat poznatkům, získaným metodami kosmonautiky a stejně tak pomíneme až na krátké odkazy záležitosti, o nichž se v Říši hvězd referovalo v průběhu minulého ročníku.

Zatímco těžiště výzkumu sluneční soustavy se loni díky kosmickým sondám Voyager jasně přesunulo na studium obřích planet Jupitera a Saturna, my si nejprve povšimneme zdánlivě méně efektního měření *topografie planety Venuše* radarem. Dopplerova měření prováděná řadu let radarem v Arecibo byla v r. 1979 doplněna detailními měřeními radarem, umístěným na orbitální stanici Pioneer Venus Orbiter, což zvýšilo rozlišovací schopnost metody na stovky metrů ve vertikálním a desítky kilometrů v horizontálním směru. Vznikla tak první plastická mapa povrchu Venuše, byť s poměrně skrovným rozlišením v porovnání s pozemskými standardy. Vzhledem k tomu, že povrch Venuše je zahalen neprůhlednými mračny a že teplota je tam tak vysoká, že prakticky znemožňuje souvislou činnost automatů na samotném povrchu, je však radarová metoda jedinou technicky schůdnou možností, jak se o Venušině topografii vůbec něco dozvědět. Z výsledků, které zveřejnili G. Pettengill a H. Masursky, vyplývá, že 60 % povrchu Venuše představuje plochý terén, 16 % tvoří údolí a bazény a 24 % náhorní planiny, vyšší aspoň o 1 km oproti plochému terénu. Největší planina je relativně 3–5 km vysoká, 3000 km dlouhá a 1500 km široká. Nad tuto planinu o další 3–6 km vyčnívají tři horské hřbety s rozměry až 500 km X 1000 km. Nejvyšší pohoří na Venuši, zvané Maxwell, dosahuje převýšení až 11 km oproti průměrnému poloměru Venuše 6051 km. Zatím není příliš jasné, jak mohl na Venuši s nevýraznou tektonickou činností takový útvar vzniknout a jak se udržel „nad hladinou“ (viz dále RH 61, 247; 12/1980).

Zcela dramaticky se loni počala vyvíjet typicky interdisciplinární záležitost, populární i v nejširší laické veřejnosti, týkající se problému *vyhynutí veleještěřů na Zemi*. Podle W. Tuckera neexistuje žádná kloudná „přirozená“ příčina náhlého vymizení živočichů, kteří byli podle všech známek dobře přizpůsobeni tehdejšímu prostředí. Podrobnější datování z posledních let navíc prokázalo, že souběžně s veleještěry během řádově tisíce let vymřely dvě třetiny tehdejší živočišné populace Země, především všichni živočichové s hmotností



přes 25 kg, ale též plankton v oceánech (s vápennými skořápkami), dírkovci, ammoniti a belemniti. Jestliže se nedaří najít přiměřenou pozemskou příčinu takového katastrofického úkazu, je vcelku přirozené, že se hledá příčina kosmická. Řadu let koketovali přírodovědci s myšlenkou, že za katastrofu byl odpovědný výbuch blízké supernovy, řekněme ve vzdálenosti do 10 parseků od Země. Analýza poměrného zastoupení některých nuklidů v zemské kůře však nikterak nenavzděčuje tomu, že by pozemský materiál byl obohacen štěpnými produkty takového výbuchu. Současně se však podařilo najít jinou anomálii, která svědčí ve prospěch katastrofické domněnky, ne zcela nepodobné téměř zapomenuté hypotéze barona -G. Cuviera. L. W. Alvarez aj. totiž zjistili, že ve vrstvě hnědého jílu u města Gubbio ve střední Itálii nápadně vzrůstá poměrné zastoupení iridia v době, odpovídající ostrému rozhraní mezi druhohorami a třetihorami, tj. před 65 milióny lety. Podobné zvýšení zastoupení iridia a osmia (až o dva řády oproti standardní hodnotě pro zemskou kůru) našli vzápětí další výzkumné skupiny jednak na několika místech v Itálii, dále ve Španělsku, Dánsku a na Novém Zélandě. Jde tedy o celosvětovou anomálii a navíc přesně ve stejné vrstvě končí stopy po existenci vyhynulých živočichů. Oba úkazy mohou mít tedy případně touž kosmickou příčinu.

Onou příčinou by mohly být meteority, komety nebo asteroidy. Je totiž známo, že relativní obsah iridia v chondritech je o tři řády vyšší než v zemské kůře „standardního provedení“. Jestliže chondritické zastoupení iridia odpovídá jeho výtvaru v prvotním materiálu sluneční soustavy, lze snadno pochopit, proč v zemské kůře je iridia a dalších těžkých prvků mnohem méně: diferenciací a stratifikací poklesly těžké prvky do nitra Země.

Orientační výpočty naznačují, že těleso, jež se srazilo se Zemí, muselo mít průměr kolem 10 kilometrů a hmotnost řádu  $10^{24}$  kg. Kompaktní útvar jako je asteroid by vytvořil kráter o průměru do 200 km, jenže s velkou pravděpodobností dopadl asteroid do oceánu, čímž lze vysvětlit, že žádný vhodně velký a starý kráter nebyl na souši nalezen. [Důsledky pádu tělesa do vodního bazénu se patrně jako první zabýval dr. L. Křivský — viz *Kosmické rozhledy* 2/1979, str. 98 a 164.] Vlastní dopad způsobil katastrofu „lokálního významu“, jenže dlouhodobé následky byly skutečně globální. Podle citovaných výpočtů Křivského i dalších se totiž vypařením i přímým rozprášením dostane do atmosféry řádově  $10^{16}$  kg vodní tříšť, prachu atd. a tento závoj zahalí Zemí na dobu nejméně několika desítek let. Denní sluneční světlo pronikající na zemský povrch tím bylo zeslabeno na hodnotu odpovídající 10 % světla měsíčního úplňku a při této nízké úrovni osvětlení přestala probíhat fotosyntéza. To podle dnes přijímané hypotézy způsobilo přerušení potravních řetězců a vyhynutí všech živočichů, odkázaných na příjem velkého kvanta rostlinné stravy. Pokud by dopadlým tělesem byla kometa, mohla by k tomu přistoupit ještě otrava živých organismů kyanovodíkem a metylkyanidem, případně porušení klimatické rovnováhy kyslíčkem uhlíčitým.

Jestliže další výzkumy prokáží, že katastrofická domněnka dobře vysvětluje pozorované paleontologické, geologické i biologické skutečnosti, naskytá se ihned další otázka, jak často byl vývoj života na Zemi ovlivněn obdobnými srážkami. Vždyť během existence Země se odehrálo aspoň 10 srážek s kometami větších rozměrů a další množství srážek s asteroidy. J. A. O'Keefe soudí, že také tektitové impakty během pleistocénu mohly souviset s vytvářením prstenu v okolí Země, jež zastíňovaly sluneční záření a vedly ke změnám klimatu. Společně s A. F. Cookem vyslovil též domněnku o existenci dalšího dočasného prstenu Země na konci eocénu před 34 milióny lety. A tak se najeďnou zdá, že minulost Země je přímo protkána solidními kosmickými katastrofami. Poněvadž průměrný interval mezi srážkami se odhaduje na 60 miliónů let, měli bychom se urychleně začít připravovat na přežití dalšího pádu asteroidu...

Jelikož astronomická pozorování naznačují, že v nejbližších letech nám záhuba v podobě zbludilého asteroidu nehrozí, můžeme si zatím v klidu připomenout, že nejnovější katalog malých planet obsahuje již 2289 označených planetek, mezi nimiž je i planetka s nejvzdálenější dráhou, nazvaná *Chiron*. O his-



torické podmíněnosti její dráhy svědčí studie H. Scholla, jenž řešil numericky poruchy dráhy, způsobené planetami Jupiterem, Saturnem, Uranem a Neptunem. Z těchto výpočtů plyne, že Chiron se dostal na současnou dráhu díky působení Saturna před třemi až čtyřmi tisíci lety a tuto kvazistabilní dráhu opět opustí za 6 až 8 tisíc let. Jeho „pobyt“ na dráze mezi Saturnem a Uranem je proto vlastně jen krátkou epizodou v jeho životě.

Ještě dramatičtější se projevují poruchy ve stabilitě drah meteorických rojů. C. D. Murray aj. zkoumali numericky poruchy Jupitera a Země na *dráhu známého roje Kvadrantid*. Poruchy působí tak rychlé změny dráhy, že Kvadrantidy byly na Zemi poprvé pozorovatelné teprve r. 1835 a každoroční setkávání s nimi skončí kolem r. 2100. Chceme-li proto zkoumat vlastnosti meteorů v delším období, zdá se, že bychom se měli uchýlit k odlišným způsobům detekce.

Jednu možnost skýtá *sběr meteoritů a meteoritického prachu na Zemi*, čímž lze studovat zbytky dopadlé na zemský povrch v intervalu statisíců až miliónů let. Zdá se, že krajinou zaslíbenou pro meteoráře se stává Antarktida, kde jsou skoro ideální podmínky pro konzervaci a nálezy meteoritů. Ve sněhu se meteority nápadně odlišují, nízká teplota zpomaluje procesy eroze a naprostá absence průmyslového znečištění odstraňuje potíže s kontaminováním vzorků. Během r. 1979 nasbíraly japonská a americká expedice celkem 309 meteoritů o hmotnosti 300 kg, z toho jeden železný meteorit o hmotnosti 136 kg. V Antarktídě tak bylo mimo jiné nalezeno více chondritů než na celém „zbytku světa“, a dokonce i vzácné uhlíkaté chondrity. Průměrné stáří meteoritů z těchto nálezů se pohybuje kolem  $10^5$  let; nejstarší vzorek ležel v ledu již 1,5 miliónu let, takže tím je stanovena i spodní mez trvání zalednění Antarktidy. Pozoruhodné je zjištění, založené na rozboru zastoupení nuklidů hliníku, paládia a platiny, že některé částice v meteoritech jsou starší než sluneční soustava a představují nepřetvořený mezihvězdný materiál.

Rozbor záznamů o přeletech *jasných bolidů* umožnil C. Keaymu vytvořit hypotézu o vzniku *hvízdů* a jiných *zvukových efektů* při přeletu těchto těles. Realita akustických pozorování byla často popírána, neboť se zdálo být v rozporu s jakýmkoliv přijatelným fyzikálním způsobem vzniku. Keay tvrdí, že hvízdý vydávají předměty v okolí pozorovatele, na něž se přenesla energie pomocí elektromagnetického záření o velmi nízké frekvenci. Podobně lze vysvětlit i akustické efekty při pozorování některých polárních září.

Pokud jde o objevy, týkající se obřích planet *Jupitera a Saturna*, odkazují čtenáře na zprávy v *ŘH* 10/1980, str. 203 (nové Jupiterovy měsíce) a dále *ŘH* 9/1980, str. 183 a 12/1980, str. 250 (nové měsíce Saturna). Zatímco na objevech dalších Jupiterových měsíců se podílely hlavně kosmické sondy, Saturnovy měsíce byly převážně zjištěny se Země, díky tomu, že opět po 14 letech procházela Země rovinou prstenců, což usnadnilo pozorování slabých světlých stop měsíců. Nové měsíce jsou namnoze tak malé, že brzy vznikne problém, co ještě považovat za solidní satelit a co je jen kámen nebo balvan na oběžné dráze. Navíc je zřejmé, že některé dráhy těchto těles jsou natolik nestabilní, že okamžitý počet těles obíhajících kolem obřích planet se bude měnit s časem.

O vzdálených planetách sluneční soustavy máme stále zcela kusé informace. Ani loňský rok nevybočil z tradice podstatných revizí pro *rotační dobu planety Urana*, jenž nyní vychází na (16,2±0,3) hod. Značným a naprosto neočekávaným překvapením je Drakeovo a Kowalovo konstatování, že *prvním pozorovatelem planety Neptuna* byl — Galileo Galilei v r. 1612—13! V r. 1979 totiž publikoval S. Albers seznam vzájemných zákrytů planet, z nějž vyplývá, že v lednu r. 1613 měl být Neptun zakryt Jupiterem. Kowal si uvědomil, že v té době konal Galileo svá pozorování měsíců Jupitera a velmi pravděpodobně by měl být v zorném poli jeho dalekohledů také Neptun. Prohlídka původních Galileových zápisků a náčrtků prokázala, že Galileo Neptuna viděl a také jej zakreslil (přirozeně se domníval, že jde o běžnou hvězdu, Neptun byl v té době 7,7<sup>m</sup>). Tato kuriozita však znamená daleko víc než jen pouhou historickou zvláštnost. Galileova určení poloh byla natolik přesná (snad kolem  $10''$ ), že vzhledem k velké časové odlehlosti (234 let před Galileovým objevem Neptu-



na) mohou posloužit i dnes jako kontrola vypočtené oběžné dráhy této planety. Další kontrolu představuje Lalandovo měření z r. 1795, kdy tento autor sestavoval katalog asi 50 000 hvězd. Jelikož Galileova poloha se liší od vypočtené dráhy asi o 1', je s Neptunem něco v nepořádku, takže možná budeme muset opět uvažovat o existenci další dosud neobjevené planety.

Jak známo, Pluto se k vysvětlení těchto odchylek vůbec nehodí a vše svědčí o tom, že dvojplaneta *Pluto-Charon* byla nejspíš odtrženým satelitem Neptuna. Celá řada autorů se věnovala přesnějšímu určení základních fyzikálních parametrů těchto těles, a to jednak metodou skvrnkové interferometrie a jednak při zákrytu Charona hvězdou 13<sup>m</sup> dne 6. dubna 1980. Různé údaje jsou stále značně nejisté a nedávají příliš konzistentní výsledky. Orientačně lze říci, že poloměr Pluta je nejpravděpodobněji 1800 km, jeho hmotnost činí 0,002 hmoty Země (tj.  $1,2 \cdot 10^{22}$  kg) a střední hustota 500 kg m<sup>-3</sup> (dvakrát řidší než voda v pozemských podmínkách). Charon má poloměr 1000 km, hmotnost 0,001 hmoty Země a hustotu 1500 kg m<sup>-3</sup>. Velká poloosa jeho dráhy vůči Plutu je asi 20 000 km, oběžná doba 6,3867 dne a sklon 105°.

Nejistoty při zkoumání vzdálených drobných těles sluneční soustavy lze jistě astronomům prominout; horší je, že ani výzkum blízkého, velkého a jasného Slunce není ušetřen přetrvávajících rozporů, o některýchž jsme se v posledních letech opakovaně zmiňovali. Stále není jednoznačně řešen problém *existence slunečních oscilací*. A. Severnyj aj. mají k dispozici už pět let souvislých měření o úhrnné pozorovací době 1000 hodin. Odtud vychází zpřesněná perioda oscilací (160,10±0,004) minuty a amplituda řádu 100 metrů. Tato hodnota odpovídá modelu homogenního Slunce s centrální teplotou pouhých 6 megakelvinů a svítivosti o pět řádů nižší než je pozorovaná hodnota. Přijmeme-li jako východisko z nouze oscilace kvadrupólového typu, měli bychom zase pozorovat periody 147 a 171 min., které nalezeny nebyly. G. Zacepin aj. poukazují v této souvislosti na pozorovanou skutečnost, že uvedené Severného oscilace občas vymizí, a pak se znovu objeví, přičemž fáze je zachovává. Snad probíhá v nitru Slunce velmi mocný děj, jenž se na povrchu projevuje již jen zcela nepatrně. Krymská měření byla doplněna a potvrzena v americkém Stanfordu P. Schererem aj. — nápadné je jak zachovávání amplitudy, tak i fáze na obou vzdálených observatořích. Naproti tomu poruchy způsobené atmosférou Země nezachovávají ani amplitudu ani fázi, takže nemožno je vysvětlit. Stále musíme mít na paměti, že jde o měření na samé hranici soudobých přístrojových možností a tak definitivní řešení problému si patrně počká až na přístroje, jež budou o řád přesnější.

Stejně nejasná je situace kolem měření *sekulárního smršťování Slunce*, jak o tom před rokem začali diskutovat J. Eddy a A. Boornazian. Z rozboru greenwickských pozorování odvodili, že poloměr Slunce klesá o 0,1 % za století, tj. před pouhými 90 tisíci lety by bylo Slunce dvakrát větší než dnes a za dalších 90 tisíc let by z něj byl hmotný bod. To je zajisté absurdní, a tak se pilně probírají archívy a navrhuje se rozličná bizarní vysvětlení. Nejsilnějším argumentem ve prospěch slunečního smršťování se zdá být Claviovo pozorování zatmění Slunce v Římě dne 9. dubna 1567. Pokud by se poloměr Slunce neměnil, mělo být toto zatmění v Římě totální. Clavius však pozoroval zatmění prstenčové, tj. sluneční disk byl tehdy větší než je dnes! Naproti tomu pozorování přechodů Merkura přes sluneční kotouč v letech 1723—1973 nenavzdčuje větší změně průměru slunečního disku než 0,05" za století. Dále měření sluneční konstanty v letech 1850—1937 vylučuje větší kolísání než 0,33 %, tj. průměr svítícího disku se nemohl změnit více než o 0,5". Samozřejmě nelze zcela vyloučit oscilace průměru například během cyklů sluneční činnosti, ale i v tomto sporném případě bude nejlepší počkat na řádově přesnější měření. Uvažuje se o fotoelektrickém měření slunečního průměru dalekohledem s mimořádně malou světelností  $f/100$ , jenž by dovolil měřit průměr slunečního kotouče s chybou 0,01". Stejně však bude třeba vyzbrojit se obzvláštní dávkou trpělivosti, neboť homogenní pozorovací řady by měly obsáhnout minimálně půl století.

Připomeňme ještě, že případné *kolísání sluneční svítivosti* o více než 0,3 %



by se zřetelně poznalo na změnách pozemského klimatu, a že během slunečního cyklu s největší pravděpodobností sluneční svítivost skutečně kolísá, a to dokonce s amplitudou 0,4 %, jak ukázali E. Spiegel, N. Weiss a G. Lockwood aj.

Naproti tomu jistého pokroku bylo docíleno při výzkumu odvěkého problému *periodicity sluneční aktivity*. N. Lomb a A. Andersen zpracovali moderními statistickými metodami relativní čísla slunečních skvrn za období let 1700 až 1964 a našli zde celkem 14 statisticky významných period, mj. 55letou a 90letou periodu. Pro střední relativní číslo právě uplývajícího maxima sluneční činnosti předpověděli hodnoty 111 pro r. 1979 a 102 pro r. 1980. Zatím se zdá, že skutečné hodnoty byly o něco vyšší. R. Howard a B. LaBonte zpracovali dvanáctiletou řadu měření rychlostních polí na slunečním disku a zjistili, že se zde střídají šířkové zóny s pomalejší a rychlejší rotací. Toto střídání má však toroidální charakter s amplitudou  $3 \text{ m s}^{-1}$ . Během 22 let se zóny pozvolna přesouvají od pólů k rovníku, a zde zanikají. Tak byla poprvé zjištěna souvislost makroskopických pohybů sluneční hmoty s velkorozměrovou strukturou během slunečního cyklu.

Největším pokrokem — a to nejen ve sluneční fyzice — se může ovšem stát objev *nenulové klidové hmotnosti neutrin* a s tím souvisejících neutrinových oscilací, oznámený loni na jaře sovětskými i americkými fyziky (viz *ŘH* 61, 161; 8/1980). Pokud se objev definitivně potvrdí, znamenal by elegantní vyřešení dlouholetému problému chybějících slunečních neutrin ve známém Davisonově experimentu. O dalších astrofyzikálních důsledcích objevu se zmíníme v příslušných odstavcích později.

Konečně na rozhraní mezi sluneční a stelární astronomií se pohybuje práce J. Kirka a D. Wilkinse, kteří důmyslným způsobem řešili otázku, zda *Slunce není „tajná“ dvojhvězda*. Pomineme-li problém se zařazením Jupitera (případně i Saturna) do kategorie planet či hvězd, diskutovala se už vícekrát možnost, že Slunce má vzdáleného málo svítivého hvězdného průvodce, někde na pokraji své sféry gravitačního vlivu. I kdyby však takový průvodce unikl pozornosti díky malé svítivosti, zaznamenali bychom nepochybně jeho gravitační účinky, a to především na pohyb dlouhoperiodických komet. Z nepřítomnosti měřitelných poruch v pohybu komet odvodili autoři, že Slunce žádného takového průvodce nemá, byť by to bylo těleso i tak exotické jako je neutronová hvězda nebo černá díra (o hmotnosti minimálně 1,5 až 3 hmot slunečních). Výjimečnost Slunce jako osamělé hvězdy v Galaxii se tím zdá být zřetelně prokázána. (Pokračování příště)

## Jiří Bouška | K objevu Urana

Od nepaměti bylo známo šest planet sluneční soustavy: *Merkur, Venuše, Země, Mars, Jupiter a Saturn*. Pochopitelně v dobách, kdy se věřilo na geocentrický systém, nebyla Země považována za planetu, ale za střed vesmíru a naopak za planety byly považovány *Slunce a Měsíc*. To však nic neměnilo na známém počtu těles sluneční soustavy. Sluneční soustava prostě končila za drahou Saturna, tedy ve vzdálenosti necelých 10 astronomických jednotek od Slunce.

Avšak právě před dvěma stoletími došlo k velice významnému objevu další planety sluneční soustavy. Jak se lze dočíst v každé knížce, pojednávající o astronomii, objevil anglický astronom William Herschel 13. března 1781 další — sedmou planetu sluneční soustavy. A jak to již bývá, všechno bylo trochu jinak.

Především Herschel nebyl Angličan, ale Němec, narozený 15. listopadu 1738 v Hannoveru a pokřtěný Friedrich Wilhelm. Nikdy také nebyl profesionálním astronomem, ale amatérem v nejlepším toho slova smyslu. Do dějin astronomie se zapsal nejen objevem Uranu, ale mnoha objevy a pracemi dalšími, které významně přispěly k pokroku astronomie ve své době.

Pocházel z velmi početné rodiny a ve svém mládí se zabýval hlavně hudbou. V roce 1755 odjel se svým nejstarším bratrem Jacobem do Anglie, po roč-



ním pobytu se však opět vrátil do Německa. V roce 1757 se opět vydal do Anglie, tentokrát již natrvalo. Jeho příznivec, lord Durham, mu umožnil nastoupit místo varhaníka v Halifaxu a v Bathu. Zabýval se také teorií hudby a to mladého Herschela přivedlo ke studiu matematiky; kromě toho studoval klasické řeči. Přes matematiku se dostal k fyzice, především k optice a pak k astronomii.

Již v roce 1766 měl Herschel k pozorování oblohy dalekohled Gregoryho typu o ohniskové vzdálenosti 60 cm. Herschel se pak zabýval broušením zrcadel pro dalekohledy a hlavní snahou zde patrně bylo vidět na obloze více a lépe. Jako materiál pro zrcadlové objektivy dalekohledů zkoušel různé slitiny kovů a v roce 1744 vyrobil řadu zrcadel s ohniskovými vzdálenostmi 1,5–2,1 m Newtonova typu. Pokusil se také o vybroušení zrcadla pro reflektor o ohniskové vzdálenosti 6 m, ale dalekohled dokončený v r. 1783 se nepovedl. Pro zajímavost uvedme, že Herschel během svého patnáctiletého pobytu v Bathu vyrobil s pomocí svého bratra Alexandra na 200 zrcadel pro dalekohledy s ohniskovou vzdáleností 2 m, 150 zrcadel pro dalekohledy s  $f = 3$  m a asi 80 zrcadel pro dalekohledy s šestimetrovou ohniskovou vzdáleností. Zdá se to neuvěřitelné, ale v literatuře lze o tom nalézt důkazy. Vrcholným dílem byl Herschelův dalekohled o průměru zrcadla 1,2 m a ohniskové vzdálenosti asi 12 m. Konstrukce jeho teleskopů a zvláště pak jejich montáže však nelze ani zdaleka srovnávat s montážemi moderních dalekohledů — byla to jakási monstra, spíše připomínající současná bezpečnostní lešení mnoha pražských domů v havarijním stavu než astronomické dalekohledy.

Avšak hlavním cílem Herschelovy práce asi nebylo konstruovat dalekohledy, ale mít přístroje pro pozorování oblohy. Stejně tak jako byl Herschel vynikající optik a konstruktér dalekohledů, byl i velmi dobrý pozorovatel, navíc obzvláště pilný. Během svého dlouhého života (zemřel 25. srpna 1822 ve Slough, kde žil od r. 1786) objevil a pozoroval několik set dvojhvězd a na 1500 mlhovin a galaxií; publikoval také několik katalogů těchto objektů. Zabýval se rovněž fotometrií hvězd, pozorováním proměnných, studiem pohybu Slunce a sluneční soustavy, tepelným zářením Slunce aj. Objevil také Saturnovy měsíce Mimas a Enceladus, našel několik komet a v neposlední řadě planetu Urana a její dva měsíce.

Herschelova práce byla plně uznávána již za jeho života a byla oceněna členstvím v Royal Society, zvolením za prvního prezidenta Královské astronomické společnosti a udělením šlechtického titulu, omezíme-li se zde jen na pocty nejvyšší.

K objevu Urana však došlo náhodou. Při systematické přehlídce oblohy zjistil Herschel v souhvězdí Blíženců poměrně jasný objekt kruhového tvaru o průměru několika málo obloukových vteřin, který jevil vlastní pohyb mezi hvězdami. Herschela ani ve snu nenapadlo, že jde o novou planetu sluneční soustavy, ale objekt považoval za kometu a objev také takto ohlásil. Z prvních poloh objektu pak několik astronomů počítalo jeho parabolickou dráhu. Taková dráha však měla vzdálenost perihelu nejméně 14 AU, což bylo pochopitelně více než podezřelé. Byla proto počítána dráha eliptická a ukázalo se brzy, především na základě výpočtů významného francouzského teoretického astronoma Laplaceho, že pozorovaným polohám tělesa dobře vyhovuje dráha téměř kruhová s hlavní poloosou asi 19 AU. Protože bylo možno předpokládat, že se žádná komete po takovéto dráze nepohybuje, bylo jasné, že Herschelem objevený objekt je novou a do té doby neznámou planetou sluneční soustavy, obíhající kolem Slunce v zhruba dvojnásobné vzdálenosti než Saturn.

Novou planetu bylo nutno také pojmenovat. Herschel navrhl pro ni na počest svého příznivce, anglického krále Jiřího III. jméno *Georgium Sidus*, které se však většinou v podobě *The Georgian* užívalo do poloviny minulého století jen v Anglii, ale nikoliv jinde. Význačný francouzský astronom Lalande navrhol pro planetu pojmenování *Herschel*, ale ani to se neujalo. Další astronomové navrhovali jména jiná, ale všeobecně byl přijat až návrh německého teoretického astronoma Bodeho na jméno *Uranus*.



Když byla z pozorování známa dráha Urana, bylo pochopitelně možno počítat efemeridu nejen do budoucnosti, ale i do minulosti. Při tom se ukázala zajímavá skutečnost, že Herschell nebyl ani zdaleka první, kdo Urana viděl. Tím byl patrně již v r. 1690 anglický astronom Flamsteed (pak Urana pozoroval do r. 1715 ještě pětkrát). Zřejmě však považoval Urana za hvězdu, stejně tak jako francouzský astronom Lemonnier, který planetu pozoroval v letech 1750—1771 dokonce dvanáctkrát (jen od prosince 1768 do ledna 1769 osmkrát!). Urana viděl i anglický astronom Bradley (třikrát v letech 1748—1753), německý astronom Mayer (r. 1756) a patrně i další.

Herschelova pozorování Urana z roku 1781 mají však zásadní význam v tom, že vedla ke zjištění nové planety sluneční soustavy. Bylo k tomu však potřeba i mnoho práce teoretiků, kteří vypočetli dráhu Urana. Herschel sám by byl patrně dráhu nového tělesa, které jak jsme již uvedli považoval za kometu, nebyl asi počítal — je otázkou, zda by to také jako vyložený pozorovatel byl dovedl. Tím vším však není nikterak snížena Herschelova zásluha za objevení Urana. Připomeňme ještě, že Herschel objevil v lednu 1787 také dva nejjasnější Uranovy měsíce, Titanii a Oberona.

## Oto Obírka | Hvězdný vítr

Dnes je známo, že statický popis sluneční soustavy, hvězd, plynných a prachových mlhovin a jiných vesmírných struktur je neúplný a nedostačující, když pomíjí velmi podstatnou dynamickou složku, bouřlivě prudký pohyb plazmy.

Činitelem ovlivňujícím výrazně mnohé pochody ve sluneční soustavě je sluneční vítr, proudící neustále vysokými rychlostmi ze sluneční koróny a tvořený elektricky nabitými částicemi protony, elektrony a v malém množství jádry hélia a jiných lehkých prvků. Sluneční vítr byl do roku 1958 prakticky neznámý a první přímá měření uskutečnila v září 1959 sovětská měsíční raketa Lunik 2, potom Lunik 3 a v r. 1961 meziplanetární stanice Veněra 1. Byl naměřen proud miliónu až jedné miliardy protonů průřezem čtverečního centimetru za sekundu. První americká měření provedla v r. 1961 cislunární družice Explorer 10, která naměřila rychlost slunečního větru přibližně 300 km/s.

Cesta k objevu a pochopení slunečního větru nebyla přímá. Již delší dobu hledali astronomové vysvětlení dvojích ohonů komet, jak je známe z některých fotografií, např. komety Mrkos 1957 V. Hlavní homogenní ohon je složen převážně z částecek prachu, jež rozptylují sluneční světlo a září žlutavým světlem. Druhý úzký ohon směřuje téměř přímo od Slunce a na barevných fotografiích má namodralé zbarvení. Spektrografický rozbor ukázal, že je tento druhý ohon tvořen plazmou složenou převážně z ionizovaných molekul a radikálů  $N^+$ ,  $CO^+$ ,  $OH^+$ ,  $CO_2^+$ ,  $CH^+$ . Jediným vysvětlením vzniku těchto přímých ohonů byla domněnka, že tlak slunečního záření vyhání prachové částice z hlavy komety a tvoří ohon. V několika případech byla však v přímých ohonech objevena vlákna a obláčky, pohybující se od Slunce podstatně rychleji než by bylo možno vysvětlit tlakem záření.

Počátkem padesátých let vyslovil L. Biermann přesvědčení, že rychlý pohyb těchto obláčků a uzlů je možno vysvětlit jen prouděním ionizovaného plynu nebo plazmy ze Slunce rychlostmi několika set kilometrů za sekundu. Název sluneční vítr dal jevu koncem padesátých let E. N. Parker, který vypracoval matematický model rozpínající se horké sluneční koróny s teplotou okolo dvou miliónů stupňů, z níž proudí plazma slunečního větru. I když to nebyla příliš překvapující myšlenka — vždyť bylo tehdy již známo, že hvězdy odvrhují část hmoty a energie — nebyla ihned obecně přijata. Když však byly detektory sovětské kosmické sondy Lunik 3 při letu k Měsíci v říjnu 1959 zahlceny neočekávaným proudem elektricky nabitých částic, byl sluneční vítr jediným přímým vysvětlením. Dalším příspěvkem k potvrzení existence slunečního větru byla v srpnu 1962 měření americké kosmické sondy Mariner 2 letící



k Venuši. Od té doby zásobily nás umělé družice a kosmické sondy velikým množstvím dat o charakteru a intenzitě slunečního větru. Nová měření, poznatky a také nové otázky ovlivnily další sluneční výzkum.

Díky speciálně vybaveným družicím a kosmickým sondám bylo v poslední době vykonáno mnoho měření slunečního větru a obdobného proudění z jiných blízkých hvězd v ultrafialovém a rentgenovém oboru. Ve spojitosti s výsledky optické a rádiové astronomie a řady teoretických prací doplňuje se postupně obraz slunečního života.

Blížkost Slunce umožnila mnohem podrobnější studium než kterékoliv jiné hvězdy. Máme dnes dosti úplnou představu o jeho struktuře. Látka je ve slunečním nitru ve stavu vysoce ionizované plazmy. Ve středu Slunce má plazma teplotu okolo 15 miliónů K a hustotu přibližně 100 g/cm<sup>3</sup>. Tam probíhá reakce, při níž se proton-protonovým řetězcem spojují čtyři jádra vodíku v jedno jádro hélia a uvolňuje se energie, která se složitými pochody doslovně prodrává v podobě elektromagnetického záření množstvím sluneční hmoty do vyšších vrstev. Teplota se vzdáleností od středu klesá, stále více elektronů je vázáno k jádrům a zvolna roste opacita plazmy. Ve vzdálenosti okrouhle 600 000 km od středu stává se přenos energie zářením pro neprůzračnost plazmy nemožný a tepelná energie je do vyšších oblastí transportována konvekci. Při povrchu Slunce, kde se hustota plynu blíží hustotě zemské atmosféry ve výši 60 km, stává se však konvekce neúčinnou a nastupuje opět přenos energie zářením.

Vrstva nazývaná fotosférou má nízkou hustotu, takže většina fotonů může volně vyletovat do kosmického prostoru. Fotosféra s teplotou okolo 6000 K tvoří viditelný obraz Slunce. Poněvadž hustota slunečního obalu s výškou dále klesá a pohlcuje jen nepatrné množství zářivé energie vycházející z fotosféry, klesá teplota ještě dále až na hodnotu asi 4200 K. Potom se však tendence obrací a teplota počíná stoupat. V horních částech 8 až 10 tisíc km vysoké chromosféry dosahuje teplota již více než 100 000 K a v nejvyšší a nejjednější části slunečního obalu, koróně, téměř 2 milióny K. Koróna je ve stavu stálého hydrodynamického rozpínání. Mechanismus jejího zahřívání není však stále zcela uspokojivě vysvětlen, i když bylo vypracováno několik teorií a vypočítána řada modelů.

Z koróny proudí stále horká plazma v podobě slunečního větru nadzvukovými rychlostmi do meziplanetárního prostoru a odnáší s sebou sluneční magnetická pole, jež jsou průvodním jevem elektrických proudů protékajících vysoce ionizovanými plyny koróny. Jako součet všeho záření ztrácí Slunce ročně asi desetbilióntinu (10<sup>-13</sup>) své hmotnosti, z toho připadá asi desetina na účet slunečního větru.

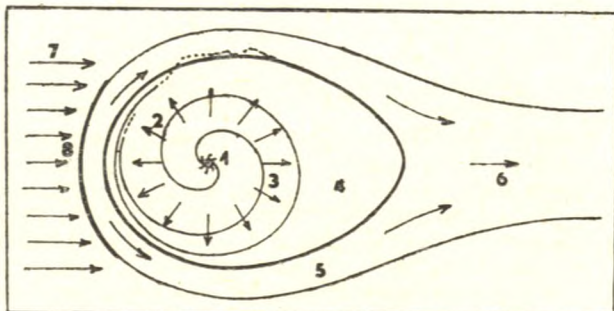
Sluneční vítr neproudí stejně intenzivně ani stejnou rychlostí z celé koróny. Jsou tam oblasti s nižší teplotou a hustotou, z nichž vycházejí unipolární otevřená magnetická pole a rychlý sluneční vítr s rychlostmi nad 400 km/s. Tyto oblasti jsou nazývány koronálními děrami. V době maxima sluneční aktivity se vyskytují zřídka a netrvají dlouho. Také rychlý sluneční vítr je v té době dosti vzácným jevem. Naproti tomu při malé sluneční aktivitě nacházíme nad slunečními póly velmi rozsáhlé a značně stálé koronální díry, sahající někdy až přes sluneční rovník.

Dráhy slunečního větru a struktura slunečního magnetického pole podobají se v zásadě Archimedovým spirálám, jsou však silně ovlivňovány lokálními nepravidelnostmi sluneční činnosti, ve větších vzdálenostech od Slunce jsou rušeny interakcemi s magnetickými poli planet. Proměnlivý tok plazmy slunečního větru okolím Země působí značné změny intenzity, rozsahu a tvaru geomagnetického pole. Měřeními orbitálních a kosmických laboratoří bylo zjištěno, že na straně přivrácené Slunci stlačuje sluneční vítr geomagnetické pole asi na deset zemských poloměrů, v opačném směru rozpíná se toto magnetické pole daleko za měsíční dráhu.

Sluneční vítr a intenzita slunečního magnetického pole slábne se vzdáleností od Slunce až narazí na oblaka mezihvězdné plazmy a neutrální mezi-



Náčrt heliosféry: 1 — Slunce, 2 — sluneční vítr, 3 — meziplanetární magnetické pole, 4 — heliosféra, 5 — heliopauza, 6 — ohon heliosféry, 7 — mezihvězdný vítr, 8 — nárazová vlna.



hvězdné hmoty, se kterými nutně interaguje. Oblast vlivu slunečních magnetických polí a slunečního větru nazývá se heliosférou.

Protože se Slunce se svou planetární soustavou pohybuje vzhledem k mezihvězdnému prostředí rychlostí přibližně 20 km/s, vzniká v oblasti, kde se vyrovnávají protichůdné proudy slunečního větru a mezihvězdného plynu nárazová vlna, která stlačuje heliosféru. Podobně jako zemská magnetosféra je tedy i heliosféra asymetrická a vzniká za ní magnetický ohon. Sluneční vítr proudí heliopauzou ve směru s přitékajícím hvězdným větrem do heliosférického ohonu.

V Galaxii známe mnoho hvězd slunečního typu o nichž předpokládáme, že mají podobnou strukturu a vlastnosti a probíhají na nich také podobné procesy. Proto se stalo studium slunečního větru základem dalších výzkumů a měření, které vyústily v širší teorii hvězdného větru.

Objev hvězdného větru byl skutečně učiněn a doložen mnoha daty, především astronomickou observatoří na oběžné dráze Copernicus (vypuštěna 1973), vybavenou dalekohledem o průměru 80 cm a dalšími přístroji k studiu ultrafialového a rentgenového záření žhavých hvězd, a družicí IUE, která nese rovněž dalekohled o průměru 45 cm a byla vybavena pro výzkum v ultrafialovém oboru. Obě laboratoře se zaměřují podle pokynů ze Země na jednotlivé hvězdy nebo jiné objekty, snímají a proměřují jejich spektra. Družice Einstein (HEAO 2), vypuštěná 1978, je vybavena rentgenovým teleskopem vynikající citlivostí a rozlišovací schopností. Umožnila zaregistrovat poprvé rentgenové záření z korón hvězd hlavně posoupnosti pozdních spektrálních tříd. Velmi zajímavý a nečekaný byl objev mohutných korón červených trpasličích hvězd spektrální třídy M. Tak bylo zjištěno, že blízká hvězda Proxima Centauri má korónu s teplotou asi  $3,5 \cdot 10^6$  a její magnetické pole zabírá pětinu povrchu hvězdy. Pozorování v rentgenovém pásmu poskytla informace o rychlostech a hustotách pohybující se plazmy. Dosavadní výzkumy ukázaly, že hvězdný vítr proudí z řady hvězd spektrálních typů pozdnějších než F0. Mechanismus vedoucí k výtoku plazmy z atmosfér je zřejmě podobný jako u Slunce a je podmíněn existencí vnější konvektivní zóny.

Nelze však říci, že by hvězdy bez konvektivních pohybů ve vnějších vrstvách nemohly mít rozpínající se koróny. Vždyť první objev výronu plynů z hvězdy byl učiněn v r. 1927 u nepravidelné proměnné hvězdy ranného typu P Cygni, jejíž typické emisní a ostré absorpční čáry posunuté k fialové části spektra svědčí o rozpínání vnější obálky.

Postupně byl zjištěn mohutný hvězdný vítr u všech hvězd spektrálních tříd O a B se svítivostí vyšší než  $2 \cdot 10^4 L_{\odot}$ . Na rozdíl od slunečního větru, který proudí z horké koróny s teplotou o tři řády vyšší než je teplota řídké atmosféry, nepřekračuje teplota plynu proudícího z horkých hvězd O a B teplotu jejich fotosféry, přibližně  $(1-4) \cdot 10^4$  K. Zvláště mohutné výrony pozorujeme u obřích hvězd Wolfových-Rayetových s povrchovými teplotami  $(20-50) \cdot 10^3$  K a hmotnostmi  $20-80 M_{\odot}$ , jejichž hvězdné větry se projevují jako obrovské uragany s nepředstavitelnými rychlostmi 2000 až 4000 km/s. Ztráty hmotnosti dosahují za rok až  $10^{-5} M_{\odot}$ .



Podle nynějších představ je vznik hvězdného větru u jasných hvězd ranných spektrálních tříd spojen s tlakem světla a nikoliv s existencí konvektivní zóny jako u Slunce a jemu podobných hvězd. V posledních letech bylo vykonáno mnoho pozorování hvězdného větru také v infračerveném pásmu a na rádiových vlnách.

Podobně jako u hvězd pozdních spektrálních tříd, také u hvězd *O* a *B* není dosud zcela jasno, jakým mechanismem dochází k zahřívání korón, i když jde o rozdílné mechanismy. Proudění plazmy mnoha hvězd je úzce spojeno se složitými magnetickými poli v Galaxii. Hvězdný vítr má vážnou úlohu i při tvorbě hvězd. Těmto otázkám věnujeme však zvláštní článek.

## Svědectví meteorických chondrulí

Martin Šolc

Podle geochemických, fyzikálních i obecně astrofyzikálních výzkumů je velmi pravděpodobné, že některý meteorický materiál představuje zbytky původní látky mezihvězdného oblaku, z něhož se utvořila sluneční soustava (viz článek Máme již v rukou prach komet — A. Vítek, *Vesmír* 59, 306; 1980, v němž se hovoří o sběru a analýze částic velikosti mikrometrů ve vrstvách atmosféry kolem 20 km). Většina dnes známého meteorického materiálu však byla v průběhu zrodu sluneční soustavy tepelně přetvořena. To se projevilo zejména změnou struktury a chemických vazeb, a proto se v chondritech (kamenných meteoritech) vyskytují tak často krystalické kapičky velikosti od několika mikrometrů po několik milimetrů, zvané chondrule. Některé meteority jich obsahují až 70 %. Minerály v chondrulích jsou zejména olivíny, pyroxeny, enstatit a občas se vyskytuje i čisté železo. Krystalická struktura chondrulí dokládá, že jejich chladnutí probíhalo pomalu, jinak by se totiž vytvořila amorfní sklovina.

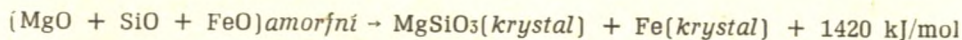
Od doby prvních mineralogických analýz meteorického materiálu a zvláště chondrulí v minulém století bylo vysloveno již mnoho názorů na jejich vznik, avšak žádný nepodal vysvětlení zcela uspokojivé, ani názory zastávané dnes odborníky v oblasti výzkumu sluneční soustavy. Podle všeobecně známého schématu vznikla sluneční soustava z chladného oblaku mezihvězdného plynu a prachu, jehož gravitační kontrakci zahájil výbuch blízké supernovy. Při smršťování se oblak zahušťoval a ohřívál nejvíce ve středu, kde se později vytvořilo praslunce jako vydatný zdroj zářivé energie, zpočátku převážně infračervené (tepelné). Kritickým bodem dosavadní teorie je předpoklad, že většina mezihvězdných prachových zrn byla zářením praslunce, resp. později i působením horkého plynu, rozehřáta a vypařena až do značné vzdálenosti od praslunce (do asi 10 AU). Po vytvoření zárodečného cirkumsolárního disku, v němž vznikaly planety, se plyn v jeho vzdálenějších a vnitřních partiích mohl ochlazovat, protože přístupu záření bránily relativně husté a neprůhledné vrstvy blíže ke středu. Meteorický materiál měl pak vznikat kondenzací z postupně chladnoucího horkého plynu, přičemž pořadí kondenzujících prvků a molekul by mělo být určeno jejich těkavostí. Toto pořadí bývá označováno jako sluneční kondenzační posloupnost. Při takové kondenzaci vzniká látka v rovnovážném chemickém stavu, tj. všechny reakce, které mohly proběhnout, již v ní proběhly; volná energie (energie, kterou by látka mohla uvolnit chemickými reakcemi nebo změnou krystalické struktury) je zhruba nulová. Původ chondrulí při takových podmínkách však nelze dobře vysvětlit. Úsilí badatelů se tedy zaměřilo na nalezení takového procesu, který by meteorický materiál v jeho vnitřku znovu ohřál až do roztavení.

Na velmi prosté řešení problému dodatečného zdroje tepla uvnitř meteorických částic připadl D. D. Clayton a popsal je v *Astrophysical Journal Letters* (z 1. 7. 1980). Předpokládá, že větší pevné částice vznikaly již v chladném zárodečném mezihvězdném oblaku během kontrakce, a to postupným „nabalo-



váním“ prachových částic na sebe a ulpíváním molekul mezihvězdného plynu na jejich povrchu. Za teploty  $\sim 10$  K panující v hustém oblaku (hustota prachových částic o několik řádů vyšší než obvykle v mezihvězdném prostoru, kde je  $\sim 100$  částic v  $\text{km}^3$ ) molekuly a atomy v prachových konglomerátech spolu chemicky nereagovaly, protože jejich tepelný pohyb za tak nízké teploty je velice omezen a partneři vhodní pro reakci nemají možnost se k sobě přiblížit. Volná energie takové látky je ovšem vysoká. V případě zahřátí částice např. na 500 K při přiblížení k praslunci se ožíví tepelný pohyb molekul a chemické reakce mohou proběhnout. Jsou-li tyto reakce exoergické (uvolňuje-li se při nich energie), pak dokonce proběhnou bouřlivě a konglomerát, v němž probíhají, mohou na mnoha místech nejen ještě více ohřát, ale dokonce i roztavit a zcela vypařit. Podobně se může uvolnit energie ukrytá v chaotickém rozložení molekul, resp. v krystalickém uspořádání, jestliže se teplota zvýší nad teplotu fázového přechodu do jiného typu krystalické mříže.

Jako příklad uvádí Clayton chaoticky nalepené molekuly MgO v plášti chladné prachové částice (10 K až 50 K). Neuspořádanost molekul připomíná kapalinu, i když samozřejmě jsou molekuly zcela nepohyblivé. Ke každému atomu Mg je zde přiřazen právě jeden atom O, což by bylo nemyslitelné v krystalové mřížce. Jestliže se teplota částice dostatečně zvýší, molekuly MgO se „přerovňají“ do krystalové mřížky a uvolní se 78 kJ/mol, tedy teplo potřebné jinak k roztavení jednoho molu krystalického MgO. Měrné teplo MgO je  $C_p = 840 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ , teplota vzorku se tedy zvýší na 2300 K, je-li ovšem počáteční zahřátí dostatečně rychlé a odvod tepla do okolí nepatrný (tedy za přibližného dodržení podmínek adiabatického děje po počátečním zahřátí). Ještě více tepla by vzniklo, kdyby na počátku molekuly kyslíčnicku hořčnatého tvořily útvar porézni podobný sněhové vločce. Střední hustota takové struktury je totiž menší než hustota roztaveného MgO, a proto se při přechodu do stavu horkého krystalu uvolní navíc energie odpovídající části energie potřebné k vypařování MgO. Jestliže se uvažuje amorfní směs kyslíčnicků hořčíku, křemíku a železa (typické složení enstatitových chondrulí), pak při dostatečném zvýšení teploty proběhne reakce



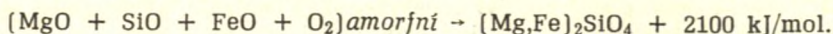
a uvolní se alespoň desetkrát více tepla než při krystalizaci pouhého MgO. Modelový výpočet ukazuje, že proces podle hořejší rovnice proběhne řádově během sekundy, je-li teplota náhle zvýšena z oblasti (0 K až 50 K) nad 300 K. Probíhá-li reakce na některém místě meteorického konglomerátu, pak je výsledkem horký krystal zvolna chladnoucí, z něhož je teplo odváděno okolním materiálem a posléze vyzářeno z povrchu konglomerátu.

Myšlenka ohřevu látky v mezihvězdných zrnech latentní chemickou (resp. krystalizační) energií není nová. Již v r. 1956 B. Donn a H. C. Urey předpokládali existenci volných radikálů v ledových obalech mezihvězdných prachových zrn, a v r. 1976 se pokusil J. M. Greenberg vysvětlit slučováním volných radikálů zahřívání prachových submikrometrových částic až do vypaření, vlastně „rozprsknutí“ (sputtering). F. Hoyle a N. C. Wickramasinghe zveřejnili v r. 1978 domněnku o existenci tekuté vody v kometárních jádrech, kde by se mohla udržet po velmi dlouhou dobu právě exoergickými reakcemi volných radikálů.

Vysvětlení vzniku chondrulí popsaným způsobem má některé výhody. Především odpadá nutnost předpokladu vypaření a opětovné kondenzace prachu v zárodečné mlhovině ve velkém prostoru, i když v malé oblasti kolem praslunce tento pochod jistě proběhl. Další přednost se týká chemického složení chondrulí. Látka na pravě straně hořejší rovnice je obvykle označována jako redukovaná, protože stupeň oxidace kovu je nízký. V dosavadních kosmogonických teoriích bylo třeba vymýšlet ještě zvláštní redukční proces, jelikož předpokládána kondenzace látky z plynu při teplotách okolo 600 K dává materiál mnohem více okysličený. Další potíž pro konvenční kosmogonické teorie znamená přítomnost síry (sulfidů) v meteoritech, vysvětlovaná většinou náhlým „útokem“ molekul sirovodíku ( $\text{H}_2\text{S}$ ) na již zkonzenzované pevné částice. Při mechanismu



podle Claytona molekuly jako např. CaS, FeS, které by se měly vyskytovat i v mezihvězdných zrnech, v meteorických aglomerátech prostě zůstávají. U některých chondrulí byl pozorován mnohem vyšší stupeň oxydace, avšak i to není v rozporu s Claytonovou hypotézou. Při ukládání molekul na povrch prachového zrna ještě v chladném oblaku se mohou střídát kysličníky MgO, FeO, SiO i s molekulami volného kyslíku O<sub>2</sub> za daných teplot spolu nebudou reagovat. Teprve při zvýšení teploty začne probíhat reakce



Na pravé straně však mohou být i další sloučeniny — (MgO, FeO) SiO<sub>2</sub>, olivíny a pyroxeny. Laboratorně analyzované chondrule se nejvíce liší právě zastoupením jednotlivých výsledných produktů, mezi nimiž přetrvávají ještě i molekuly MgO, SiO, FeO. Podobné vlastnosti jako enstatitové a další chondrule v chondritech mají i inkluze v chondritech typu C1 a C3 (např. meteorit Fremdlinge, 1978), bohaté na vápník a hliník.

Je tedy pozoruhodné, že tak závažný astrofyzikální problém, zda zažila sluneční soustava epochu vypařování mezihvězdného prachu a opětovnou kondenzaci těžkých prvků do meteorického materiálu podle sluneční kondenzační posloupnosti, může být rozhodnut laboratorní analýzou meteorického a meziplanetárního kamení. Určité naděje na definitivní vyřešení otázky vzniku chondrulí lze vkládat do připravovaných meziplanetárních letů k Halleyově kometě a ještě větší do letu a dlouhodobého výzkumu komety Tempel 2. Jestliže v kometárním materiálu budou nalezeny přetavené inkluze, pak teorii o vypaření a kondenzaci pevné látky ve velkém prostoru kolem praslunce nelze dále udržet. Ze studia kometárních drah totiž přesvědčivě vyplývá, že komety vznikaly ve vzdálenostech tisíců astronomických jednotek od středu sluneční soustavy. Dokonce již dnes můžeme přítomnost inkluzí v kometárním materiálu považovat za částečně prokázanou, jestliže uhlíkaté chondrity s inkluzemi, pochytané balónovými sondami ve stratosféře, pocházejí skutečně z komet rozptýlených po dráhách podobných dráze planety Apollo. A tak hypotéza o vzniku chondrulí uvolňováním latentní energie bude pravděpodobně základem pro opravu scénáře vzniku sluneční soustavy.

---

## Co nového v astronomii

---

### XXXI. MEZINÁRODNÍ ASTRONAUTICKÝ KONGRES

Mezinárodní astronautická federace (IAF) uspořádala v pořadí již XXXI. kongres ve dnech 21. až 28. září 1980 v japonském Tokiu. Byl to první kongres této mezinárodní organizace konaný na Dálném Východě, neboť většina předcházejících byla uspořádána v Evropě, pouze jeden kongres se uskutečnil v Asii a v Jižní Americe a tři v Severní Americe.

Mezinárodní astronautická federace (IAF) byla založena v roce 1950 jako mezinárodní organizace nevládního a interdisciplinárního charakteru, jejímž hlavním cílem je usilovat o rozvoj astronautiky k mírovým účelům. V současné době je Mezinárodní astronautická federace složena z 58 členských společností (národních členů a ostatních institucí), zastupujících celkem 36 států. U příležitosti kongresu IAF zasedá také ge-

nerální shromáždění IAF, které kromě jiného volí část vedení federace. Vedení federace se skládá z prezidenta, předchozího prezidenta, pěti viceprezidentů IAF, dále z prezidenta Mezinárodní astronautické akademie (IAA), prezidenta Mezinárodního institutu pro kosmické právo (IISL) a generálního poradce. Prezident IAF je volen na jeden rok a může zastávat tuto funkci pouze ve dvou obdobích.

Na XXXI. kongresu Mezinárodní astronautické federace byl prezidentem IAF, poprvé v historii, jednomyslně zvolen československý vědec — člen korespondent ČSAV doc. RNDr. Luboš Perek, DrSc., vědecký pracovník Astronomického ústavu ČSAV v Praze. Člen korespondent L. Perek působil v letech 1975—1980 v rámci OSN jako vedoucí oddělení kosmických otázek.

Loňský kongres IAF v Tokiu byl dokladem úspěšného trendu nastoupeného na kongresu IAF v Praze a pokračujícího na zasedání v Dubrovniku (1978). Dokladem této skutečnosti je další vzestup kosmického výzkumu, různorodější rozvoj umělých družic a zvyšující se všeobecný zájem o astronautiku, zaměřený zejména na využívání kosmického prostoru pro účely života na



Zemi. Nepřekvapuje proto, že ústředním heslem tokijského kongresu byly „Aplikace kosmického rozvoje“ a že pro téma zahajovacího společného zasedání byla vybrána problematika ekonomických důsledků kosmického rozvoje. V rámci tohoto společného zasedání byly projednány zejména otázky týkající se ekonomických účinků komunikačních družic, pozorování povrchu Země a výzkumných družic i otázky vlivu výzkumu astronautiky pro rozvoj vědy a techniky.

I když zejména zahraniční účast byla na tokijském kongresu z pochopitelných důvodů poněkud menší než na předchozích kongresech (celkem 700 účastníků z 30 zemí, z toho 415 zahraničních), byla jak organizační úroveň kongresu, tak i jeho obsahová náplň na vynikající úrovni. Kromě zahajovacího a závěrečného společného zasedání a již zmíněného společného projednávání ekonomických otázek kosmického rozvoje byla na programu čtyři společná večerní zasedání týkající se jednotlivých aktuálních problematik. Jedno odpoledne a jeden celý den pak byly vyhrazeny pro technické exkurze. Na úvodním jednání kongresu promluvili postupně předseda organizační komise kongresu (Yoshiki), viceministr pro vědu a techniku (Takahira), prezident japonské společnosti pro kosmickou vědu (Mori) a zástupce předsedy komise pro mírové využití kosmického prostoru (Padang) i reprezentant generálního tajemníka Organizace spojených národů. Zahájení kongresu ukončil dosavadní prezident IAF R. Gibson, ředitel Evropské kosmické agentury (ESA).

Díleč problematiky kongresu byly projednávány v příslušných sekcích prostřednictvím jednotlivých vědeckých zasedání. Proběhla tři základní symposia vždy s pěti zasedáními: Kosmický prostor a energie, Aplikace zaměřené na Zemi a Prostředí s nízkou gravitací. Dále ještě v rámci IAF proběhla zasedání sekce Komunikační družice, Hnací systémy a sekce týkající se různých jiných problematik.

V rámci Mezinárodní astronautické akademie (IAA) proběhlo deváté mezinárodní přehledné zasedání o spojení s mimozemskými civilizacemi, symposium o historii astronautiky, symposium o ekonomice kosmického prostoru a symposium o bezpečnosti v kosmickém prostoru. V rámci Mezinárodního institutu pro kosmické právo (IISL) bylo součástí kongresu 23. mezinárodní kolokvium o kosmickém právu, na němž byly postupně na čtyřech zasedáních projednávány otázky týkající se dohody o činnosti jednotlivých států na Měsíci a jiných kosmických tělesech, výsledky světové administrativní radiokomunikační konference z roku 1979, problémy ochrany životního prostředí na Zemi a konečně možnosti další mezinárodní kosmické spolupráce. Celkem bylo na programu kongresu 47 zasedání v rámci sedmi vědeckých sekcí IAF, čtyř symposií IAA a dvou kolokvií IISL. Na

jednání byla také schválena místa pro konání příštích kongresů Mezinárodní astronautické federace. V roce 1981 to bude Řím a o rok později Paříž.

Československá věda byla na kongresu IAF v Tokiu zastoupena celkem třemi účastníky a třemi referáty. Dva z těchto referátů byly přítomnými účastníky předneseny v rámci příslušných vědeckých zasedání. Kromě toho se všichni naši zástupci aktivně účastnili jednání jednotlivými diskusními příspěvky.

Z posledních astronautických kongresů, především pak z letošního vyplývá, že se nejen podařilo rozvinout dlouhodobé lety do kosmu a lety s mezinárodními posádkami, ale že počet států, které se této problematice věnují, se neustále rozšiřuje. Kromě toho se podařilo shromáždit a zpracovat také nové poznatky o vzdálenějších planetách sluneční soustavy a zvýšit význam využití poznatků kosmického výzkumu pro praktické potřeby života na Zemi. Nepřekvapuje proto vzrůstající zájem řady států nejen o vypouštění nových družic na oběžné (zejména stacionární) dráhy a využívání jejich služeb k nejrůznějším praktickým účelům.

Význam astronautiky potvrzují také plánovaný druhý kongres OSN o výzkumu kosmického prostoru, který se uskuteční v roce 1982 a na jehož přípravě se výrazně podílí také Mezinárodní astronautická federace. Rozšiřující se náplň posledních astronautických kongresů svědčí o vzrůstajícím celosvětovém zájmu o astronautiku. Program astronautických kongresů prohlubuje svůj interdisciplinární charakter, neboť při řešení problémů kosmického výzkumu je potřebná spolupráce a návaznost celé řady oborů, např. astronomie, fyziky, kybernetiky, radiotechniky, energetiky a výpočetní techniky, avšak zároveň i biologie, sociologie, ekologie, lékařské vědy, právní vědy a informatiky.

Spolupráce všech těchto oborů při řešení astronautického programu na jedné straně znamená významný přínos pro poznání kosmického prostoru a s ním souvisejících otázek, na straně druhé představuje však i značný přínos pro řešení problémů spolupracujících oborů.

Poslání astronautických kongresů však nemá pouze heuristický a inovační účel, ale také značný etický význam. Nespočívá pouze v jeho gnoseologické funkci pro lepší poznávání různých astronomických otázek a v jeho interdisciplinární funkci pro inspirovající přínos oborům, které se na něm nějakým způsobem podílejí, ale má i svůj specifický význam. Program astronautických kongresů pomáhá chápat pozemskou civilizaci a její integrující se vědění jako možnost a snahu o řešení globálních problémů naší planety. Tato možnost i snaha se projevovala ve většině referátů přednesených na loňském astronautickém kongresu v Tokiu.



## DEFINITIVNÍ OZNAČENÍ KOMET PROŠLÝCH PŘÍSLUNÍM V ROCE 1979

Definitivní označení	Předběžné označení	Jméno komety (P/periodická)	Průchod přísluním
1979 I	1978i	P/Shajn-Schaldach	leden 9,0
1979 II	1979a	P/Kowal 2	leden 13,7
1979 III	1978h	P/Giacobini-Zinner	únor 12,8
1979 IV	1979f	P/Holmes	únor 22,7
1979 V	1979d	P/Russel 1	květen 27,0
1979 VI	1979e	Torres	červenec 15,4
1979 VII	1979c	Bradfield	červenec 23,3
1979 VIII	1979g	P/Schwassman-Wachmann 3	září 2,8
1979 IX	1979i	Meier	říjen 17,4
1979 X	1979i	Bradfield	prosinec 21,6

### KOMETA BRADFIELD 1980t

Australský astronom W. Bradfield objevil 17. prosince m. r. svou již jedenáctou kometu. V době objevu byla v souhvězdí Štíra, měla jasnost 6<sup>m</sup> a ohon délky asi 0,5°. Komet se v době průchodu perihelmem přibližila k Slunci na 1/4 astronomické jednotky. Předběžnou parabolickou dráhu počítal B. G. Marsden:

$$\left. \begin{aligned} T &= 1980 \text{ XII. } 29,548 \text{ EČ} \\ \omega &= 358,345^\circ \\ \Omega &= 114,672^\circ \\ i &= 138,595^\circ \\ q &= 0,25963 \text{ AU} \end{aligned} \right\} 1950,0$$

### OPĚT BOLID MEDZEV

Za jasného podvečera se dne 10. ledna 1981 v 17<sup>h</sup>10<sup>m</sup> SEČ nad Medzevem (u Košic na východním Slovensku) objevil bolid vizuální jasnosti asi -4<sup>m</sup> v souhvězdí Pegasa, ve výši asi 70° nad obzorem. Jeho let trval asi 5 sekund, letěl směrem na jihozápad a zhasl ve výšce asi 20° nad obzorem. Na dobu necelé sekundy bylo po zhasnutí bolidu vidět malý mráček po vypaření. Bolid měl bíložlutou barvu. Bolid přeletěl v asi 25° vzdálenosti západně od Měsíce. Rychlost pohybu bolidu, který letěl přímo ve směru pohledu pozorovatele, byla zpočátku poměrně veliká, v průběhu letu se však stále zmenšovala.

*Matěj Schmögner*

### RELATIVNÍ ČÍSLA SLUNEČNÍCH SKVRN NEBUDOU Z CURYCHU

Jak bylo oznámeno koncem roku 1980 v Preliminary Report and Forecast of Solar-Geophysical Data (Boulder, USA), přestanou 1. lednem 1981 sestavovat curyšská relativní čísla  $R_z$  v Curychu a bude to provádět dále středisko v Bruselu (Belgie). Provizorní čísla budou určována v Sunspot Index Data Center (SIDC), Brusel. Čísla  $R$  budou z počátku založena na pozorováních získaných převážně na stanici Locarno (Švýcarsko), aby byla zajištěna kontinuita a homogenita mezi Wolfovými relativními čísly

dříve publikovanými v Curychu a nově publikovanými v SIDC.

V posledních letech mimo curyšského čísla  $R_z$  byly sestavovány v několika střediscích samostatná čísla, kupř. v Space Environment Service Center (SESC) v Boulderu (USA)  $R_B$ . Pro charakterizování celkové úrovně sluneční aktivity byl používán též rádiový tok  $F$  na 10,7 cm z Ottawy (Kanada). Pro porovnání uvádíme v průběhu měsíce roku 1980 hodnoty těchto tří indexů:

1980	$R_B$	$R_z$	$F$
I.	195	162,2	199,6
II.	182	159,3	195,1
III.	168	126,5	166,5
IV.	202	166,6	209,3
V.	245	179,7	224,0
VI.	216	157,2	193,2
VII.	196	135,0	184,8
VIII.	191	135,4	170,3
IX.	215	154,5	183,9
X.	249	162,9	204,2
XI.	217	146,5	218,1
XII.	241	176,1	225,6

Čísla  $R_B$  (Boulder) jsou, jak je patrné, systematicky vyšší než  $R_z$  (Curych) a odpovídají situaci pozorování s vyšší rozlišovací schopností. Poměr  $R_z/R_B$  je stále kolem 0,7.

Dlouholetá tradice sestavování oficiálních čísel  $R$  v Curychu je na základě rozhodnutí švýcarské strany zakončena.

*L. Křivský*

### ZÁNİK RAKETY KOSMOSU 749

Nosná raketa sovětské družice Kosmos 749 se dostala 25. prosince m. r. do hustých vrstev zemské atmosféry a ve 22<sup>h</sup>08<sup>m</sup> SEČ byl pozorován její zánik nad jižní částí Anglie. Dráha tělesa vedla nad hrabstvími Sussex a Kent k pobřeží kanálu La Manche poblíže Newhavenu. Objekt dosáhl jasnosti -10<sup>m</sup> až -12<sup>m</sup> a během letu se rozpadl.

*BAAC 613 (B)*



# Základy astrofyziky pro začátečníky

## ATOMY A ZÁŘENÍ

Abychom pochopili, co všechno se děje v plazmě, stýká-li se velké množství atomů s velkým množstvím fotonů, podíváme se dnes trochu podrobněji na to, co se děje, stýká-li se jeden atom s jedním fotonem. Bude naprosto nutné, abychom se na takové jevy dívali z hlediska kvantové mechaniky. A zde nás čekají nemalé obtíže. Především, kvantová mechanika, ač je to snad nejdůležitější a nejrozvětvenější disciplína moderní fyziky, je v širokých kruzích poměrně neznámá. Na rozdíl např. od teorie relativity je jí věnováno velmi málo popularizačního úsilí, na středních školách (opět na rozdíl od teorie relativity) se s ní téměř nesetkáme.

A za druhé, každou chvíli budeme narážet na něco, co si zdravým selským rozumem sotva budeme moci představit (snad právě to je hlavní překážkou účinnější popularizace). Matematické metody, které dávají praktické výsledky, jsou bezesporně, ale těmi se zde zabývat nemůžeme, a cokoliv co jde nad to, jakási představa „jak to doopravdy vypadá“, je doposud vůbec velmi málo jasná. Většina odborníků o takových věcech odmítá diskutovat a prohlašuje, že jedinou reálnou věcí v mikrosvětě jsou právě výsledky, které teorie vypočítá a které můžeme porovnat s experimentem. Možná že ano, možná že ne, ale článek plný vzorečků a čísel by byl nepopulární, a ne populární.

### Modely atomu.

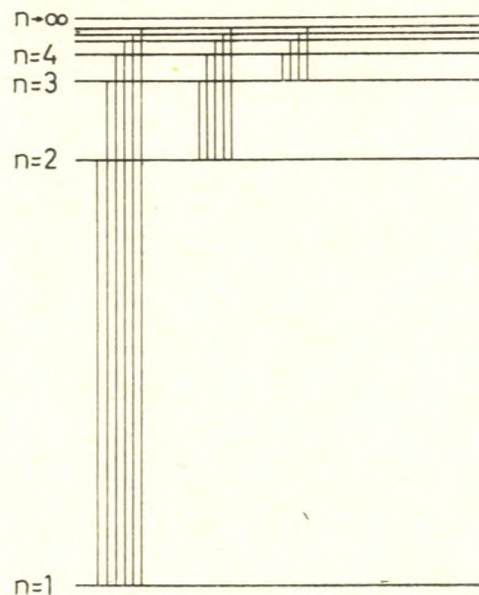
Zvolím tedy jakýsi kompromis: Popíši dva „představitelné“ modely atomu, a řeknu, že pravda je někde uprostřed. Většina čtenářů má jistě jakousi představu o atomu, bude to představa o kladně nabitém jádře (jakési kuličce), okolo něhož obíhá jeden nebo více záporně nabitých elektronů (opět jakýchsi kuliček). Pro jednoduchost se omezíme na atom s jedním elektronem, tedy na vodík, který je ostatně i ve vesmíru nejhojnější zastoupen. Je také dosti dobře známo, že velikost jádra je nepatrná proti velikosti celého atomu (u vodíku se průměry liší více než desetimiliónkrát), hmotnost jádra je mnohem větší než hmotnost elektronu (u vodíku asi dvoutisíckrát), a že elektron může jádro obíhat jen v jistých vybraných drahách.

Až na tuto poslední skutečnost bychom tu měli zcela klasický „planetární“ model atomu: Tak jako planety obíhají okolo Slunce drženy jeho gravitací, tak elektron obíhá kolem jádra držen jeho elektrostatickou přitažlivou silou. Analogie jde ještě dále. Planety bližší Slunci obíhají rychleji než planety

vzdálené, stejně tak elektron oběhne jádro za jednu sekundu tím víckrát, čím je blíže jádru (bude to zhruba  $10^{15}$ krát), bude mít tedy vyšší frekvenci. K tomu, abychom planetu od Slunce vzdálili, musíme jí dodat určitou energii; naopak, odebereme-li jí energii (zabrzdíme-li ji), přiblíží se ke Slunci. Stejně tak elektron, který je blíže jádru, má nižší energii než elektron vzdálenější.

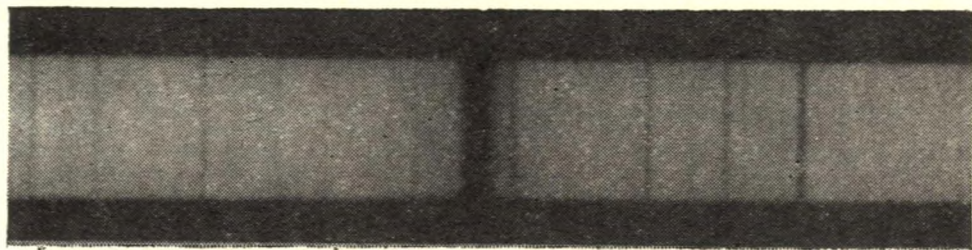
Až potud je to analogie dobrá, problém je však v tom, že elektron, který obíhá jádro, bude nutně vyzařovat elektromagnetické záření (v tomto případě to bude, podle jeho frekvence, záření optické, tedy světlo), a tím postupně ztratí všechnu svoji energii, zabrzdí se a spadne do jádra. Udržel-li se atom, neudrží se planetární teorie. A právě proto bylo nutno zavést, jako záchranný prostředek, ty vymezené dráhy, po nichž se smí elektron pohybovat. Může přeskóčit z nižší na vyšší či naopak, ale ocitne-li se na energeticky nejnižší dráze (v základním stavu), nemůže už dále vyzařovat a ztrácet energii: tím je zachována stabilizace atomu.

Existují tedy určité vybrané energie, kterých elektron v atomu může nabývat; u vodíku například jsou to energie  $E_1 = -13,6$  eV (nejnižší energie, *základní stav*),  $E_2 = E_1/4$ ,  $E_3 = E_1/9$ , obecně  $E_n = E_1/n^2$  (viz obr. 1). Až na výjimky ke každé hodnotě energie existuje více různých „drah“ — sta-



Obr. 1. Jednoduchý diagram energetických hladin atomu vodíku. Naznačeno je jen několik nejnižších hladin. Hladina označená  $n \rightarrow \infty$  odpovídá ionizační energii, a má-li elektron energii vyšší, je již volný a jeho energie není kvantována. Je také zakresleno několik prvních přechodů z Lymanovy, Balmerovy a Paschenovy série.





FeI H<sub>2</sub>O H<sub>2</sub>O SiI H<sub>2</sub>O SiI H<sub>α</sub> H<sub>2</sub>O FeI CaI FeI FeI

Obr. 2. Spektrum klidného Slunce v okolí čáry H<sub>α</sub> (asi 654,6–658,1 nm). Nejvýraznější čáry jsou identifikovány; čáry H<sub>2</sub>O pocházejí ze zemské atmosféry (tzv. telurické čáry). Spektrum bylo pořízeno na mnohokamerovém slunečním spektrografu v Ondřejově.

vů elektronu; tak u vodíku k energii E<sub>n</sub> jich je 2n<sup>2</sup>. Každý stav s energií E<sub>n</sub> má svoji frekvenci, kterou si můžeme představit jako číslo udávající kolikrát za sekundu oběhne elektron jádro.

Tato frekvence je dána známým vztahem  $\nu_n = E_n/h$ , kde h je Planckova konstanta — protože energie E<sub>n</sub> jsou záporné, budou i frekvence záporné, což si můžeme představit tak, že elektron obíhá jádro záporným směrem („na druhou stranu“). Tak frekvence elektronu v základním stavu atomu vodíku (odpovídající energii E<sub>1</sub> = -13,6 eV = -2,18.10<sup>-18</sup> J) je  $\nu_1 = -3,29.10^{15}$  Hz; kdyby takovou frekvencí mělo elektromagnetické záření, leželo by v ultrafialové oblasti.

Přejde-li elektron samovolně z vyšší energetické hladiny E<sub>n</sub> na nižší E<sub>m</sub>, energie E = E<sub>n</sub> - E<sub>m</sub>, kterou při tom ztratí, se vyzáří jako kvantum elektromagnetického záření (foton) o právě téže energii a tedy frekvenci  $\nu = E/h = \nu_n - \nu_m$  rovné rozdílu frekvencí mezi počátečním a konečným stavem elektronu. (Setkáváme se zde s jedním velice podstatným rysem kvantové mechaniky: Energie každého systému je v podstatě dána jeho frekvencí, tj. tím, jak rychle se mění tento systém v čase.

Naopak, prolétá-li okolo atomu foton (jinými slovy, dostane-li se atom do oscilujícího elektromagnetického pole), a je-li energie čili frekvence tohoto fotonu taková, že elektron se s ní může dostat do některé vyšší dovolené hladiny, potom atom může takový elektron „pohltnout“, absorbovat, a do tohoto vyššího stavu přejít.

Tak atom vodíku, jehož elektron je ve stavu s energií E<sub>m</sub>, může pohltnout fotony s frekvencí  $\nu_1 \times [1/m^2 - 1/n^2]$ , n = m + 1, m + 2, . . ., nebo vyzáří fotony s frekvencí  $\nu_1 \times [1/n^2 - 1/m^2]$ , n = 1, 2, . . ., m - 1. Skutečně právě na takových frekvencích vidíme absorpční nebo emisní čáry ve spektru vodíku. Množiny čar, které mají společnou spodní energetickou hladinu E<sub>n</sub>

nazýváme sériemi; pro n = 1 je to Lymanova série (čti lajmanova) s frekvencemi  $\nu_1 \times [1 - 1/m^2]$  (čáry Ly α, Ly β atd. s m = 2, 3, atd. leží v ultrafialové oblasti); pro n = 2 je to Balmerova série s frekvencemi  $\nu_1 \times [1/4 - 1/m^2]$  (čáry H<sub>α</sub>, H<sub>β</sub>, atd. s m = 3, 4, atd. leží v optické oblasti spektra, a čára H<sub>α</sub>, která je červená, je „nejsilnější“ čarou vodíku v optické oblasti a je proto obzvláště důležitá v astrofyzice). Pro n = 3 máme Paschenovu sérii, která leží v blízké infračervené oblasti a nemá v astrofyzice tak velký význam jako předešlé dvě.

S jednoduchou „planetární“ představou atomu v astrofyzice většinou vystačíme, a mluvíme se svými kolegy vědomě zjednodušeně; říkáme, že elektron „přeskočí“ z jedné hladiny na druhou jakoby to byl nějaký míček. To je samozřejmě přípustné jen tehdy, jsme-li si současně vědomi toho, že to žádný míček není, že používáme jen termínů z běžného života, abychom popsali něco co do běžného života nepatří. Proto zde popíšeme ještě jednu podobu atomu, zdánlivě úplně odlišnou, a ještě jednou zdůrazníme, že pravda leží někde uprostřed.

Jádro si stále můžeme představovat jako něco malého těžkého, co leží uprostřed atomu: i když atom zkoumáme podrobně, je naše měřítko stále ještě příliš hrubé na to, abychom mohli na jádře rozeznat nějakou strukturu. Ale elektron je nyní jakási vlna, nebo obliček vln; nemůžeme mluvit o tom, ve kterém místě se elektron právě teď nachází, a také nemůžeme tento obliček libovolně zmáčknout. Atom je právě proto tak velký jak je velký, že elektrostatická přitažlivá síla jádra nedokáže stlačit „vlnu“ elektronu na menší objem. (Ale kdyby elektron nebo jádro měly větší náboj, byla by tato síla větší, a atom by byl menší; lze také ukázat, že kdyby hmotnost elektronu byla větší, měla by „vlna“ menší tendence rozplývat se, a atom by byl rovněž menší.)

Vlnová představa také snadno vysvětlí, proč jen některé elektronové stavy jsou do-



volené. Obejdeme-li atom dokola, musíme přitom potkat celý počet vln, tedy jednu, dvě, ap., ale ne dvě a půl. To je přirozené, a platí to také, postupujeme-li okolo atomu libovolným směrem. A právě podmínky tohoto druhu vymezují jen některé elektronové stavy, a energie těchto stavů tvoří potom onen žebříček, mezi jehož jednotlivými příčkami odečítáme energii, kterou může mít pohlcený nebo vyzářený foton. Mluvíme o elektronové „vlně“, přesně jí ve fyzice nazýváme *vlnovou funkci*. Není v klidu, neustále osciluje s frekvencí, která je totožná s tou frekvencí stavu (a tedy až na nějakou konstantu s energií stavu), o níž jsme mluvili výše.

V planetárním modelu jsme dosud hovořili o elektronech, které jsou v atomu *vázány*, tj. nemají dostatek energie k tomu, aby ho opustily, stejně jako Země nemá dost energie (dost velkou rychlost) na to, aby opustila Slunce. Ale existují samozřejmě objekty, které nejsou vázány ve sluneční soustavě, a stejně tak elektron může mít natolik velkou energii, že se od atomu zcela odputá. Atomu zůstane přebytečný kladný náboj, neboť má nyní méně elektronů v obalu než protonů v jádře; takovému atomu se říká *iont*, a procesu při němž se z atomu stane iont se říká *ionizace*. Určité dovolené stavy elektronu v atomu (nazývají se *diskretní*, tj. oddělené od sebe) byly vymezeny touto podmínkou, aby se okolo atomu vešel právě celistvý počet vln.

Avšak je-li elektron volný, může být od jádra libovolně vzdálen, a žádné podmínky tohoto druhu na něj již nakládat nemůžeme. Proto volné stavy elektronů mohou mít libovolnou energii, jen když bude větší než mezní energie oddělující volné stavy od vázaných. U vodíku je tato hraniční energie právě o 13,6 eV větší než energie základního stavu, a dodáme-li tedy atomu vodíku v základním stavu jakýmkoli způsobem tuto energii (nebo větší), odtrhneme tím od sebe jádro-proton a jeho jediný elektron.

#### *Procesy měnící stav atomu*

Jakým způsobem může atom získat energii potřebnou k jeho excitaci (tj. přechodu na vyšší, ale stále ještě vázaný stav) nebo ionizační (tj. přechodu elektronu z vázaného do volného stavu, jeho odtržení od atomu)? V klasickém modelu si budeme představovat určitou sílu, která na elektron po jistou dobu bude působit a „urychlí“ ho. Tato síla bude elektromagnetická; buď bude způsobena polem elektromagnetické vlny dopadajícího fotonu, nebo elektrickým polem blízko prolétajícího iontu, elektronu nebo jiného atomu.

Ve vlnovém modelu si představíme, že např. elektromagnetické pole prolétajícího fotonu se s časem rychle mění (čím je vyšší energie tohoto fotonu, tím je vyšší jeho frekvence, tedy tím rychleji se mění), a toto rychle oscilující pole „zčeří“ vlnovou

funkci atomového elektronu tak, že i na ní se objeví častější vlny, a její frekvence (a tedy energie) se zvýší. Podobně je tomu s elektrickým polem blízko letící částice.

Je-li atom v excitovaném nebo ionizovaném stavu, může svoji energii zase ztratit. Excitovaný atom sám dříve nebo později svoji energii vyzáří; říkali jsme již, že jedním z důkazů toho, že klasická mechanika nepopisuje dobře jevy mikrosvětla, bylo právě ono „nezadržitelné vyzářování“ klasického modelu atomu. I tento klasický model atomu nám však umožní představit si další jev, který má jistou důležitost v astrofyzice: *stimulovanou emisi*.

Představme si takový atom umístěný do pole elektromagnetické vlny. Vlna rozkmitá elektron přesně ve svém rytmu, a proto další záření atomu bude znít také v tomto rytmu — atom vyzáří elektromagnetickou vlnu, která bude mít přesně stejnou frekvenci a přesně stejnou fázi (tj. bude vrch vlny na vrch vlny a důl na důl) jako vlna, která na atom původně dopadla a tuto emisi vyvolala (stimulovala). Tento jev nesmíme směřovat s *rozptylem*, při němž atom od dopadající vlny nejdříve načerpá energii (pohltní nějaký foton, aby jej mohl v následujícím okamžiku vyzáříť). Při stimulované emisi má již svou zásobu energie, a stimuluje vlna zůstává nezměněna, ta jen „koordinuje“ oscilace elektronu. Emise, která není stimulovaná, se nazývá *spontánní*; za podmínky jaké panují ve vesmíru je daleko nejdůležitější.

Je samozřejmé, že setká-li se excitovaný atom s jinou částicí, může svoji energii (všechnu nebo jen část) předat této částici, a sám přejít do nižšího (i do základního) stavu. Tomu se říká *srážková deexcitace*. V prvním článku tohoto cyklu jsme si povšechně řekli o dvou způsobech, jimiž atom může získat energii a jimiž ji může ztratit: srážkou s jinou částicí nebo pohlcením či vyzářením fotonu. Omezovali jsme se přitom mlčky jen na přechody mezi dvěma vázanými stavy elektronu; avšak je-li značná část atomů ionizována (ve velmi horké plazmě), budou mít velkou důležitost i přechody mezi volnými a vázanými stavy, tedy *ionizace* (opět může být zářivá nebo srážková, atom tedy získá energii potřebnou k odtržení elektronu od fotonu nebo od jiné částice), a opačný proces, *rekombinace*, při níž se opět uvolněná energie dodá fotonu (*zářivá rekombinace*), nebo jiné částici (a tomu říkáme *tříčásticová rekombinace*, neboť k tomuto procesu je třeba, aby se těsně k sobě dostaly tři objekty: iont, elektron, a třetí částice, která převeze energii — je zřejmé, že pravděpodobnost takového setkání bude malá, nebude-li hustota velká).

Nakonec, volný elektron může proletět okolo iontu, v jeho elektrickém poli se odkloní a přitom vyzáří foton. Tím ztratí určitou energii, ale ne tolik, aby se stal vázaným elektronem v atomu. Tomuto procesu



se říká *brzděné záření*, a hlavní roli hraje při vysokých teplotách (až milión stupňů, např. ve sluneční koróně), kdy většina atomů je ionizovaná, prolétající elektrony mají vysokou energii, a proto mohou vyzářit i fotony o vysoké energii — je tedy brzděné záření důležité v rentgenové astronomii. Ještě k terminologii: doslovným překladem z anglického *bound-free* a *free-free* se i v našich populárních časopisech někdy objevují termíny *volně-vázané* přechody (tj. rekombinace) a *volně-volné* přechody (tj. brzděné záření).

Snad bychom si měli všimnout ještě vztahu mezi absorpcí fotonu, jeho emisí (vyzářením) a rozptylem. V principu neexistuje ostrá hranice mezi procesem, při němž atom pohltí foton a nato jiný vyzáří, a rozptylem. Prakticky o tom, čemu jak říkáme, rozhoduje doba, po kterou bychom mohli říci, že foton je pohlcen. Jestliže totiž pohlcený foton má takovou energii, která skoro přesně souhlasí s energetickým rozdílem mezi dvěma hladinami atomu (řekněme, že takový foton „leží ve spektrální čáře“), nenaruší se zákon zachování energie, když atom zůstane v excitovaném stavu i poměrně dlouho —  $10^{-9}$  s i déle — a procesy absorpce a následující emise můžeme od sebe bez obtíží oddělit.

Jestliže však atom pohltí foton, který nemá přesně energii potřebnou k excitaci atomu do jiného vázaného stavu (takové procesy se také stávají; pravděpodobnost každého z nich je sice mnohem menší, ale zase takových fotonů, které „neleží v čáře“, je mnohem více), potom se ho musí co nejrychleji zbavit, neboť jinak by se porušil zákon zachování energie. Okamžitě tedy vyzáří jiný foton; celý proces trvá jen asi  $10^{-14}$  s (tedy jen po dobu několika kmitů světelné vlny nebo několika „oběhů“ elektronu či kmitů elektronové „vlny“ v atomu, téměř miliónkrát méně než proces předchozí), nemůžeme vůbec mluvit o tom, že by atom byl excitován, nebo oddělit absorpci fotonu od jeho emise. Takový proces nazýváme prostě *rozptylem*.

Avšak pozor: Předchozímu procesu, při němž foton „leží v čáře“ a je tedy v jakési rezonanci s atomovým elektronem, říkáme někdy také *rezonanční rozptyl* (chceme-li zdůraznit bližší vztah mezi absorpcí a následující emisí). Běžně však mluvíme-li o rozptylu, máme tím na mysli rozptyl fotonů neležících v čáře, tedy rozptyl nerezonanční.

Pokud by si někdo myslel, že v dnešním článku je málo astronomie, mýlil by se. Je to právě pohled na libovolné nebeské těleso, ale pohled hodně hodně zblízka a zvětšeně. Vidíme-li, že některá látka vyzařuje světlo, jiná jej rozptyluje, jiná prostě pohlcuje, vidíme jen makroskopické projevy těch atomových procesů záření, rozptylu a absorpce, o nichž jsme zde psali. *Martin Macháček*

## Kalkulátory v astronomii

### JAK ZPRACOVAT VIZUÁLNÍ POZOROVÁNÍ PROMĚNNÝCH HVĚZD

Pro pozorovatele proměnných hvězd je kalkulátor cennou pomůckou při přípravě pozorování a zejména při jeho základním zpracování. V *ŘH* 8/1980 (str. 173–174) jsme uvedli postup při výpočtu předpovědi okamžiků minim (maxim) světelné křivky proměnných hvězd. Nyní se budeme zabývat základním zpracováním. Zaměříme se na vizuální pozorování zákrytových dvojhvězd, neboť tato pozorování jsou u nás koordinována v rámci odborně výzkumných úkolů hvězdáren. Je však zřejmé, že mnohé z uvedených postupů lze použít nejen v případě zákrytových dvojhvězd, ale i jiných typů proměnných hvězd (např. krátkoperiodických cefeid).

Způsob vizuálního pozorování proměnných hvězd zde popisovat nebudeme (stejně jako celý postup při základním zpracování), protože je uveden jinde.\* Zaměříme se na popis algoritmů a ukázky programů pro výpočet škály odhadních stupňů a jednotlivých odhadů, výpočet heliocentrické korekce a rozdílu ( $O-C$ ).

#### 1. Škála odhadních stupňů a výpočet jednotlivých odhadů

Pro vizuální pozorování proměnných hvězd doporučujeme Argelanderovu odhadní metodu v Nijlandově-Blažkově modifikaci. Každý odhad má obecně tvar

$$x \ q \ v \ q \ y$$

( $x$ ,  $y$  jsou srovnávací hvězdy,  $v$  je symbol pro proměnnou hvězdu,  $p$ ,  $q$  jsou odhadní Argelanderovy stupně). Ze všech odhadů mezi srovnávacími hvězdami  $x$  a  $y$  (tj. ze všech dvojic hodnot  $p_i$ ,  $q_i$ ,  $i = 1, \dots, n$ ) určíme aritmetický průměr  $\alpha = \sum (p_i + q_i) / n$ . Pak již snadno získáme jasnost proměnné hvězdy (vyjádřenou v odhadních stupních), neboť jde o jednoduchou lineární interpolaci. Víme totiž, že průměrný rozdíl jasností srovnávacích hvězd  $x$  a  $y$  je roven  $\alpha$ . Pro daný odhad  $x \ p_i \ v \ q_i \ y$  je proměnná hvězda o  $\alpha \ p_i / (p_i + q_i)$  odhadních stupňů slabší než srovnávací  $x$  a  $\alpha \ q_i / (p_i + q_i)$  stupňů jasnější než  $y$ .

\* Např. Pokorný, Raušal, Šilhán: Návod k pozorování zákrytových proměnných hvězd (Práce Hvězdárny a planetária M. Koperníka v Brně č. 16, 1973). Tato publikace je rozebrána; v r. 1981 však Hvězdárna a planetárium M. Koperníka v Brně vydá přepracovanou verzi tohoto návodu (Pokorný, Šilhán: Pozorování zákrytových dvojhvězd).



Po výpočtu všech odhadů mezi srovnávacími hvězdami  $x, y$  přejdeme k další (v pořadí) srovnávací hvězdě. Zde opět počítáme aritmetický průměr  $\beta$  ze všech dvojic hodnot  $p_i, q_i$  a pak postupujeme stejně jako předtím. Celou škálu odhadních stupňů pro srovnávací hvězdy sestojíme tak, že jasnost první (nejjasnější) srovnávací hvězdy, kterou jsme použili při odhadech, položíme rovnou nule. Jasnost druhé v pořadí je pak rovna  $\alpha$ , další  $\alpha + \beta$  atd.

Vše nejlépe ozřejmí příklad (u skutečného pozorování jsou odhady pochopitelně doplněny časovými údaji):

Odhady na sestupné a vzestupné větvi	Jasnost proměnné
a 1 v 3 b	1,1
a 2 v 3 b	1,8
a 4 v 1 b	3,7
b 0 v 2 c	4,6
b 1 v 1 c	5,8
...	...
b 1 v 2 c	5,4
a 2 v 2 b	2,3
a 1 v 4 b	0,9

Pro  $n = 5$  odhadů mezi srovnávacími  $a$  a  $b$  dostáváme  $\alpha = 4,60$ , pro  $n = 3$  odhady mezi  $b$  a  $c$  je  $\beta = 2,33$ . Tedy srovnávací hvězdy  $a, b, c$  tvoří tuto škálu odhadních stupňů:  $a = 0,00; b = 4,60; c = 6,93$ . Pro ilustraci uveďme výpočet jasnosti proměnné pro odhad  $b 1 v 2 c$ :

$$v = 4,60 + 2,33 \cdot 1/(1 + 2) = 5,38 \doteq 5,4 \text{ odh. stupně.}$$

Odhady, kde  $p_i = 0$  nebo  $q_i = 0$  nepočítáme, platí samozřejmě  $x = v$  nebo  $y = v$ . Všechny výsledky (jasnost proměnné v odhadních stupních) zaokrouhlujeme zásadně na jedno desetinné místo. Je totiž známo, že 1 odhadní stupeň =  $0,06^m$  až  $0,15^m$  u většiny pozorovatelů, takže 0,1 odh. st. se rovná řádově setinám magnitudy (přesnost samotného odhadu je o řád horší).

Výpočty tohoto druhu lze provádět i pomocí jednoduchých čtyřúhelníkových kalkulátorů s jednou pamětí. Pro programovatelný kalkulátor sestavíme program tak, aby nebylo třeba pamatovat si mnoho údajů (např. celou škálu odhadních stupňů pro všechny srovnávací hvězdy). Postup, který jsme uvedli (výpočet rozdílu  $\alpha$  a pak výpočet pro všechny odhady s tímto rozdílem, nový výpočet rozdílu  $\beta$  ...), považujeme za výhodný především z hlediska použitelnosti výpočetní techniky.

Po výpočtu jasnosti proměnné hvězdy ve škále odhadních stupňů vynásobíme do grafu světelnou křivku; okamžik minima (maxima) a chybu určení minima (maxima) zjišťujeme graficky. Z praxe plyne, že nemá valnou cenu získávat tyto údaje nume-

rickým výpočtem. Kalkulátory zde nejsou nic platné především pro omezenou kapacitu paměti. Použití velké výpočetní techniky a složitých optimalizačních metod je zase neúměrné přesnosti pozorování a rozsahu dat, která zpracováváme. Navíc není jasné, zda by bylo možné (a zda by se vyplatilo) sestavit tak rafinovaný program, který by postihl všechny „zvláštnosti“ pozorování, způsobené chybami pozorovatele. Grafický způsob určení okamžiku minima u vizuálních pozorování je po mnoha stránkách neuvěřitelně výhodnější.

Čas minima nebo maxima (převedený do světového času) přepočítáme do tvaru juliánského data (viz *RH* 1/1980, str. 19 až 20). Získáme tak okamžik geocentrického minima (maxima).

(Pokračování)

Zdeněk Pokorný

## Na pomoc čtenáři

### K DATU LETOŠNÍCH VELIKONOC

Krátce poté, co se v našich obchodech objevily kalendáře na rok 1981, dostala redakce Říše hvězd řadu dotazů čtenářů, jak je tomu vlastně s datem letošních velikonic. Někteří čtenáři dokonce upozorňovali, že letošní velikonoce jsou špatně stanoveny.

Proč k těmto dotazům vůbec došlo? Jak známo, pohyblivé svátky v našem kalendáři mají co činit s astronomií, přesněji řečeno s prvním jarním měsíčním úplňkem. Obvykle se zjednodušeně uvádí, že velikonoční neděle je první nedělí po prvním jarním úplňku. Když se však podíváme do kalendáře, pak zjistíme, že v březnu nastává úplňk dne 20. a v dubnu dne 19. Z astronomických ročenek lze snadno zjistit, že březnový úplňk připadá na 20. III. 16<sup>h</sup>22<sup>m</sup> SEČ, dubnový na 19. IV. 8<sup>h</sup>50<sup>m</sup> SEČ. Kdybychom brali místo střeoevropského času čas světový, pak jak je vidět, na datech se nic nezmění. Takže protože jarní rovnodennost nastává letos 20. března v 18<sup>h</sup>03<sup>m</sup> SEČ, byl úplňk z 20. března ještě před jarní rovnodenností a první úplňk po jarní rovnodennosti nastal až 19. dubna. Tedy velikonoční neděle by měla být až 26. dubna, kdežto v kalendářích je jako velikonoční neděle uveden 19. duben. Jde tedy o chybu v našich kalendářích, či o mezeru ve znalostech některých našich čtenářů?

O chybu nejde, ale se stanovením velikonoční neděle je všechno podstatně složitější. Na toto téma jsme již před deseti léty (*RH* 51, 54; 3/1970) uveřejnili článek dr. Andrlého, kde se lze poučit. Podrobné informace lze také nalézt v publikaci V. Fritze: *Staročeský kalendář*, kterou vydala v r. 1969 hvězdárna v Hradci Králové.



Jak to tedy ve stručnosti se stanovením velikonoční neděle je? Především nejde o astronomicky definovaný úplňk, tj. o okamžik, kdy je Měsíc v opozici se Sluncem, ale o tzv. březnový či dubnový cyklický úplňk, počítaný značně jednodušeji a v podstatě daný tzv. epaktou, což je stáří cyklického Měsíce k 1. lednu. Jak lze zjistit (např. Chronologické tabulky, které uveřejnil doc. Bouška ve Hvězdářské ročence 1960), je epakta pro rok 1981 rovna 24 (obvykle se uvádí římskými číslicemi).

Další záležitostí je, že první jarní den se při stanovení data velikonoce nebere astronomicky, ale za první jarní den se počítá vždy 21. březen. Cyklický úplňk na tento den připadající se počítá jako první jarní úplňk; první neděle po tomto úplňku je pak velikonoční neděle. Případně-li cyklický úplňk již na 20. března, není ještě prvním jarním úplňkem, a tak nejbližší jarní cyklický jarní úplňk je až 19. dubna. Když tento den je právě neděle, pak by velikonoční neděle nastala až 26. dubna. A zde je právě výjimka z pravidel, která stanoví, že se cyklický úplňk v tomto případě překládá na sobotu 18. dubna a velikonoční nedělí je 19. duben. Tak je tomu letos a pro zajímavost uvedme, že k takovému případu došlo v tomto století pouze jednou.

Velikonoční neděle je tedy první nedělí po 21. březnu; v případě, že úplňk připadá na 21. březen a je-li tento den sobota, je nedělí velikonoční 22. březen. Je to nejčasnější datum, kdy vůbec velikonoční neděle může být. Naposledy tomu tak bylo v roce 1818 a od zavedení gregoriánského kalendáře celkem již čtyřikrát. Nejpozději může velikonoční neděle nastat 25. dubna; v tomto století tomu tak bylo jen jednou, v r. 1943.

Datum velikonoce lze snadno z letopočtu vypočítat způsobem, který odvodil významný německý astronom Karl Friedrich Gauss (1777—1855): velikonoční neděle připadá buď na  $[22 + [d] + [e]]$  března nebo je-li součet v závorce větší než 31, na  $[d] + [e] - 9$  dubna. Označíme-li si příslušný rok  $R$  a čísla v hranatých závorkách nechť značí zbytky naznačených dělení, pak

$$[a] \quad R : 19$$

$$[b] \quad R : 4$$

$$[c] \quad R : 7$$

$$[d] \quad (19[a] + [f]) : 30$$

$$[e] \quad [2[b] + 4[c] + 6[d] + [g]] : 7,$$

kde

$$[f] \quad (15 - p + k - q) : 30$$

$$[g] \quad (4 + k - q) : 7$$

přičemž, označíme-li si [...] celočíselnou část příslušných čísel,

$$k = [R : 100]$$

$$p = [(8k + 13) : 25]$$

$$q = [k : 4].$$

Snadno zjistíme, že pro roky 1900—2099 platí  $[f] = 24$  a  $[g] = 5$ . Z uvedeného Gaussova pravidla však platí dvě výjimky:

(1) když je  $[d] = 29$  a  $[e] = 6$ , pak není velikonoční neděle 26. dubna, ale 19. dubna,

(2) když  $[d] = 28$ ,  $[e] = 6$  a  $[a] > 10$ , pak není velikonoční neděle 25. dubna, ale 18. dubna.

Jak se lze přesvědčit, tyto výjimky se vyskytují velmi zřídka, v tomto století první právě letos, druhá v roce 1954.

Počítáme-li podle Gaussova pravidla datum velikonoční neděle v letošním roce, dostáváme  $[a] = 5$ ,  $[b] = 1$ ,  $[c] = 0$ ,  $[d] = 29$ ,  $[e] = 6$ ,  $[f] = 24$ ,  $[g] = 5$ ,  $k = 19$ ,  $p = 6$ ,  $q = 4$ . Takže by velikonoční neděle připadala na  $[22 + 29 + 6] = 57$ . března, resp. na  $[29 + 6 - 9] = 26$ . dubna. Protože však  $[d] = 29$  a  $[e] = 6$ , platí první výjimka, a tak velikonoční neděle je 19. dubna. Takže s datem letošních velikonoce je, jak je vidět, všechno v pořádku.

Pro zajímavost uvedme ještě data velikonočních nedělí do konce tohoto století:

1981	19. dubna	1991	31. března
1982	11. dubna	1992	19. dubna
1983	3. dubna	1993	11. dubna
1984	22. dubna	1994	3. dubna
1985	7. dubna	1995	16. dubna
1986	30. března	1996	7. dubna
1987	19. dubna	1997	30. března
1988	3. dubna	1998	12. dubna
1989	26. března	1999	4. dubna
1990	15. dubna	2000	23. dubna

J. B.

## Nové knihy a publikace

● *Bulletin čs. astronomických ústavů*, roč. 32 (1981), čís. 1, obsahuje tyto vědecké práce: V. Znojil a spoluautoři: Vztah mezi optickou jasností meteorů a vlastnostmi ionizované stopy. II. Ondřejovská pozorování (Výsledky expedic 1972 a 1973). — E. Kresák: Vývojové aspekty dělení jader komet — Z. Stuchlík: Radiální pohyb fotonů v Kerrově metrice — V. Bahýl a J. M. Kreiner: Změny v primárních a sekundárních minimech světelné křivky  $\beta$  Lyr — V. Rušin a J. Sýkora: Sdělení o pozorování úplného zatmění Slunce 16. února 1980 — V. Rušin, M. Rybanský a V. G. Utrobin: Polarizace koronální emisní čáry Fe XIV — 530,3 nm. — Na konci čísla jsou recenze knih: A. Krüger: Introduction to Solar Radio Astronomy and Radio Physics; K. Lambeck: The Earth's Variable Rotation; Astronomy and Astrophysics Abstracts (Vol. 26). — Všechny práce jsou psány anglicky s ruskými výtahy. -pan-



● W. Högnér, N. Richter: *Isophotometrischer Atlas der Kometen*. Teil II. Nakl. Johann Ambrosius Barth, Lipsko 1979; 4 str. textu, 55 obr. tabulí (34×30,5 cm<sup>2</sup>), M 78,—. — V roce 1969 vydalo známé lipské nakladatelství J. A. Barth první díl izofotometrického atlasu komet (ŘH 51, 198; 10/1970). V roce 1979 vyšel díl druhý, který je podobně uspořádán. Obsahuje pozitivní kopie komet Arend-Roland (1957 III), Mrkos (1957 V), Humason (1962 VIII), Ikeya (1963 I), Ikeya-Seki (1963 VIII), Bennet (1970 II), Abe (1972 VIII), Kohoutek (1973 XII) a Bradfield (1974 III), tedy vesměs jasných komet v posledních dvou desetiletích pozorovaných, jakož i fotografickou cestou získané izofotometrické diagramy originálních fotografií, a to jednak v původním měřítku, jednak zvětšených. I když čistě fotografickou cestou získané ekvidenzity komet nemohou ve všech případech plně nahradit fotometricky určené izofotony, představuje publikovaný materiál velmi důležité podklady pro studium struktury kóm a příp. i ohonů komet. V řadě případů, kdy původní snímky komet byly opatřeny intenzitní škálou, přesně kalibrovanou, jsou ekvidenzity rovnocenné izofotám. V každém případě druhý díl atlasu přispěje značně — podobně jako již zmíněný díl první — k fyzikálnímu studiu kometárních kóm. Vydání druhého dílu jistě uvítají všichni odborníci, kteří se fyzikálním studiem komet zabývají. Je proto nutno výsoco ocenit jak zásluhu zmíněného lipského nakladatelství, které vydalo již celou řadu významných astronomických publikací, tak i práci dvou pracovníků observatoře K.

Schwarzschilda v Tautenburgu, kteří atlas připravili do tisku. [Prof. dr. Nikolaus Benjamin Richter, dlouholetý ředitel tautenburgské hvězdárny, zemřel 26. listopadu 1980]. Na obálce tohoto čísla reprodukuje několik ukázek z recenzovaného atlasu. J. B.

● J. Kleczek: *Sluneční energie — Úvod do heliotechniky*. Státní nakladatelství technické literatury, Praha 1981; 192 str., 103 obr., 5 tab.; brož. Kčs 14,—. — Kleczkova kniha je první knížkou o využití sluneční energie, která u nás vychází. Vysvětluje všechny základní pojmy z helioenergetiky — tj. vědy a techniky využití sluneční energie. Tématicky je rozdělena na šest úseků. Nejdříve jsou probrány vlastnosti slunečního záření a jeho množství v různých oblastech naší republiky. Hlavní část knihy je však věnována přímé přeměně slunečního záření na teplo, na elektřinu, na chemickou energii a na práci motorů. Jsou také objasněny nepřímé způsoby využití sluneční energie (vítr, vodní toky, bioplyn, atd.). V poslední části se autor zabývá nejrůznějšími způsoby akumulace sluneční energie.

Knihla nepředpokládá žádné zvláštní znalosti. Pro svůj široký rozhled po celém oboru — a protože vysvětluje všechny důležité pojmy — je vhodným úvodem do tohoto nejmodernějšího úseku energetiky. Velký počet obrázků přispívá k srozumitelnosti a názornosti výkladu. Knížka však na škodu vychází v poměrně malém nákladu, který neodpovídá živému zájmu o využití sluneční energie u nás.

## Souhvězdí severní oblohy

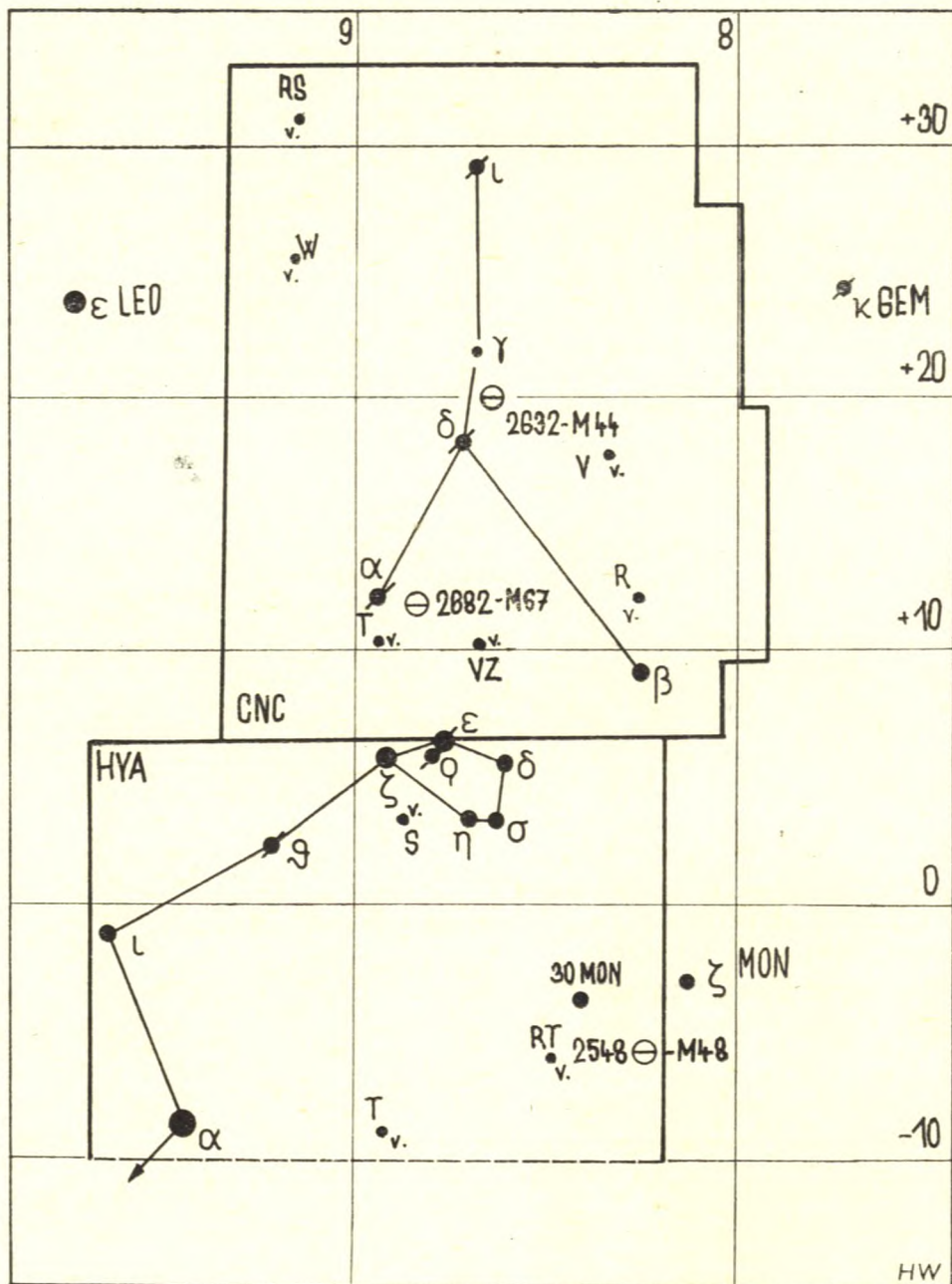
HYDRA (část), Hydra (-ae), Hya;

RAK, Cancer (-i), Cnc

### HVĚZDY

GC	Název	m	$\alpha(1975,0)$	$\mu(\alpha)$ [10 <sup>-4</sup> ]s	$\delta(1975,0)$	$\mu(\delta)$ [10 <sup>-3</sup> ]''	Sp	$\pi$ [10 <sup>-3</sup> ]''	R km/s	Pozn.
11499	30 Mon	3,90	8h24,4m	-4	-3°49'	-28	A0 V	19	+10	Hya
11823	4 $\delta$ Hya	4,14	8 36,3	-5	+5 42	-13	A1n V	27±5	+11v	
11856	5 $\sigma$ Hya	4,43	8 37,5	1	+3 26	-20	K2 III	25±6	+25	
11987	7 $\eta$ Hya	4,30	8 41,9	-1	+3 29	-5	B3 V	8	+21v	
12102	11 $\epsilon$ Hya	3,38	8 45,5	-13	+6 31	-54	G0 III/ dF7	10±5	+36v	D, s
12148	13 $\rho$ Hya	4,37	8 46,7	-1	+5 55	-37	A0n V	9±5	+33v	s
12327	16 $\theta$ Hya	3,10	8 54,1	-7	+6 03	+11	K0 II-III	29±6	+23	
12743	22 $\zeta$ Hya	3,88	9 13,1	9	+2 25	-315	B9, 5p V	19±6	-8v	s
13044	30 $\alpha$ Hya	1,97	9 26,4	-1	-8 33	+30	K3 III	17±4	-4,6l	
13341	35 $\iota$ Hya	3,91	9 38,6	3	-1 02	-69	K3 III	20±7	+23v?	
11254	17 $\beta$ Cnc	3,53	8 15,1	-3	+9 16	-51	K4 III	14±5	+21	
12022	47 $\delta$ Cnc	3,94	8 43,3	-1	+18 15	-236	K0 III	1±6	+17	D
12083	48 $\epsilon$ Cnc	4,02	8 45,2	-2	+28 51	-47	G8 II/ A3 V	21±5	+16	D
12406	65 $\alpha$ Cnc	4,26	8 57,1	2	+11 57	-37	A5m III	18±6	-14	D





Vysvětlení k mapce a tabulkám viz ŘH 62, 19–22; 1/1981.

O. Hlad, J. Weisellová

#### DALŠÍ OBJEKTY

NGC	M	$\alpha$ (1975,0)	$\delta$ (1975,0)	Druh	Poznámka
2548	48	8h14,4m	-5°43'	OH	
2632	44	8 38,6	+20 05	OH	Praesepe
2682	67	8 49,7	+11 54	OH	



## PROMĚNNÉ HVĚZDY

Název	$\alpha(1975,0)$	$\delta(1975,0)$	max.	min.	Perioda (dní)	Typ	Spektrum
RT Hya	8h28m27s	-6°13'48"	7,1v	10,2v	253,2	SRa	M6e—M7
S Hya	8 52 16	+3 10 01	7,4v	13,3v	256,71	M	M4e
T Hya	8 54 27	+9 02 35	7,2v	13,2v	288,48	M	M3e—M4e
R Cnc	8 15 12	+11 48 27	6,2v	11,8v	362,06	M	M6e—M8e
V Cnc	8 20 18	+17 22 05	7,5v	13,9v	272,14	M	S2,9e:
VZ Cnc	8 39 32	+9 55 05	7,19v	7,94v	0,1784	RR	A7111—F2111
T Cnc	8 55 15	+19 56 54	7,6v	10,5v	462,35	SRa	N3 (C4 <sub>2</sub> )
W Cnc	9 08 26	+25 21 11	7,4v	14,4v	393,26	M	M7e
RS Cnc	9 09 09	+31 04 08	6,2p	7,2p	120	SRc?	M6eIb—II (S)

## Z lidových hvězdáren a astronomických kroužků

### NOVÁ HVĚZDÁRNA V BENÁTKÁCH N. J.

Loňského roku bylo tomu právě 380 roků, kdy se na benáteckém zámku setkaly dvě osobnosti světové astronomie: Tycho Brahe a Johannes Kepler. Benátky jsou místem, kde Tycho Brahe v roce 1599 až 1600 žil a snažil se vybudovat hvězdárnu. Budování hvězdárny nedokončil, neboť jej císař Rudolf II. zavolal do Prahy. Právě k výročí setkání velikánů astronomie v benáteckém zámku byla 24. června 1980 otevřena lidová hvězdárna. Byla postavena v akci Z a vyžádala si 5600 brigádnických hodin. Splnil se sen členů astronomického kroužku ZK ROH k. p. Karborundum, pracujícího již od r. 1956. Stavba

hvězdárny byla s pochopením zařazena do budovatelského programu MNV v Benátkách n. J. Jde o kolektivní dílo, navazující na rudolfinskou dobu, ale především potvrzující, že naše společnost vytváří prostor pro všestranný rozvoj člověka. V prostorné kopuli, kde je instalován dalekohled Zeiss „Meniskas“ (150/2250 mm) se schází členové astronomického kroužku, školní mládež, zaměstnanci místních podniků a příznivci astronomie z celého Mladoboleslavska. B. Veselý

## Úkazy na obloze v květnu 1981

Slunce vychází 1. května ve 4<sup>h</sup>37<sup>m</sup>, zapadá v 19<sup>h</sup>18<sup>m</sup>. Dne 31. května vychází ve 3<sup>h</sup>57<sup>m</sup>, zapadá v 19<sup>h</sup>59<sup>m</sup>. Za květen se prodlouží délka dne o 1 h 21 min a polední výška nad obzorem se zvětší o 7°, z 55° na 62°.

Měsíc je 4. V. v 5<sup>h</sup> v novu, 10. V. ve 23<sup>h</sup> v první čtvrti, 19. V. v 1<sup>h</sup> v úplňku a 26. V. ve 22<sup>h</sup> v poslední čtvrti. Přízemím prochází Měsíc 4. května, odzemím 17. května. Během května nastanou konjunkce Měsíce s planetami: 14. V. ve 4<sup>h</sup> s Jupiterem a téhož dne v 10<sup>h</sup> se Saturnem, 18. V. ve 23<sup>h</sup> s Uranem a 21. V. v 5<sup>h</sup> s Neptunem.

Merkur je 27. května v největší východní elongaci, 23° od Slunce. Planeta je nad obzorem ve večerních hodinách. Pozorovací podmínky jsou nejpříznivější v druhé polovině května, kdy Merkur zapadá až mezi 21<sup>h</sup>30<sup>m</sup>—22<sup>h</sup>00<sup>m</sup>. Jasnost Merkura je počátkem května -1,7<sup>m</sup>, v polovině měsíce -0,4<sup>m</sup> a koncem května 1,0<sup>m</sup>. Dne 4. května Merkur prochází přísluním, 14. května ve 2<sup>h</sup> nastane konjunkce Merkura s Aldebaranem.

Venuše zapadá po celý měsíc krátce po západu Slunce: počátkem května v 19<sup>h</sup>50<sup>m</sup>, koncem měsíce ve 21<sup>h</sup>12<sup>m</sup>. Venuše má jasnost -3,4<sup>m</sup> až -3,3<sup>m</sup>. Dne 20. května v 7<sup>h</sup> dojde ke konjunkci Venuše s Aldebaranem.

Mars po konjunkci se Sluncem z 2. dubna není ještě v květnu pro blízkost u Slunce pozorovatelný. Dne 24. května je Mars nejvíce vzdálen od Země.

Jupiter je v souhvězdí Panny. Nejpříznivější





vější podmínky jsou ve večerních hodinách, kdy planeta kulminuje. Počátkem května Jupiter zapadá ve 3<sup>h</sup>35<sup>m</sup>, koncem měsíce již v 1<sup>h</sup>34<sup>m</sup>. Během května se jasnost Jupitera zmenšuje z -1,9<sup>m</sup> na -1,7<sup>m</sup>. Dne 28. května je Jupiter stacionární.

*Saturn* je takéž v souhvězdí Panny a protože je poblíže Jupitera, jsou pozorovací podmínky pro obě planety podobné. Počátkem května zapadá Saturn ve 3<sup>h</sup>46<sup>m</sup>, koncem měsíce již v 1<sup>h</sup>45<sup>m</sup>. Jasnost Saturna se během května zmenšuje z 0,9<sup>m</sup> na 1,1<sup>m</sup>.

*Uran* je v souhvězdí Vah a protože je 19. května v opozici se Sluncem, je po celý měsíc nad obzorem téměř po celou noc. Uran má jasnost 5,5<sup>m</sup>.

*Neptun* je v souhvězdí Hadonoše. Blíží se do opozice se Sluncem, která nastane 14. června, a tak již v květnu je v příznivé poloze k pozorování. Počátkem měsíce vychází ve 22<sup>h</sup>51<sup>m</sup>, koncem měsíce již ve 20<sup>h</sup>50<sup>m</sup>. Neptun má jasnost 7,8<sup>m</sup>.

*Pluto* je v souhvězdí Boota poblíže rozhraní se souhvězdím Panny. Po opozici se Sluncem 13. dubna je i v květnu v příznivé poloze k fotografování, především ve večerních hodinách, kdy kulminuje. Počátkem května zapadá v 5<sup>h</sup>51<sup>m</sup>, koncem měsíce již ve 3<sup>h</sup>50<sup>m</sup>. Jasnost Pluta je 14<sup>m</sup>.

*Planetky*. Dne 20. května bude v opozici se Sluncem planetka (29) Amphitrite [jasnost 10,9<sup>m</sup>—10,5<sup>m</sup>]. Můžeme ji fotograficky snadno zachytit podle rektascenze a deklinace (1950,0):

IV. 26	16 <sup>h</sup> 01,73 <sup>m</sup>	-28°37,6'
V. 6	15 53,20	-28 39,8
V. 16	15 43,21	-28 28,9
V. 26	15 32,89	-28 06,1
VI. 5	15 23,37	-27 34,7

V květnu budou dále v opozici se Sluncem tyto jasnější planetky: (36) Atalante 3. V., (679) Pax 5. V., (356) Liguria 6. V., (415) Palatia 11. V., (387) Aquitania 18. V., (60) Echo 20. V., (27) Euterpe 21. V., (19) Fortuna 24. V., (82) Alkmene 25. V., (674) Rachele 29. V., (46) Hestia 30. V. a (85) Io 30. května.

Dne 21. května ve 4<sup>h</sup> se přiblíží planetka (1) Ceres na vzdálenost jen 5' (jižně) k hvězdě 22 Cnc. Jasnost planetky bude 8,7<sup>m</sup>, hvězdy 5,8<sup>m</sup>. V době největšího přiblížení však bude planetka již pod obzorem, úkaz bude pozorovatelný v pozdních večerních hodinách ještě před maximálním přiblížením.

*Meteory*. Až asi do 12. května bude možno pozorovat  $\eta$ -Aquaridy, jejichž maximum připadá na 5. května. Ke konci května budou již pozorovatelné Bootidy, které mají velmi ploché maximum 8. června. Z vedlejších rojů budou mít maximum činnosti  $\alpha$ -Scorpioidy 3. května.

Všechny časové údaje jsou v SEČ. Časy východů a západů platí pro průsečík 15° vých. poledníku a 50° rovnoběžky severní šířky.

J. B.

J. Grygar: Žeň objevů 1980 — J. Bouška: K objevu Uranu — O. Obůrka: Hvězdný vítr — M. Šolc: Svědectví meteorických chondrolů — Krátké zprávy — Nové knihy a publikace — Úkazy na obloze v květnu 1981

## СОДЕРЖАНИЕ

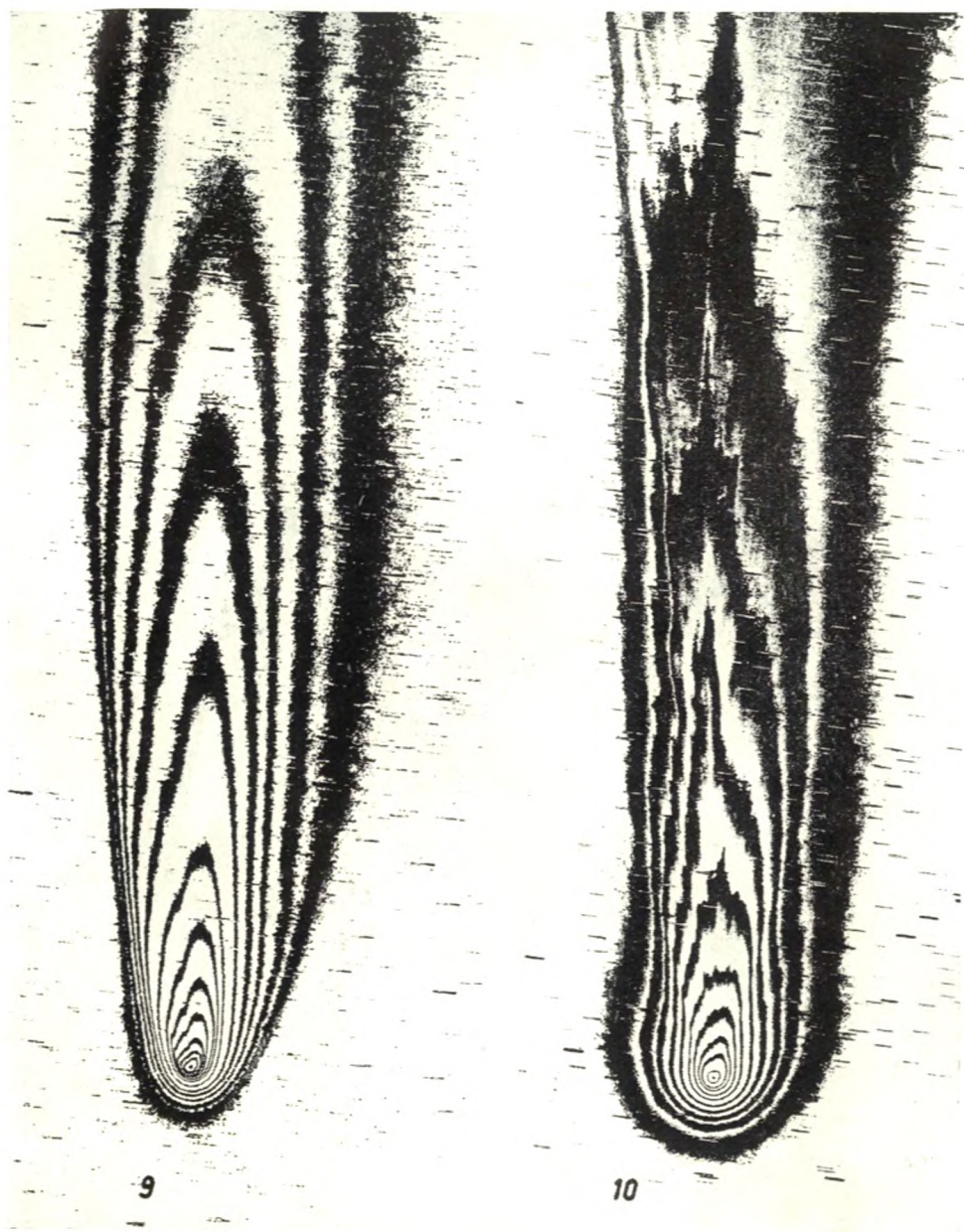
И. Грыгар: Достижения астрономии в 1980 г. — И. Боушка: К открытию планеты Уран — О. Обурка: Звездный ветер — М. Шолц: Свидетельство метеоритных хондлер — Краткие сообщения — Рецензии — Явления на небе в мае 1981 г.

## CONTENTS

J. Grygar: Advances in Astronomy in the Year 1980 — J. Bouška: Anniversary of the Discovery of the Planet Uranus — O. Obůrka: Stellar Wind — M. Šolc: The Witness of Meteoritic Chondrules — Short Communications — Book Reviews — Phenomena in May 1981

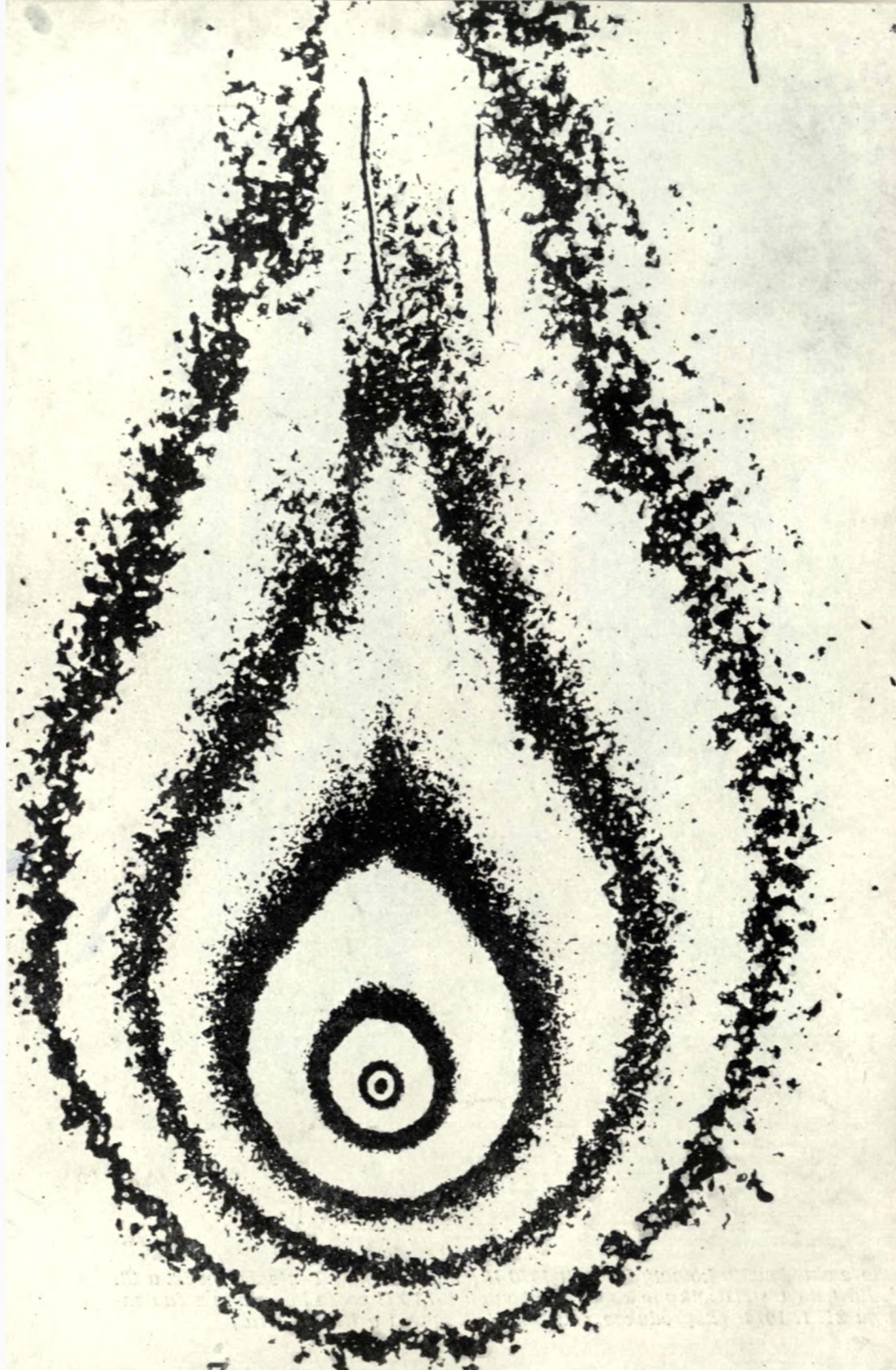
Ríší hvězd říší redakční rada: Doc. Antonín Mrkos, CSc. (předseda redakční rady); doc. RNDr. Jiří Bouška, CSc. (výkonný redaktor); RNDr. Jiří Grygar, CSc.; prof. Oldřich Hlad; člen korespondent ČSAV RNDr. Miloslav Kopecký, DrSc.; Ing. Bohumil Maleček; prof. RNDr. Oto Obůrka, CSc.; RNDr. Ján Stohl, CSc.; technická redaktorka Věra Suchánková. — Vydává ministerstvo kultury ČSR v nakladatelství a vydavatelství Panorama, Hájkova 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 objednávkou 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 30. ledna, vyšlo v březnu 1981.





*Nahoře ekvidenzity komety Bennett 1970 II podle snímků z Tautenburgu 12. a 13. IV. 1970, na 4. str. obálky je kometa Kohoutek 1973 XII podle fotografie z Tautenburgu 21. I. 1974. (Reprodukce z atlasu W. Högnera a N. Richtera.)*





7

5'

