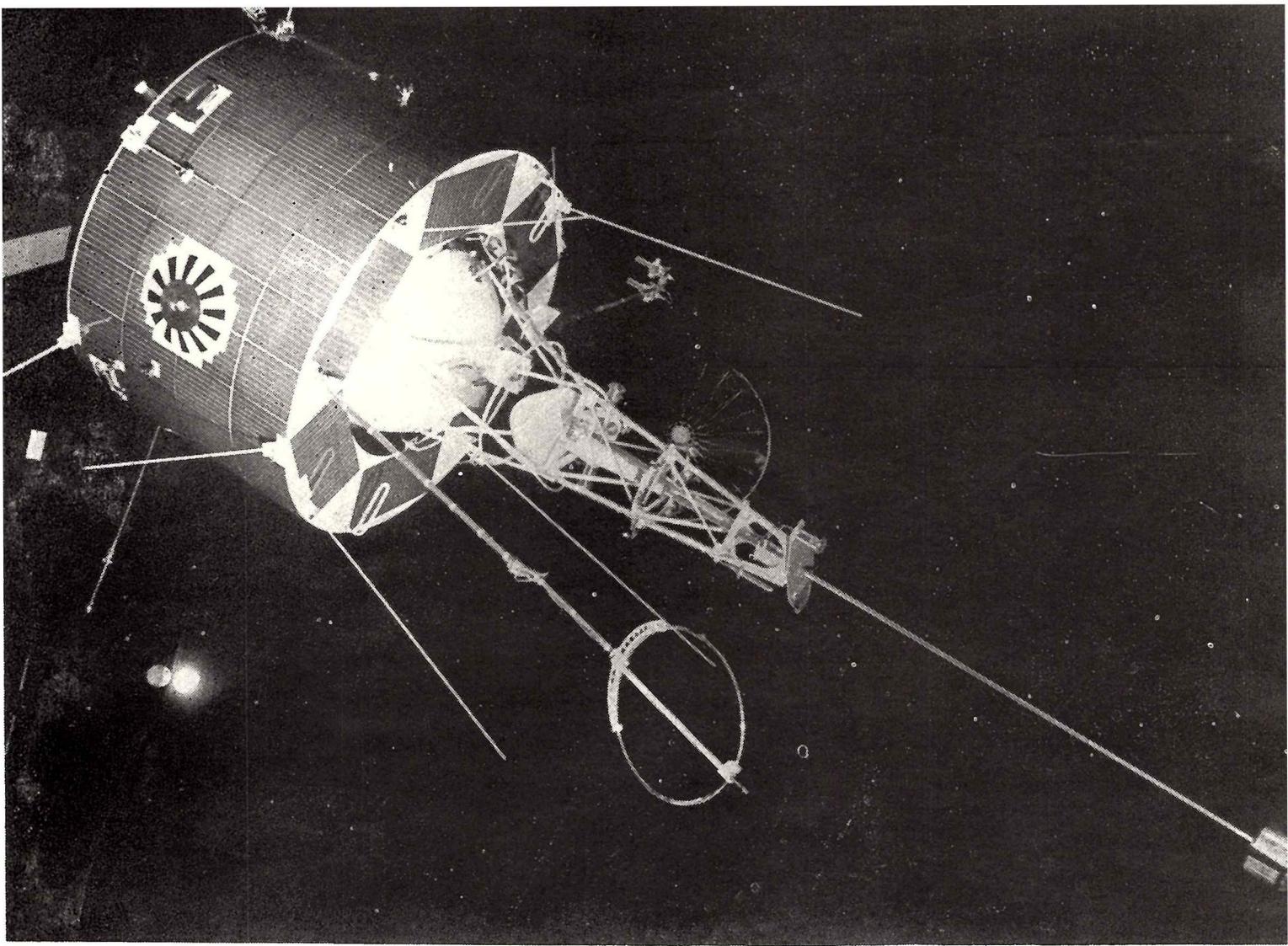


# KOZMOS

3 1973  
Roč.IV.  
Kčs 4,-



- Heliocentrický systém M. Kopernika ● Chemické zloženie planetárnych atmosfér ● Identifikácia rádiových zdrojov ● Problém čistoty ovzdušia v Bratislave ● Astrofyzika ● Poznávanie tvaru a rozmerov Zeme ●



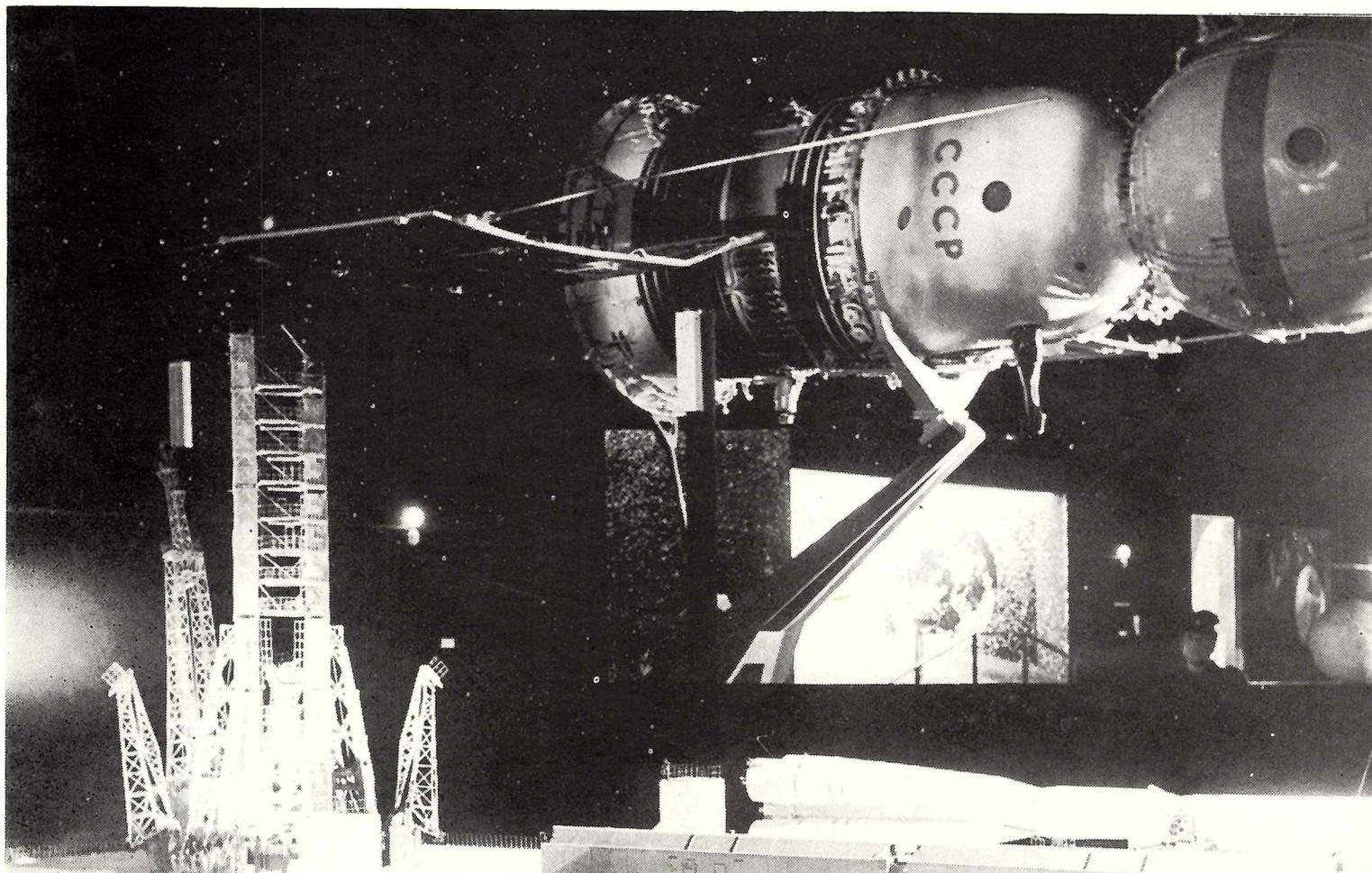
▲ Kozmos 381 — družica pre výskum ionosféry.

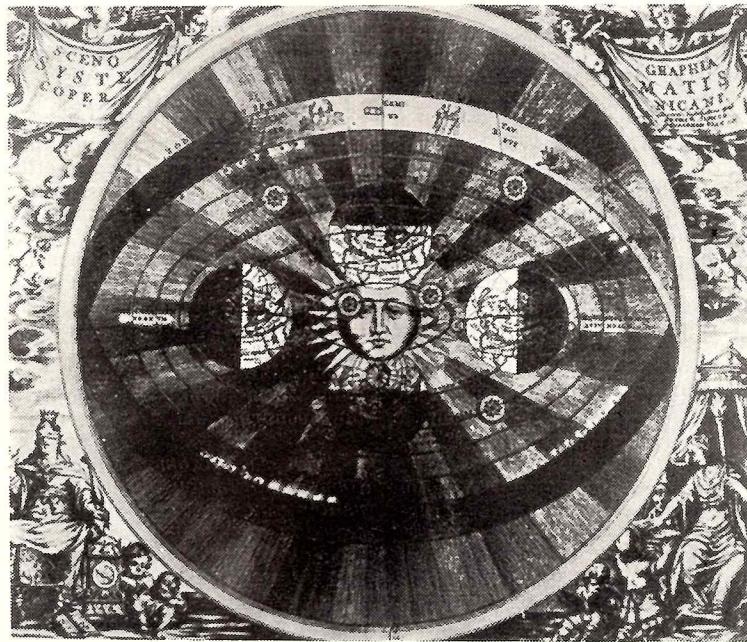
Foto: Harmanec

Veliteľská sekcia lode Sojuz.



Foto: Harmanec





## HELIOPCENTRICKÝ SYSTÉM MIKULÁŠA KOPERNIKA

(III. časť)

AÚ SAV Tatranská Lomnica

RNDr. LUDMILA PAJDUŠÁKOVÁ, CSc.,

Geocentrický ptolemaiovský systém, ktorý vznikol v 2. storočí n. l., nevydržal skúšku, pred ktorú ju postavilo nasledujúce tisícročie. Ptolemaiova teória musela byť upravovaná, aby sa podľa nej mohli uskutočňovať podobné presné prognózy pohybov planét, ako pri svojom zdrode.

Už v XIII. storočí Alfonz X., španielsky kráľ, hlava námornej veľmoci a obdivovateľ astronómie, sa dožadoval akejsi revízie stavby sveta, ktorá by viac vyhovovala pozorovanej skutočnosti a ktorá by pri tom bola jednoduchšia. Stáročia sa totiž rozpor medzi skutočnosťou a Ptolemaiovou teóriou riešil tak, že k dráham planét sa pridávali ďalšie a ďalšie pomocné epicykly — až ich počet narastol na 79. Preto Alfonz X. oprávnenie povedal, že si ho boh pri tvoreni sveta mal pozvať na poradu a on by mu bol poradil stvoríť svet jednoduchší.

V dobe M. Kopernika už bol čas zrelij na pochybnosti o správnosti geocentrizmu. Nespokojnosť bola vyslovovaná na niekoľkých stranách.

Dobré vedomosti pohybov nebeských telies požadovala astrológia, ktorá potrebovala presné polohy; a to na každý čas, tak v minulosti, ako i v budúcnosti. Astrológia v Kopernikovej dobe bola všeobecne uznaná, prežívala svoj nový rozkvet, a tak nechtiac, zaslúžila sa o revolučný prevrat v stavbe sveta.

Druhým závažným problémom, ktorý vyvolával snahu po revízií ptolemaiovského systému, bola náostojčivá nevyhnutnosť reformy kalendára. Kopernik v roku 1514 dostáva výzvu z Ríma, aby sa zúčastnil na týchto práciach. Túto ponuku Kopernik odmietol s tým, že ešte dostačne nepozná pohyby Slnka a Mesiaca, ale slúbil, že na probléme bude pracovať. Pri reforme kalendára, ktorá sa uskutočnila až v roku 1582 za pápeža Gregora XIII., sa použili aj práce M. Kopernika. V roku 1582 hned po štvrtku 4. októbra nasledoval piatok 15. október a stáročia nedeliteľné 400 stali sa nepriestupnými (priestupné 1600, 2000, 2400 atď.).

Najväčšiu nespokojnosť so starým výpočtom poloh telies na oblohe vyslovovali moreplavci, ktorí sa odvážne púštali do neznámych končín oceánov a ktorí mohli svoje miesto, polohu, určiť len podľa polohy nebeských telies. Je samozrejmé, že s narastaním dĺžky plavby narastali i požiadavky námorníkov na astronómov. Niekoľko konkrétnych údajov dostačne vykreslili veľkosť vtedajšej doby, ktorá objavovala nové zeme na Zemi.

V roku 1484 po prvýkrát pristáva Diego Cam v ústí Konga, v roku 1486 Bartolomej Diaz dosahuje najjužnejší výbežok Afriky, mys Dobréj nádeje. V roku 1492 Krištof Kolumbus pristáva na malom ostrove v Bahamskom súostroví, ktoré sám pomenoval na San Salvador (12. okt. sa pokladá za objavenie Ameriky). V roku 1498 Vasco de Gama prvýkrát obepláva Afriku a pristává v Kalkate. V roku 1499 Pinzon a Cabral nezávisle od seba pristávajú v Brazílii. V roku 1513 Nunez de Balboa ako prvý Európan sa pozerá v Paname na Pacifický oceán, ktorý tak pokrstil Fernao Magellan (1480—1521) pri prvom obeplávaní celého sveta (1519—1522). Všetky tieto objavy — i ďalšie (Madagaskar, pristátie v Japonsku, Malajský archipel, Florida atď., atď.) sa uskutočnili za jeden jediný ľudský život — dajme tomu za necelý život Mikuláša Kopernika.

Štefan Zweig napísal: „Podivuhodný je v dejinách vždy okamih, keď génius človeka sa spojí s géniom chvíle, keď jediný muž pochopí tvorivú túžbu svojej doby“. Zweig myslí na Magellana — zabudol na Kopernika. Magellan sa plavil po neznámej zemi, ale Kopernik sa plavil ešte neznámejším vesmírom. Magellan zjednotil spojenými oceánmi celú Zem, Kopernik zjednotil celý vesmír — a Martin Luther rozdrobobil jedinú cirkev (r. 1520 bol vyobcovaný z cirkvi a spálil pápežskú bulu). A to všetko v jednej a tej istej dobe!

V roku 1530 M. Kopernik v husto písanom rukopise poslal na voľnú pôtu Európu malú knižičku na-

zvanú Malý komentár, v ktorej autor uviedol šest zásad svojho nového učenia:

1. Všetky nebeské telesá a dráhy majú len jeden stred.
2. Stred zemegule nie je stredom sveta, ale iba stredom mesačnej dráhy a stredom všetkého na Zemi.
3. Všetky planéty sa pohybujú okolo Slnka, ktoré sa nachádza v strede všetkých dráh. Preto za stred sveta treba pokladat Slnko.
4. Pomer vzdialenosťi Slnka od Zeme k pomeru sféry stálic je menší ako pomer polomeru Zeme k jej vzdialenosťiam od Slnka.
5. Pohyby, ktoré pozorujeme na nebi, nie sú výsledkom pohybu neba (sféry stálic), ale výsledkom pohybu Zeme.
6. Viditeľný pohyb Slnka je výsledkom pohybu Zeme. Pohyb planét (viditeľný pohyb jedným a druhým smerom) je i výsledkom pohybu Zeme.

Kopernikovo učenie o vesmíre, známe ako heliocentrismus, je teda charakterizované týmito tvrdeniami:

Stredom vesmíru je Slnko, ktoré je najväčším vesmírnym telesom, a nie Zem. Okolo Slnka v kruhových dráhach v rovnakom smere a rovnomenom pohybom obiehajú všetky planéty, medzi nimi i Zem, a to spolu s Mesiacom. Slnko je v dráhach planét postavené excentricky. Zem ako planéta obieha okolo Slnka raz za rok a za deň sa otočí okolo svojej vlastnej osi. Sféra stálic je nehybná. Potialto v jednotlivostiach nič nového, čo by sa v názoroch na svet najmä v staroveku nebolo objavilo u filozofov. Kopernik však Zemi pridal ešte tretí pohyb: vysvetlil precesný pohyb jarného bodu, a to pohybom zemskej osi.

Aby vynikla geniálnosť a odvaha Kopernikovho ducha, musíme sa nad jednotlivými prvkami heliocentrizmu zamyslieť.

Kopernik vymenil významné polohy Slnka a Zeme, čím i kvalitatívne zmenil ich význam vo svete. Slnko sa stalo stredom vesmíru a Zem len planétou. Toto tvrdenie malo i nedozierny filozofický, a tým i teologickej význam. Okolo Zeme však ponechal správne obiehať Mesiac — a teda namiesto jedného centra v systéme zaviedol dve centrá — čím bol nútenej predsa len Zemi ponechať istú výnimočnosť medzi planétami.

Odvahu Kopernika treba vidieť predovšetkým v tom, že pozorované pohyby telies na oblohe popiera a pripisuje ich nepozorovanému pohybu Zeme. Možno tvrdiť, že Kopernik tušil relativitu pohybu — relativnosť pohybu a pokoja. Kopernik píše:

„Hoci väčšina pisateľov je zajedno v tom, že Zem spočíva v strede sveta, a pokladajú opačnú mienku za nesprávnu, ba priam za smiešnu, ak ju preskúmame pozorne, predsa len sa ukáže, že ona vôbec nie je rozrodnutá a že nijako nemôžeme si ju nevŕšiť. Ved každá viditeľná zmena miesta vzniká alebo v dôsledku pohybu pozorovaného predmetu, alebo v dôsledku zmeny miesta pozorovateľa, napokon v dôsledku premiestenia sa ich obidvoch, avšak, rozumie sa, premiestenia nie rovnakého, lebo pri rovnakom pohybe jedného i druhého, t. j. pozorovaného a pozorovateľa, v tom istom smere pohyb nie je badateľný. No Zem je to miesto, s ktorého pozorujeme nebeskú báň, odkiaľ sa nám odhaluje celá obloha. Následkom toho, ak predpokladáme pri Zemi akýkoľvek pohyb, iste sa objaví vo vonkajšej časti vesmíru, ale ako idúci v opačnom smere, akoby mimo Zeme. Také je predovšetkým denné otáčanie sa Zeme okolo vlastnej osi, lebo ono nám predstavuje celý svet so všetkým, čo je okolo Zeme — okrem nej — ako unášané. No ak pripustíme, že obloha takýto pohyb vôbec nemá, ale že Zem sama sa otáča od západu na východ, tak každý, kto pozoruje uvažuje o jave, ako je východ a západ Slnka, Mesiaca, hviezd, uzna, že je tak aj v skutočnosti. A tak, ak nebo je všeobecná, všeiká do seba ponimajúca a v sebe skrý-

vajúca priestornosť, niet nijakého dôvodu, pre ktorý by sme neprispisovali pohyb skôr obsiahnutému ako obsahujúcemu, skôr včlenenému ako včleňujúcemu.“

Čiže k tvrdeniu, že celý vesmír nemôže obiehať raz za deň okolo Zeme, viedlo Kopernika aj poznanie, že Zem je pomerne malým telesom. Je prirodzenejšie a jednoduchšie vysvetliť pozorovaný denný pohyb oblohy okolo Zeme jej vlastnou rotáciou a ročný pohyb pohybom malej Zeme okolo omnoho väčšieho Slnka.

Ptolemaiov vesmír bol menší ako Kopernikov, pretože zatiaľ čo Ptolemaiovi stačila len istá vzdialenosť sféry hviezd, aby sa nemenil smer k určitej hviezde z dvoch miest z povrchu Zeme, Kopernik musel už z tohto hľadiska bráť do úvahy dráhu Zeme okolo Slnka. Teda jedným z ďalších dôsledkov pohybu Zeme okolo Slnka bolo značné rozšírenie hraníc vesmíru. Sám o tom tvrdí:

„Tým sa celkom zreteľne zistuje, že nebo, v porovnaní so Zemou, je nezmerné a že vyvoláva zdanie veľičiny nekonečnej, ale Zem podľa odhadu našich zmyslov má sa v pomere k nebu ako bod k telesu, čiže ako konečný k veľičine nekonečnej. No nič iné tým nie je dokázané, najmä odkiaľ nevyplýva, že Zem musí spočívať v strede sveta.

Za omnoho udivujúcejšiu a prekvapujúcejšiu treba pokladat predstavu, že by úplný otáčavý pohyb za 24 hodín vykonával nezmerný svet, a nie taká jeho malá časť, ako je Zem. Tvrdenie, že stred je nehybný a že bližšie k stredu pohybuje sa pomalšie, nedokazuje, že Zem nehybné spočíva v strede sveta“.

Jeden z veľkých argumentov proti kopernikovskému pohybu Zeme bola aristotelovská fyzika pohybu, ktorú prebral Ptolemaios a ktorá sa dovedy uznávala za správnu. Kopernik cituje Ptolemaia:

„Je jasné, hovorí Ptolemaios, že to, čo sa nachádza v stave prudkého otáčania sa, zrejme nie je schopné byť zjednotené, ale skôr sú chcú jeho časti rozptýliť, ak len nie sú ovládané niečím, čo ich spevňuje. Zem, pokračuje Ptolemaios, už dávno by sa bola rozpadla, prerazila samo nebo (čo je úplne smiešne) a tým viac živé bytosť a všetky pevne slobodné farchy nijakým spôsobom neostali by z nej nezvrhnuté. Ale i zvisle padajúce telesá nedopadli by po zvislici na príslušné miesto, pretože by ich odklonila táto ohromná rýchlosť. Napokon i mračná a všetko plynné vo vzduchu videli by sme vždy unášať sa na západ.“

„To, čo vzniká prirodzenou cestou“, hovorí Kopernik, „zachováva sa v dokonalej celosti a neporušenosti. Preto sa Ptolemaios celkom zbytočne obáva rozpadu Zeme a všetkého pozemského pri otáčaní sa, vznikajúcim silou prírody, naprsto odlišnej od sily umelej čiže takej, ktorá môže byť utvorená ľudským rozumom. Ale prečo by sa nedalo to isté predpokladať na vyššom stupni vzhľadom na vesmír, ktorého pohyb musí byť o takto rýchlejší, o čo je nebo väčšie ako Zem? A či nebo stalo sa nezmerným preto, že nesmiernou silou pohybu oddeluje sa od centra a inak, nech by bolo nehybné, by sa zrútilo?“

„Prečo máme ďalej pochybovať o niečom takom prirodzenom, ako je to, že Zem sa pohybuje a že tento jej pohyb má svoje náležité formy, a nie o tom, že sa pohybuje celý vesmír, ktorého hranice sú nám neznáme a nepostihnutelné? A prečo by sme nemohli denným otáčaním sa Zeme vyvolané zdanie pohybu preniesť na oblohu, ale pritom pripustiť, že skutočný pohyb vykonáva Zem? Toto vzniká tiež tak, ako hovorí Aeneas u Vergilia: Na more z prístavu ideme a vzdáluje sa zem a hrady.“

„Keď teda nič neprotirečí tomu, že sa Zem pohybuje, súdim, že sa patrí preskúmať, či aj jej neprináleží niekoľko pohybov, aby ju bolo možné pokladat za jednu z obežníc. Že nie je všeobecným stredom všetkých obežníc, dokazuje zjavná nerovnomernosť pohybov obežníc a nestálosť ich vzdialenosťi od Zeme, čo by sa nedalo vysvetliť, ak by bola Zem u-

miestená v jednom stredede koncentrických kruhov. Ak jestvuje niekoľko stredov, tak nebude zbytočná otázka o stredede sveta, a najmä — či týmto stredom je stred tiaže Zeme — ak je ním stred Zeme, alebo niečo iné.“

„Podľa mojej mienky tiaž nie je nič iné ako prirodzené smerovanie... Toto úsilie pravdepodobne je vlastné Slnku, Mesiacu a ostatným obežniciam, ktoré vďaka jeho účinku, zachovávajú si svoju očividnú guľatlosť, nelahladiac na rozmanitosť nimi vykonávaných obehov.“

Spomeňme si na tvrdenie proti guľatosti Zeme z tej istej doby, ktoror sa vyslovovalo najmä ako argument proti možnosti nájšť novú cestu do Indie na guľatej Zemi, a to, že protinožci sa nemôžu udržať dolu hlavou a musia padnúť do pekla. Kopernik teda musel pochybovať o platnosti aristotelovskej fyziky pohybu na zemskom povrchu.

Kopernik zastavením pohybu sféry hviezd popieral aj aristotelovského prvúho hýbateľa tejto sféry, z ktoror sa pohyb prenásal na ostatné telesá. Kopernikovská heliocentrická sústava si vynúcovala vysvetlenie pohybu zvnútra sústavy.

Vtedajšie nepoznanie istých zákonov a skutočnosti stavalo Kopernikovu teóriu do svetla oprávnených pochybností — ale na uspokojenie svojho vedeckého svedomia Kopernik mal jeden veľký argument. Jeho heliocentrický systém bol omnoho jednoduchší, ako Ptolemaiov geocentrický systém so 79 epicyklami, deferentmi a ekvantmi.

Kopernik vo svojom systéme vystačil s menším počtom kružníc. Kopernik musel pri planétach ponechať epicykly, pretože ponechal planéty okolo Slnka obiehať rovnomerne po kruhových dráhach. O tom piše:

„To, že obežnice pozorujeme raz bližšie k Zemi, inokedy zas od nej vzdialenejšie, nevyhnutne dokazuje, že stred Zeme nie je stredom ich dráhy. A okrem toho sa tým neurčuje, či sa Zem približuje k nim, alebo sa od nich vzdala, alebo či sa ony približujú a vzdala sú od Zeme.“

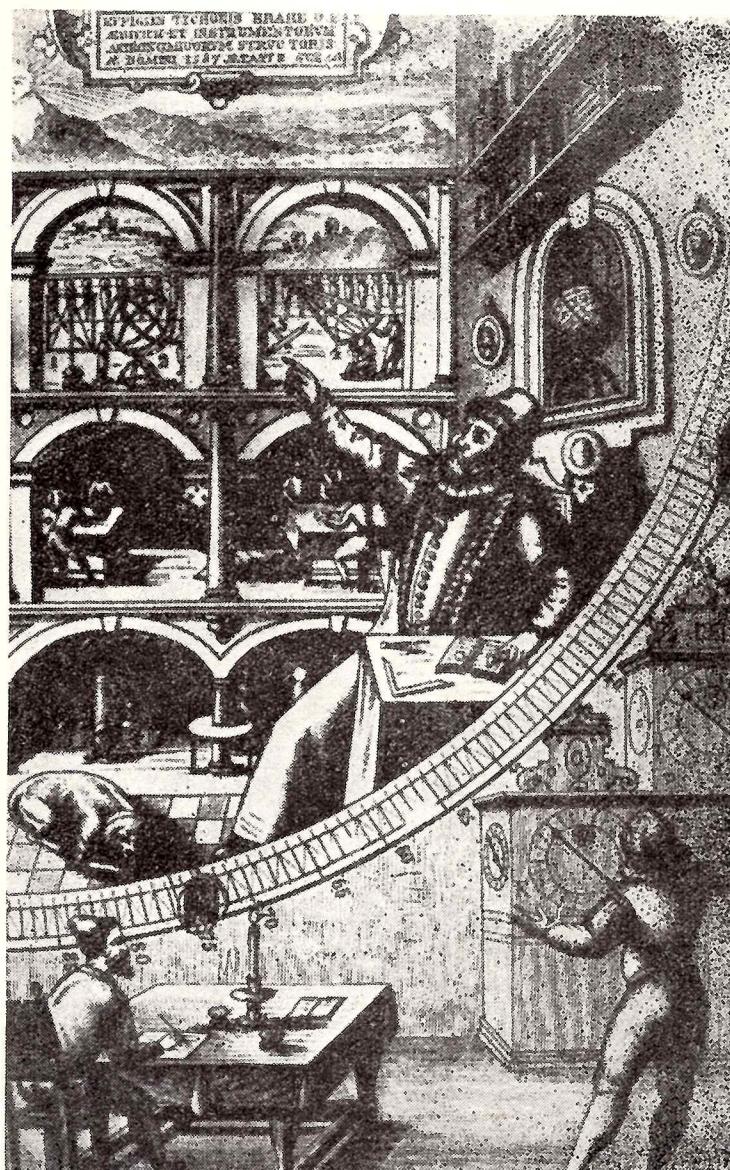
A ďalej uvádza:

„Skutočnosť, že sa na stáliciach neukazuje nijaký taký pohyb, dokazuje ich nesmiernu výšku, pre ktorú aj dráha ich ročného pohybu aj jej obraz unikajú nášmu zraku; lebo všetko viditeľné má istú vymedzenú vzdialenosť, a po jej prekročení, ako sa o tom vyladá v Optike u Euklida, ho už nevidno. Že je medzi najvyššou planétou Saturnom a sférou stálic ešte veľmi mnoho priestoru, dokazujú ich trblietavé svetlá. Pre túto vlastnosť ich najskôr možno rozoznať od planét, lebo medzi tým, čo sa pohybuje, a tým, čo sa nepohybuje, musí byť veľký rozdiel.“

Kopernik okrem toho mohol dlhé roky kontrolovať správnosť svojej teórie pozorovaniami. A prax predsa overuje správnosť teórie. Jeho teória stavby vesmíru nevyhovovala horšie ako Ptolemaiova, pritom však bola omnoho jednoduchšia — a bol v nej istý poriadok.

Kopernik piše o poriadku vo svojom systéme toto:

„Bude teda potrebné uznať, že alebo Zem nie je stredom podľa ktorého sa riadi poradie hviezd a ich dráh, alebo pre ich poradie nies spoľahlivého podkladu, a že nie je jasné, prečo patrí vyššie miesto skôr Saturnovi ako Jupiterovi alebo ktoréjkolvek inej planéte. Preto sa nazdávam, že si ich treba dobré všimnúť, čo mûdro podotkol Martianus Capella, autor Encyklopédie, ako aj poniektorí iní latinskí autori. Sú totiž toho názoru, že Venuša a Merkúr obiehajú okolo Slnka, ktoré je v strede ich dráh, a myslia si, že preto nemôžu od neho viacej odbočiť, ako im to dovoľuje vypuklosť ich obežných dráh, lebo nekrúžia ako ostatné planéty okolo Zeme, ale



\* \* \*

majú inak obrátené obežné dráhy. Čo iné chcú tým naznačiť, akože stred ich obežných dráh je v blízkosti Slnka? Taktôto sa naozaj bude dráha Merkúra nachádzať vnútri dráhy Venuše, ktorá je viac ako dvakrát dĺhšia, a pri jej rozsiahlosti bude mať v nej dostatočný priestor.

Ak bude niekto z tohto podnetu uvádzať do súvislosti s tým istým stredom aj Saturn, Jupiter a Mars preto, aby pochopil tú veľkú rozľahlosť ich dráh, ktorá okrem nich obsahuje a obklopuje ešte aj v nej sa nachádzajúcu Zem, nedopustí sa omylu. Pravidelný poriadok ich pohybov jasne na to poukazuje. Vedľa je známe, že ostatné planéty vždy sú bližšie k Zemi vtedy, keď vychádzajú večer, t. j. keď sú na opačnej strane ako Slnko, príčom Zem stojí medzi nimi a Slnkom, a že zasa najďalej sú od Zeme vtedy, keď zapadajú večer, t. j. keď ich zakrýva Slnko, lebo v tom čase máme medzi nimi a Zemou Slnko. Toto dostatočne dokazuje, že ich stred patrí skôr Slnku a že je to ten istý stred, podľa ktorého sa riadia aj obežné dráhy Venuše a Merkúra.“

Ponechanie rovnomenného pohybu planét po prísne kruhových dráhach nebolo jediným nedostatom Kopernikovo heliocentrizmu. Konečne, však ani dnes nemáme obraz sveta verný, dobudovaný, plne sa stotožňujúci so skutočnosťou. Ešte vždy objavujeme vo

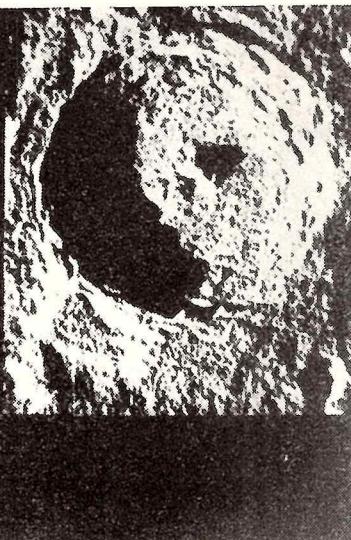
vesmíre prekvapujúce skutočnosti! I kopernikovský systém mal nedostatky, autor nedoriešil všetky problémy, a to preto, že ešte nedozrel čas a že mu to neumožnil vtedajší stav fyziky a techniky.

M. Kopernik veril v jestvование reálnych sôr a podľa neho posledná sféra uzatvárala vesmír. Z tejto predstavy tiež vyplynulo nesprávne tvrdenie, že Slnko je centrom celého sveta, a nielen systému planét.

Až po smrti M. Kopernika dozrel čas, ktorý zrodil ďalších geniálnych duchov s odvahou proti sa cirkvi, Ptolemaioví i Aristotelovi, zdánlive i zdravému rozumu a skúsenosti vlastných zmyslov.

Stavbu vesmíru na základe heliocentrického planetárneho systému dobudoval svojou odvážnou intuíciou Giordano Bruno (1548–1600). Rozobil krištáľovú klenbu hviezd a priestor vesmíru rozšíril do nekonečna. Hviezdy správne pokladal za vzdialé slinká, čím stratilo i naše Slnko výnimočnosť vo vesmíre, prestalo byť stredobodom celého vesmíru. Podľa Bruna vesmír bol jednotný, zotrel duálnu kvalitatívnu Aristotelovu a cirkevnú — neuznával svet pozemský a nadzemský. Veril v mnohosť obývaných svetov. Tieto svoje astronomické tvrdenia domyslel i filozoficky — a zo záverov vyvodil dôsledky i pre teologiu. A až potom cirkev, predovšetkým Vatikán si uvedomili veľké nebezpečenstvo pre biblické učenie vyvierajúce z Kopernikovho učenia. Giordano Bruno

\* \* \*



Tycho Brahe  
1546–1601

bol v roku 1600 po dlhom mučení upálený ako kacír.

Práve jednoduchosť a smelosť myšlienky získavala Kopernikovi množstvo pokračovateľov a prívržencov. Ale i medzi vynikajúcimi ľuďmi našli sa ľudia, ktorí z istých dôvodov neprijali Kopernikovo učenie. Jeden z najvýznamnejších bol Tycho de Brahe (1546–1601), dánsky astronóm. Tycho de Brahe ako právý vedec, chcel si pozorovaniami overiť správnosť tvrdenia obehu Zeme okolo Slnka. Správne usudzoval, že ak Zem obieha okolo Slnka, musí sa pozorovať paralaxa hviezd. Usilovne ju hľadal celý život, zdokonalujúc prístroje, a tým i pozorovanie a určovanie polôh. Paralaxu nenašiel, a preto zavrhol teóriu pohybu Zeme okolo Slnka a utvoril kompromisný systém medzi Ptolemaiom a Kopernikom. Tycho de Brahe nechal všetky planéty obiehať okolo Slnka a toto i s planétami okolo Zeme. I keď uznával, že hviezdy sú veľmi ďaleko, jednako len tušil, že sú až tak ďaleko, že ani jeho obdivuhodne presné polohy nestačili na zistenie odzrkadlenia ročného pohybu Zeme. K tomu moderná astronómia dospela až v roku 1838 (F. W. Bessel a nezávisle od neho ďalší dva astronómi, Struve a Henderson).

Tycho de Brahe mal na šírenie kopernikovského systému značne nepriaznivý vplyv netušiac, že práve jeho presné pozorovania poslúžia Keplerovi ku konečnému výfazstvu heliocentrizmu.

Požadované dôkazy o správnosti heliocentrického systému mohol podať až Galileo Galilei (1564–1642), keď na oblohu namieril jeden z prvých astronomických ďalekohľadov a systematicky začal pozorovať nebeské telesá. Našiel fázy Venuše ako dôkaz, že Venuše obieha okolo Slnka vnútri dráhy Zeme. Tu ide najmä o jej vypuklú fázu. Objavil mesiacíky Jupitera, akýsi obraz slnečného systému, a dôkaz, že Zem s Mesiacom nie je výnimočnou planétou a že môže byť mnoho centier pohybu nebeských telies vo vesmíre, a nielen jeden. Objavil škvurny na Slnku a pomocou nich určil rotáciu Slnka v rovnakom smere ako obiehajú planéty okolo neho. Teda ani centrum systému nie je v pokoji — všetko je v pohybe. Objavil pohoria, roviny, „moria“ a „rieky“ na Mesiaci, čiže objavil druhú Zem na oblohe. Mliečna dráha sa v ďalekohľade rozpadla na množstvo hviezd. Galileo Galilei bol však predovšetkým fyzik. Dôkladne študoval pohyb telies a jeho celoživotná práca viedla k formulovaniu nových principov pohybu a k popretniu Aristotelovho učenia o pohybe.

Nové poznatky o pohybe telies na Zemi, napr. experimentálne preštudovaný volný pád, zotrvačnosť pohybu, skladanie pohybov atď., vysvetlili, prečo rotáciu Zeme nevzniká vietor. Možno právom tvrdiť, že Galileo Galilei podal požadované dôkazy o správnosti heliocentrizmu a pohybe Zeme a námietky vyvrátil. Kardináli však nechceli ani počuť o dôkazoch a odopierali sa pozrieť do ďalekohľadu, ako do čertovho prístroja. Galileo Galilei bol inkvizíciou väznený a odsúdený.

Konečné riešenie v rozpore medzi dvoma systémami dal Johannes Kepler (1571–1630) tým, že formuloval tri zákony pohybu planét okolo Slnka. Jeho zásluhu treba vidieť v konečnom opustení rovnomenného pohybu planét po kruhových dráhach. K trom zákonom pohybu planét dospel deduktívnu metódou z veľkého množstva presných pozorovaní polôh planét, najmä Marsu, ktoré vykonal Tycho de Brahe. Až neskôr Isaac Newton objavením gravitačného zákona fyzikálne odvodil pohyb planét a vypočítal elementy ich dráh, ba dokonca mohol určiť aj ich hmotu. Gravitačný zákon bol vôbec prvý zákon platný všeobecne, ktorý definitívne zotrel hranicu dvoch kvalitatívne rozdielnych svetov — neba a Zeme. Ten istý gravitačný zákon riadi pohyb všetkých pohybujúcich sa telies na zemskom povrchu, ako i planét okolo Slnka a pohyby hviezd. Protiklad Zeme i neba zmizol a vesmír sa zjednotil gravitačným zákonom. Jednotu vesmíru dokazovali všetky ďalšie objavené fyzikálne zákony, ktoré sa doslova valili jeden za druhým a ktoré potvrdzovali správnosť predstavy vesmíru vyšlovej Giordanom Brunom.



Johannes Kepler

1571–1630

# Chemické složení planetárních atmosfér

ZDENĚK POKORNÝ

Chemické složení planetárních atmosfér lze zjistit jednak rozbořením spektra planety pořízeného z povrchu Země, jednak z přímých měření kosmických soud při jejich průletu kolem planety. Spektroskopická měření dají informace nejen o chemickém složení planetárních atmosfér, ale především o fyzikálních poměrech, které v nich panují (teplota, tlak, koncentrace jednotlivých plynů apod.). Atmosféry obklopující planety jsou tvořeny převážně molekulami, takže při spektroskopických pozorováních analyzujeme molekulová spektra. Popíšeme si proto stručně jejich vznik.

## Vznik charakteristiky spektra

Jádro atomu bývá obvykle obklopeno jedním nebo více elektronami. Elektron se nachází ve stavu s určitou energií  $E_1$ . Takový atom je ještě nesvítivý. Stanou-li se však, že elektron nabude vnějšímu popudem (např. zahřátím, ozářením, vhodným světlem, elektrickým polem) větší energie  $E_2$ , v krátké době ji opět uvolní a současně vyšle elektromagnetické záření o frekvenci  $\nu$  dané vztahem

$$(1) \quad E_2 - E_1 = h\nu,$$

kde  $h$  je Planckova konstanta (rovná se  $6,63 \cdot 10^{-34}$  J.s v mezinárodní soustavě jednotek SI). Z kvantové mechaniky plyne, že existují jen určité vybrané (diskrétní) hladiny energie. Přechody elektronů jsou pak možné jen mezi těmito hladinami. Tako lze stručně vysvětlit záření atomu (podrobnosti viz např. [1], [2]). V případě molekuly je situace poněkud složitější.

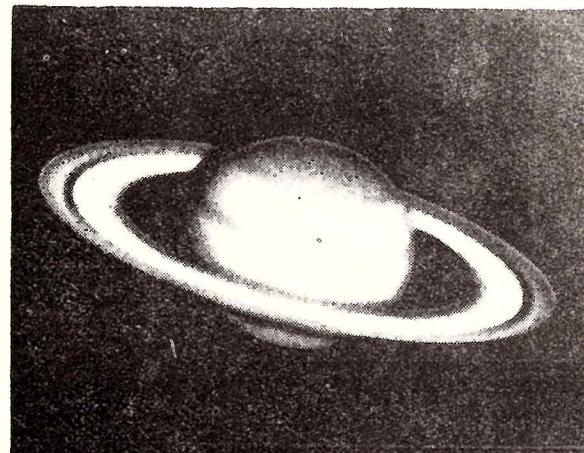
Nejjednodušší dvouatomovou molekulu si můžeme představit jako tzv. tuhý rotátor: jádra atomů, která jsou obklopena elektronovým oblakem, rotují kolem těžiště celé soustavy. Rotace však není jediný pohyb, který jádra atomů vykonávají: jsou-li vychýlena z rovnovážné polohy, počnou kolem ní kmitat (oslovat). Molekula tak nabývá různých energií. Při změně energie se vyzáří spektrální čára přesně podle vztahu (1).

Pro molekulové spektrum je typické, že spektrální čáry se nacházejí v daleké infračervené oblasti elektromagnetického spektra: vlnová délka těchto čar se pohybuje v rozmezí od asi  $1\text{ }\mu\text{m}$  ( $1\text{ }\mu\text{m} = 10^{-6}\text{ m} = 10^4\text{ \AA}$ ) do 1 cm (mezi vlnovou délkou  $\lambda$  a frekvencí  $\nu$  platí jednoduchý převodní vztah  $\lambda = c/\nu$ , kde  $c$  je rychlosť světla). Jen některé čáry se vyskytují v ultrafialové oblasti ( $\lambda \geq 3000\text{ \AA}$ ). Ve vizuální části spektra ( $\lambda 0,4 - 0,8\text{ }\mu\text{m}$ ) lze pozorovat jen málo molekulových spektrálních čar, a to ještě poměrně slabých.

U skutečných molekul je spektrum často tak složité, že ze spektrálních čar se vytvářejí celé souvislé pásky (obr. 1). Tak např. spektrum vodní páry činí zemskou atmosféru v oblasti vlnových délek od  $15\text{ }\mu\text{m}$  do 2 mm neprůhlednou a pozorování v této vzdálené infračervené oblasti lze provádět jen ve vyšších vrstvách atmosféry nebo mimo ni.

## Co lze zjistit rozbořením spektra planety?

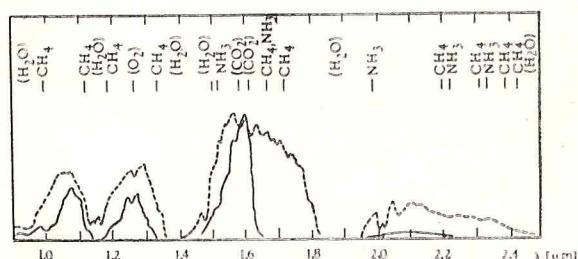
Rozbořením spektra lze získat nejen seznam atomů a molekul, které jsou přítomny v atmosféře planety,



Saturn.

ale zjistit též fyzikální podmínky, za jakých dochází k emisi záření. Důležité je studium profilu spektrální čáry (ať již atomové nebo molekulové) — tedy závislosti intenzity záření  $I$  na vlnové délce  $\lambda$  v těsném okolí čáry (obr. 2). Dostaneme ji proměřením příslušného spektrogramu na mikrofotometru. Žádná spektrální čára není nikdy ideálně ostrá, má vždy tzv. přirozenou šířku. Je to důsledkem toho, že vyzářování neprobíhá nekonečně dlouho, ale jen po určitou dobu. Záření se utlumí (u atomu asi za  $10^{-8}\text{ s}$ ), což způsobí rozšíření spektrální čáry ( $\Delta\lambda \leq 10^{-3}\text{ \AA}$ ).

Spektrální čára může být rozšířena i jinými fyzikálními procesy. Například při srážce atomu nebo molekuly s jinou částicí plynu potrvá záření ještě kratší dobu (dojdě k prudšímu útlumu), což má za následek další rozšíření čáry. Tako lze zjistit tlak v atmosféře, známe-li její teplotu a chemické složení. Také teplotu lze stanovit z profilu spektrální čáry. Atom nebo molekula pohybující se svým tepelným chaotickým pohybem nevyzáří energii u vlnové délky  $\lambda_0$ , ale (díky Dopplerovu principu) u délky  $\lambda$  poněkud odlišné od  $\lambda_0$ . Při různé teplotě pozorujeme různou pološířku čáry  $\Delta\lambda$  (např. pro vodík a teplo-



Obr. 1. Zápis spektra Jupitera v oblasti vlnových délek 1,0–2,5  $\mu\text{m}$  (Moroz 1960). Srovnávací spektrum Slunce je vyznačeno čárkováně.

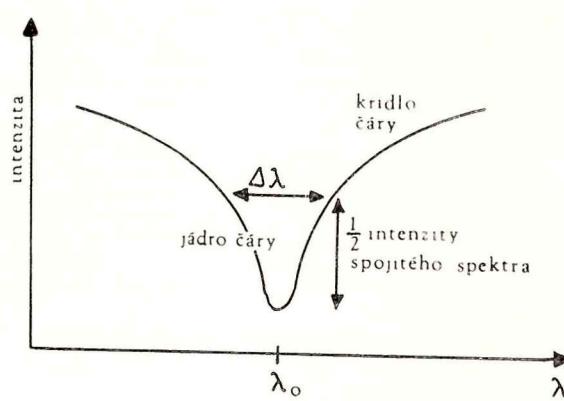
tu  $1000^{\circ}\text{K}$  vychází  $\Delta\lambda \sim 0,1\text{--}0,2 \text{ \AA}$ ). Rozšíření spektrální čáry může způsobit i jiný mechanismus (elektrické pole, turbulence plynů apod.). Nebudeme nyní rozebírat všechny možnosti, podrobně jsou popsány v [3].

### Výsledky spektroskopických měření

Spektroskopická měření patří bezpochyby mezi nejobjevitelnější v planetární astronomii. Sledování ultrafialových spekter je možné prakticky jen ze stanic umístěných mimo atmosféru Země. Ozón a molekulární a atomární kyslík a dusík činí naší atmosféru nepropustnou pro záření o vlnové délce kratší než  $3000 \text{ \AA}$ . V infračervené oblasti jsou možnosti planetární spektroskopie lepší. Pásy molekul  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_3$  a  $\text{CH}_4$ , které se nacházejí v oblasti vlnových délek  $1\text{--}20 \mu\text{m}$ , tuto část spektra nezakrývají úplně. Existují zde „okna propustnosti“, ve kterých je možno provádět pozorování z povrchu Země. V intervalu  $\lambda = 20 \mu\text{m}$  až  $1 \text{ mm}$  dochází k absorpcí záření díky přítomnosti vodní páry v ovzduší. Poněvadž však její množství ubývá poměrně rychle s výškou nad zemským povrchem, pozorování lze uskutečnit ze stratosférických balónů. Tato pozorování se v nedávné minulosti často prováděla; dnes jsou plně nahrazena měřeními z umělých družic Země.

V záznamu spektra je nutno od sebe odlišit spektrální čáry příslušející zkoumané planetě od čar slunečních a pozemských (tellurických), které ve většině případů bývají mnohem intenzivnější. Tellurické čáry lze od planetárních oddělit např. tím způsobem, že se spektrum planety pořizuje v období, kdy radiální rychlosť planety vůči Zemi je největší. Spektrální čáry příslušející planetě jsou pak díky Dopplerovu efektu posunuty vzhledem ke klidným pozemským čarám.

Záznam infračerveného spektra je spojen s řadou technických obtíží. Záření o vlnové délce kratší než  $1,1 \mu\text{m}$  lze zachycovat buďto na fotografickou emulzi citlivou na infračervené záření, nebo pomocí vhodného fotoelementu s vnějším fotoefektem. Záření delších vlnových délek se registruje např. polovodičovými fotoodpory nebo fotoelementy s vnějším fotoefektem. S růstem vlnové délky silně klesá absolutní citlivost přijímačů záření (a s tím samozřejmě i rozlišovací schopnost přístroje).



Obr. 2. Profil spektrální čáry (absorpční).  $\Delta\lambda$  je pološírka čáry.

Uvážíme-li všechny obtíže spojené se získáváním spekter planet z povrchu Země a vezmeme-li v úvahu rychlý vývoj kosmonautiky, pak je zřejmé, že se v blízké budoucnosti budou zjišťovat údaje o chemickém složení a fyzikálních podmínkách v atmosférách planet převážně prostřednictvím kosmických sond. Pozemská měření jsou však stále aktuální, protože

zatím je to jediný dostupný způsob, jak lze zjišťovat změny ve složení atmosféry planet v dlouhém časovém období.

Pro úplnost si uvedeme v přehledu naše dnešní znalosti o složení a stavbě atmosféry planet sluneční soustavy. V případě Venuše a Marsu jsou pozemská pozorování doplněna měřeními sond „Veněra“ a „Mariner“.

### Venuše

Dominující složkou v atmosféře planety je kysličník uhličitý  $\text{CO}_2$ . Z měření kosmických sond Veněra 5 a 6 v roce 1969 vyplývá toto chemické složení:

Tabulka 1.

$\text{CO}_2$	97 %
$\text{N}_2$ včetně inertních plynů	$\leq 2 \%$
$\text{O}_2$	$\leq 0,1 \%$
$\text{H}_2\text{O}$ při tlaku 2—0,6 atm	6—11 mg/l

Přístroje na sondě Veněra 7 zaregistrovaly na povrchu planety tlak  $90 \pm 15 \text{ m}^{\circ}\text{atm}$  a teplotu  $747 \pm 20^{\circ}\text{K}$ . Connes (1969) zjistil v atmosféře Venuše ještě malé stopy  $\text{CO}$ ,  $\text{HCl}$  a  $\text{HF}$ .

### Mars

Také ovzduší Marsu se skládá převážně z  $\text{CO}_2$ , který tvoří téměř 100 % náplň atmosféry. Jeho množství se odhaduje na  $50\text{--}70 \text{ m}^{\circ}\text{atm}$  (Množství plynu se číselně udává jako ekvivalentní tloušťka homogenní vrstvy za normálních podmínek (teplota  $300^{\circ}\text{K}$ , tlak 1 atm). Jednotkou je  $\text{m}^{\circ}\text{atm}$ ,  $\text{cm}^{\circ}\text{atm}$  apod.) při tlaku u povrchu 6—8 mb. Sondy Mariner 6 a 7 (1969) zaregistrovaly ještě dusík  $\text{N}_2$  v množství menším než 1 % a stopy  $\text{Ar}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}$  a  $\text{NO}_2$ . Množství vodní páry v atmosféře (objevené v r. 1963 G. Münchem a L. Kaplanem) je proměnné: 12—60  $\text{m}^{\circ}\text{atm}$ . Závisí na denní době a na poloze na planetě.

Měření provedená počátkem roku 1972 sondou Mariner 9 potvrzuji výše uvedené výsledky. Přístroje sondy zjistily, že v atmosféře Marsu chybí ozón ( $\text{O}_3$ ). Tento plyn hráje v zemském ovzduší důležitou roli: způsobuje tzv. tepelnou inverzi — teplota nad ozónosférou s výškou opět roste. Na Marsu však teplota s výškou neustále klesá, což má za následek, že vodní pára může z Marsový atmosféry volně unikat do meziplanetárního prostoru. Ve vysoké atmosféře byl zjištěn též atomární kyslík a vodík. Kyslík pochází patrně z molekul  $\text{CO}_2$  rozštěpených zářením, vodík z disociace vodní páry. Stopy vodíku byly zaznamenány až ve vzdálenosti 20 000 km — planeta je tedy ponořena do velkého a řídkého vodíkového obalu.

### Jupiter

V současné době jsou ve spektru Jupitera bezpečně zjištěny absorpční pásy příslušející metanu  $\text{CH}_4$ , čpavku  $\text{NH}_3$  a molekulárnímu vodíku  $\text{H}_2$ . Chemické složení atmosféry planety se pak určuje srovnáním laboratorních hodnot a z pozorování zjištěných intenzit absorpčních čar, přičemž se uvažuje určitý model atmosféry (např. model jednoduchého odrazu, podle kterého se záření molekul pohlcuje jen ve vnější atmosféře nad obláčnou vrstvou, která hraje roli odrazné plochy). Modely chemického složení horních vrstev atmosféry, sestavené různými autory, obvykle obsahují:

**Tabulka 2.**

H <sub>2</sub>	2.10 <sup>6</sup> až 10 <sup>7</sup> cm . atm
He	(1,5—6) . 10 <sup>6</sup> cm . atm
Ne	(2—9) . 10 <sup>4</sup> cm . atm
CH <sub>4</sub>	2 . 10 <sup>3</sup> až 2 . 10 <sup>4</sup> cm . atm
NH <sub>3</sub>	7 . 10 <sup>2</sup> až 4 . 10 <sup>3</sup> cm . atm

### Saturn, Uran a Neptun

Ve spektru Saturna byly zjištěny jen dva plyny: CH<sub>4</sub> a H<sub>2</sub>. Jejich absorpcní pásy jsou ve srovnání se spektrem Jupitera mnohem intenzívnejší. Doposud však nebyl bezpečně prokázán čpavek NH<sub>3</sub>. Množství H<sub>2</sub> se odhaduje na 70—300 km<sup>3</sup>atm, CH<sub>4</sub> pak asi na

350 m<sup>3</sup>atm. Také v atmosféře Urana byl nalezen CH<sub>4</sub> [v množství 2—3.10<sup>5</sup> cm<sup>3</sup>atm] a H<sub>2</sub> (10<sup>6</sup> až 10<sup>7</sup> km<sup>3</sup>atm). Spektrum Neptuna se zkoumá obtížně, poněvadž planeta odráží jen velmi málo slunečního světla. Ve spektru se pozorují značně intenzívni absorpcní pásy metanu a relativně slabší pásy molekulárního vodíku. Z těchto údajů lze však těžko stanovit přesnější chemické složení atmosféry této vzdálené planety.

### L iteratur a:

- [1] Hruška A.: Kosmická dynamika, NČSAV, Praha, 1962, str. 45.
- [2] Horák Z., Krupka F.: Fyzika, SNTL/SVTL, Praha, 1966, str. 717.
- [3] Švestka Z.: Hvězdné atmosféry, NČSAV, Praha, 1954, kap. 4.

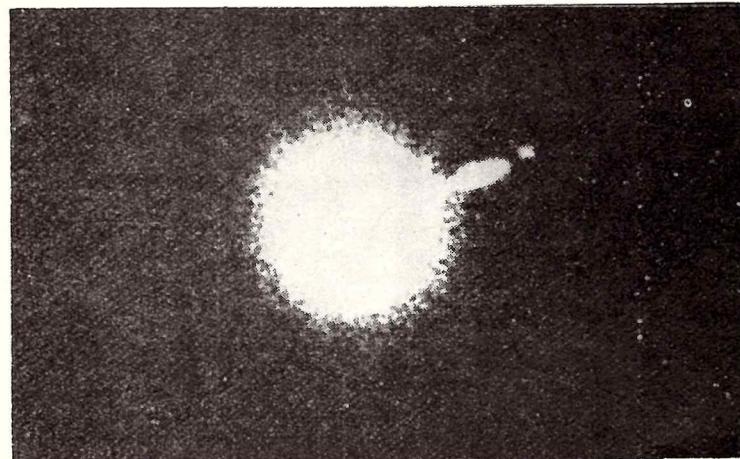
# Identifikace rádiiových zdrojů

Dr. JOSEF OLMR

Objev intenzívních zdrojů rádiové emise Heyem, Parsonsem a Phillipsem otevřel jednu z nejplodnějších kapitol moderní astronomie. Některé z těchto zdrojů mohly být v Galaxii ztotožněny s oblastmi H II nebo se zbytky supernov, jsou soustředěny v blízkosti galaktické roviny. Hned od prvních objevů bylo zřejmé, že mnoho rádirových zdrojů se nachází ve vysokých galaktických šírkách, což mohou být jen objekty mimogalaktické nebo objekty velmi blízké Slunci. Ukázalo se, že prvá interpretace je správná.

Počet zdrojů obsažených v katalogách, které byly postupně pořízeny, odráží zlepšení rozlišovací schopnosti a citlivosti rádirových zařízení. První katalog z r. 1949 pochází od Australanů Boltona, Stanleye a Sleeho, obsahuje 22 zdrojů. Katalog Ryla, Smitha a Elsmora, pořízený v Cambridge, byl vydán brzy potom a obsahuje 50 zdrojů.

Pořízení katalogu rádirových zdrojů je obtížná a dlouhodobá práce, která vyžaduje antény s dobré známým vyzařovacím diagramem, stabilní přijímače a nadané badatele. Problémy, které je třeba řešit, jsou velmi komplexní. Především jde o to, zjistit rádirové zdroje, potom změřit jejich polohu na nebeské sféře, tok a pokud možno úhlové rozměry. Pro zjištění a měření toku je výhodné použít jednoduchou anténu o velkých rozměrech s velkou plochou a potlačenými sekundárními laloky. Toto řešení je vždy obtížné a často nepraktizovatelné na metrových vlnách. Navíc tyto antény neudávají polohu a průměr zdrojů s velkou přesností. Proto se používají pro průzkum rádirových zdrojů velmi často interferometry, ačkoliv mají velké nevýhody. Nelze jim měřit absolutní tok rádirových zdrojů a zdroje o velkém průměru mohou projít nepozorovaně. Za těchto podmínek není divu, že existují rozdíly mezi dvěma hlavními katalogy zdrojů, katalogem Millsovým na 3,5 metrech vlnové délky a katalogem cambridgeských radioastronomů, kteří pracují na vlnové délce 1,88



Rádirový zdroj Virgo A (NGC 4486).

\* \* \*

metrů. V části oblohy, která je viditelná současně dvěma skupinami rádioastronomů, z nichž jedna pozoruje na jižní polokouli a druhá na severní, není shoda mezi rádirovými zdroji dvou katalogů vždy dobrá. Je to proto, že užívané přístroje se liší. Millsův kříž je zařízení mezi jednoduchou anténou a interferometrem, zatímco pracovní skupina anglická používá interferometr o 4 anténách.

Jen nejintenzívnejší zdroje mohou být považovány za jisté. Radioastronomové z Cambridge ke každému zdroji jejich nového katalogu („3C“, který obsahuje 471 zdrojů) přiřazují symbol A, B nebo C, které označují, že zdroj je jistý, pravděpodobný nebo spíše nejistý. Radioastronomové běžně označují rádirové zdroje podle čísla v tomto katalogu. Např. rádirový zdroj Cygnus A je 3 C 405, Krabí mlhovina 3 C 144. Nyní existuje již rozšířený katalog označený 4 C. Obsahuje několik tisíc rádirových zdrojů.

Ihnad po objevení rádirových zdrojů astronomové hledali, které objekty pozorované ve viditelném světle je možno ztotožnit s rádirovými zdroji. Zpočátku neměli úspěch. V okolí větších rádirových zdrojů nebylo možno vidět nic zvlášť pozoruhodného, jen blízké hvězdy, galaxie ve větším nebo menším počtu, ale všeobecně ne příliš svítivé.

První mimogalaktický objekt uznaný jako takový v r. 1949 byla galaxie v souhvězdí Panny (M87), (Obr. 1), obrovská kulovitá galaxie, která jeví zvláštnost známou již dluho: z jejího středu vychází dlouhý paprsek pozorovaný v modré světlo, který se nepodobá ničemu známému v ostatních galaxiích. Rádirový zdroj Centaurus A byl rovněž přiřa-

zen k nepravidelné galaxii NGC 5128, ale nejintenzivnější zdroj Cygnus A (Obr. 2 a 3), bylo daleko obtížněji identifikovat. Bylo třeba počkat na práce Baadeho a Minkowského (1954), aby bylo možno dojet k řešení problému. Poučevadž neexistoval žádný objekt v oblasti rádiového zdroje, bylo třeba hledat mezi objekty méně intenzivními. Když Baade a Minkowski získali fotografii palomarským dalekohledem, věnovali pozornost malé skvrně ve tvaru činky o jasnosti  $+16^m$ . Spektrum objektu se nepodobalo nijemmu známému v té době a bylo interpretováno jako spektrum dvou galaxií, které se srazily; šířka čar ukazovala na existenci velmi turbulentních pohybů.

V roce 1960 byla identifikována s jistotou desítka rádiových zdrojů s mimogalaktickými mlhovinami, ale žádná s objekty blízkými Slunci — mimo oblasti H II a zbytků supernov položených v blízkosti galaktické roviny. Z toho byl vyvozen závěr, že velká většina rádiových zdrojů jsou galaxie, ačkoliv nebyla ještě představa o jejich povaze. Dobře známé blízké galaxie vysílaly jen málo rádiového záření, a proto



Rádiový zdroj Cygnus A: fotografie ukazuje dvě galaxie ve srážce.

\* \* \*

Spona v Cygnu: Tato nádherná mlhovina zaujímá na obloze asi  $9^{\circ}$ .



na odlišení byl dán ostatním, které odpovidají intenzivním rádiovým zdrojům, název rádiové galaxie.

Počátkem roku 1963 změnil senzační objev názory na identifikaci rádiových zdrojů. Řekli jsme, jak je obtížné nalézt galaxii, ke které bychom mohli přiradit rádiové záření. Ve zvláštním případě rádiového zdroje 3C 273 (jeden z deseti nejintenzivnějších zdrojů) nebyla žádná galaxie vhodná k identifikaci, jen několik hvězd v obdélníku chyb, odpovídajícímu pozičním měřením rádiového zdroje. Slo o hrubou chybu v poloze? Zdálo se to málo pravděpodobné. Radioastronomové se uchýlili k Měsici, jenž je používán za nepohodlný pro optické mimogalaktické průzkumy, neboť jeho jas vysoko překračuje jas galaxií. Měsíc se však rychle pohybuje vzhledem ke hvězdám a během tohoto pohybu na nebeské sféře zakrývá velký počet hvězd a rovněž i některé rádiové galaxie. Radioastronomové tu viděli možnost k nápravě nepřesnosti svých zařízení. V okamžiku, kdy Měsíc zakrývá rádiový zdroj, je možno studovat jemnou strukturu tohoto zdroje, zejména průměr s určením mnohem převyšujícím rozlišovací schopnost radioteleskopu. Poněvadž poloha Měsice je přesně známa v každém okamžiku, čas objevení nebo změzení rádiového zdroje dovolí určit polohu tohoto zdroje s přesností lepší než na obloukovou vteřinu.

Je jistě zajímavé, jak byla provedena např. identifikace rádiového zdroje 3C 273. Dráha Měsice v r. 1962 šla přesně před tímto rádiovým zdrojem. Dne 5. srpna 1962 (pomocí velkého radioteleskopu, který byl právě uveden do provozu v Parkes v Austrálii) Angličan Hazard a Australané Mackey a Schimmins mohli pozorovat zákrýt 3C 273. Z pozorování lze odvodit strukturu rádiového zdroje, avšak prvním výsledkem byla velmi přesná poloha (1950,0).

$$\alpha = 12^h 26^m 33,29^s \pm 0,02^s$$

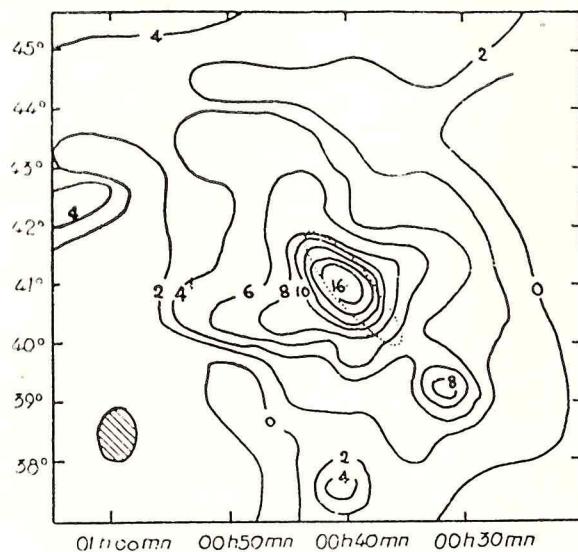
$$\delta = +2^{\circ} 19' 42,0'' \pm 0,5''$$

Tato poloha odpovídala v palomarském fotografickém atlase objektu poměrně jasnemu, jehož fotografická magnituda byla  $+13^m$ , který však nebudil pozornost pro svůj stelárni vzhled. Přesto polohy byly přesně shodné, a poněvadž nebyla v okolí žádná viditelná galaxie, Greenstein provedl průzkum palomarským dalekohledem. Nejdříve exponoval spektrum, které ho uvedlo do velkého zmatku, neboť se nepodobalo žádnému známému spektru. Bylo složeno z dosti intenzivního kontinua, na něž se superponovaly velmi široké emisní čáry. V téže době bylo několik jiných objektů, dosti podobných a odpovídajících rádiovým zdrojům 3C 48, 3C 196 a 3C 286, studováno Maartenem Schmidtem týmž dalekohledem. Spektra se podobala, ačkoliv poloha emisních čar nebyla táz. Jaká byla povaha těchto tajemných hvězd? Identifikace čar s čarami prvků ve hvězdách byla obtížná, srovnávání různých čar mezi sebou u 3C 273 M. Schmidt konstatoval, že jde o čáry, které se v astrofyzice vyskytují nejčastěji: čáry vodíku Balmerovy série a zakázaná čára dvakrát ionizovaného kyslíku, avšak značně posunuté k červenému konci. Např. čára kyslíku, jejíž délka je normálně  $2800 \text{ \AA}$ , je posunuta na  $3239 \text{ \AA}$  a Oke mohl objevit čáru H alfa v infračervené části spektra na  $7590 \text{ \AA}$  namísto  $6563 \text{ \AA}$ . Spektrum jiných kvasistelárních rádiových zdrojů bylo interpretováno identicky. Po identifikaci čar bylo třeba nalézt příčinu posunu spektrálních čar. Usuzovalo se na gravitační posuv. Bylo by však bývalo třeba předpokládat zářivý zdroj, mající hmotu větší než  $100\,000$  hmot Slunce s rozdíly sotva několika kilometrů. Existence takových hvězd je předpokládaná teorií, avšak žádná zatím nebyla pozorována. Navíc taková hvězda nemá jistě řídkou atmosféru schopnou vysílat zakázané čáry ionizovaného kyslíku. Zdá se rozumnější přisoudit zčervenání Dopplerovu efektu jako v mimogalaktických mlhovinách.

Víme, že spektrální čáry vzdálených galaxií jsou silně posunuty k červenému konci. Tento jev byl Hubblem přisouzen Dopplerovu efektu: galaxie se vzdalují se značnými rychlostmi, tím většími, čím je rychlosť větší. Ale zčervenání spekter 3C 48, 3C 273 a 3C 196 (tedy i vzdálenost těchto zdrojů) bylo ta-

kové, že intenzita zdrojů ve viditelném oboru a jejich rozměry by musely být nejméně stokrát menší, než jsou pozorované hodnoty; nemůže proto jít o normální galaxie. To vede k závěru, že jde o třídu galaxií zcela nového typu, o galaxie mnohem intenzivnější než nejjasnější dosud pozorované galaxie. Tyto objekty se odlišují od normálních galaxií ještě jinak. Když se srovnávaly fotografické desky jdoucí až do roku 1890, zjistilo se např., že zdánlivá jasnost 3C 273 nebyla konstantní, ale ukazovala změny o několik desetin magnitudy v rozmezí několika týdnů. To byl jev zcela nový pro galaxii a bylo obtížné jej vysvětlit. Posuv k červenému konci spektra 3C 273 ukazuje rychlosť 0,35 rychlosti světla, což by odpovídalo vzdálenosti 3 miliard světelných let. Abychom vysvětlili rychlou změnu jasnosti tak vzdáleného objektu, je třeba připustit, že jeho rozměry jsou velmi malé, nejvýše několik parseků, tedy mnohem menší než jsou rozměry galaxie.

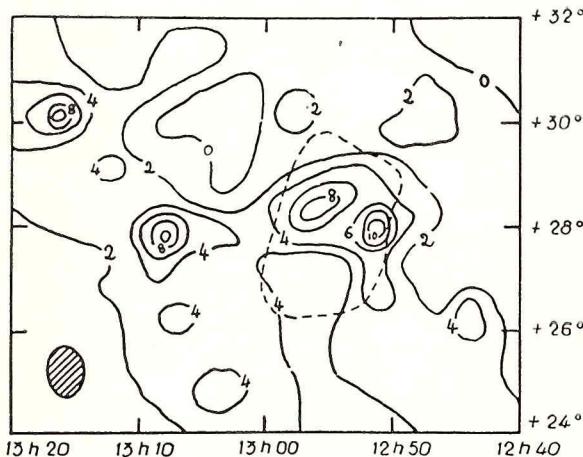
Avšak nejzajímavější objev o rádiových galaxiích v posledních letech se vztahuje k jejich struktuře. V roce 1955 Jennison a Das Gupta v Jodrell Banku mohli již ukázat, že rádiový zdroj Cygnus A má komplexní strukturu. Místo aby se jevil jako malý zdroj rovnoramenně jasný, podobného vzhledu jako je viditelný zdroj, je tvořen dvěma zdroji srovnatelných intenzit, položených v jisté vzdálenosti symetricky k viditelné galaxii. Lequeux ve Francii a Mofet ve Spojených státech ukázali krátce nato, že to není jev výjimečný; zdvojení mimogalaktických rádiových zdrojů je možno pozorovat nejméně v 80 % případů. Téměř všechny mimogalaktické rádiové zdroje mají týž vzhled: dva malé zdroje (někdy i tři) (Obr. 4) v prvém přiblížení kruhové, srovnatelných intenzit, položené na obou stranách viditelné galaxie. Rozměr rádiového zdroje je vždy větší než rozměr optický. Např. pro Cygnus A jsou rozměry dvou rádiových složek 85", zatímco rozměr galaxie nepřevyšuje 5".



Mapa izofot mlhoviny v Andromedě na 73 cm. Tečkovaně je vyznačena viditelná galaxie.

Několik zdrojů, které nejsou dvojité, je naopak skoro vždy menších rozměrů, než má viditelná galaxie. Mezi těmito nacházíme kvasary, o nichž jsme se již zmínili. Studium struktury rádiových galaxií není ještě u konce. Je třeba přístrojů zvláště upřesnitelných, protože zdroje mají všeobecně rozměry menší než jedna oblouková minuta, je nutno mít zařízení s rozlišovací schopností řádově několika obloukových vteřin. To je možné jen pomocí interferometru, nebo je nutno pozorovat v době zatmění rádiového zdroje Měsícem.

Řekli jsme, že struktura rádiová je rozdílná od



Mapa izofot oblasti shluku galaxií v Coma Berenices na 73 cm.

optické. Je zajímavé srovnání celkové emise v obou oborech. Takový průzkum ukazuje velkou rozdílnost rádiových galaxií. Abychom mohli pohodlně srovnávat obě emise, definujeme dosti libovolně rádiovou magnitudu vzorcem

$$m_r = -53,4 - 2,5 \log S$$

( $S$  je hustota toku) a rádiový index jako rozdíl mezi rádiovou magnitudou a magnitudou fotografickou. Konstanta 53,4 byla volena tak, aby rádiový index byl blízký jednotce pro normální galaxie (Galaxie M 31). Tento rádiový index umožňuje srovnávat zdroje mezi sebou, avšak nedovoluje určit celkovou hodnotu rádiové energie vzhledem k viditelné energii. Výpočet ostatně ukazuje, že pro Galaxii je vysílaná energie v rádiovém spektru velmi malá ve srovnání s energií světelnou. Energie světelná dosahuje hodnoty  $10^{44}$  ergů za vteřinu, kdežto energie rádiová sotva miliontiny této hodnoty. Existuje však mnoho případů galaxií, kde energie v rádiovém oboru tvoří značný zlomek energie viditelné. Normální galaxie vysílá ve světelném oboru energii  $10^{44}$  ergů/s, v rádiovém oboru asi miliontinu této hodnoty, tedy  $10^{38}$  ergů/s. Rádiové galaxie (jako Cygnus A) mají světelnou energii rovněž asi  $10^{44}$  ergů/s, avšak v rádiovém oboru emise dosahuje hodnoty  $10^{41}$  až  $10^{42}$  ergů/s. Naproti tomu u kvasistelárních rádiových zdrojů energie rádiová je řádově  $10^{44}$  ergů/s, avšak energie ve viditelném oboru je stokrát až tisíckrát silnější než energie obrovitých galaxií a dosahuje  $10^{46}$  ergů/s. Představují tedy kvasary zcela zvláštní kategorie. Je třeba ještě poznamenat, že zmíněná energie pochází ze zdroje o rozměrech menších než u galaxie normální. Tyto hodnoty jsou úctyhodné. Mírné hodnocení celkové energie dává minimálně  $10^{60}$  ergů. To se rovná energii, kterou by uvolnila současná exploze miliónů Sluncí. Ačkoliv se nám to zdá mimořádné, musíme připustit, že jev, který se odehrává před našimi očima, je opravdu exploze jádra galaxie, jádra, v němž je soustředěna značná hmota buď ve formě miliónů hvězd, nebo ve formě nestabilní superhvězdy. Celá jádra některých galaxií mohou explodovat jako nestabilní superhvězda.

Hned od prvních identifikací kvasistelárních rádiových zdrojů se činily systematické průzkumy podobných objektů. Dosud jich byla s jistotou identifikována více než stovka. Jejich velmi malý rádiový průměr (menší než 0,5") a jejich stelární vzhled ve fotografickém palomarském atlase stačí, aby identifikace byla téměř jistá. Ale aby byla jistota, že je třeba zkoumat podrobně každý z objektů, fotografovat s delší expozicí a získat spektra; to vyžaduje delší pozorovací doby a použití velkých optických dalekohledů a výkonných spektrografů nebo fotometrů. Z jedenácti zdrojů zakrytých Měsícem se sedm ukázalo jako kvasistelární rádiové zdroje. Usuzuje se, že asi 80 % rádiových galaxií jsou ve skutečnosti zdroje kvasistelární.

# Problém čistoty ovzdušia v Bratislave

RNDr. FERDINAND HESEK, CSc.,

Ústav meteorológie a klimatológie SAV, Bratislava

Jedným z najväčších problémov, ktoré musí rozvíjať sa spoločnosť riešiť, je problém čistoty životného prostredia. Už dnes medzi vzácné lokality priemyselných štátov patria územia s čistým vzduchom. Vzácnejšou ako iné tekutiny sa stáva čistá voda. Limitujúcim faktorom ďalšieho rastu veľkých miest je kvalita životného prostredia.

Bratislava v tomto smere nie je nijakou výnimkou. Jej poloha ju predurčuje za stredisko najmä chemického priemyslu, ktorý je najväčším producentom odpadov, znečisťujúcich všetky tri hlavné zložky životného prostredia — vzduch, vodu a pôdu.

Najbezprostrednejšie človek reaguje na kvalitu vzduchu. Typickou charakteristikou kvality vzduchu je prach. Najstaršou, veľmi jednoduchou metódou merania obsahu prachu vo vzduchu je meranie prašného spadu. Meria sa sice len hrubodisperzná zložka prachu, predsa prašný spad môže byť pri nedostatku iných údajov pomerne dobrým informátorom zaprášenosťi ovzdušia.

Väčšina častíc zachytených v sedimentačnej nádobke sú sadze a popolček, a teda pochádzajú zo spaľovania pevných palív. Len asi 20 % tvorí prach pôdnego pôvodu, ktorý sa do ovzdušia dostane pri pohybe vzduchu.

V Bratislave možno lokalizovať niekoľko oblastí s vyššou prašnosťou vzduchu. Za zmienku však stojí blízke okolie Mierovej kolónie, kde priemerný spad za celé obdobie, počas ktorého sa prašný spad meria, presahuje 2800 t/km<sup>2</sup>, čo predstavuje 19-násobné prekročenie hygienicky prípustnej normy.

Odstránenie prachu z dymu nie je dnes nijaký technický problém. Pri väčších zdrojoch sa montujú odlučovače prachu, pri menších zdrojoch tento problém možno riešiť prechodom na tekuté alebo plynné palivo.

Medzi najvýznamnejšie plynné exhaláty patrí kysličník síričitý, najmä pre jeho množstvo. Vzniká hlavne pri spaľovaní uhlia a mazutu, obsahujúcich síru a pri chemickej výrobe. Kysličník síričitý ( $\text{SO}_2$ ) je reprezentatívou charakteristikou znečistenia ovzdušia. Preto sa dnes jeho koncentrácia meria v každej veľkej priemyselnej oblasti.

Za rok (údaje platia na r. 1970) sa v Bratislave dostane do ovzdušia približne 52 000 t  $\text{SO}_2$ . Z toho priemysel sa zúčastňuje 44 000 t  $\text{SO}_2$  za rok, zvyšných 8 000 t  $\text{SO}_2$  pripadá na vykurovanie bytov, škôl, úradov a pod. Najväčším zdrojom  $\text{SO}_2$  v Bratislave je Slovnaft s vyše 24 000 t  $\text{SO}_2$  za rok. Napriek tomu jeho exhaláty nepredstavujú pre mesto také nebezpečenstvo ako exhaláty iných, značne menších zdrojov. Je to dôsledok toho, že v Bratislave sa vyskytuje len malé percento vetrov fúkajúcich od Slovnaftu na mesto. Na obr. 1 je uvedená tzv. ružica znečistenia. Pre jednotlivé prevládajúce denné smery vetra na vybraných staniciach je tu zakreslená hodnota priemernej dennej koncentrácie  $\text{SO}_2$  v mg/m<sup>3</sup> (prevládajúci smer vetra je smer, v ktorom vietok fúka väčšiu časť dňa). Na okraji vonkajšieho kruhu

je uvedený počet dní, v ktorých sa pri danom prevládajúcim smere vetra konalo v r. 1970 meranie.

Vysoká priemerná koncentrácia  $\text{SO}_2$  pre smery vetra z 1. a 2. kvadrantu je podmienaná orografickými pomermi Bratislav. Tieto vetry hrebene Malých Karpát brzdia a stáčajú doľava, čím značne klešá schopnosť atmosféry rozptyľovať exhaláty, ktoré sa hromadia v prízemnej vrstve atmosféry vo zvýšenej koncentrácií. Opačný efekt vzniká pri vetroch zo štvrtého kvadrantu, ktoré sú aerodynamicky zrýchlované.

Problém znečistenia ovzdušia kysličníkom síričitým možno riešiť odstránením  $\text{SO}_2$  z unikajúceho plynu chemickou cestou. Avšak potrebné zariadenie je veľmi drahé a prináša so sebou ďalšie problémy. Ako odpad pri odlučovaní  $\text{SO}_2$  z dymu je kyselina sírová. Produkcia kyseliny sírovej z odpadov veľkých tepelných elektrárn by prevyšovala jej ročnú spotrebú v našej republike. Likvidácia kyseliny sírovej je väčším problémom ako likvidácia plynného  $\text{SO}_2$ . Do takejto situácie sa dostali niektoré závody v USA, ktoré väčšinu času majú odulčovače  $\text{SO}_2$  mimo pre-vádzky. Okrem toho namontovanie odlučovacieho zariadenia je efektívne len pri veľkých zdrojoch  $\text{SO}_2$  — také sa v Bratislave nevyskytujú.

Veľmi účinný prostriedok na znižovanie obsahu  $\text{SO}_2$ , ako i ostatných odpadových plynov v spodnej vrstve ovzdušia je stavba vysokých komínov a využívanie poznania meteorologických podmienok pri rozmiestovaní zdrojov škodlivých plynov. Kam viedie nerešpektovanie meteorologických podmienok pri rozmiestovaní priemyselných podnikov, možno demonštrovať práve na Bratislave, kde značná časť priemyslu (vyše 1/3 celkovej produkcie  $\text{SO}_2$ ) je si tuovaná na severovýchodnom okraji mesta, t. j. proti smeru druhého najčastejšieho smeru vetra v Bratislave, vyznačujúceho sa navyše nízkou schopnosťou rozptyľovať exhaláty.

Ideálnym riešením problému znečistenia ovzdušia v Bratislave by bolo zviesť celú produkciu, t. j. 52 000 t  $\text{SO}_2$  za rok do jedného, prípadne niekoľkých vysokých komínov, aké sa stavajú dnes pri našich výkonných tepelných elektrárnach. Ved 52 000 t  $\text{SO}_2$  za rok je menej, ako je produkcia takejto elektrárne. Avšak takéto riešenie sa nedá v dohľadnom čase realizovať. Na uvedenej produkcií  $\text{SO}_2$  sa zúčastňuje obrovské množstvo zdrojov — od domových komínov až po veľké priemyselné podniky. Čo je však v súčasnosti reálne, je odstránie najvýznamnejších znečisťovateľov z centra mesta, kde je znečistenie najväčšie, alebo obmedzenie ich vplyvu na minimum.

Meraním nemožno zistiť príspevok jednotlivého zdroja k znečisteniu ovzdušia v mieste merania. To možno vykonat iba výpočtom. Preto sa zavádzajú niektoré zjednodušenia do procesu rozptylu exhalátorov v atmosfére. Zavádzá sa pojem dymovej stopy — priestoru, v ktorom sa šíria škodliviny z bodového zdroja. Na malú vzdialenosť od zdroja sa dymová stopa zhoduje s viditeľným tvarom dymu. Z predpokladu o istom rozdelení (v ostatnom čase skoro výlučne Gausovo rozdelenie) substancie v dymovej sto-

pe možno priamo určiť priestorové rozdelenie koncentrácie ako funkciu meteorologických parametrov a charakteristik zdroja.

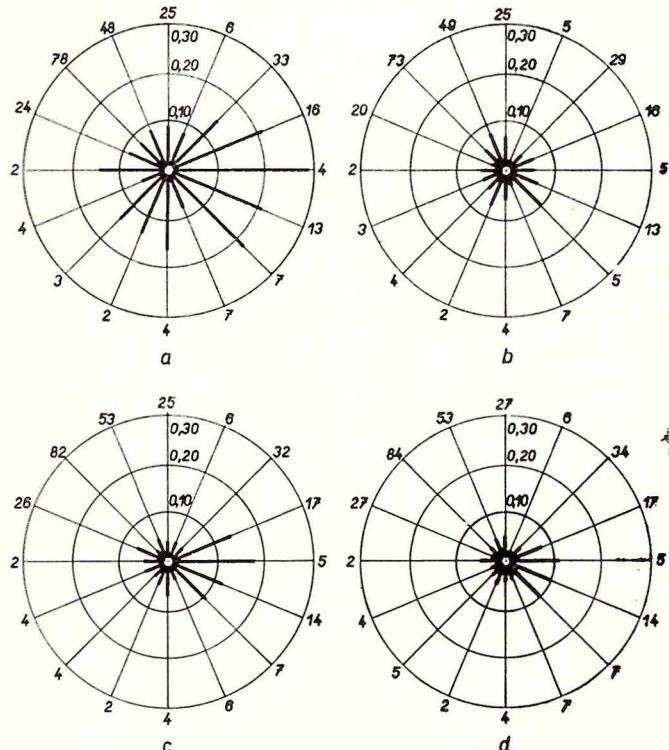
Pre veľké mesto, v ktorom je viac zdrojov z praktických dôvodov nemožno osobitne počítať každý zdroj. Menšie zdroje z istej plochy sa preto združujú do jedného, tzv. plošného zdroja. Sumáciou polí koncentrácie od všetkých zdrojov nachádzajúcich sa v meste dostaneme výsledné pole koncentrácie  $\text{SO}_2$ . Úspešnosť výpočtového modelu znečistenia možno overiť priamym meraním.

Podobný výpočet znečistenia ovzdušia kysličníkom sŕíčitým sa pre Bratislavu vykonal na počítači IBM 7040. Na obr. 2 je uvedená mapka rozloženia vypočítanej ročnej dávky koncentrácie  $\text{SO}_2$  v  $\text{mg}/\text{m}^3$  za rok pre Bratislavu. Na mapke sú tiež uvedené stanice, na ktorých HMÚ koná nepretržité meranie koncentrácie  $\text{SO}_2$ . Získané výsledky môžu významne prispiť k riešeniu problému znečistenia ovzdušia hlavného mesta Slovenska. Uvedieme niektoré z nich.

Napriek tomu, že v centre mesta je málo priemyselných závodov, podľa obr. 2 vidíme, že táto časť mesta patrí medzi najviac znečistené. Izočiara dávky koncentrácie  $\text{SO}_2$  rovnajúca sa 60  $\text{mg}/\text{m}^3$  za rok zodpovedá priemernej dennnej koncentrácií 0,16  $\text{mg}/\text{m}^3$ , t. j. prevyšuje hygienicky prípustnú normu. Vypočítané údaje sú sice o niečo vyššie ako namerané hodnoty, i tak sa však pri riešení problému znečistenia ovzdušia treba v prvom rade zamerať na túto husto obývanú oblasť.

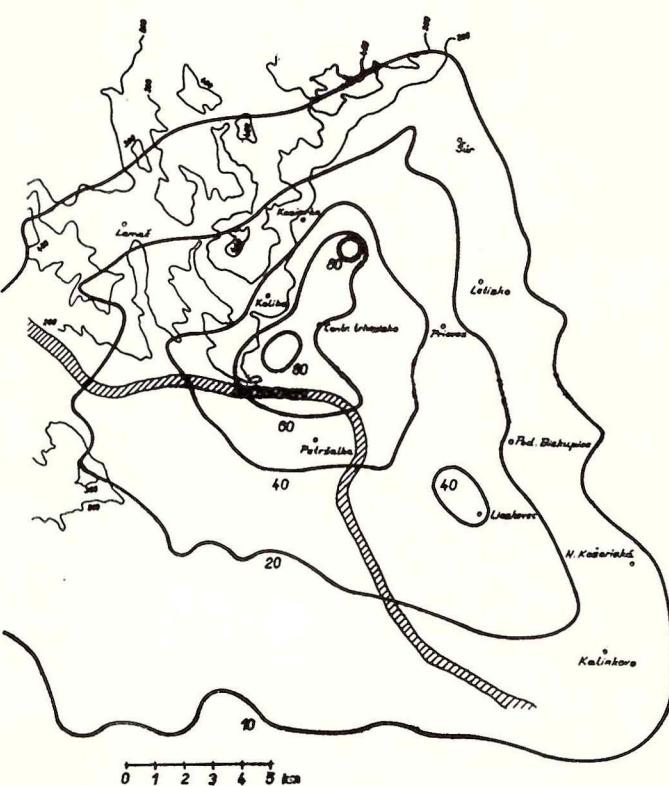
Pričinou takého vysokého znečistenia stredu mesta je vysoká hustota obývaných a pracovných miestností a malá výška komínov kotolní, zabezpečujúcich ich vykurovanie. Od týchto zdrojov napriek tomu, že predstavujú len 1/4 celkovej produkcie  $\text{SO}_2$ , pochádza približne 80 % obsahu  $\text{SO}_2$  vo vzduchu. Keďže ide najmä o tepelné zdroje zabezpečujúce vykurovanie, ich činnosť je obmedzená prevažne na zimné obdobie, ich likvidáciou — zavedením moderného diaľkového vykurovania aspoň v centrálnej časti mesta by znečistenie ovzdušia v týchto miestach kleslo približne na 50 % terajšieho stavu.

Hoci Chemické závody J. Dimitrova sú s necelými 4000 t  $\text{SO}_2$  za rok v poradí tretím (za Slovnaftom a Tepelnou elektrárnou II) najvýznamnejším priemyselným zdrojom  $\text{SO}_2$  v Bratislave, z hľadiska zameřenia prízemnej vrstvy ovzdušia mesta sú najvýznamnejšie. Je to spôsobené jednak veľmi nepriaznivou polohou závodu, najmä však malou výškou komína, z ktorého sa exhaláty vypúšťajú — len 22 m. Na porovnanie možno uviesť príklad TC II produkujúcej 5000 t  $\text{SO}_2$  za rok. Elektráreň je rovnako nepriaznivo situovaná, ale má 60 m vysoký komín. Ten to rozdiel výšok komína spôsobuje, že v mieste výskytu maximálnych hodnôt koncentrácie  $\text{SO}_2$  je znečistenie od CHZJD približne 12 ráz väčšie oproti znečisteniu od TC II. Podľa plánu rozvoja CHZJD má byť problém znečisťovania ovzdušia vyriešený do roku 1975 zrušením, prípadne premiestnením tých prerádzok, ktoré sú najväčšími producentami  $\text{SO}_2$ .



Obr. 1

Obr. 2

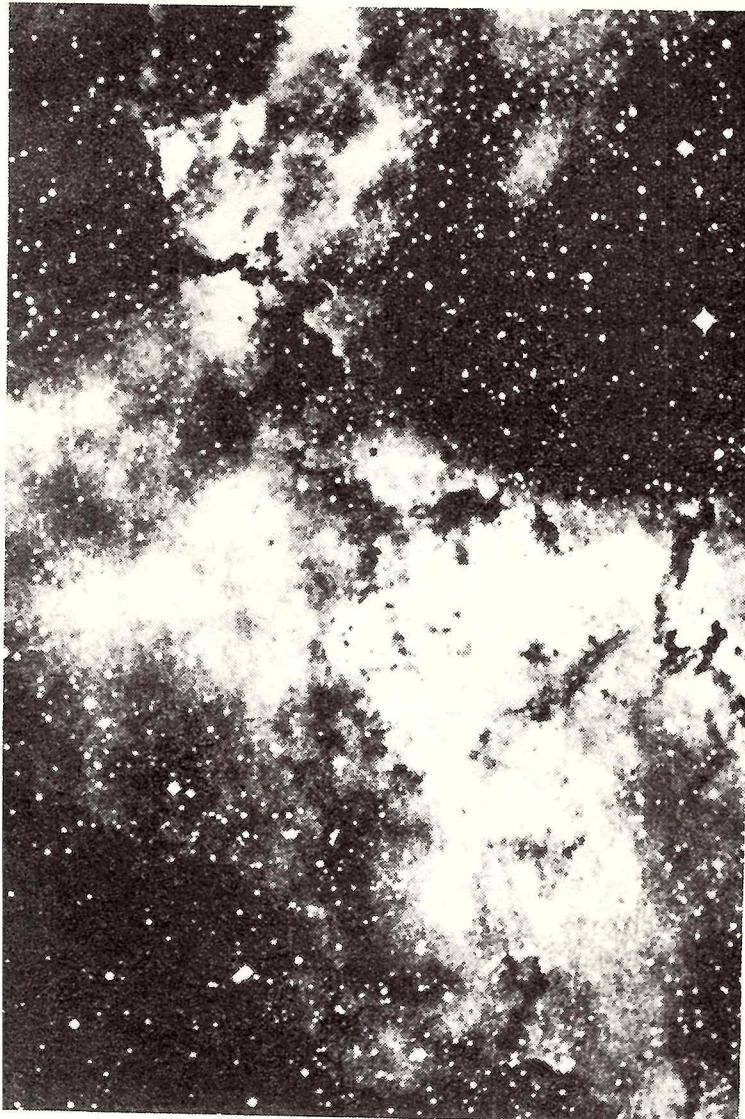


Obr. 1. Ružica znečistenia pre vybrané stanice: a — Centrálné trhovisko, b — Prievoz, c — Koliba, d — celé mesto.

Obr. 2. Mapka rozloženia vypočítanej dávky koncentrácie  $\text{SO}_2$  v  $\text{mg}/\text{m}^3$  za rok v Bratislave.

# ASTRO- FYZIKA

RNDr. Juraj ZVERKO, CSc.,  
AÚ SAV Tatranská Lomnica.



Fyzika hviezd — astrofyzika — sa zdá byť dnes takou samozrejmosťou, akoby ani nešlo o vedu, ktorá sa začala rozvíjať až v tomto storočí. Je pomerne mladým odvetvím, ale zachytila tempo vedeckého a technického rozvoja XX. storočia a tak dnes poskytuje nové poznatky, ktoré neraz nielen prinášajú jasno do našich predstáv o prírode, tak ako správne poznatky majú, ale stavajú nás na pokraj, alebo rovno do stredu nových bielych plôch na mape ľudského poznania. Spomeňme len v nedávnej dobe objav kvasarov — silných rádiových zdrojov, ktorý pretlačil do popredia záujmu riešenie problémov koz-



mológie. Objav pulzarov dopĺňuje mozaiku predstáv o hviezdnom vývoji. Ale aj metódy teoretickej fyziky aplikované na problémy astronómie kladú pozorovačej práci nástojivé otázky a určujú cesty, po ktorých sa treba vydáť.

Astrofyzika ako veda, sa dotvorila koncom minulého a začiatkom nášho storočia. K jej vzniku viedli prvé praktické pozorovania slnečného i hviezdnych spektier, ktoré začal robíť Fraunhofer. Neustálé pozorovania a úspešné rozširovanie pozorovacích údajov o vzhľade spektier hviezd, viedli k vytvoreniu spektrálnej klasifikácie. (Podrobne viď Kozmos č. 3, 1970). Prvé interpretácie pozorovaní a vytváranie prvých predstáv o hviezdach, mohli byť robené na základe princípov spektrálnej analýzy, ktoré položili Bunsen a Kirchhoff. Tak bolo možné dôjsť k záveru, že hviezdy sú plynné telesá. Podstatu ich svietenia vysvetľovala vtedy prijímaná vývojová teória: hvieza vzniká z oblaku plynu, ktorý sa vlastnou gravitačiou zmršťuje, pričom gravitačná energia takto uvolnená sa vyžiari. Neustálym pôsobením príťažlivosti, sa zvyšuje tlak vo vnútri hviezdy a súčasne aj teplota. V priebehu vývoja tlak neustále vzrástá, až plyn prejde do kvapalného stavu a hvieza prestane svieťť. Za predpokladu, že sa hvieza skladá z ideálneho plynu, boli robené odhady teploty ako vo vnútri, tak aj na povrchu hviezdy. Schuster určil, že povrchové teploty hviezd sa nachádzajú v rozmedzí 4000 až 20 000 °C. Smerom do stredu hviezdy teplota vzrástá. Nerovnomerné rozdelenie teploty má za následok utvorenie teplých výstupných a chladných zosupných prúdov. Prúdenie bolo spočiatku považované za jediný spôsob prenášania energie z vnútra hviezdy. Tento proces Kelvin nazval konvektívou rovnováhou (ustálené výstupné a zosupné prúdenie). Odhadol dobu trvania gravitačného zmršťovania a tým aj života hviezdy na 100 miliónov rokov. Prvé triedenie hviezdnych spektier vytvorilo určitú spektrálnu postupnosť, ktorá bola súčasne považovaná aj za postupnosť vývojovú.

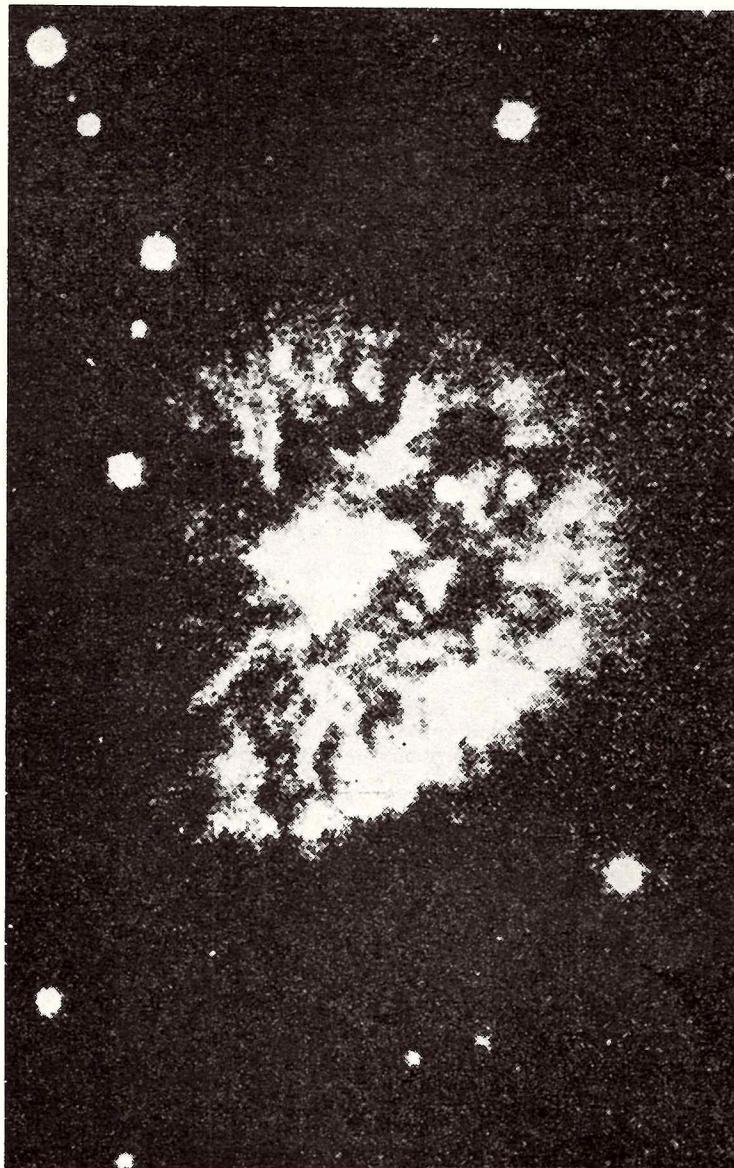
Priekopníkom v kvalitatívnej analýze hviezdnych spektier bol Rowland. Porovnával laboratórne spektrá chemických prvkov s hviezdami a tak určil príslušnosť jednotlivých spektrálnych čiar k určitému chemickému prvku. Prvé práce v spektrálnej analýze ukázali, že spektrá žltých a červených hviezd, zaradených na koniec spektrálnej postupnosti, sú bohaté na čiary kovov a ďalších prvkov, zatiaľ čo hviezdy biele, majú spektrá jednoduchšie a ukazujú čiary ľahkých plynov ako vodíka, hélia, kyslíka a pod. Rozdielnosť spektier bola pripisovaná skutoč-

ným rozdielom v chemickom zložení hviezdneho plynu. Iba Lockyer, ktorý podrobne študoval spojité aj čiarové hviezdne spektrá, dospel k názoru, že maximum intenzity vyžarovaného svetla sa s rastúcou teplotou povrchu hviezdy posúva smerom k fialovému koncu spektra a že chladnejšie hviezdy majú zložitejšie spektrá, bohatšie na čiary kovov. Jeho názory plynúce z pozorovania, že spektrálna postupnosť nie je postupnosťou vývojovou ale teplotnou a že červené hviezdy patria skôr na začiatok vývojovej postupnosti než na koniec, ako sa vtedy všeobecne prijímal, nenašli priaznivý ohlas.

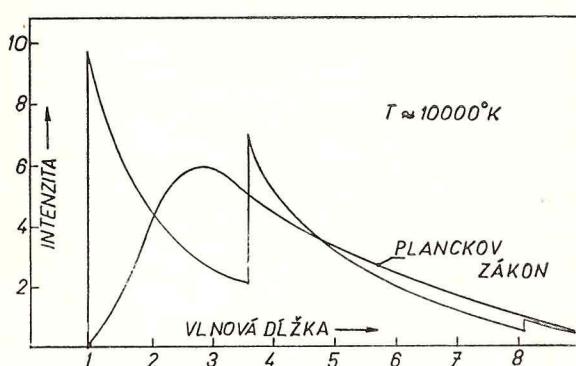
Názory na vonkajšie vrstvy hviezd zodpovedali v tej dobe nedostatočnému teoretickému aparátu: plyny sú kondenzované do mračien, ktoré plávajú na dne atmosféry. Sú zdrojom spojitého žiarenia. Nad nimi ležiace chladnejšie vrstvy, sú zodpovedné za tvorbu čiarového absorpcného spektra. Teoretické práce Schustera a Schwarzschilda ukázali, že hustota veľmi rýchlo klesá so vzrástajúcou výškou v atmosfére hviezdy a že teda nie je treba predpokladať žiadne kondenzované mračná na povrchu hviezd, aby bolo možné vysvetliť pozorovaný ostrý okraj Slňka. Za predpokladu nielen absorbujúcej ale aj emitujúcej atmosféry, sa Schwarzschildovi podarilo pomerne dobre vysvetliť pozorované zoslabenie svetla smerom k okraju slnečného kotúča. O fyzikálnej podstate absorpcie a emisie svetla v atmosfére ešte vtedy nemohli mať konkrétné predstavy. Tie priniesla až Bohrova teória atómu, ktorá spoľahlivo vysvetlila vznik čiarového, ale aj spojitého hviezdneho spektra. Štúdium vlastností spojitého a čiarového spektra ukázalo, že rozloženie intenzity v spektri hviezd dobre vyhovuje Planckovmu zákonomu žiarenia, ktorý bol odvodnený pre absolútne čierne teleso. Tak bolo možné určiť teplotnú škálu pre hviezdne atmosféry. Pre  $BO \approx 20\ 000^\circ$ ,  $AO \approx 11\ 000^\circ$ ,  $FO \approx 7\ 500^\circ$ ,  $GO \approx 5\ 000^\circ$ ,  $KO \approx 4\ 000^\circ$ ,  $MO \approx 3\ 000^\circ K$ . Ionizačná teória rozpracovaná Eggertom a Sahom v rokoch 1919—21 dala možnosť stanoviť priebeh teploty a tlaku vo hviezdnych atmosférach. Tako Lockyerove vývody našli až neskôr už užnanie, keď mohli byť potvrdené úplnejším štúdiom. Ukázalo sa, že pre vzhľad hviezdneho spektra sú rozdohujúcimi veličinami teplota a tlak. Neprítomnosť čiar kovov v modrých a bielych hviezdach neznamená, že by sa tieto prvky na hviezdach nenachádzali, ale že pre ich vznik nie sú v atmosfére hviezdne priaznivé fyzikálne podmienky, tak isto ako u červených hviezd nenájdeme čiary ľahkých plynov a len slabé čiary vodíka, ak keď vodík je na hviezdach všeobecne najhodnejším prvkom.

Zavedenie dobrej teplotnej škály prinieslo aj iné priaznivé výsledky. Pre blízke hviezy, pre ktoré boli známe trigonometrické paralaxy, bolo možné vypočítať podľa známeho vzťahu absolútну svietivosť, a tak pomocou Stefanovho zákona, ktorý udáva svietivosť na jednotku plochy v závislosti na teplote žiariaceho povrchu, aj rozmer hviezd v absolútnych jednotkách — metroch, či kilometroch. Teoretické rozpracovanie tvorby spojitého i čiarového spektra v atmosférach hviezd, umožnilo vysvetliť rozdiely medzi obrami a trpaslíkmi práve ako dôsledok rozdielu tlakov v oboch atmosférach.

Štúdium štruktúry a zloženia hviezdnych povrchových vrstiev pomocou analýzy spektier, je štúdiom procesov prebiehajúcich ako vzájomné interakcie žiarenia a prostredia, ktorým prechádza. Matematickú formuláciu tohto problému zaviedol a po prvýkrát použil Schwarzschild. Žiarenie, ktoré prechádza atmosférou hviezy, je modelované neustálou absorpciou, vyžierením, ale aj premenou na iné formy energie, napríklad na tepelnú, kym sa nedostane na povrch a „nerušenú“ cestu za pozorovateľom. Ak vieme, že najhodnejším prvkom v zmesi hviezdnej látky je vodík, musíme študovať vlastnosti atómu vodíka a jeho chovanie sa v poli žiarivej energie. Ale tak isto, ako neprítomnosť kovov v spektri ranných spektrálnych tried nás nesmie zvestiť k záveru o neexistencii určitých prvkov v týchto hviezdach, nesmieme zabudnúť ani na ostatné menej zastúpené



Nová Perzei 1901.



Obr. 1.: Rozdelenie intenzity v spektri hviezdy raného spektrálneho typu. Hladká krivka ukazuje rozdelenie podľa Planckovho zákona. Druhá krivka udáva priebeh intenzity žiarenia ovplyvneného fotoionizáciou a kombináciou vodíka. Celková vyžierená energia ostáva rovnaká, absorpcné a emisné procesy transformujú žiarenie medzi vlnovými dĺžkami. Na vodorovnej osi je nanesená vlnová dĺžka v tisícoch angstrémov. Viditeľné svetlo 4000—7000 Å.

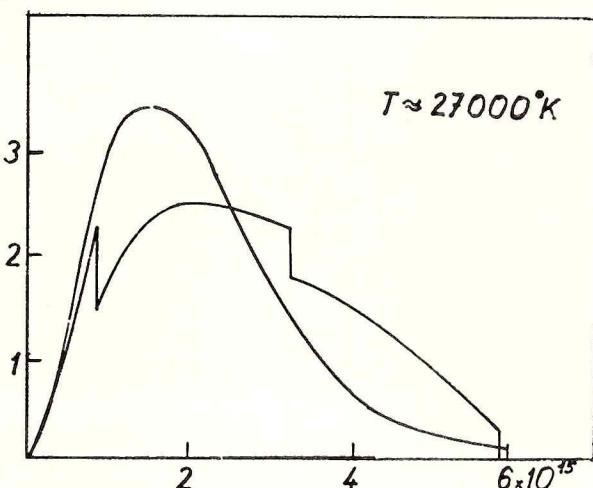
prvky zmesi. Vo vhodných podmienkach sa tiež prejavia nie zanedbateľnou mierou. Zvlášť to platí, keď sa zaoberáme spojitým žiareniom. Z vnútra hviezdy vychádza žiarenie, ktorého rozdelenie do jednotlivých vlnových dĺžok môžeme približne vyjadriť Planckovým zákonom žiarenia. Potom prichádza ku slovu atmosféra hviezdy, ktorá však k jeho celkovej hodnote nič nepridá, ale zato ho charakteristicky zmení. Napríklad, uvážme hviezdy spektrálneho typu okolo AO. Teplota povrchu týchto hviezd je okolo  $10\ 000^{\circ}\text{K}$ . Tu sú veľmi priaznivé podmienky pre ionizačiu vodíka (prechody elektrónu z diskrétnych energetických hladín do oblasti mimo pôsobenie jadra, tzv. viazanovoľné prechody). Charakter spojitého spektra hviezd je preto ovplyvňovaný práve procesmi ionizácie a rekombinácie (zachytenie voľného elektrónu protónom, so súčasnym vyžiarením určitého množstva energie) vodíkových atómov (viď obr. 1). Hélium je druhým najhojnnejším prvkom vo hviezdoch. Častejšia ionizácia hélia nastáva až pri oveľa vyšších teplotách (má vyšší ionizačný potenciál) a tak ovplyvňovanie spojitého spektra neutrálnym héliom nastáva pri spektrálnych typoch s vyššími teplotami ako sú pri AO (viď obr. 2). Ionizácia znamená vlastne pohlenie určitého množstva energie z prechádzajúceho žiarenia. Toto množstvo nemusí presne zodpovedať ionizačnej energii, ale môže byť aj väčšie a tak podľa množstva absorpcie pri určitých vlnových dĺžkach vytvára aj charakteristický obraz priebehu intenzity spojitého spektra s vlnovou dĺžkou. Hovoríme, že atmosféra je určitým spôsobom „neprehľadná“. „Neprehľadnosť“ atmosféry horúcich hviezd má teda na svedomí neutrálne, v prí-

pade najhorúcejších hviezd  $1x$  ionizované hélium. Zatiaľ čo v atmosférach hviezd okolo typu AO sa najviac uplatňuje neutrálny vodík. Ak ideme smerom ku chladnejším hviezdam, (F, G, K), neutrálneho vodíka pribúda a začína sa vytvárať záporný ión vodíka, označovaný  $\text{H}^-$ . Zdá sa byť dosť nelogické, že okolo jedného protónu obiehajú dva elektróny, ale práve pri nižších teplotách je táto konfigurácia stabilná a pri hviezdoch slnečného spektrálneho typu hrá pri formovaní spojitého spektra rozhodujúcu úlohu. Nie len toto sú jediné zdroje neprehľadnosti atmosfér hviezd. Rozptyl svetla na voľných elektrónoch, ktorý pôsobí rovnakou mierou vo všetkých vlnových dĺžkach — nemá teda selektívny charakter, ako je to pri predchádzajúcich druhoch, je tým účinnejší, čím viac voľných elektrónov sa v atmosfére nachádza. Znamená to, že jeho váha vzrástá so vzrástajúcou teplotou, teda so vzrástajúcou ionizačiou prvkov. Pri nižších teplotách, v okolí AO, je hlavným zdrojom voľných elektrónov najhojnší prvek — vodík. Hélium je neutrálne a kovy, ktoré majú nižšie ionizačné potenciály, sú ionizované väčšinou len jedenkrát. So vzrástajúcou teplotou však počet voľných elektrónov rastie. Podobnú úlohu ako zvyšovanie teploty hrá pri ionizačných procesoch aj pokles tlaku v prostredí. Preto je častejšia ionizácia v atmosfére obra, kde je menší tlak ako v atmosfére hviezd tej istej spektrálnej triedy, ale ležiacej na hľavnej postupnosti. Preto v atmosférach nadobrov je rozptylovanie svetla voľnými elektrónmi dominujúci zdrojom neprehľadnosti už aj pri nižších teplotách ako vládnú v atmosférach hviezd spektrálnych tried B a A. Naopak v chladných hviezdoch, kde existujú aj chemické zlúčeniny v molekulárnom stave, k absorpcii spojitého spektra prispieva rozptyl svetla na molekulách, ktorý je však silne závislý na vlnovej dĺžke rozptylovaného žiarenia.

Štúdium čiarového spektra dalo prvé odhady počtu atómov zúčastňujúcich sa tvorby spektrálnych čiar. Prvé odhady intenzity čiar robil Rowland. Neskoršie Adams, Russel a ďalší využili poznatky atómovej fyziky a na základe relatívnych intenzít čiar jedného multipletu určovali z rôznych intenzít počty účinkujúcich atómov. Metódy určovania chemického zloženia analýzou spektier boli zdokonalené využitím poznatkov, ktoré dala atómová a kvantová fyzika. Teoretické základy i prvé praktické práce urobil Unsöld. Získané poznatky o chemickom zložení hviezd prispeli značnou mierou k vytvoreniu predstáv o vývoji nielen samotných hviezd, ale aj celých hviezdnych sústav — galaxií.

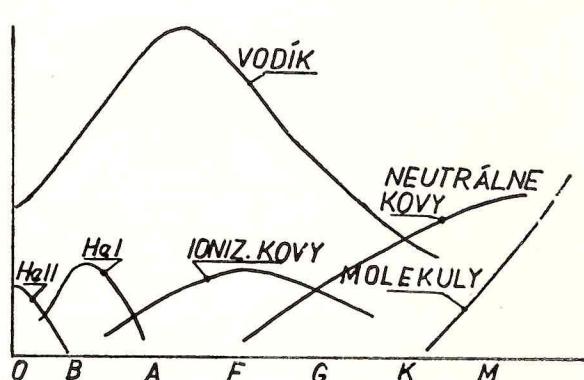
Zatiaľ, čo atmosférické vrstvy mohli byť študované cestou spektier priamo, štruktúra vnútra hviezdy musela počkať na zdokonalenie metód teoretickej fyziky. Ak prvé vývody o tlaku a teplote vo vnútri hviezdy dali určité konkrétné predstavy, vývojové teórie a s tým súvisiace zdroje hviezdnej energie nemohli byť správne odhadnuté. Pôvodná predstava o vyžarovaní hviezd na úkor gravitačnej energie prestala vyslovovať, keď na Zemi boli objavené geologicke dôkazy o tom, že Slnko vyžaruje približne rovnakou intenzitu energie už oveľa dlhšiu dobu, než by tomu malo byť, keby gravitačná kontrakcia bola jediným jej zdrojom. Museli byť hľadané iné zdroje. Eddington uprial pozornosť na termonukleárne reakcie, ktoré by prebiehajúc v jadrach hviezd mohli byť dostatočne výdatným rezervoárom žiarivej energie. To malo priaznivý vplyv na rozvoj nukleárnej fyziky. Horenie vodíka s produkciou hélia, v neskorších štadiách tvorba ľahších prvkov horením hélia, môžu byť takými procesmi. Úkázalo sa, že gravitačná kontrakcia má miesto vo vývoji hviezd, predstavuje však len časť života hviezd na jeho začiatku. Podstatnú časť života hviezd zaberá práve premena vodíka na hélium, pretože vodík je najhojnnejším prvkom (85–95 %) v látke, z ktorej sa hvieza tvorí. Otázkami vývoja hviezd a zdrojmi energie sme sa už v Kozmose zaobrali, viď Kozmos č. 2, 4, 5 a 6 1971.

V budúcom čísle Kozmosu si povieme o niektorých metódach používaných astrofyzikou.



Obr. 2.: Rozdelenie toku žiarenia vychádzajúceho z povrchu hviezdy raného spektrálneho typu. Žiarenie je ovplyvňované neutrálnym a ionizovaným héliom. Na vodorovnej osi je tentokrát naniesaná frekvencia žiarenia v cykloch za sekundu.

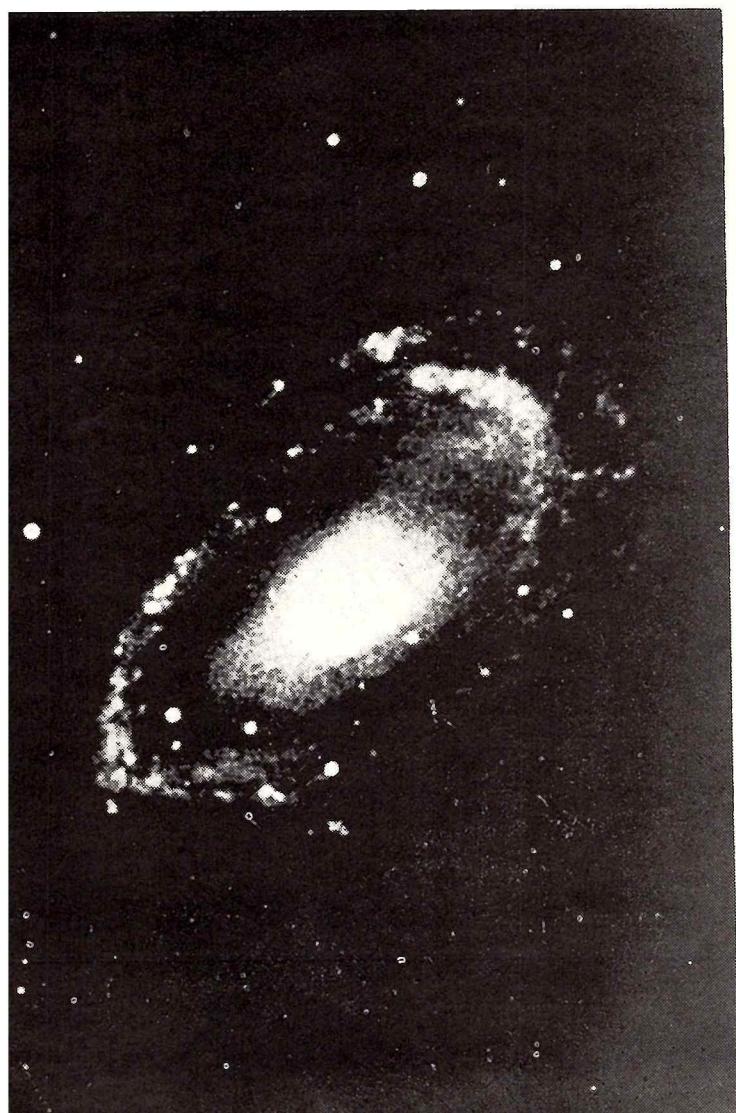
Obr. 3.: Intenzita spektrálnych čiar prvkov, ktoré sú najcharakteristickejšie pre daný spektrálny typ.



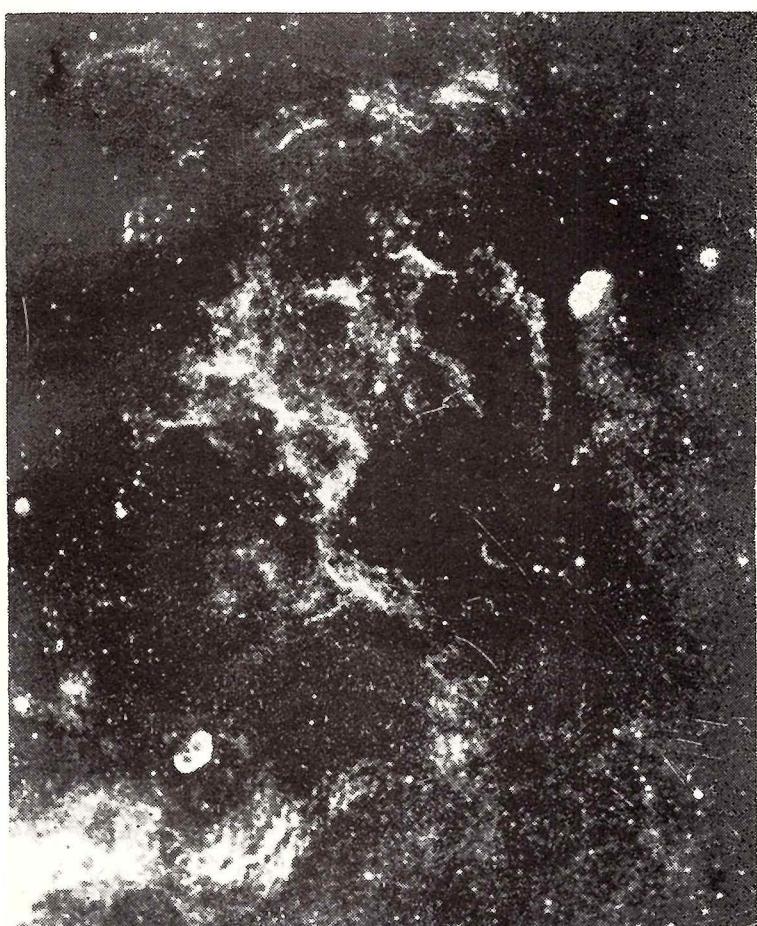


Galaxia NGC 891 v Androméde, ktorá je k nám obrátená najužšou stranou.

Časť Mliečnej dráhy v Cygnus.

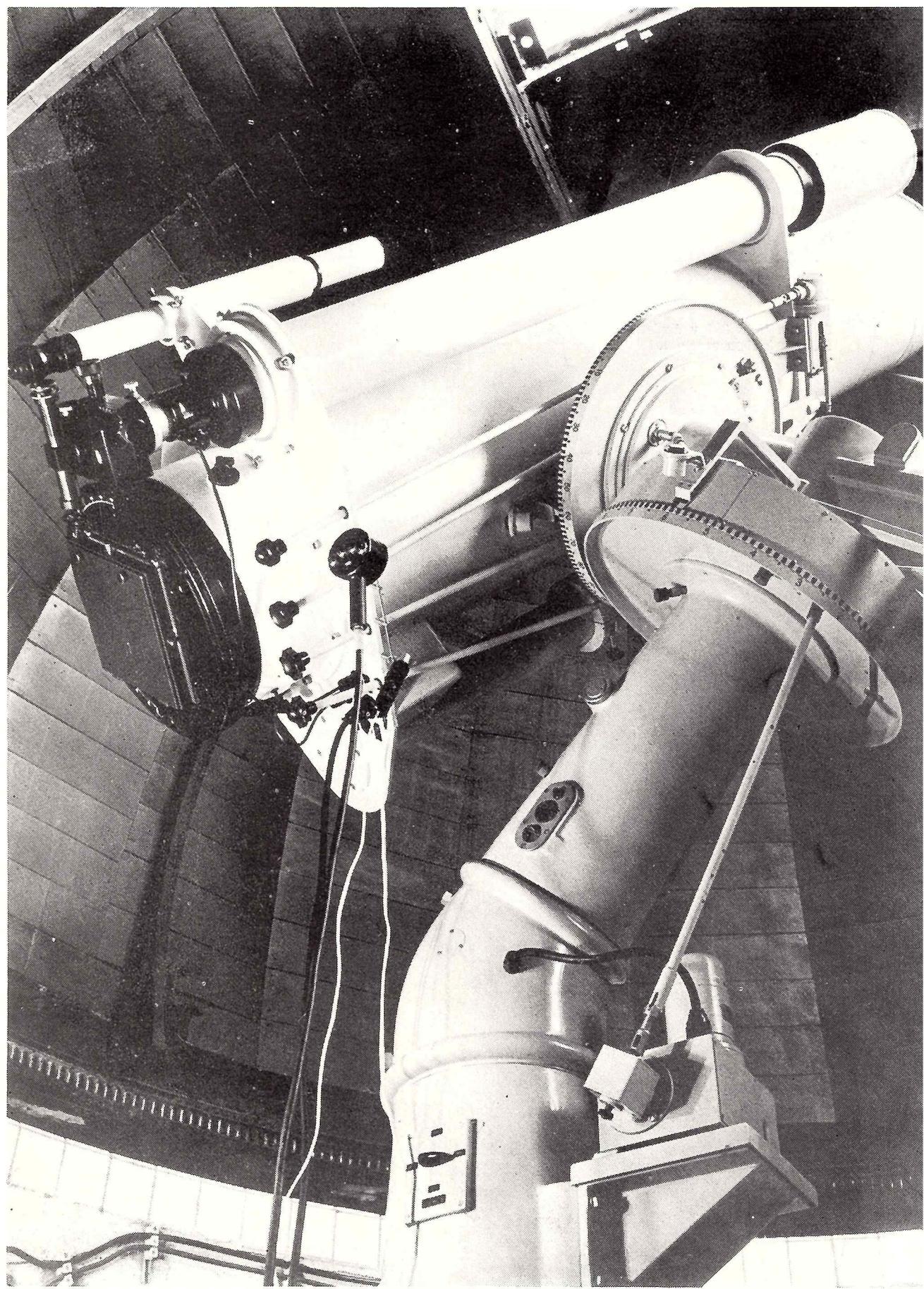


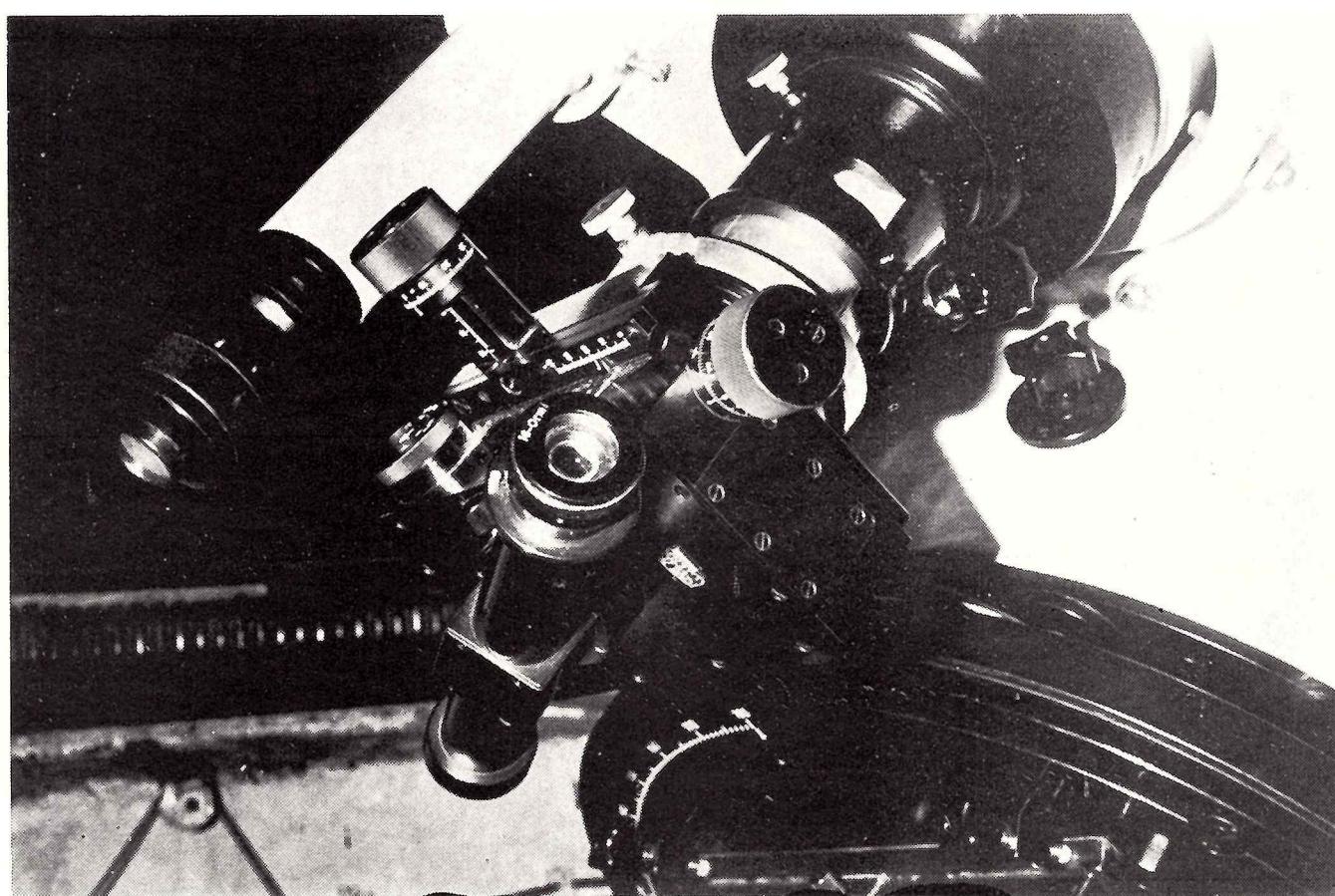
Galaxia NGC 3556 (M-108) v Ursa Maior.



Galaxia NGC 1300 v Eridane.







## ASTROGRAF na Skalnatom Plese

V súčasnom období jediným prístrojom, ktorým sa na Astronomickom ústavе SAV uskutočňujú astrometrické fotografické pozorovania najmä komét a malých planétek, je zeissov astrograf so štvoršoškovým objektívom o priemere 30 cm a s ohniskom 150 cm, spojený s pointačným 13 cm f/15 refraktórom na montáži typu KM VI. Prístroj bol inštalovaný v západnej kopuli observatória na Skalnatom Plese koncom roku 1965 a prvé merania presných polôh uskutočnené v januári 1966. Kazetová časť astrografu je upspôsobená pre fotografické platne formátu  $24 \times 24$  cm a opatrená redukciami na formát platní  $9 \times 12$  cm s posuvným suportom v lubovoľnom pozícnom uhle po  $1''$ . Veľkosť zobrazeného pola oblohy na platniach  $24 \times 24$  cm je zhruba  $8^{\circ}5 \times 8^{\circ}5 . 1^{\circ}$  na platni meria 26.163 mm, čiže  $1'' = 0.0073$  mm.

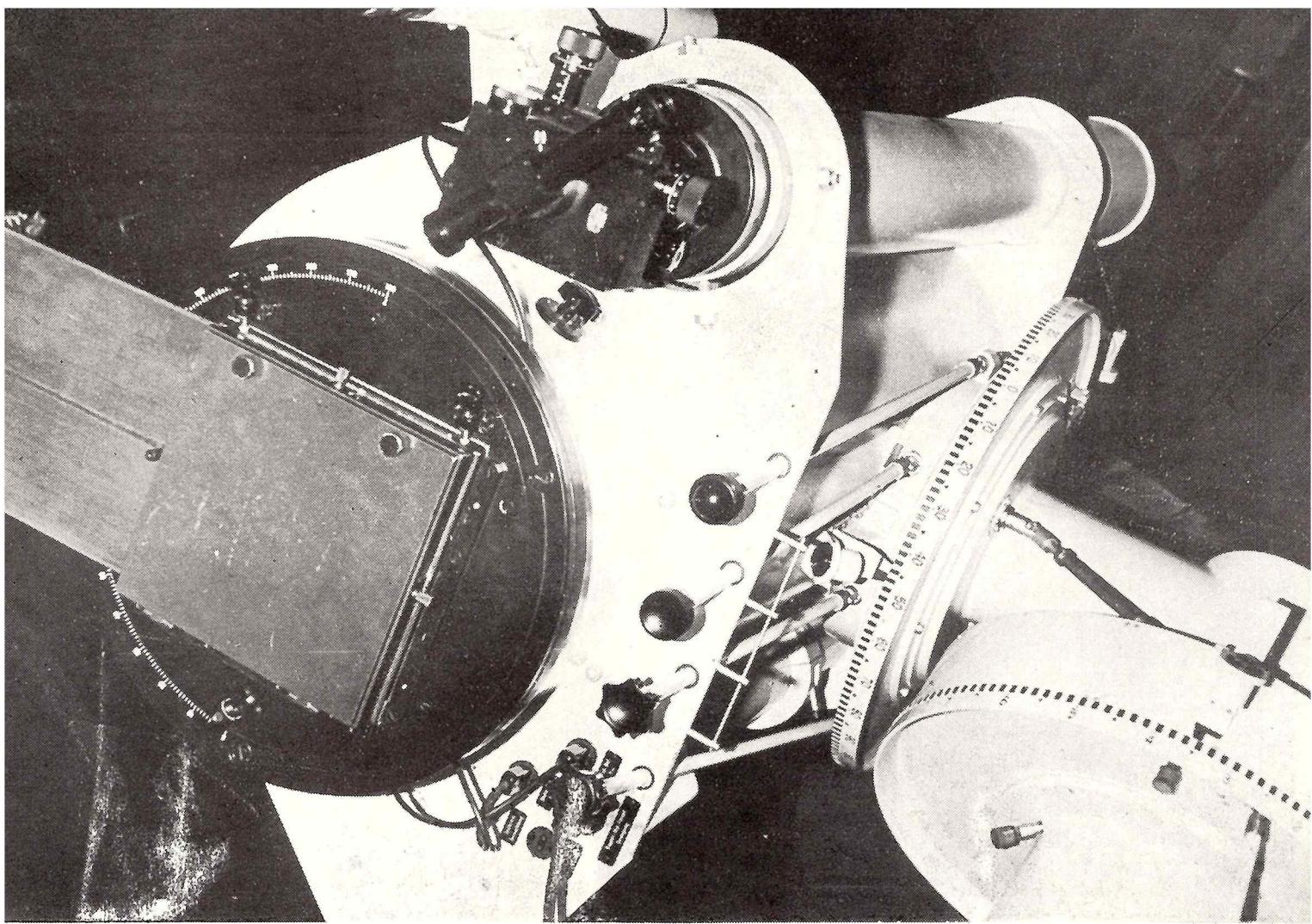
Za optimálnych pozorovacích podmienok možno týmto astrografom fotografovať kométy približne do 15.5 magnitúdy a stelárne objekty do cca  $17^{mpg}$ . Presnosť určenia polohy stelárneho objektu z meraní na fotografických platniach získaných týmto prístrojom sa vo väčšine prípadov pohybuje pod  $0''.5$ , u komét s centrálnou kondenzáciou alebo jadrom pod  $1''$ .

▲  
Malý Zeissov astrograf 30 cm f/5 s pointačným d'alekohľadom 13/195 cm na montáži KM VI.

◀  
Pointačný okulár na refraktore 13/195 cm k 30 cm astrografovi Zeiss.

◀◀  
Kométa 1968c Honda. Exponícia 10 min. 30 cm astrografovom.  
Foto: Antal





Kazetová časť refraktoru 30 cm f/5 a pointačný okuliár refraktoru 13/195 cm.

M-45 Plejády. 20 min. exp. astrografom 30 cm f/5 na  
platňu ORWO ZU2.

Foto: Antal



# POZNÁVANIE TVARU A ROZMEROV ZEME

ING. MARTIN ŠOVAN,

Katedra geodetických základov Stav. fak. SVŠT

Otázka tvaru a rozmerov našej Zeme bola od najstarších čias predmetom záujmu ľudu. Tento záujem je celkom prirodzený, pretože osudy ľudstva, v prvom rade jeho samicu existenciu, sú trvale spojené s planétou, na ktorej žije, teda so Zemou.

Najstaršie názory o našej planéte pochádzajú asi zo siedmeho storočia pred naším letopočtom. Podľa týchto predstáv Zem je doska, ktorá pláva po vode a je zo všetkých strán obklopená vodou. Slnko z tejto vody ráno vychádza, ide na svoju dennú prechádzku po nebeskej oblohe a večer opäť zapadá do vody. Boli takí námorníci, ktorí tvrdili, že pri západu Slnka počúli sycať vodu.

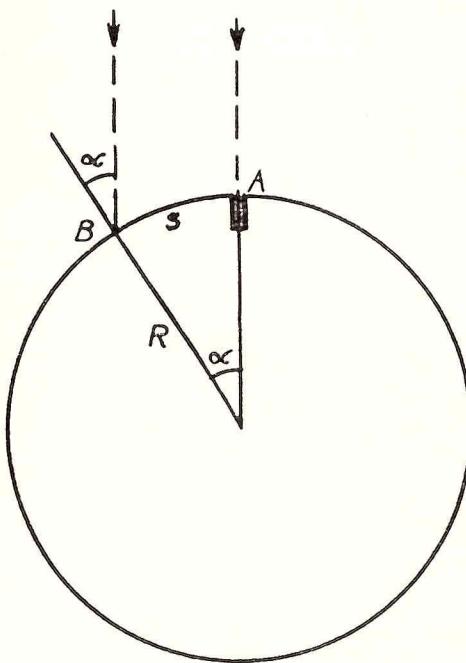
Názory tohto druhu boli rozšírené najmä v Egypte a v Grécku. Babylončania, ktorí boli dobrými moreplavcami, pokladali Zem za vypuklú, ale nie guľatú. Tieto ich názory vychádzali z poznatku, že vzdialosť júca sa loď postupne mizne za horizontom.

Grécky učenec Pytagoras už v 16. storočí pred našim letopočtom učil, že Zem je guľatá. Najpresvedčivejší dôkaz o guľatosti Zeme podal Fernao Magelhaes, ktorý v španielskych službách v r. 1519 vyplával na cestu okolo Zeme. Výprava sa vrátila v roku 1522. Sám Magelhaes na túto výpravu doplatil životom. V roku 1521 ho zabili na Filipínach.

Prvý pokusy určiť veľkosť Zeme boli už v staroveku. Vychádzalo sa z poznatku, že v rovníkových oblastiach sú slnečné lúče na poludnie kolme na zemský povrch (dopadajú kolmo na dno studne). V tom istom okamihu na inom mieste toho istého meridiánu slnečné lúče s povrhom Zeme zvierajú uhol  $\alpha$  (na dno studne dopadajú pod uhlom  $\alpha$ ). Ak poznáme vzdialenosť medzi týmito dvoma miestami A, B a označíme si ju podľa obr. 1 ako s, ďalej uhol  $\alpha$ , pod ktorým lúče dopadajú, polomer Zeme R vyplávame podľa vzťahu

$$R = 360^\circ \frac{s}{2\pi\alpha^\circ}$$

Tento vzťah platí len za predpokladu, že obidva body sa nachádzajú na tom istom meridiáne. Údaje o tom, s akou presnosťou sa uvedený predpoklad splnil, sa nezachovali. Nie sú presne známe ani hodnoty použitej dĺžkovej miery. Ukažuje sa však, že chyba v určení polomeru nepresahovala 10 % jeho



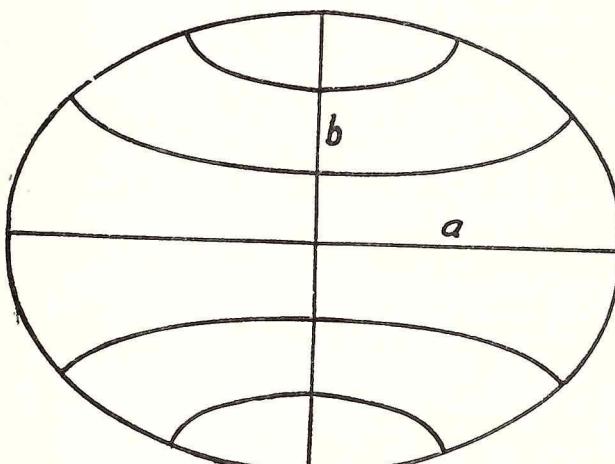
obr. 1

skutočnej veľkosti, čo na vtedajšie pomery je výkon obdivuhodný. Rozmery Zeme prvý určil Erastostenes (276—194), ktorý vypočítal obvod Zeme a z obvodu vypočítal jej polomer.

Na základe podobných úvah sa vykonali viaceré pokusy určiť polomer Zeme. Pri týchto úvahách sa vychádzalo z predpokladu, že Zem je guľatá a na určenie jej rozmerov stačí poznať jednu vzdialenosť, ako i zemepisné šírky na obidvoch koncových bodoch tejto vzdialenosťi.

Významnú zmenu v otázkach tvaru a veľkosti Zeme znamenalo poznanie zákona o prítažlivosti hmôt. Tento zákon je podľa mena svojho autora známy ako Newtonov gravitačný zákon. V roku 1686 Newton v súlade s úvahami o pôsobení prítažlivej sily a odstredivej sily, ktorá je vyvolaná rotáciou Zeme okolo vlastnej osi, vyslovil názor, že tvar Zeme nemôže byť guľový, ale je blízky guľovému tvaru, avšak na pôdoch málo sploštený (obr. 2). Je to rotačný elipsoid, ktorý vzniká otáčaním elipsy okolo kratšej osi b. Pre vztah medzi polosami a sploštením i platí

$$i = \frac{a - b}{a}$$



obr. 2

Pre toto sploštenie Newton určil hodnotu 1:230. Dnes vieme, že táto hodnota je približne 1:298.

Kedže názor na tvar Zeme sa v podstate zmenil, na určenie jej rozmerov bolo treba určiť dva parametre — dĺžku veľkej polohy a sploštenie. Na určenie parametrov dvojosového elipsoidu treba poznať dĺžky aspoň dvoch meridiánových oblúkov na rozličných miestach Zeme (najideálnejšie je, keď jeden oblúk sa nachádza blízko rovníka a druhý blízko poláru).

Správnosť teórie, ktorú vyslovil Newton a podľa ktorej musia dĺžky jednotlivých šírkových stupňov od rovníka k pólosom narastať, mali potvrdiť rozsiahle stupňové merania. Názov stupňové meranie bol prijatý na určenie dĺžky aspoň dvoch meridiánových oblúkov na rozličných miestach Zeme, pričom z dĺžok týchto oblúkov sa určovali parametre elipsoidu. Výsledky prvých stupňových meraní, ktoré mali potvrdiť názor vyslovený Newtonom, došli k opačným záverom. Podľa nich Zem na póloch nie je sploštená, ale mala by byť vypuklá. Tieto závery zapríčinili väzne rozporu medzi zástancami Newtonovej teórie a jej odporcami. Spor, ktorý tu vznikol, mohli vyriešiť len opakovane stupňové merania.

Zásluhou francúzskej akadémie vied sa takéto merania aj uskutočnili. Jeden oblúk bol zameraný v severnej Škandinávii — blízko pólu a druhý v Peru — blízko rovníka. Výsledky týchto meraní plne potvrdili správnosť Newtonovej teórie.

Neskôr sa vykonali ďalšie stupňové merania. Ich výsledkami sú referenčné elipsoidy, ktorých parametre sa medzi sebou líšia. Na ilustráciu uvedieme parametre niektorých elipsoidov, ako i oblasť v ktorej sa vykonali príslušné stupňové merania, aby sa určili tieto parametre. Názvy referenčných elipsoidov sú podľa mien autorov, ktorí tieto práce riadili.

Názov elipsoidu	Dĺžka veľkej polohy	Sploštenie	Oblasť stupňových meraní
Besselov	6 377 397 m	1 : 299,2	Európa, Afrika
Hayfordov	6 378 388 m	1 : 297,0	Amerika
Krasovského	6 378 245 m	1 : 298,3	ZSSR (i ostatné už vykonané merania)

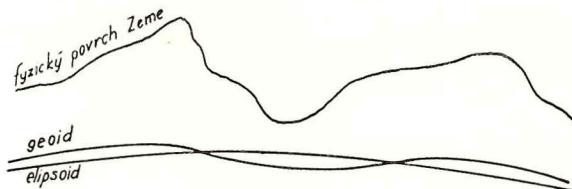
Na kartografické účely sa u nás používa Krasovského referenčný elipsoid. Spôsob určovania rozmerov a tvaru Zeme zo stupňových meraní je geometrický a v nijakom prípade nemôže dať odpoveď na otázky tvaru a rozmerov Zeme v najširšom slova zmysle. To ale neznižuje obrovský gnozeologický a praktický význam určenia rozmerov zemskejho elipsoidu zo stupňových meraní.

Na Zem ako takú sa musíme pozerať ako na fyzikálne telo, utvorené pod vplyvom pôsobenia sily tiaže, ktorá je výslednicou príťažlivej sily a odstredivej sily. Zemskej telo sa zmenou pôsobenia uvedených sôl mení. Z tohto dôvodu na určenie presnejšieho tvaru a rozmerov Zeme musí sa študovať počet sily zemskej tiaže, lepšie povedané jeho intenzity. Intenzita sily tiaže je pôsobenie tejto sily na 1 gram hmoty a zo zákona sily  $f = mg$  nám vyplýva, že intenzita sily tiaže sa číselne rovná zrýchleniu zemskej tiaže. Z tohto dôvodu pre štúdium tvaru a rozmerov Zeme zásadný význam nadobúda štúdium zrýchlenia zemskej tiaže.

Theoretické štúdium tvaru Zeme ako fyzikálneho tela viedlo k záveru, že tento tvar je zložitejší a môžeme o ňom hovoriť ako o mierne zvlnenom elipsoide. Pre tento tvar sa prijal názov geoid.

Názorný pohľad na vzájomný priebeh geoidu, elipsoidu a fyzikálneho povrchu Zeme je na obr. 3.

Geoid vlastne predstavuje myšlienú plochu, v ktorej by sa ustálila pokojná hladina vody i pod kontinentmi. Je to plocha, ktorá vzniká ako výsledok



pôsobenia sôl — najmä príťažlivej sily hmoty Zeme a odstredivej sily, ale i príťažlivej sily Slnka a Mesiacia, ako i zmien príťažlivej sily Zeme v dôsledku presunu hmôt vnútri Zeme. Z toho vyplýva, že geoid je plocha, ktorá i keď v malom, predsa len svoj tvar vplyvom malých zmien sôl mení.

Geoid, definovaný teoreticky, má len hypotetický charakter, pretože na presné určenie jeho tvaru by sme potrebovali poznat rozloženie hmôt vnútri Zeme. Aj keď o tomto rozložení máme istú predstavu, presné rozloženie týchto hmôt nám nie je známe. Z tohto dôvodu na skutočný geoid musíme usudzovať na základe pôsobenia hmôt, tvoriacich geoid, ako sa toto pôsobenie prejaví na zemskej povrchu. Toto pôsobenie sa prejavuje vo forme zrýchlenia zemskej tiaže.

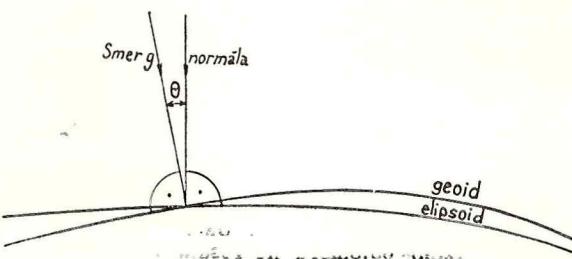
Smer pôsobenia zrýchlenia zemskej tiaže je zvislý smerom. Je to smer, v ktorom by nám vo vzdúchoprázdne všetky telesá padali k Zemi.

Vo všeobecnom bode matematicky jednoznačne definovaná plocha (elipsoid) nie je totožná s plochou geoidu. V tomto bode nie je totožná ani zvislica, ktorá je kolmá na plochu geoidu (smer tiaže) s normálou, ktorá je kolmá na plochu elipsoidu (kolmica na dotyčníku v bode elipsoidu). Tieto dva smery medzi sebou zvierajú istý uhol  $\theta$ , ktorému hovoríme zvislicová odchýlka (obr. 4). Ak sa nám v nejakom bode podarí určiť zvislicovú odchýlku, môžeme pomocou nej usudzovať na vzájomný priebeh geoidu a elipsoidu. Určenie vzájomného priebehu geoidu a elipsoidu nám vlastne umožňuje skúmať tvar Zeme konkrétnej oblasti, ako i celku.

Aj keď zvislicovú odchýlku môžeme určiť prostredníctvom astronomických pozorovaní, teda bez poznania hodnoty zrýchlenia zemskej tiaže, treba poznámať, že táto cesta nám umožňuje skúmať geoid len v oblasti pevnín. Astronomické pozorovania môžeme vykonávať len na pevnine. Podiel pevniny z celkového povrchu Zeme nie je ani  $1/3$ , čo prakticky znamená, že konkrétny priebeh geoidu pomocou astronomických meraní nemôžeme určovať na vyše  $2/3$  povrchu Zeme. A pritom astronomické pozorovania sú veľmi nákladné.

Toto sú dôvody, prečo sa pri určovaní tvaru Zeme (a v konečnom dôsledku i jej rozmerov) popri geodetickej a astronomickej metodách veľmi intenzívne využívajú gravimetrické metódy, ktoré sú v podstate založené na určovaní hodnot zrýchlenia zemskej tiaže. Rozdiely hodnôt zrýchlenia zemskej tiaže na elipsoide (vypočítané) a na geoide (nemerané) nám umožňujú usudzovať na vzájomný priebeh týchto dvoch plôch.

Dnešná meračská technika nám umožňuje určovať relativne hodnoty zrýchlenia zemskej tiaže v oblasti pevnín na stotisícinu galu (dokonca sú prístroje umožňujúce určiť túto hodnotu na milióntinu galu) a v oblasti oceánov na tisícinu až desaatisícinu galu. Zrýchlenie jednej stotisíciny galu vyvolá na svojom



povrchu hmota sústredená v guľovom tvaru s polomerom 10 m a hustotou 3,5 g/cm<sup>3</sup>.

Počet meraní, z ktorých v konečnom dôsledku odvodzujeme rozmery Zeme a určujeme jej tvar, sa ustanovične zväčšuje. Kvalita týchto meraní čo do presnosti sa ustanovične zvyšuje. Táto skutočnosť nás oprávňuje k záverom, že pri úspešnej medzinárodnej spolupráci v priebehu niekoľkých rokov môžeme tvar a rozmery našej Zeme poznáť s presnosťou okolo 10 m.

Aj keď sa na prvý pohľad zdá, že takéto presné poznanie parametrov Zeme má len gnozeologickej význam, nie je to tak. Tvar, a tým i rozmery našej Zeme sú výsledkom pôsobenia rozličných sil. Tieto sily závisia najmä od rozloženia hmôt vnútri Zeme. Presnejšie poznanie tvaru Zeme nám späť umožňuje.

je spoľahlivejšie usudzovať o rozložení hmôt vnútri Zeme. Týmto sa dostávame do oblasti prieskumu surovínových a energetických zdrojov, nachádzajúcich sa vnútri Zeme, v prvom rade v zemskej kôre, čo pri dnešných nárokoch na tieto zdroje, v otázkach dôležitosti pre ľudskú spoločnosť stojí ihneď za otázkou zdrojov výživy.

Na prvý pohľad čisto gnozeologickej otázka upresňovania tvaru a rozmerov Zeme prechádza ako jedna cesta skúmania zdrojov praktických potrieb spoločnosti.

Obidve otázky — gnozeologickej i praktickej — nás oprávňujú domnievať sa, že problém „spresňovania“ tvaru a rozmerov Zeme bude i ďalej v popredí záujmov ľudského poznávania, že ide vlastne o permanentný problém.

## Koľko bude mať tento rok sekúnd?

Rok 1972 je výrazným medzníkom v oblasti presného vyjadrovania času. Je to tak preto, že od roku 1972 medzinárodný koordinovaný čas UTC (v tomto systéme vysielajú sekundové časové značky i čs. rozhlas a televízia) reprodukuje sekundové intervale v súlade s atómovou definíciou sekundy (bližšie pozri Kozmos č. 6, ročník II, december 1971). V predchádzajúcich rokoch bola sekunda UTC voči platnej základnej jednotke času Medzinárodnej sústavy mier SI dlhšia o 30 nanosekúnd. Tako predĺžená sekunda sa používala preto, aby ňou utvorená stupnica bola v blízkej zhode so svetovým rotačným časom (jeho najnovnomernejší systém sa označuje UT2).

Nová časová sústava UTC je teraz z metrologickej hľadiska plne vyhovujúca. Voči starej časovej stupnici UTC má niektoré prednosti aj z hľadiska jej použitia v astronómii. Má však jednu nevýhodu: sekunda sa svojou veľkosťou líši (je v ostatných rokoch približne o zmienených 30 ns kratšia) od 86 400. časti stredného slnečného dňa. Aby rozdiel UT2—UTC bol vždy menší ako 1 sekunda, do času UTC majú sa 1—2 krát ročne, podľa potreby, zavádzat korekčné sekundy. Tak to bolo už v uplynulom roku, a to dvakrát: posledná minúta júna i posledná minúta decembra času UTC mali po 61 sekundách.

Pred desaťročiami sa ľahko dalo odpovedať na otázku, koľko má občiansky rok sekúnd. Mal ich n. 86 400, kde za n stačilo dosadiť počet dní v uvažovanom roku (365 alebo 366). Dnes správne odpovedať na uvedenú otázkou nie je už také ľahké. Odopoved spred desaťročí by už nebola presná. Vieme, že od roku 1972 môžu sa jednotlivé občianske roky líšiť o 1—2 sekundy (ak by však nastala veľmi veľká zmena v rotácii Zeme, mohol by byť tento rozdiel i väčší).

V ostatných rokoch však presne odpovedať bolo ešte fažšie. I v starom systéme UTC sa totiž z času na čas robili posuny. Neboli to posuny o celé sekundy, ale o zlomky sekúnd (o týchto úpravách v presnom čase sa širšia verejnosť ani nedozvedela). A čo naviac: ani tie občianske roky, v ktorých sa nijaké posuny v čase UTC nezavádzali, nemali prísné vzaté, celistvý počet sekúnd. Nebolo to tak preto, že bolo UTC ± s.

Nasledujúce občianske roky budú mať celistvý počet sekúnd. Ale ani riaditeľ Medzinárodného časového ústredia v Paríži by teraz nevedel konkrétnie odpovedať napr. na otázkou: koľko sekúnd bude mať občiansky rok 1973? Závisí od rotácie Zeme, ako sa svetový rotačný čas z nej vyplývajúci bude rozchádzať s časom UTC.

Môžeme však predpovedať (t. j. očakávať s veľkou pravdepodobnosťou, nie však vedieť s istotou), koľko sekúnd bude mať občiansky rok 1973. Prv ako sa o to pokúsim, zrekapitulujeme si, ako sa naša Zem otáčala okolo svojej osi v minulom roku.

Priebeh rotácie Zeme vyjadruje rozdiel UT2—UTC.

Čas UT2 vyplýva z rotácie Zeme. Koordinovaný čas UTC tvorí siet laboratórií, ktoré disponujú atómovým etálónom kmitočtu. Časovú stupnicu UTC z hľadiska rovnomennosti možno voči časovej stupnici UT2 považovať za dokonalú. Prípadný kolísavý priebeh rozdielu UT2—UTC je spôsobený výlučne zmenami v rotácii Zeme. Skoky presne o 1 sekundu sú zasa dôsledkom zavádzania korekčných sekúnd. Z tabuľky priebehu rozdielu UT2—UTC v minulom roku, kde hodnoty skúmaného rozdielu uvádzame v 20-dňových intervaloch, vidno, že počas celého uplynulého roka neboli nijaký výrazný výkyv v rotácii Zeme.

Extrapolujme priebeh rozdielu UT2—UTC na rok 1973. Hodnota rozdielu UT2—UTC 1. januára o 0<sup>h</sup> UT bola — 48 ms. 1. januára 1973 o 0<sup>h</sup> UT bol tento rozdiel +806 ms. Tu treba mať však na zreteli, že posledná minúta júna i decembra r. 1972 mali 61 sekúnd. Bez zavedenia týchto dvoch korekčných sekúnd by 1. januára 1973 o 0<sup>h</sup> UT bolo UT2—UTC = —2)s + 806 ms = —1,194 s, čo je od 0<sup>h</sup> 1. januára 1972 zmena o —1,146 s. Ak by sa Zem i tohto roku otáčala približne takou rýchlosťou ako vlni, možno predpokladať (bez zavádzania korekčných sekúnd) na konci roka UT2—UTC = +0,806 s — 1,146 s = —0,34 s. Tu by sa dalo očakávať zavedenie korekčnej sekundy. Stalo by sa tak v poslednej minúte roka 1973 v čase UTC. Možno teda predpovedať, že tento rok bude mať 365.86 400 + 1 sekund, čo je 31 536 001 sekúnd.

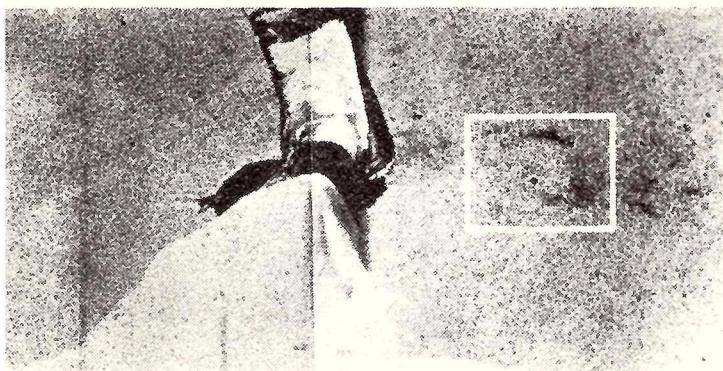
ING. M. PETROVIČ

dátum (0 <sup>h</sup> UT) 1972	UT2—UTC	Zmena UT2—UTC za 20 dní [ms]
3. 1.	— 54	—59
23. 1.	—113	—64
12. 2.	—177	—62
3. 3.	—239	—63
23. 3.	—302	—62
12. 4.	—364	—63
2. 5.	—427	—65
22. 5.	—492	—66
11. 6.	—558	—63 + 1000
1. 7.	+ 379	—63
21. 7.	+ 316	—67
10. 8.	+ 249	—64
30. 8.	+ 185	—63
19. 9.	+ 122	—66
9. 10.	+ 56	—60
29. 10.	— 4	—58
18. 11.	— 62	—60
8. 12.	—122	—60
28. 12.	—182	



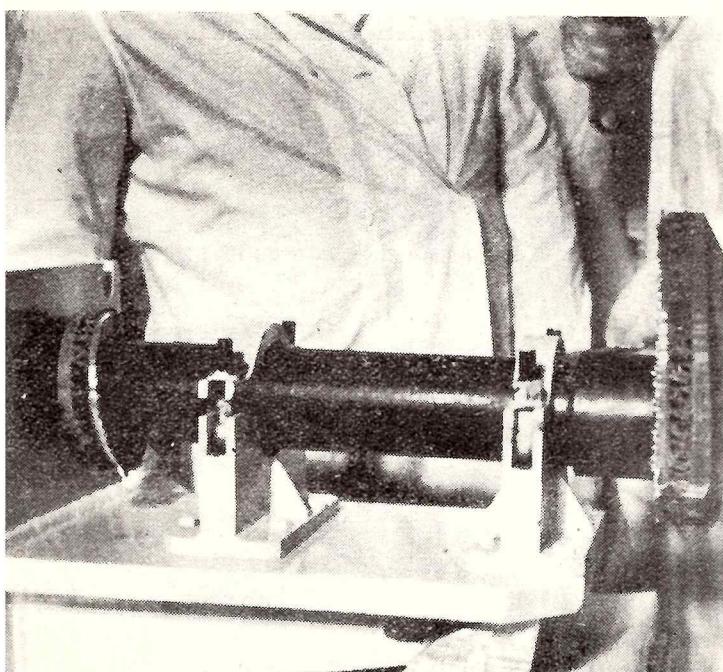
Návratná časť LUNY 20, ako ju našla pátracia skupina po niekoľkohodinovom hľadaní v snehovej metelici.

Foto: ČTK — TASS



Na snímke je časť miesta pristátia LUNY 20 z vtáčej perspektívy. Keďže v tom čase bolo Slnko nad tamojším obzorom vysoko (60 stupňov), tieň všetkých predmetov sú krátke a kontrast je malý. V rámčeku je diera, ktorá zostala po činnosti vrtnej súpravy. Vrtná súprava po skončení práce ustúpila doľava a vidíme ju v strede obrázku.

Foto: ČTK -- TASS



## LUNA 20 — vynikajúci úspech sovietskej kozmonautiky

Po jedenapolročnej prestávke Sovietsky zväz prievol ďalšie vzorky pôdy z Mesiaca, tentoraz pomocou Luny 20. Nosná raketa Luny 20 štartovala 14. februára 1972. Ako býva zvykom pri sovietskych mesačných sondách, vynesla na obežnú dráhu najprv umelú družicu Zeme, z ktorej potom odštartovala sama Luna 20. Po 105 hodinách letu sa 18. februára stala umelou družicou Mesiaca a 21. februára mäkkou pristála v horskej oblasti medzi Mare Crisium a Mare Foecunditatis pri kráteri Apollonius C.

Po pristátí na Mesiaci sa automaticky odomkla zámka udržiavajúca vrtnú aparáturu počas letu sondy. Rukoväť, na ktorej konci bola vŕtačka, sa potom dostala do vertikálnej polohy a televízna kamera začala snímať okolie pristátia. Na základe záberov v kontrolnom a výpočtovom stredisku, na území ZSSR vybrali miesto odobratia vzoriek. Po príkaze zo Zeme sa vŕtačka otočila o 180 stupňov, aby sa po spustení dotkla mesačného povrchu svojou pracovnou časťou. Napokon sa začal odber pôdy. Vŕtie náradie, pozostávajúce z rúry so zahroteným okrajom, sa otáčaním a vysúvaním zahrýzalo do pôdy. Počas vŕtania registrovali na Zemi rýchlosť, hĺbkus a silu potrebnú na vnikanie do pôdy. Vŕtanie prebiehalo necelých 7 minút a rúra s priemerom 2 centimetre a dĺžkou 35 centimetrov sa za ten čas naplnila mesačnou horninou. Nakoniec sa rukoväť s vrtným náradím zodvihla a vložila ho spolu so vzorkami pôdy do kontajnera v návratnej časti Luny 20 a po oddelení rukoväte sa kontajner hermeticky uzavrel. Tým Luna 20 splnila svoju najdôležitejšiu úlohu a 22. februára odštartovala návratná časť späť na Zem. Pristála 25. februára asi 40 kilometrov od mesta Džezkazganu v Kazašskej SSR. Mesačné vzorky z Luny 20 sa líšia od vzoriek získaných Lunou 16. Sú chudobnejšie na železo a titán a obsahujú veľa anortozitu, až okolo 60 %. Tento minerál známy aj na Zemi a bohatý na hliník a vápník je dnes najstaršou kryštalickou horninou, ktorú poznáme. Jeho vek sa odhaduje asi na 3 miliardy rokov. Vzorky mesačnej pôdy odobraté Lunou 16 obsahujú len 1 až 2 % anortozitu. Ako vyhľásil akademik A. P. Vinogradov, všetko nasvedčuje tomu, že mesačné pohoria a moria predstavujú od základov dva odlišné geologické systémy. Ako je známe, Luna 16 prištala asi 100 kilometrov od miesta pristátia Luny 20 v typickej morskej oblasti.

Sovietski vedci poskytli mesačné horniny získané Lunou 16 a Lunou 20 odborníkom všetkých socialistických krajín, ale aj vedcom Francúzska, Veľkej Británie, Indie a USA. Napriek tomu, že lety z programu Apollo a Luna poskytli vedcom veľa údajov o Mesiaci, predsa nám nie je o ňom ešte všetko známe. Teraz, keď sa program Apollo skončil a Američania nepočítajú ani s letmi automatóv na Mesiac, je sovietsky program Luna jediný, ktorý môže prinášať ďalšie poznatky o Mesiaci.

M. DUJNÍČ

\* \* \*

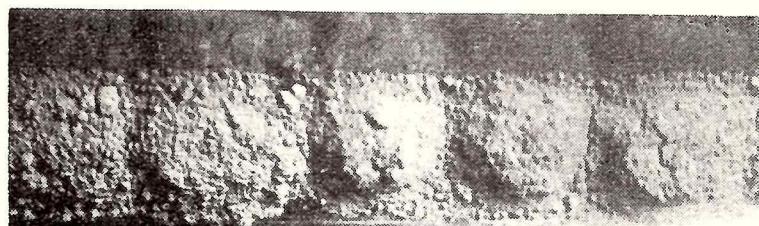
Puzdro so vzorkami mesačnej horniny, ktoré priniesol na Zem návratný aparát.

Foto: ČTK — TASS

Vzorka mesačnej pôdy.

▼

Foto: ČTK — TASS

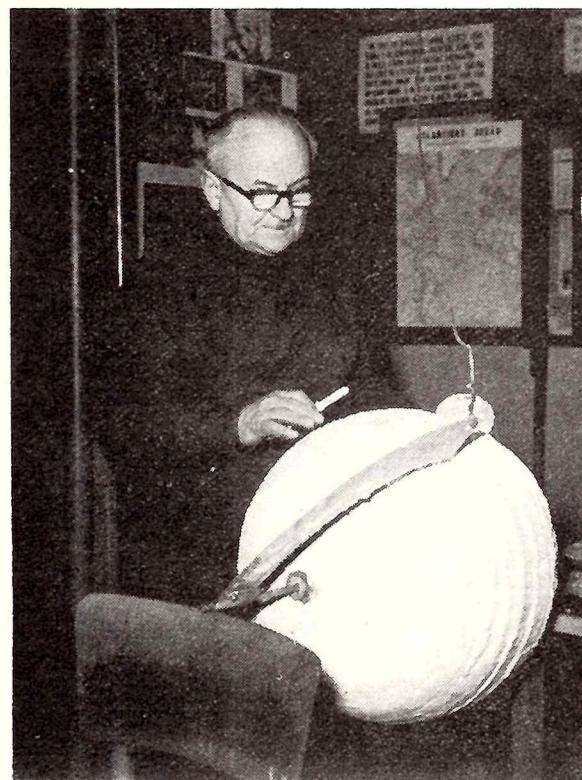


# MODEL MIESIACA V BRATISLAVE

Hvezdárnička n. p. Tesla Elektroakustika v Bratislave sa môže popýšiť novou názornou astronomickou pomôckou, akú nemajú azda nikde inde v našej republike: otáčavým plastickým modelom Mesiaca.

Autor tohto modelu, vedúci hvezdárničky E. Kéčkei, neutvoril sice presné kartografické dielo — nemal na to možnosť, jeho Mesiac je však aj tak obdivuhodný. Z polystyrénových dosálok vytváral a zlepil guľu s priemerom 50 cm. Nerovnosti vyrovnal sadrou a kopcovitý reliéf mesačného povrchu utváril nanesením modelárskeho gitu v príslušných mestach, ktoré vyznačil odkreslením z mapy Mesiaca. Povrch modelu zafarbil a otáčanie modelu Mesiaca dosiahol pomocou gramofónového motorčeka. Model osvetľuje viacerými lampami, takže pri ich rôznom zapojení vznikajú rozličné mesačné fázy. Model Mesiaca je umiestnený pod povalou hvezdárničky pred čiernym pozadím a na sledovanie „mesačného povrchu“ je niekoľko krokov pred modelom umiestený ďalekohľad. Pohľad cez tento ďalekohľad pôsobí dojmom sledovania mesačného povrchu z okna kozmickej lode obiehajúcej okolo Mesiaca. Názornosť tejto pomôcky potvrdzujú aj nadšené záznamy návštěvníkov hvezdárničky v jej kronike. Odcitujeme aspoň dve vety: Videli sme, čo dokáže láska a nadšenie v práci. Ďakujeme Vám.

Otačavý plastický model Mesiaca je ďalším svedectvom o veľkej vitalite jeho autora, dnes už 73-ročného dôchodcu, ktorý pred troma rokmi — spolu so svojimi spolupracovníkmi a za podporu vedenia závodu — utvoril po PKO druhú amatérsku astronomickú pozorovateľnu v Bratislave. Záujemcovia môžu po písomnej dohode navštíviť túto hvezdárničku na



E. Kéčkei pri tvorbe svojho modelu Mesiaca.

Karpatskej ulici a ak im bude počasie žiť, okrem modelu Mesiaca uvidia aj skutočný Mesiac, a to zrkadlovým ďalekohľadom typu Cassegrain so 150-násobným zväčšením i refraktorm so 60-násobným zväčšením.

— P —

## Z AMATÉRSKEJ ASTRONÓMIE

### História a perspektívy amatérskej astronómie v Stredoslovenskom kraji

Dvadsať päť rokov socialistického Československa sa veľmi zreteľne odrazilo v rozvoji ľudového — amatérskeho hvezdárstva v našej republike. Z dvoch — troch astronomických observatórií, ktoré na území našej republiky živorili v priebehu stáročí, utvoril sa kolos šestdesiatich hvezdární. Okrem týchto hvezdární vznikli astronomické pozorovateľne a astronomické krúžky.

Na území Stredoslovenského kraja sa stretávame s bohatou činnosťou jednotlivcov astronómov-amatérov už v predchádzajúcich obdobiach. V mnohých mestách existovali aj súkromné hvezdárne. Prvé činné astronomické krúžky sa však utvorili iba po roku 1945 — AK pri Štátom gymnáziu A. Sládkoviča v Banskej Bystrici a AK pri závodnom klube n. p. Smrečina v Banskej Bystrici, ale najmä neskôr, po roku 1954, keď Poverenictvo informácií a osvety vydalo vzorový štatút a prvý plán výstavby siete ľudových hvezdární, evidovali sme už 13 astronomických



Na astronomickej pozorovateľni ZDŠ v Lovinobani.  
Foto: O. Belica

kých krúžkov v kraji. Boli to všetko AK pri Domoch osvety.

Silnejšie astronomické krúžky, ktoré si rýchlo utvorili širšiu členskú základňu, pristúpili k výstavbe hvezdárni, napr. v Banskej Bystrici, Liptovskom Mikuláši a v Žiline. V obidvoch krajských sídlach išlo od začiatku o budovanie krajských (obvodných) hvezdárni. Výstavbu hvezdárni za účinnej pomoci stranických orgánov všetkých stupňov zabezpečovali mestské národné výbory. Otvorením týchto špecializovaných osvetových zariadení (v roku 1961) začala sa ďalšia etapa rozvoja astronomických krúžkov v Stredoslovenskom kraji — najväčší počet AK nie len na Slovensku, ale aj v ČSSR. Na území kraja postupne vznikali aj ďalšie zariadenia — astronomické pozorovateľne, v roku 1962 hvezdáreň Domu kultúry Baník v Handlovej, v roku 1967 astronomická pozorovateľňa na závodnom internáte Považských strojární, n. p., v Považskej Bystrici, v roku 1971 astronomická pozorovateľňa Závodného klubu ZSNP v Žiari nad Hronom.

Podľa návrhu na racionálnejšie usporiadanie hvezdárni na území Slovenska, ktorý prijalo kolégium ministra kultúry SSR v marci 1971, zostavila rada Krajnej hvezdárne v Banskej Bystrici plán ďalšieho rozvoja amatérskej astronómie v Stredoslovenskom kraji. Plán vychádza z dobudovania už existu-

júcich zariadení (hvezdárni a pozorovateľní) a s výstavbou ďalších hvezdárni a astronomických pozorovateľní v okresných sídlach. Do roku 1980 by mali byť vybudované okresné hvezdárne v okresoch Považská Bystrica, Dolný Kubín, Liptovský Mikuláš a Lučenec. Už v roku 1973 bude dokončená okresná hvezdáreň v Žiari nad Hronom, dobudovaná pozorovateľňa ZDŠ v Lovinobani, pozorovateľňa Mestského domu osvety v Krupíne a v Brezne. V prvom polroku 1973 uskutoční krajská hvezdáreň prieskum činnosti jednotlivých astronomických pozorovaní v kraji a na tomto základe určí aj rozsah činnosti a právomoci každej pozorovateľne.

V závere roku 1972 Krajská hvezdáreň v Banskej Bystrici evidovala 60 astronomických krúžkov na území Stredoslovenského kraja. Dosiahlo sa taký stav, že nie už okresu, v ktorom by nepracoval aspoň jeden astronomický krúžok.

V rámci odborných pozorovacích úloh budú hvezdárne v Stredoslovenskom kraji metodicky usmerňovať krúžky a amatérov — jednotlivcov na území celého Slovenska. V Banskej Bystrici sa v júli 1973 uskutoční 3. celoslovenská meteorická expedícia a v spolupráci s SÚH Hurbanovo a EH Žilina sa na jeseň uskutoční na území kraja celoslovenský seminár o rádioastronómii.

IGOR CHROMEK

## OSLAVY MIKULÁŠA KOPERNIKA

K oslavám 500. výročia narodenia Mikuláša Kopernika sa pripojili aj pracujúci Stredoslovenského kraja. V Žiline 7. 2. 1973 bola otvorená výstava o živote a diele tohto významného astronóma — tvorca heliocentrickej sústavy. Výstavu PKO v Žiline prepočítať poľský konzulát v Bratislave.

Otvárací prejav mal predsedca MsNV v Žiline. O živote a diele Mikuláša Kopernika hovorila dr. Ludmila Pajdušáková, riaditeľka AÚ SAV v Tatranskej Lomnici. Poľský vicekonzul magister Ján Knapczyk podakoval predstaviteľom mesta za dôstojné oslavu k výročiu človeka, ktorý zastavil Slnko a pohol Zemou. Výstava sa tešila veľkému záujmu množstva

návštěvníkov, najmä z radov mládeže. 17. 2. 1973 aj v Banskej Bystrici prebehli oslavu 500. výročia narodenia Mikuláša Kopernika, ktoré boli spojené s oslavou štvrtstoročia Februárového výťazstva. Na oslavách sa zúčastnili členovia SAS pri SAV, MO SZAA a vedúci AK z celého kraja. Prednášku o Kopernikovi prednesol dr. Juraj Zverko, vedecký pracovník AÚ SAV z Tatranskej Lomnice.

Krajská hvezdáreň v Banskej Bystrici pripravila výstavu o Mikulášovi Kopernikovi, ktorá je inštalovaná vo Vlastivednom múzeu v Banskej Bystrici.

M. HARTANSKÝ,  
KH Banská Bystrica

## Kozmický program SKYLAB

Ešte nedávny sen sa stáva skutočnosťou. Lety kozmických lodí Vostok, Voschod, Mercury, Geminy, Sojuz a aj Apollo dnes patria minulosti a do popredia sa dostávajú ďalšie kozmické programy. Kozmické laboratórium Skylab, raketoplány a kozmické stanice sú už na dohlade a do konca storočia sa počíta aj s komerčnou kozmickou dopravou.

Po sovietskej orbitálnej stanici Sotol, prichádzajú na rad prvá americká stanica — laboratórium Skylab, ktorá bude vypustená v tomto roku na obežnú dráhu vo výške 432 km nad Zemou. Bude 68 ton ľažák a 25 m dlhá. V Skylabe je 350 m<sup>3</sup> životného priestoru, teda asi toľko, koľko má 7–8-izbový byt.

Hlavná časť — orbitálna dielňa, je utvorená modifikáciou vodíkovej nádrže tretieho stupňa nosnej rakety Saturn 5. Ďalšie časti tvorí prechod, úsek pre ďalekohľad a adaptér na spájanie kozmickej stanice s Apollom. Tento typ kozmickej lode vyniesie Skylab na obežnú dráhu, avšak najprv bez posádky. Postupne budú do laboratória dopravené až tri posádky a to v rozmedzí troch mesiacov. Prvá posádka

bude v Skylabe 28 dní, druhá a tretia 56 dní. Úlohou prvej posádky sú lekárske pozorovania, pokusy a kontrola vybavenia Skylabu. Druhá posádka sa bude zaoberať pozorovaním Slnka ďalekohľadom, biologickými experimentami a sledovaním zemských zdrojov. Posledná posádka má získať údaje o schopnosti človeka žiť a pracovať v kozmickom priestore. Treba spomenúť aj ďalšie experimenty, ktoré budú obyvatelia laboratória vykonávať. Bude to štúdium chemických a fyzikálnych procesov a manipulácie s materiálom v bezváhovom stave. Astronauti budú na Skylabe spracúvať materiály aj v pracovnej komore vystavenej kozmickému vakuu v elektrickej peci a zariadeniu na produkovanie elektrónových lúčov. S týmto vybavením budú zvárať, taviť a formovať kovy a vykonávať pokusy v metalurgii.

To je zhruba náplň tohto amerického programu, a nám neostáva nič iné, ako zaželať Skylabu šťastný let a veľa nových vedeckých poznatkov pre celé ľudstvo.

JAN FABRICIUS

## Z AMATÉRSKEJ ASTRONÓMIE

# Na návštěvě u astronomů v NDR

Skupina pracovníků Hvězdárny a planetária v Brně navštívila ve dnech 15. až 17. prosince 1972 tři známé německé hvězdárny: v Berlíně-Treptowě, Postupimi a Babelsbergu.

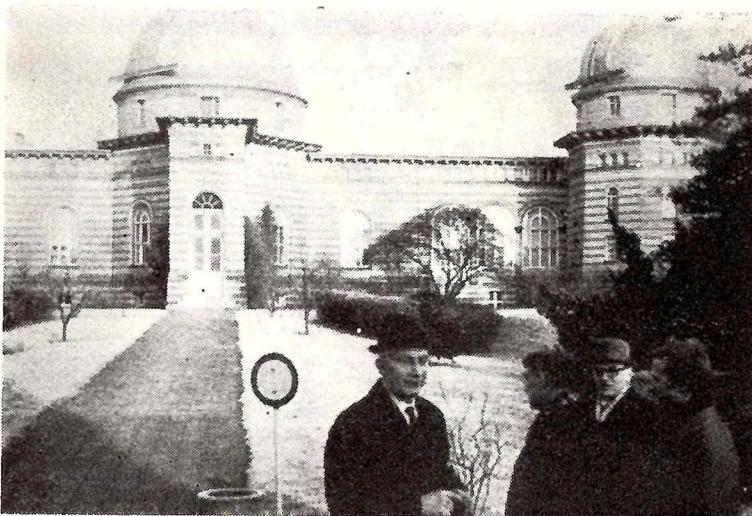
Hvězdárna v berlinské čtvrti Treptow patří mezi nejstarší německé observatoře. Byla založena roku 1896 F. S. Archenholdem při příležitosti velké průmyslové výstavy v Berlíně. Postavili zde mohutný 68 cm refraktor s ohniskovou vzdáleností 20,7 metru, vážící 130 tun, který i dnes, i když je již mimo provoz, zůstává zajímavým technickým dílem. Odborná práce Archenholdovy hvězdárny v Treptowě je zaměřena především na studium dějin astronomie. Její ředitel prof. D. Wattenberg, který nás provázel, shromáždil ve sbírkách hvězdárny množství materiálu ze staré i novodobé historie astronomie, astronomické a přírodnovědecké knihy, různé tisky a přístroje. Ve vitrínách jsou vystaveny první spektroskopky, Hartmannův mikrofotometr, poziciční mikrometry, astronomické hodiny; doplněny jsou řadou učebních pomůcek a astronomických modelů. Je zde vystaven i 283 kg těžký úlomek arizonského meteoritu.

Popularizační práce a školní výuka astronomie probíhá v malém Zeissově planetáriu a ve dvou pozorovatelnách na volném prostranství vedle hvězdárny. V kopulích pozorovatelech jsou umístěny moderní Zeissovy dalekohledy: coudé refraktor o průměru 150 mm a reflektor o průměru 500 mm, používaný i pro astrofyzikální práce. Před několika lety byla zřízena též sluneční laboratoř: do zvláštního sálu pro 60 posluchačů se pomocí Jenschova coelostatu promítá obraz Slunce. Všem návštěvníkům je možno ukázat morfologii slunečních skvrn a spektrum Slunce. Činnost Archenholdovy hvězdárny je bohatá a také počet návštěvníků není malý: za rok navštíví hvězdárnu a planetárium asi 65 000 osob, zvláště školní mládeže.

Druhou naší zastávkou byl Astrofyzikální institut Akademie věd NDR v Postupimi, jedno ze špičkových světových astronomických pracovišť v počátcích rozvoje astrofyziky. Ústavem nás provázel prof. dr. J. Wempe. Po krátkém seznámení s historií ústavu jsme si prohlédli hlavní dvojitý refraktor observatoře o průměru 80 a 50 cm, který sloužil převážně k astronomickým a spektroskopickým pracím. 80 cm dalekohled je fotografický, čočka 50 cm dalekohledu je korigována pro vizuální část spektra. V dalších kopulích jsou umístěny 70 cm Schmidtova fotokomora, 40 cm reflektor a řada dalších přístrojů. V areálu observatoře se nachází sluneční Einsteinova věž, známá světová sluneční observatoř. Ve čtyřicátých letech bylo v Postupimi zahájeno systematické pozorování magnetických polí na Slunci. Dnešní pozorovací program observatoře je rozšířen o měření slunečního rádiového šumu a o hvězdnou fotometrii.

Observatoř Akademie věd NDR v nedalekém Babelsbergu byla posledním vědeckým ústavem, který jsme si za svého krátkého pobytu v NDR prohlédli. Je to stará německá hvězdárna, založená v roce 1915. V minulosti se zde prováděla systematická astrometrická pozorování — měření drah vizuálních dvojhvězd pomocí velkého 65 cm refraktoru a určování poloh hvězd pomocí meridiánových kruhů. V současné době, jak nás informoval dr. P. Notni, je tento program doplněn i o fotoelektrická pozorování proměnných hvězd, převážně typu PR Lyrae.

Hvězdárny v Postupimi a Babelsbergu se však nacházejí v těsné blízkosti několikamiliardového Berlína. Osvětlení města a zaprášené ovzduší způsobují, že řada pozorování se provádí na nové observatoři



Astrofyzikální observatoř v Postupimi.

Foto: Z. Pokorný

Akademie věd NDR v Tautenburgu pomocí velkého dvoumetrového dalekohledu a zde se získaný materiál zpracovává.

Náš pobyt v NDR nebyl dlouhý. Přesto však jsme měli možnost seznámit se se třemi význačnými astrofyzickými pracovišti a poznat metody jejich odborné i kulturně vzdělávací činnosti na poli astronomie. Jejich zkušenosti budou zcela jistě znamenat přínos i pro nás.

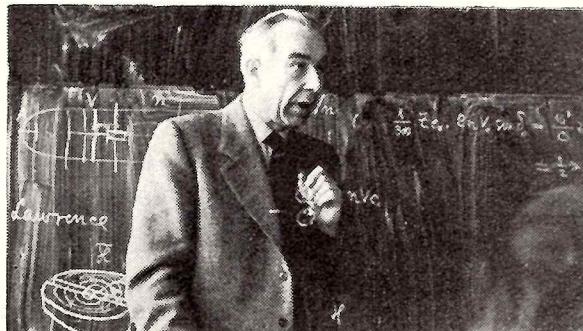
ZDENĚK POKORNÝ

Z výstavy J. Kepler a dnešek.



## ZA PROFESOROM DR. JÁNOM VANOVICOM

Dňa 25. februára 1973 nás postihla fažká strata, vo veku 66 rokov náhle — uprostred vedeckej a pedagogickej práce — zomrel univerzitný profesor RNDr. Ján Vanovič. Na jeho stole ostali nedokončené práce, posudky i recenzie a v posluchárňach čakajúci študenti. Neúprosná smrť vytrhla z našich radov vzácneho človeka a preto túto stratu nesieme všetci veľmi bolestne.



Narodil sa 17. 1. 1907 v Martine ako syn úradníka miestnej sporiteľne. Tu ukončil aj všeobecné vzdelanie, keď v roku 1926 maturoval na tamojšom gymnáziu. V rokoch 1926 až 1931 študoval elektrotechniku a neskôr matematiku a fyziku na Príroovedeckej fakulte Masarykovej Univerzity v Brne. Univerzitné štúdium ukončil v roku 1931. Neskôr nastupuje ako gymnaziálny profesor a pôsobí na niekoľkých bratislavských gymnáziách. V roku 1936 mu umožňuje vedúci Ústavu fyziky na Lekárskej fakulte v Bratislave vedecky pracovať. Venuje sa tu problematike spriahnutých kvadiel a v roku 1938 vykonáva rigorózne skúšky a získava hodnosť doktora prírodných vied.

V rámci pedagogickej činnosti uplatňuje svoje vedomosti i v oblasti vypracovávania nových učebníčkov fyziky pre vyššie triedy gymnázií. Vysoká úroveň týchto učebníčkov sa odrazila v ich viacnásobnom vydaní. Svoje bohaté skúsenosti na poli pedagogickom uplatňuje aj neskôr ako univerzitný profesor, kedy viedol autorský kolektív a jeho „Učebnica fyziky pre 2. ročník SVŠ“ vychádza s celoštátnou pôsobnosťou [v rokoch 1964, 1968 a tretie vydanie je v tlači].

Prof. Vanovič mimo pedagogickej a vedeckej práce aktívne pôsobil aj v Slovenskom národnom povstani, počas ktorého venoval svoje schopnosti organizačnej a riadiacej práci na povereníctve SNR pre školstvo. Dňa 7. 12. 1944 bol zatknutý gestapom

v Martine a transportovaný do Ružomberka a Bratislavu, kde ostal vo väzbe do 31. 3. 1945.

Začiatkom apríla v službách revolučného NV a po prevzatí bývalého Ministerstva školstva pôsobí ako prednosta druhého odboru na povereníctve školstva v Bratislave. V tomto čase bol menovaný profesorom fyziky na Pedagogickej fakulte UK, kde pôsobil až do konca augusta 1952. Potom bol preložený na novozriadenú Vysokú školu pedagogickú a ustanovený do funkcie dekana na fakulte prírodných vied. Od roku 1959 prešiel znova na Príroovedeckú fakultu na katedru fyziky a od r. 1961 na katedru jadrovej fyziky.

V poslednom období bola činnosť prof. Vanoviča zameraná na oblasť modernizácie fyziky s aplikáciou na stredoškolské kurzy. V uvedenej oblasti publikoval päť vedeckých prác, ktoré našli ohlas aj v zahraničí. Vedecká činnosť prof. Vanoviča je veľmi obsiahla, čo dokumentuje viac ako 20 vedeckých prác, skoro 70 populárnych a vedecko-populárnych článkov a množstvo ďalších akcií v tlači, rozhlasu a televízii.

Mimo pedagogickej oblasti a vedeckej práce venoval prof. Vanovič mnoho úsilia funkciám v rôznych komisiách a organizáciách. Bol členom vedeckých rôd VŠP PČUK a členom vedeckej rady Pedagogickej fakulty v Trnave a členom vedeckej rady Lekárskej fakulty, kde bol externým vedúcim na katedre fyziky. Bol fyzikálnym expertom Ústavu pre výskum vied a Onkologického výskumného ústavu. Od r. 1928 bol členom JČMF a v poslednom období úradujúcim predsedom JSMF a podpredsedom JČMF. Ako člen Slovenskej astronomickej spoločnosti od r. 1959 vykonával funkciu podpredsedu. Bol taktiež členom Slovenskej a Československej mierovej rady, ako i množstva ďalších organizácií a komisií. Za svoju bohatú a významnú činnosť boli mu udelené viaceré vyznamenania. V roku 1947 to bol Rad Slovenského národného povstania, ďalej čestné uznanie Socialistickej akadémie JČSMF a Československej astronomickej spoločnosti. V roku 1967 mu bola udelená strieborná medaila UK, v roku 1969 medaila k 25. výročiu SNP, v roku 1972 zlatá medaila UK a napokon v roku 1973 čestné uznanie rektora k 25. výročiu februára.

Prof. Vanovič ako vedec, pedagóg, organizátor, ale v prvom rade ako človek bol veľkým vzorom mladším pracovníkom a študentom. Bol ich nezistným radcom, spoľahlivým pomocníkom a dôsledným obhájom spravodlivosti.

Hoci prof. Vanovič odišiel z našich radov, jeho svetlá pamäťka ostáva naďalej v nás a bude sa šíriť medzi ďalšie generácie, čím jeho práca ostane na vždy živá tak, ako to v aule Univerzity pri poslednej rozlúčke s ním povedal rektor prof. MUDr. E. Huraj.

RNDr. PAVEL PALUŠ

## MARS 3 skúma planétu

Medziplanetárna automatická stanica Mars 3 bola vypustená 2. decembra 1971 na dráhu okolo Marsa, s minimálnou vzdialenosťou od povrchu planéty 1300 km, maximálnou 200 tisíc km. Pre meranie energetického spektra častic bol na stanici inštalovaný 8-kanálový spektrometer. Prístroj uskutočňoval merania po celej dráhe stanice k planéte a pokračoval vo svojej úlohe i na obežnej dráhe okolo Marsu. V blízkom okolí Marsu boli zaregistrované ióny s energiami 30—140 eV. Pri objavení sa takýchto „mäkkých“ iónov, sa zmenil tok iónov slnečného vetra s energiami väčšími než 500 eV. Pozorovaná zmena spektra zodpovedá zabrzdeniu toku slnečného

vetra približne na 200 km/s. v blízkosti Marsu. Medziplanetárna stanica zistila ostro vymedzenú oblasť okolo planéty, kde prichádza k spomínanému zbrzdeniu iónov.

Stanica občas registrovala výskyt druhotných častic s nízkymi energiami vo väčšej vzdialosti od planéty, čo by nasvedčovalo o kolísaní predpokladanej hranice zbrzdrovania iónov. Je pravdepodobné, že stanica pretína v týchto prípadoch nárazovú vlnu, vznikajúcu pri obtekaní Marsa slnečným vetrom nadzvukovou rýchlosťou.

Kosmickie issledovania 10, 1972, 3.

E. P.

Milimetre-  
milibary-  
tory

Atmosferický vzduch má svoju váhu, a preto tlačí určitou silou na zemský povrch a na všetko, čo sa na ňom nachádza. Na zemskom povrchu sa tlak vzduchu približne rovná 1 kg na štvorcový centimeter. Tomuto tlaku je vystavený aj človek. Atmosferický tlak však nečítme, a to preto, lebo je rovnomerne rozložený po celom tele a je vyrównaný vnútorným tlakom, ktorý vyplňa všetky naše orgány.

Z dávnych čias bolo až donedávna zaužívané vyjadrovať atmosferický tlak v milimetroch ortuťového stĺpca (mm Hg), čo súviselo s konštrukciou základného prístroja na meranie atmosferického tlaku – ortuťového tlakomeru (barometra). V ortuťových tlakomeroch sa atmosferický tlak vyrovňáva tlakom ortuťového stĺpca, pričom na základe zmien výšky ortuťového stĺpca sa môže usudzovať na zmeny atmosferického tlaku. Aby sme mohli porovnať údaje tlaku vzduchu na rôznych miestach, údaje tlakomeru sa prepočítavajú na  $0^{\circ}\text{C}$  a na hladinu mora.

V posledných desaťročiach sa tlak vzduchu častejšie ako v mm Hg vyjadruje v absolútnych jednotkách — v milibaroch (mb). Jeden milibar je tlak rovnajúci sa sile 1000 dýn (jedna dyna je sila, ktorá hmote 1 gramu udeľuje zrýchlenie  $1 \text{ cm/sec}^2$ ) pôsobiacej na ploche 1  $\text{cm}^2$ . Jeden milibar sa rovná približne 3/4

milimetra ortuti, alebo opačne, 1 milimeter ortuťového stĺpca zodpovedá približne 4/3 milibaru. Priemerný atmosferický tlak na hladine mora je blízky 760 mm Hg, čo sa približne rovná 1013 mb.

V posledných rokoch sa používajú v rámci jednotnej medzinárodnej sústavy jednotiek na vyjadrovanie atmosferického tlaku namiesto milimetrov ortufového stĺpca tory. Tor je jednotka tlaku rovnajúca sa hydrostatickému tlaku 1 mm vysokého stĺpca ortute ( $1 \text{ mm Hg} = 1 \text{ tor}$ ). Údaje tlaku vzduchu sa vysielajú na žiadosť majiteľov aneroidov (prístrojov na meranie tlaku vzduchu) z Bratislav, zo Sliača a z Košíc aj v rozhlasových poveternostných správach o 18.25 hod.

V našej oblasti vykazuje tlak vzduchu za ustáleného počasia slabo vyjadrený dvojity denný chod. Maximum dosahuje o 10. hodine predpoludním a o 22. hodine večer, minimum zasa o 16. hodine popoludní a o 04. hodine ráno. Najväčší rozkyv medzi maximom a minimom je za uvedených okolností približne 1 milibar. Okrem týchto pravidelných zmien tlaku vzduchu vyskytujú sa v dennom chode vo väčšine prípadov nepravidelné zmeny, ktorých rozpätie je obyčajne väčšie. Tieto zmeny môžu v našich zemepisných šírkach dosahovať v priebehu 24 hodín 10 až 20 milibarov. Spôsobujú ich atmosferické, tzv. tlakové poruchy. Tlak vzduchu sa mení nielen v závislosti od času, ale aj v závislosti od miesta a teploty.

Najpresnejší prístroj na meranie tlaku vzduchu je ortuťový tlakomer. Výhodnejší, ale menej presný prístroj na meranie tlaku vzduchu je kovový tlakomer — aneroid. Na nepretržité zaznamenávanie zmien tlaku vzduchu sa v meteorologickej službe používajú samopisné prístroje, tzv. barografy.

RNDR. PETER FORGÁČ

# K O M É T A

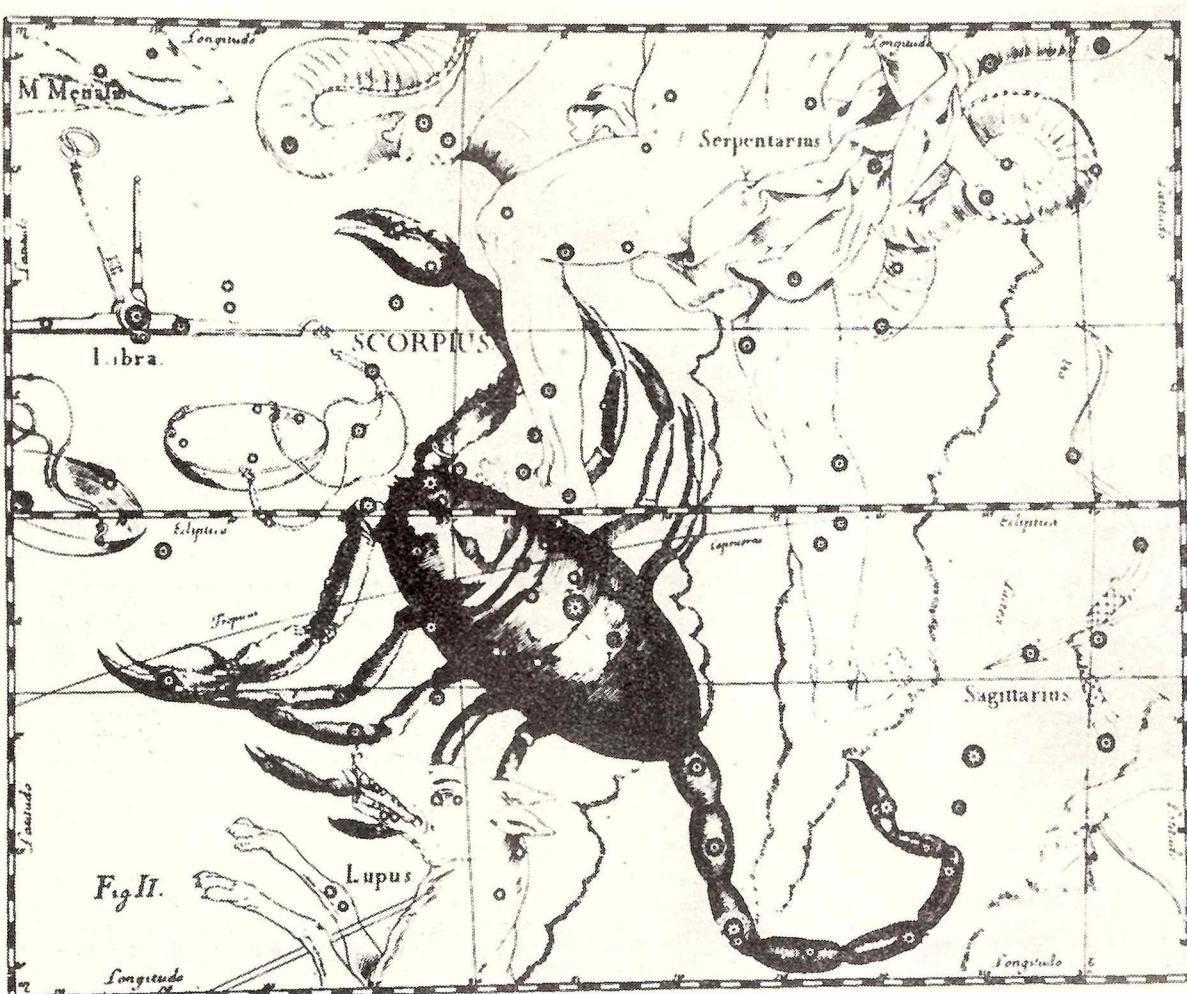
Názov kométa je odvodený z gréckeho slova „kometes“, čo znamená „dlhovlasý“. Kométy sú menšie kozmické telesá, ktoré spolu s malými planétikami a meteormi patria do Slniečnej sústavy a na rozdiel od nich sa pohybujú po výstredných elliptických dráhach, ktorých roviny sú sklonené k rovine ekliptiky dosť náhodne. Kométy sú pozorovateľné len pri ich priblžení sa k Slnku, a to spočiatku v tvare hmlistého objektu. Len veľmi málo komét je viditeľných voľným okom.

Kométy sa skladajú z jadra, kómy a chvosta. Podľa Whippleho jadrá sú konglomerátom pevných meteorických častíc pospájaných ľadmi rôznych prchavých látok. Rozmery jadier sú približne od 100 m do niekoľko kilometrov. Pri približovaní sa k Slnku v dôsledku slnečného žiarenia sa z povrchu jadra uvoľňujú plyny a vzniká plynný obal okolo jadra — kóma, ktorá začína vyžarovať vlastné svetlo vzbudené slnečným žiareniom. Pri väčšom priblížení sa kométy k Slnku plyn uvoľňovaný z jadra sa neudrží vo forme kómy, ale uniká z kométy (tlak slnečného žiarenia) obvykle v smere od Slnka a vzniká chvost, predstavujúci vlastne únik hmoty z kométy, ktorému malé komentárne jadro svojou gravitáciou ne-

môže zabrániť. Rozmery chvostov môžu byť až niekoľko miliónov kilometrov. Niektoré kométy z minulého storočia mali chvosty rozťiahnuté po celej oblohe. Čím je kométa k Slnku bližšie, tým je jej úkaz mohutnejší. Stredné hustoty komét neprerastajú  $1 \text{ g/cm}^3$ , čo nasvedčuje tomu, že nie sú to pevné telesá. Stredné hustoty chvostov sú len 10–100-krát vyššie ako hustota okolitého prostredia. Komy a chvosty sú vlastne vedľajšie produkty procesu rozpadu jadier.

Dráhy komét sú väčšinou elliptické, a len poruchami planét hlavne Jupitera a Saturna sa môžu zmeniť na paraboly alebo hyperboly. Podľa dĺžky obehu komety po vlastnej dráhe okolo Slnka rozdeľujeme komety na krátko-periodické (doba obehu pod 100 rokov) a dlho-periodické (nad 100 rokov). Tie komety, ktoré majú dobu obehu nad 200 rokov a výstrednosť blízke 1 sú označované ako parabolické. Počet pozorovaných komét v najbližšej dobe dosiahne už číslo 1000. K najznámejším kométam patria Halleyová s dobu obehu 76 rokov (naposledy bola pozorovaná v roku 1910), Enckevo s najkratšou dobou obehu 3.3 roka, Arend-Rolandová (jedna z najjasnejších v poslednej dobe) a iné.

— V. P. —



Súhvezdie Škorpióna v atlase J. Hevélia z roku 1609.

## *Obloha v júli a v auguste*

SLNKO vstupuje do známenia Leva 23. júla o 0 hod. 54 min. Vzdialenosť medzi Slnkom a Zemou dosiahne najväčšiu hodnotu, 1,0168 a. j., 3. júla. Slnko vstupuje do známenia Panny 23. augusta o 7 hod. 54 min. Začiatkom júla dosahuje dĺžka dňa 16 hodín, ku koncu augusta už iba 13 hod. 40 minút.

POLOTIEŇOVÉ ZATMENIE MESIACA nastane 15. júla. Začiatok zatmenia bude pozorovateľný na Tichom oceáne, v Severnej Amerike, v západnej časti Južnej Ameriky, v Antarktíde, v Austrálii a na In-

dickom oceáne. Koniec zatmenia bude možno pozorovať na Tichom oceáne, v Antarktíde, v Austrálii, na Indickom oceáne a v juhozápadnej časti Ázie. Z nášho územia nebudeme môcť sledovať zatmenie.

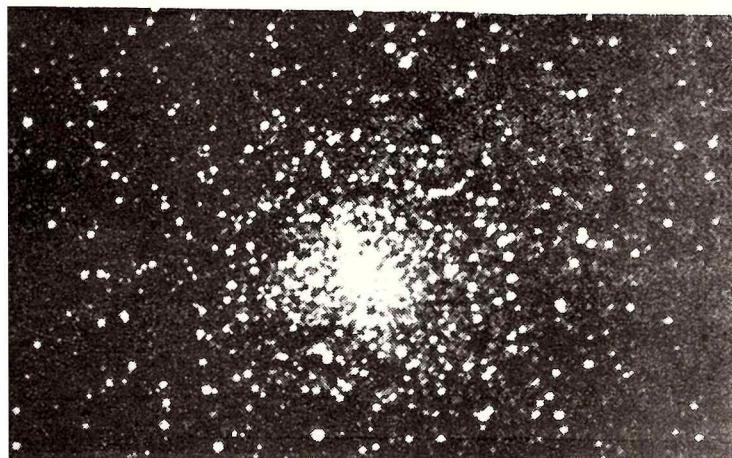
MESIAC vstupuje do polotieňa o 11 hod. 44 min Okamih najväčšej fázy zatmenia nastáva o 12 hod. 39 min. Mesiac vystúpi z polotieňa o 13 hod. 34 min. Maximálna fáza zatmenia dosiahne hodnoty 0,13 jednotiek mesačného priemeru.

MERKÚR je v júli nad obzorom večer v súhvezdí Raka. V auguste ho môžeme pozorovať ráno v súhvezdí Blížencov, neskôr v súhvezdí Raka. Planéta sa vzdialuje od nás z 0,58 na 1,35 a. j., pričom svoju jasnosť postupne zvýši z +2,8 na -1,4 hv. v.

VENUŠA prechádza súhvezdiami Raka, Leva a Panny. Po obidva mesiace ju môžeme pozorovať na oblohe večer. Zapadá okolo 21 hod. Planéta sa k nám priblíží z 1,56 na 1,21 a. j. a má jasnosť -3,4 hv. v.

MARS je v júli nad obzorom v druhej polovici noci. Nájdeme ho v súhvezdí Veľryby, neskôr v súhvezdí Rýb. Vychádza pred polnocou. V auguste planéta vychádza už zvečera a je nad obzorom až do rána. Pohybuje sa v súhvezdiach Rýb vo vzdialosti 0,90 až 0,57 a. j. od Zeme. Mars zmení svoju jasnosť z -0,1 na -1,2 hv. v.

Guľová hviezdomopa NGC 6093 (M-89).



JUPITER je po obidva mesiace v súhvezdí Kozorožca. Môžeme ho pozorovať takmer po celú noc. Konjunkcia Jupitera s Mesiacom nastane 16. júla o 22 hod. 54 min. Jupiter bude  $4^{\circ}$  južne od Mesiaca. Ďalšiu konjunkciu planéty s Mesiacom budeme môcť pozorovať 12. augusta o 22 hod. 24 min. Planéta bude  $3^{\circ}$  južne od Mesiaca. Jupiter sa pohybuje vo vzdialenosťi 4,08 až 4,21 a. j. od nás a má jasnosť  $-2,3$  hv. v.

SATURN nájdeme v júli na rannej oblohe v súhvezdí Býka. V auguste planéta vychádza okolo polnoci a je v súhvezdí Blížencov. Saturn žiari ako hviezda +0,3 hv. v. a je vzdialenosť od Zeme 9,50 a. j.

URÁN možno po obidva mesiace pozorovať na večernej oblohe v súhvezdí Panny. V júli zapadá okolo polnoci, v auguste o niečo skôr. Konjunkciu Uránu s Mesiacom môžeme pozorovať 7. júla o 21 hod. 24 min. Planéta bude  $6^{\circ}$  severne od Mesiaca. Urán sa vzdialuje od Zeme zo vzdialenosťi 18,20 na 19,13 a. j. Má ľasnosť  $+5,9$  hv. v

NEPTÚN je v júli nad obzorom v prvej polovici noci. Zapadá po polnoci. V auguste planéta zapadá pred polnocou. Môžeme ju pozorovať v súhvezdí Skorpióna. Neptún je vzdialý od nás 30 a. j. a žiare ako hviezda +7,7 by v.

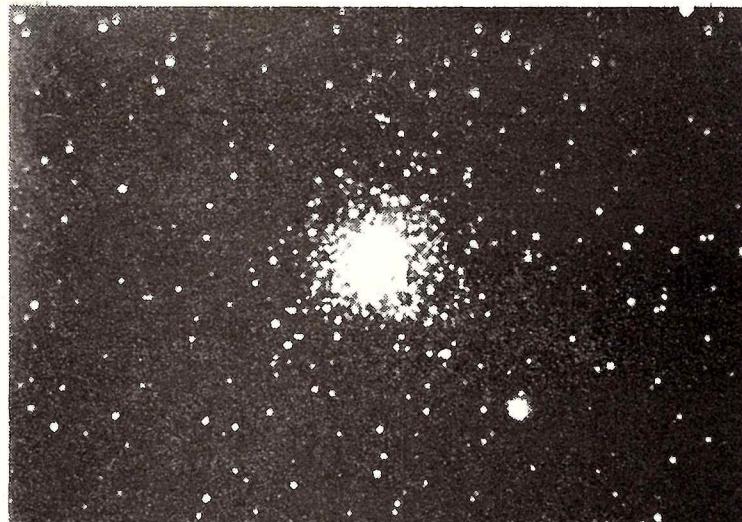
METEORY: roj Perseíd bude mať maximum 12. augusta. Predpokladá sa, že jeho výdatnosť bude asi 50 meteorov za hodinu.

ŠKORPIÓN (Scorpius, Sco) patrí medzi zvieratníkové súhvezdia južnej oblohy. Toto prekrásne súhvezdie z našich zemepisných šírok vidíme iba sčasti a jeho výraznosť je znížená malou výškou nad obzorom.

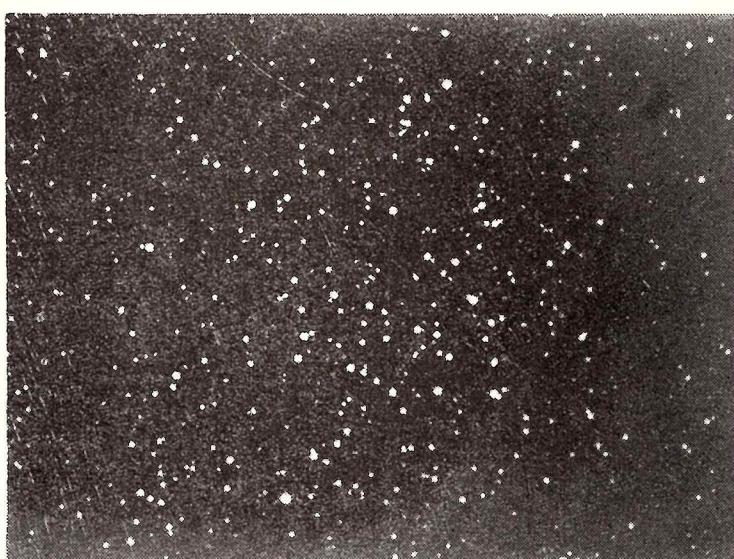
Najjasnejšou hviezdou súhviedia je  $\alpha$  Sco, známa pod menom Antares. Je to nadobor, ktorého priemer je 300-krát väčší ako priemer nášho Slnka. Hviezda mení polopriavidelné svoju jasnosť z 0,9 na 1,8 hv. v. v periode 1733 dní. Antares je vlastne dvojnásobnou sústavou. Zložka 6,5 magnitúdy je vzdialenosť od hlavnej hviezdy 3". Sústava je od nás vzdialenosť 400 svetelných rokov. El Acrab,  $\beta$  Sco, je dvojhviezda, ktoréj zložky majú zdanlivú jasnosť 2,9 a 5,1 hv. v. a sú od seba vzdialenosť 13,7". Ich absolútuna jasnosť je  $-3,4$ , a  $-1,2$  hv. v. Jasnejšia hviezda má ešte ďalšieho sprievodcu s jasnosťou 10 hv. v., ktorý je od nej vzdialenosť 0,8", a sama je ešte navyše spektroskopickou dvojhviezdom. Celá táto štvornásobná sústava je od nás vzdialenosť 550 svetelných rokov. Dzuba,  $\delta$  Sco, je podobor vzdialenosť od nás 300 svetelných rokov. Hviezda má zdanlivú jasnosť  $+2,4$  hv. v. Shaula,  $\lambda$  Sco, má absolútuna jasnosť  $-2,4$  hv. v., zdanlivú  $+1,6$  hv. v. Hviezda je od nás vzdialenosť 220 svetelných rokov. Zmeny v spektri tejto hviezdy svedčia o jej neviditeľnom sprievodcovi, ktorý obieha Shaulu za 5,6 dňa.

Z premenných hviezd môžeme v súhvezdí Škorpióna pozorovať hneď niekoľko.  $\delta$  Sco je premenná hvieza typu  $\beta$  CMa. Jasnosť mení od 3,0 do 3,8 hv. v. v priebehu 0,247 dňa. Premenná hvieza  $\mu$  Sco je typu  $\beta$  Lyrae s periodou 1,44 dňa. Hviezda mení jasnosť v intervale 3,0 až 3,3 hv. v. RR a RS Sco sú dlhoperiodické premenné hviezdy s periódami 280 a 320 dní. Jasnosť menia od 5,0 do 12,4 a od 6,2 do 13,0 hv. v. BM Sco je poloprávidelná premenná hvieza 6,8 až 8,7 hv. v. s periódom 850 dní. V 453 Sco je ďalšia premenná hvieza typu  $\beta$  Lyrae, ktorá menej jasnosť od 6,5 do 7,0 hv. v. s periódom 12,0 dní.

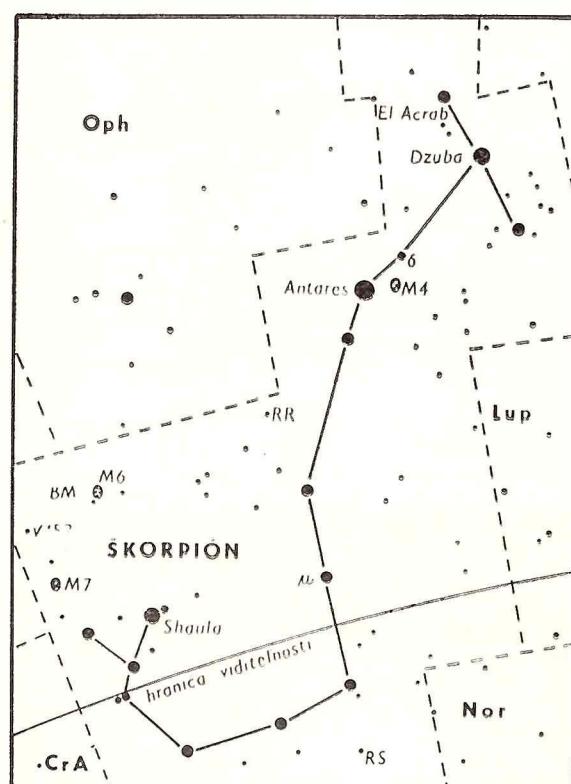
Z viacerých jasných hviezdokôp môžeme od nás dobre pozorovať iba guľovú hvezdokopu M4. Jej integrálna jasnosť je 5,2 hv. v. Má zdanlivý priemer  $20''$  a je od nás vzdialenosť 2600 parsekov. V súhviedzí sa nachádzajú dve jasné otvorené hviezdokopy M6 a M7. Jasnosť prvej z nich je 5,3 hv. v. Má priemer  $40''$  a je od nás vzdialenosť 400 parsekov. M7 má priemer  $1''$ , jasnosť 4,9 hv. v. a leží vo vzdialenosťi 250 parsekov od nás.



### **Gulová hviezdokona NGC 6121 (M-4)**

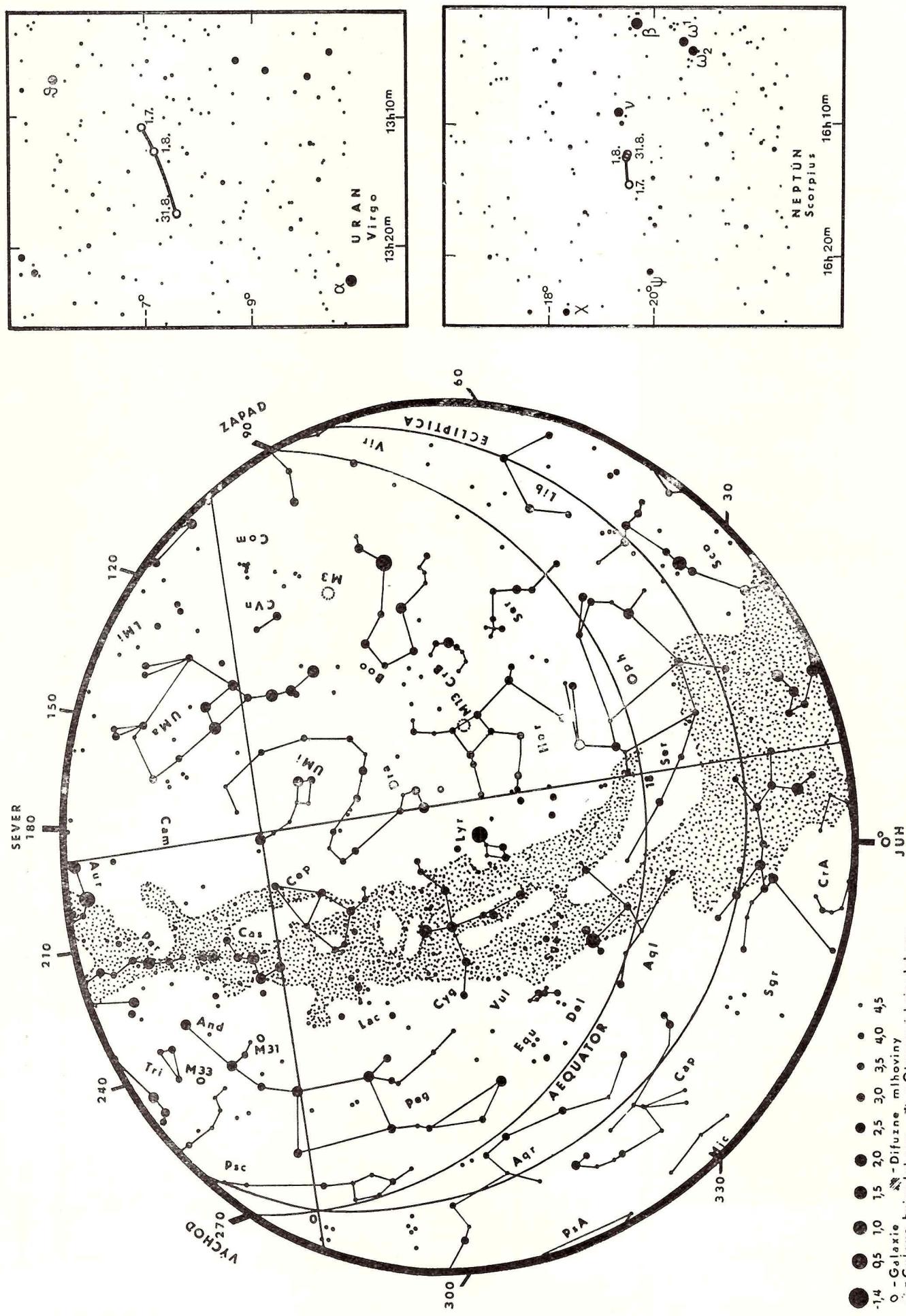


## Otvorená hviezdokopa M-6



1. VII. o 20,00; 1. VIII. o 22,00; 31. VIII. o 24,00.

## OBLOHA V JÚLI A V AUGUSTE



## VÝCHODY A ZÁPADY SĽINKA A MESIACA

Deň	Slnko			Mesiac			Slnko			Mesiac		
	východ	západ	východ	západ	Deň	východ	západ	východ	západ	Deň	východ	západ
	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
2. VII.	3 44	19 49	6 08	21 04	3. VIII.	4 19	19 19	10 11	20 55	7. VII.	9 26	I
6. VII.	3 47	19 48	11 18	22 30	7. VIII.	4 25	19 13	14 41	22 55	15. VII.	12 56	spln
10. VII.	3 51	19 46	15 50	—	11. VIII.	4 30	19 06	17 37	1 34	23. VII.	4 58	III
14. VII.	3 55	19 43	19 04	2 42	15. VIII.	4 35	18 59	19 05	6 05	29. VII.	19 59	nov
18. VII.	3 59	19 39	20 41	7 06	19. VIII.	4 40	18 51	20 36	10 54	5. VIII.	23 27	I
22. VII.	4 04	19 34	22 03	11 49	23. VIII.	4 46	18 43	23 54	15 33	14. VIII.	3 17	spln
26. VII.	4 09	19 29	—	—	27. VIII.	4 52	18 36	3 54	17 54	21. VIII.	11 23	III
30. VII.	4 14	19 24	5 00	19 29	31. VIII.	4 58	18 28	9 02	19 21	28. VIII.	4 26	nov

Prerušenia na krivkách zobrazujúcich dráhy Merkúra, Venuše a Marsu označujú polohy planét v dňoch 15. VII., 1. VIII. a 15. VIII. Polohy ostatných planét sú označené jedným symbolom. Hrubé číary nad a pod obrázkom určujú viditeľnosť časti oblohy v dňach hodinách.

18 — 20

20 — 22

22 — 24

18 — 20

20 — 22

22 — 24

18 — 20

20 — 22

22 — 24

18 — 20

20 — 22

22 — 24

18 — 20

20 — 22

22 — 24

18 — 20

20 — 22

22 — 24

18 — 20

20 — 22

22 — 24

18 — 20

20 — 22

22 — 24

18 — 20

20 — 22

22 — 24

18 — 20

20 — 22

22 — 24

18 — 20

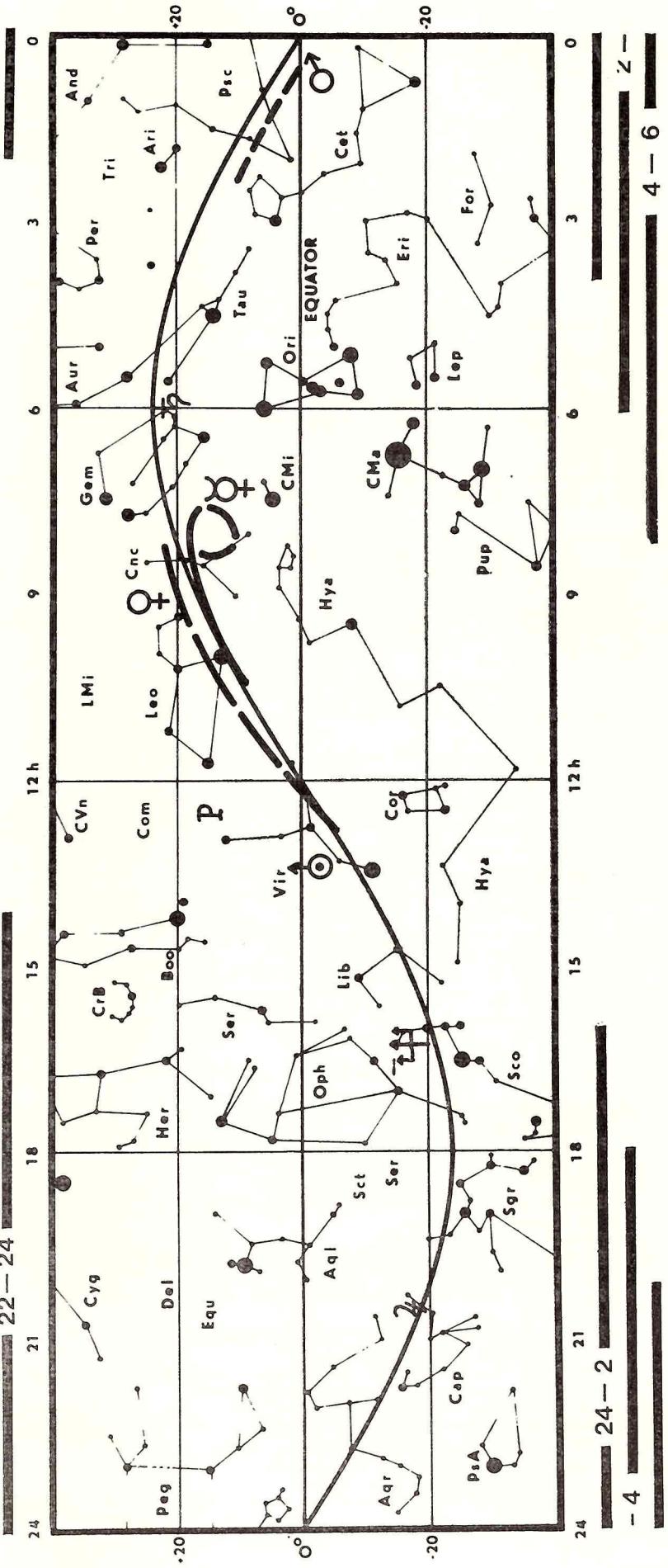
20 — 22

22 — 24

18 — 20

20 — 22

22 — 24



# Viete, že...

... najviac výtačkov prvého vydania Kopernikovho De Revolutionibus Orbium Coelestium z roku 1543 vlastnia USA, a to v počte 44? Po nich nasleduje NSR s 30 výtačkami, Veľká Británia má 20, NDR 15, Poľsko 12, ZSSR, Francúzsko a Taliansko 8, ČSSR, Švédsko, Rakúsko a Holandsko 3, Španielsko 2 a Dánsko, Maďarsko a Monaco 1.

## OBSAH

- E. PAJDUŠÁKOVÁ: Heliocentrický systém Mikuláša Kopernika  
Z. POKORNÝ: Chemické složenie planetárnych atmosfér  
J. OLMR: Identifikace rádiových zdrojů  
F. HESEK: Problém čistoty ovzdušia v Bratislave  
J. ZVERKO: Astrofyzika  
M. ŠOVAN: Poznávanie tvaru a rozmerov Zeme  
M. PETROVIČ: Koľko bude mať tento rok sekund?  
M. DUJNÍČ: Luna 20 — vynikajúci úspech sovietskej kozmonautiky  
I. CHROMEK: História a perspektívy amatérskej astronomie v Stredoslovenskom kraji  
J. FABRICIUS: Kozmický program SKYLAB  
P. PALUS: Za profesorom dr. Jánom Vanovičom  
E. PITTIKH: Mars 3 skúma planétu  
E. PITTIKH: Obloha v júli a v auguste

## СОДЕРЖАНИЕ

- Л. ПАЙДУШАКОВА: Гелиоцентрическая система Микулаша Коперника  
З. ПОКОРНЫЙ: Химический состав планетных атмосфер  
И. ОЛМР: Идентификация радиоисточников  
Ф. ХЕСЕК: Проблема чистоты атмосфера в Братиславе  
И. ЗВЕРКО: Астрофизика  
М. ШОВАН: Познавание формы и размеров Земли  
М. ПЕТРОВИЧ: Сколько будет секунд в этом году?  
М. ДУЙНЧИЧ: Луна 20 — выдающийся успех советской космонавтики  
И. ХРОМЕК: История и перспективы любительской астрономии в Среднесловакской области  
И. ФАБРИЦИУС: Космическая программа СКИЛАВ  
П. ПАЛУШ: За профессором др. Яном Вановичом  
Э. ПИТИХ: Марс 3 исследует красную планету  
Э. ПИТИХ: Небо в июле и в августе

## CONTENTS

- E. PAJDUŠÁKOVÁ: The heliocentric system of Nicolaus Copernicus  
Z. POKORNÝ: Chemical composition of the planetary atmospheres  
J. OLMR: Identification of radio sources  
F. HESEK: The problem of the air contamination in Bratislava  
J. ZVERKO: The astrophysics  
M. ŠOVAN: Investigations of the shape and dimensions of the Earth  
M. PETROVIČ: How many seconds will this year consist of?  
M. DUJNÍČ: Luna 20 — an outstanding achievement of the Soviet cosmonautics  
I. CHROMEK: The history and prospects of the amateur astronomy in Middle-Slovakian District  
J. FABRICIUS: The cosmic program SKYLAB  
P. PALUS: Profesor Ján Vanovič (Obituary)  
E. PITTIKH: Mars 3 investigates the red planet  
E. PITTIKH: The sky in July and August

... prvý meteorit na území dnešného Sovietskeho zväzu našli v roku 1749 na brehu rieky Jenisej? ... odvtedy našli na území ZSSR 143 meteoritov? ... na odfotografovanie celej oblasti ekliptiky 254 cm reflektorm na Mount Wilson v USA by bolo treba 100 rokov ustanoveného fotografovania počas každej jasnej a bezmestačnej noci?

... sinusoidálne kolísanie pulzara NP 0532 si niektorí astronómovia vysvetlujú vplyvom planéty obiehajúcej okolo neho? Ak sú ich výpočty správne, malo by ísť o planétu s hmotou  $6 \times 10^{24}$  g obiehajúcou raz za tri mesiace vo vzdialosti 60 miliónov km okolo pulzara.

... v prvej polovici nášho storočia Mars pripomína astronómom našu Zem? Súčasné výsledky z automatických sond typu Mariner a Mars ukazujú, že Mars je skôr vyschnutou a starou planétou. B. Murray v januárovom čísle časopisu Scientific American kritizuje aj tieto najnovšie výsledky, pričom tvrdí, že Mars sa pravdepodobne iba teraz začína vyvíjať na planétu podobnú Zemi.

... prvým človekom, ktorý zaznamenal existenciu dnes známeho meteorického roja Leoníd, bol v roku 900 utrechtský biskup Radbod?

... dnes známou premennou hviezdom s najkratšou periódou je zákrytová premenná hviezd AM Canum Venaticorum? Jej perióda je 17 minút 31 sekund.

... Mariner 9 počas svojej činnosti od 13. novembra 1971 do 27. októbra 1972 vyslal na Zem 7329 fotografií povrchu Marsu?

... belgický astronóm J. Meeus vypočítal, že až do roku 3500 sa bude dĺžka zíma v dôsledku perturbácií zemskej dráhy skracovať? V roku 1000 trvala zima 89,47 dňa, v roku 2000 bude trvať 88,99 dňa a v roku 3000 potrvá zima 88,74 dňa. Po roku 3500 sa bude dĺžka zíma opäť predĺžovať.

— MD —

Na titulnej strane: Hmlovina „Konská hlava“ v Orióne.

Na zadnej strane obálky: Celooblohomá komora inštalovaná na meteorologickej veži observatória AÚ SAV na Skalnatom Plese.  
Foto: Antal

## Z OBSAHU BUDÚCEHO ČÍSLA:

- Z histórie zatmenia Slnka
- Krabí mlhovina
- Vplývajú morské prúdy a ladvorce na počasie?
- Apollo a veda

KOZMOS — Vydiava Slovenská ústredná hvezdáreň 947 01 Hurbanovo vo Vydavateľstve OBZOR, n. p., ul. Čs. armády 29/a, 893 36 Bratislava. Za časopis zodpovedajú: Milan BÉLIK, riaditeľ SÚH. Vedúci redaktor: Martin BREZINA. Grafická úprava: Dušan KALMANČOK. Redakčná rada: RNDr. Eudmilá PAJDUŠÁKOVÁ, CSc. (predsedkyňa), RNDr. Elemír CSERE, Štefánia FIALKOVÁ, RNDr. Peter FORGÁČ, Igor CHROMEK, Ing. Štefan KNOŠKA, Otilia PAVLÍKOVÁ, Ivan MOLNÁR, prom. fyzik, Ing. Michal PETROVIČ, Ing. Štefan PINTÉR, RNDr. Eduard PITTIKH, CSc., RNDr. Július SÝKORA, CSc. Adresa redakcie: 947 01 Hurbanovo, Hlavná 173. Telefón: 24-84. Tlačia: Nitrianske tlačiarne, n. p., Nitra, ul. R. Jašíka 26. Vychádza 6 ráz do roka v každom párnom mesiaci. Uzávierka rukopisov v každom nezápornom mesiaci do 10.-ho. Rukopisy sa nevracajú. Cena jednotlivého čísla Kčs 4,—, ročné predplatné Kčs 24,—. Rozšíruje PNS. Objednávky prijíma každá pošta a poštový doručovateľ. Objednávky do zahraničia vybavuje PNS, ústredná expedícia tlače, Gottwaldovo nám. 48, 884 19 Bratislava.

Index. číslo: 46257

Reg.: SÚTI 9/8



▲  
Záznam preletu meteoru kamerou Tesar 50/2,8.

▼  
Záznam preletu jasného meteoru na filme z celooblohoej komory.

