

KOZMOS

2001
ROČNÍK XXXII.
Sk 30,-

1

Mars:
mokrý
alebo suchý?

Obor
na Kolonickom
sedle

• Čas je iba (velká) ilúzia • Neviditeľné dimenzie vesmíru •

Oceán slanej vody na Ganymede



Oblast Arbela Sulcus zo vzdialenosť 3700 km na snímke sondy Galileo.

Ganymedes, najväčší mesiac v Slnečnej sústave, väčší ako planéty Pluto a Merkúr, má vraj vodu. Že okrem Jupiterových mesiacov Callisto a Europa je voda aj na Ganymede, sa hovorí a nesmelo aj píše už takmer dva roky. Ale séria útvarov, ktoré odborníci pripodobňujú k snímkam Europe, túto teóriu silne podporuje, a asi dosť dlho aj podporovala bude, ak astronómovia nevyrukujú s novými vysvetleniami týchto útvarov. A dovtedy si budeme hovoriť, že pod tenkou zamrznutou škrupinkou veľkého slaneho oceána je na Ganymede voda.

Touto teóriou sa zaoberali aj účastníci stretnutia Americkej geofyzikálnej únie v San Franciscu. Výskumníci z Brownovej univerzity a Nemeckého centra pre kozmonautiku (DLR) v Berlíne tu totiž publikovali práve spomínané snímky ľadového (a vodného?) sveta na Ganymede. Na nich je jasne viditeľný pomerne hladký svetlý pás, pripomínajúci rovnaké obrazce na susednej ľadovej Europe, ktoré pretína starší terén, kde je oveľa viac kráterov, väčšinou impaktných, čo by napovedalo, že to sú oveľa staršie oblasti. Rozlíšenie na týchto snímkach je až 28 metrov na pixel, čo by mohlo potvrdzovať, že sú to oblasti, kde mohla voda alebo kašovitý ľad prenikať cez trhliny v ľadovej kôre Ganymeda. Pretiahnuté línie, podobné diaľniciam, pripomínajú lineárne trhliny na Europe, kde sa tiež predpokladá existencia hlubokého vodného oceánu.

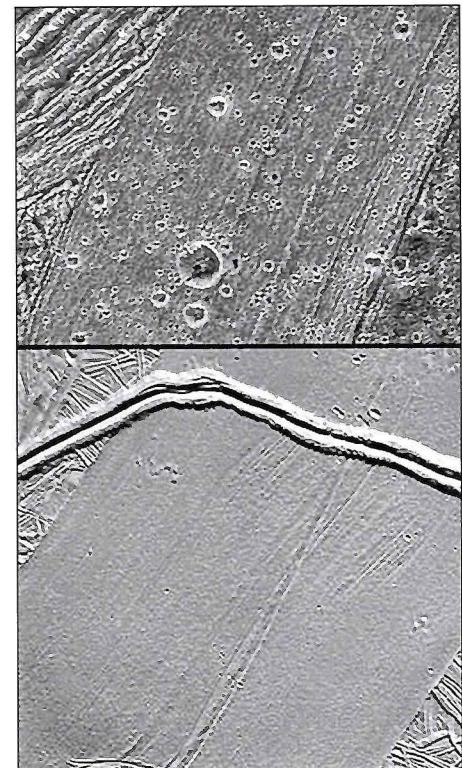
Práve dostatočne silná vrstva slanej vody niekde pod ľadovou kôrou Ganymeda by najlepšie vysvetlila magnetické záznamy, ktoré zaznamenala sonda Galileo pri najtesnejšom prelete pred pol rokom. Mesiac má svoje vlastné silné magnetické pole namiesto sekundárneho, indukovaného Jupiterom, typické pre jeho menších susedov Calisto a Europu, pri ktorých bola hypotéza o existencii slaných podpovrchových oceánov už oveľa skôr všeobecne prijatá. Indukované magnetické pole Ganymeda ale taktiež potrebuje na svoj vznik vo svojom vnútri oveľa lepšie vodivý materiál než len zamrznutý ľad. Mohla by to byť práve niekoľko-kilometrová silná vrstva slanej vody, začínajúcej v hĺbke asi 200 kilometrov.

„Existenciu slaného oceána môžu potvrdzovať aj druhy minerálov zistené na základe meraní infračervenej odrazivosti povrchu Ganymeda, ktorý je pokrytý množstvom ľadu a inovate roztrúsnenej ako na tmavých plániach, tak aj v mladších a svetlej-

ších terénoch,“ tvrdí Dr. Thomas McCord, geofyzik z Havajskej univerzity v Honolu.

McCord na základe údajov z infračerveného spektrometra na palube Galilea určil povrchové minerály Ganymeda: Časti plôch tvoria slané minerály, ktoré mohli byť vystavené účinkom vody na povrchu alebo pod ním. Sú podobné hydratovaným minerálom na Europe, ktoré pravdepodobne prerazili cez trhliny. Infračervené svedectvá nám ale nemôžu podať dôkaz, či oceán pod povrchoom Ganymeda pretrval dodnes.

„Svetlé zlomové pruhy na tmavej pláni a ohromujúca oblasť Arbela Sulcus napovedajú, že Ganymedes je možno oveľa viac podobný ľadovej Europe, než sme doteraz predpokladali,“ tvrdí Robert Pappalardo, planetárny odborník z Brownovej univerzity. Arbela Sulcus je dosť plochý a jasný pás, ktorý prochádza cez starší terén, na ktorom je viac kráterov. Nové snímky s vysokým rozlíšením ukazujú takmer nebatateľne pozdižne



Hore Arbela Sulcus na Ganymede, dole podobný pás na snímke Europa.

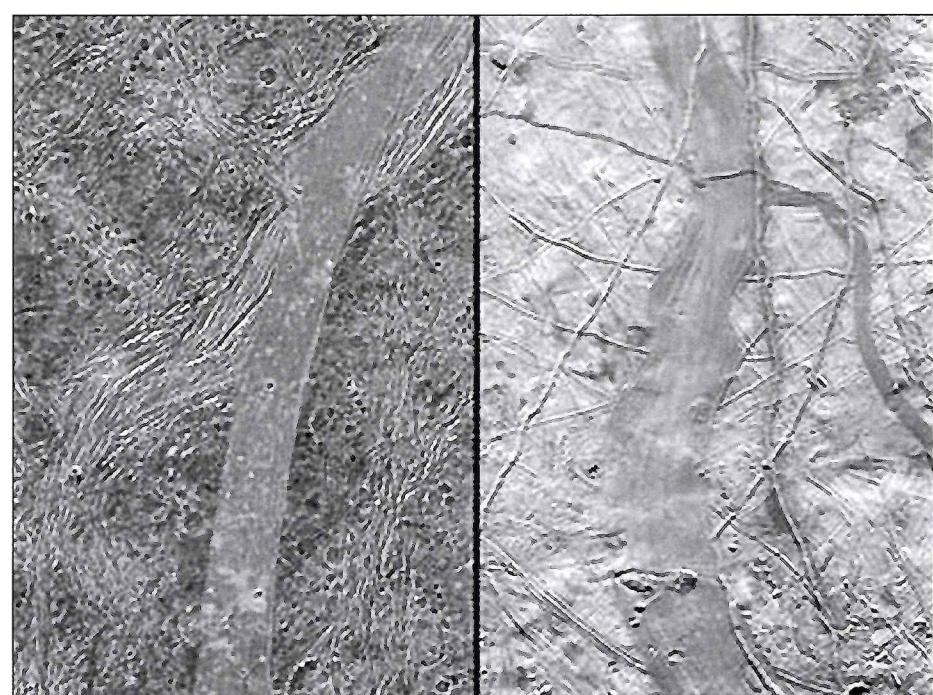
pruhy. Možno sa Arbela Sulcus sformovala oddeľene od Ganymedovho ľadového panciera, čo je typické pre mnohé útvary na Europe.

Prirodzená rádioaktivita vo vnútri kamenného jadra produkuje teplo, ktoré udržuje podpovrchovú vodu, vyskytujúcu sa v hĺbkach okolo 150 až 200 kilometrov, v kvapalnom stave. Je to rozdiel oproti Europe, kde sa teplo vytvára slapovými sialami generovanými Jupiterom.

„Bol by som prekvapený, keby Ganymedes naozaj nemal oceán, ale to ešte neznamená, že jeho prítomnosť jasne vyplýva zo získaných údajov,“ komentoval súčasný stav Dr. Dave Stevenson.

Podľa internetových stránok –ml-

Vľavo Ganymedes (Arbela Sulcus), vpravo Europa.



TÉMY ČÍSLA

- 3 Čas je iba (velká) ilúzia / Stefan Klein**
- 9 AKÁ JE VLASTNE ČERVENÁ PLANÉTA? MOKRÁ, ALEBO SUCHÁ? Martanské mystéria na pokračovanie; Martanské usadeniny**
- 12 Neviditeľné dimenzie vesmíru / Nima Arkani-Hamed, Savas Dimopoulos, Georgi Dvali; Struny a supersymetria / Rikard von Unge, Josef Kluso (str. 15 – avizo článku napísaného pre časopis Kozmos, ktorý uverejníme nebudúce)**
- 16 Vihorlatská hvezdáreň má najväčší dalekohľad na Slovensku / Igor Kudzej**
- 19 Žeň objevu 1999 / Jiří Grygar**
- 16 Špecifické vlastnosti častíc kozmického prachu (a ich dôsledky) / Miroslav Kociľaj**

RUBRIKY

- 18 NIELEN PRE ZAČIATOČNÍKOV / Stránka pre začínajúcich astronómov (12) / Milan Rybanský**
- 28 POZORUJTE S NAMI / Obloha v kalendári (február – marec 2001) / Pavol Rapavý, Michal Prorok; Kalendár úkazov a výročí (december – január 2001) (str. 31)**
- 32 VÝZNAMNÉ OSOBNOSTI UPLYNULÉHO TISÍCROČIA / Tycho Brahe / Ladislav Druga**
- 36 SLNEČNÁ AKTIVITA (október – november 2000) / Milan Rybanský**

AKTUALITY

- 2 Objav prvého magnetaru; Najbližšia neutrónová hviezda**
- 8 Odkiaľ sa berú...; Objav zaujímavej planétky / Ulrika Babiaková; Děsně moc planetek (20 000) / Jana Tichá**
- 23 Empedoklov big bang**
- 2. ob. Oceán slanej vody na Ganymede**
- 3. ob Čiernu dieru v centre našej Galaxie kŕmi supernova!**

RÓZNE

- 21 Paralaktická montáž GS / Milan Kamenický**
- 34 Za RNDr. Reginou Podstanicou, CSc. / Miroslav Znášik**

ZA ZATMENÍM SLNKA DO ZAMBIE

Záujemcov o zatmenie Slnka v Afrike upozorňujeme na služby cestovnej agentúry BUBO Travel Agency. Ponuka agentúry BUBO je približne o polovicu lacnejšia ako ponuky zahraničných agentúr.

Najlacnejší variant: ubytovanie v pohodlnom lodge 10 km od Lusaky (4 izby) s polpenziou (10×), doprava z letiska a na letecku, slovenský sprivedca a víza. Cena: 840 USD (36 800 Sk) plus letenka (cca 24 000 Sk).

Drahší variant: to isté čo pri lacnejšom variante, plus výlet do Národného parku Kafue (doprava, ubytovanie v kempe, strava) a výlet do Livingstone k vodopádom Vic. Vstup do parkov si každý hrádží sám (cca 5 USD). Cena: 1010 dolárov (cca 45 000 Sk plus letenka).

V prípade skupiny od 15 ľudí vyššie, možno získať aj lacnejšie letenky.

V prípade akceptovania ponuky bude treba urýchlene zaplatiť zálohu, pretože o ubytovanie a iné služby je veľký záujem.

Ponuka pre západné pobrežie Angoly v pásmu totality je o 30 % drahšia.

Kontakt:

BUBO Travel Agency

Župné námestie 3

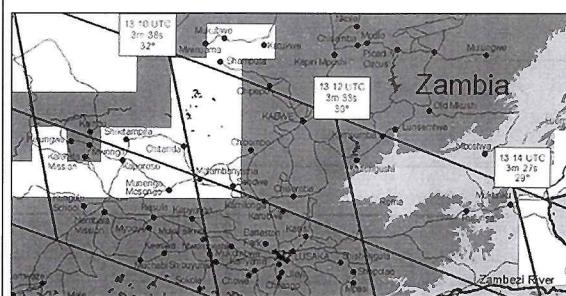
811 03 Bratislava

e-mail: lubos.fellner.bubo.sk

mobil: 0905 421 836

Telefón: 54418720

fax: 54418719



PODUJATIA / POZOROVANIA

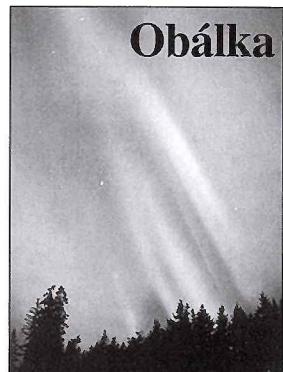
- 30 ÚPLNÉ ZATMENIE MESIACA v Partizánskom / Ján Horňák; v Rimavskej Sobote / Pavol Rapavý**
- 33 Prázdniny za brúsnymi stojanmi / Vladimír Mešter; CCD kamera v Partizánskom/ Peter Kušnírak**
- 34 Seminár 30 rokov SZAA / Pavol Rapavý; Zraz mladých astronómov Slovenska; Perzeidy v Hurbanove; Na prelome milení / Pavol Rapavý; Poznajte vesmír na vlastné oči; Môj prvý výstup hviezdy / Peter Klúčovský; Začal to Galileo Galilei; Leto v Kolonickom sedle / Michal Maturkanič; Announcement of IAYC 2001; Otvorenie 16. cyklu Pomaturitného štúdia astronómie**



Vydáva: Slovenská ústredná hvezdáreň v Hurbanove, Národné metodické centrum. Adresa vydavateľa: Slovenská ústredná hvezdáreň, 947 01 Hurbanovo, tel. 0818/760 24 84, fax 0818/760 24 87. Za vydavateľa zodpovedný: Ing. Teodor Pintér. • **Redakcia:** Eugen Gindl – šéfredaktor, Milan Lackovič – grafický redaktor, Tomáš Mikoviny – redaktor, Lídia Priklerová – sekretár redakcie, Mária Štefániková – jazyková redaktorka. Adresa redakcie: Konventná 19, 811 03 Bratislava, tel./fax 07/544 141 33, e-mail kozmos@nextra.sk. • **Redakčný kruh:** doc. RNDr. Mária Hajdúková, CSc., RNDr. Ladislav Hric, CSc., RNDr. Drahomír Chochol, CSc., doc. RNDr. Ladislav Kulčár, CSc., RNDr. Bohuslav Lukáč, CSc., RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc., RNDr. Daniel Očenás, RNDr. Pavol Rapavý, RNDr. Ján Svoření, DrSc., RNDr. Juraj Zverko, DrSc. Predsedu redakčného kruhu RNDr. Milan Rybanský, DrSc. • **Tlač:** Tlačiareň GARMOND a.s., ul. gen. Svobodu 1099/58, 958 30 Partizánske, tel. 0815/493 111. • **Vychádzka:** 6x do roka. Neobjednané rukopisy nevracieame. Cena jedného čísla 30,- Sk/Kč. Pre abonentov ročne 150,- Sk/Kč vrátane poštovného. Distribúcia: Ústredná expedícia a dovoz tlače, Pribinova 25, 813 81 Bratislava. **Predplatitelia:** V Čechách A.L.L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1, tel. 663 114 38, na Slovensku L. K. Permanent, Hattalova 12, 831 03 Bratislava, tel. 44 453 711. Podávanie novinových zásielok povolené Riadiťstvom poštovéj prepravy Bratislava, pošta 12, pod číslom 152/93. V Čechách rozširuje A. L. L. Productions, P. O. Box 732, 110 00 Praha 1. Podávanie novinových zásielok v Čechách bolo povolené Českou poštu, s.p. OZSeČ Ústí nad Labem, 19. 1. 1998, pod číslom P-291/98. Indexné číslo: 498 24. Reg. číslo: 9/8. © Ministerstvo kultúry SR, Bratislava 1998. Zadané do tlače 20. 1. 2001

ISSN 0323 – 049X

Obálka



Objav prvého magnetaru

Astronómovia získali nové dôkazy o existencii magnetarov, bizarrej odrody neutrónových hviezd, ktoré majú neuvieriteľne silné magnetické polia.

Astronómovia z Utrecht University v Holandsku a kalifornského Caltechu oznamili optický objav zvláštneho röntgenového pulzaru, ktorý má vlastnosti doteraz hypotetického magnetaru.

Opticky pozorovateľné teleso je totožné so zdrojom röntgenového žiarenia 4U 0142+61. Objavili ho na snímkach získaných dvomi 10-metrovými teleskopmi Keck I a II na Havaji v rokoch 1994 a 1999. Poloha hviezd, rozlíšiteľnej na snímkach z Kecku, je totožná z pozícii 4U 0124+61 a je najjasnejšou zo všetkých doteraz objavených objektov typu AXP (Anomalous X-ray Pulsars/zvláštne röntgenové pulzary).

Objekty AXP sa prezrádzajú pravidelnými pulzami röntgenového žiarenia. Až v tomto roku sa hvezdári rozhodli zaradiť tieto objekty definitívne medzi pulzary, rýchle rotujúce neutrónové hviezdy, ktoré vyžarujú pulzy energie najčastejšie v rádiovej oblasti. Röntgenové pulzary sú oveľa zriedkavejšie.

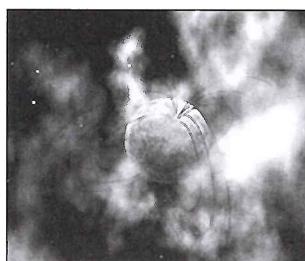
Objav viditeľného pulzaru umožnil astronómom definovať dva možné zdroje pulzujúcej energie: prvým by mohol byť akrečný disk hmoty, ktorý krúži okolo pulzaru už od jeho vzniku po výbuchu supernovy; druhým zdrojom by mohlo byť mimoriadne silné magnetické pole generované pulzaram. Iné vysvetlenia sa vylúčili, pretože svietivosť neutrónovej hviezdy, vypočítaná z pôvodných modelov akrečného disku, bola oveľa vyššia ako v skutočnosti.

Druhý, dnes prijatý model, je pravdepodobnejší: röntgenové žiarenie produkuje silná magnetosféra, generovaná pulzaram. Síla magnetického pola sa odhaduje na miliardu gaussov! Magnetické pole Slnka, najsilnejšie magnetické pole našej Slnčnej sústavy, má sotva 1000 gaussov, magnetické pole Zeme menej ako 1 gauss!

Teórie, ktoré predpovedali existenciu tak silne zmagnetizovaných pulzarov (vedci ich nazvali magnetarmi), majú už desať rokov. Pomocou týchto teórií vysvetlili vedci aj mechanizmus pul-

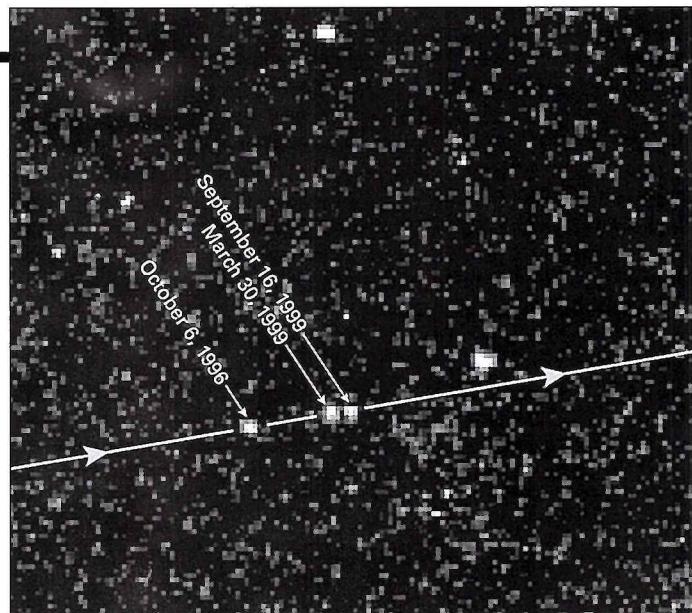
zov žiarenia gama, nazývaných aj gamma-ray repeaters (SGR), po slovensky zdroje opakovanych pulzov žiarenia gama. Ide o objekty, ktoré v priebehu niekoľkých tisíc rokov emitujú viacero mohutných pulzov žiarenia gama. Mimoriadne sugestívny dôkaz existencie magnetarov sa objavil v roku 1998, keď sa astronómom podarilo detegovať SGR so spomaľujúcou sa rotáciou, ktorá sa nedala vysvetliť prítomnosťou akrečného disku či inými modelmi. Jediným prijateľným vysvetlením bola existencia mohutného magnetického poľa, ktoré dokáže narušiť pevný povrch neutrónovej hviezdy, či presnejšie, vyvolávať na ňom periodicky sa opakujúce „hviezdotrasenie“, generujúce žiarenie gama. (Pozri Kozmos 1998.)

Vedci sa pôvodne nazdávali, že zdroje AXP a SGR sú podobné, pretože mali zhodnú periódu pulzov, podobné spektrá i jasnosť v röntgenovej oblasti. Teoretici však upozorňujú, že ani tento objav ešte nie je definitívnym dôkazom existencie magnetarov. „Naše výsledky ukazujú, že doterajšie modely zvláštnych röntgenových pulzarov sa nekryjú s výsledkami optických pozorovaní,“ vyhlásil vtedy Ferdi Hulleman z Utrechtu. „Kým neobjavíme teleso, ktoré bude mať očakávané optické emisie, nemôžeme existenciu magnetarov ani potvrdiť, ani vyvrátiť.“



Kým sa definitívne potvrdí, že 4U 0142+61 je naozaj magnetar, astronómovia budú musieť vyhodnotiť veľa pozorovaní podzrívneho telesa v optickej i röntgenovej oblasti. „Ak budeme pozorovať silné pulzy aj v optickej oblasti, budeme môcť prvý magnetar pokrstiť,“ vraví Hulleman. „Pomôcť by nám mohlo aj získanie detailného spektra, v ktorom by sme mohli rozlíšiť štruktúry príznačné pre silné magnetické polia.“

Spacelight now



Snímka je kolážou troch fotografií HST, získaných v roku 1996 (prvá) a v roku 1999. Jasne vidíme, ako sa neutrónová hvieza RX J185635-3754 v priebehu troch rokov po oblohe, zlava doprava, posunula. Diagonálna polička: 8,8 oblúkovej sekundy čiže 0,1 svetelného roka. Vzdialenosť: 200 svetelných rokov.

Najbližšia neutrónová hvieza

Iba 200 svetelných rokov od Slnka križuje oblohu osamelá hvieza, ktorú Hubblov vesmírny teleskop sleduje už štyri roky. Ide o neutrónovú hviezu (26 mag), označenú v protokoloch ako RX J185635-3754, ktorá je najbližšou z doteraz objavených hviezd tohto typu. Toto superhusté jadro kedysi masívnej hviezdy, zaniknej výbuchom supernovy, križuje súhvezdie Corona Australis rýchlosťou vyše 100 kilometrov za sekundu. Sériu snímkov hviezdy pohybujúcej sa pred hviezdami pozadia uverejnili začiatkom decembra Space Telescope Science Institute.

Astronómovia budú osamelého pútnika bedlivu sledovať, pretože im bude slúžiť ako testovacie teleso pre pochopenie vlastností neutrónových hviezd. Osamelá neutrónová hvieza je skvelým študijným objektom, pretože nijaký súpútňik neruší jej pohyb a chladnutie. Táto hvieza, podľa všetkého, v minulosti súpútňika mala a vytvárala s ním dvojhviezdný systém. Astronómovia vyrátili, že supernova, ktorej pozostatom je tento objekt, vybuchla pred miliónom rokov v súhvezdí Skorpíona, pričom progenitorom mohol byť súpútňik hviezdy Zeta Ophiuchi.

RX J1856735-3754 je veľká ako poloostrov Manhattan, 10-biliónkrát hustejšia ako oceľ a pohybuje sa 100-krát rýchlejšie ako nadzvukové lietadlo. (Nejde náhodou o kozmickú loď mimozemšťanov?) Ide o najbližšiu neutrónovú hviezu, akú kedy vedci pozorovali. O 300 000 rokov sa priblíží k Zemi na 170 svetelných rokov.

RX J1856735-3754 sa každý rok posune zo západu na východ o treťinu uhlovej sekundy, čo je z astrometrického hľadiska, priam závrtná rýchlosť. Môže to znamenať dve veci: buď sa objekt naozaj pohybuje mimoriadne rýchle, alebo je veľmi blízko. Pred štyrmi rokmi objavili neutrónovú hviezu ako horúci zdroj röntgenového žiarenia. V roku 1999 sa na mieste predpokladanej polohy podarilo HST objaviť nepatrú hviezdíčku (26 mag). Vzhľadom na to, že sa na pohybe hviezdy prejavilo aj periodické vlnenie (spôsobené pohybom Zeme okolo Slnka), dokázali vedci priamo (zmeraním paralaxy) odhadnúť aj vzdialenosť neutrónovej hviezdy: 200 svetelných rokov.

Vedci, ktorí neutrónovú hviezdu podrobne študujú, rozlíšili pred hviezdou nepatrý zhustok plynu, ktorý hviezda pred sebou tlačí. Plynu je však príliš mälo na to, aby dokázal hviezdu zohriat na 600 000 Kelvinov, čo znamená, že objekt je naozaj veľmi mladý. (Povrchová teplota Slnka je 5700 Kelvinov.)

STSCI – NASA News

Čas je iba (veľká) ilúzia

Astrofyzici, kozmológovia i filozofi (ale i chronobiológovia) čoraz lepšie prenikajú do záhad štvrtej dimenzie – času. Chcú hodiny, prístroj, ktorý člení čas a vytvára virtuálnu realitu, zbaviť moci. Experimentujú s časticami, ktoré sú rýchlejšie ako svetlo. Ojavili geneticky programované hodiny, ktoré udávajú takt života. Na základe nových poznatkov si opäť kladú otázku: „Je možné vytvoriť časový stroj? Je možné cestovať v čase?“ Zároveň však dospeli k presvedčeniu, že absolútny čas neexistuje, čas vzniká iba v hlave. Čas je jednoducho ilúzia.

Slnko sa skláňalo k obzoru. Kráľ bol zvrhnutý, dym pušného prachu rozptylil vietor. Povstalci vylezli spoza barikád a namierili delá a pušky na nový cieľ: ostrelovali vežové hodiny. Účastníci francúzskej júlovej revolúcie z roku 1830, opantáni eufóriou víťazstva, zaútočili na neviditeľného a všemocného nepriateľa. Chceli zničiť ozubené kolesá hodín, aby deň víťazstva trval večne. Revolucionári chceli jednoducho zničiť „kontinuum histórie“, zbaviť sa bremena minulosti. Starý režim už zvrhli. Teraz mala padnúť aj najvyššia tyrania: vláda času.

Po 170 rokoch je tento sen opäť na programe dňa. Do boja s časom nastúpila veda. Na sklonku 20. storočia sa vedci vari všetkých vedeckých disciplín sústredili na fenomén „času“. Na výročnom zasadaní americkej Asociácie pre pokročilé štúdiá v Seattle vzbudili početné prednášky o tejto téme taký záujem účastníkov a publiká, že usporiadatelia ich museli premiestniť do sály, kde sa normálne konajú plesy.

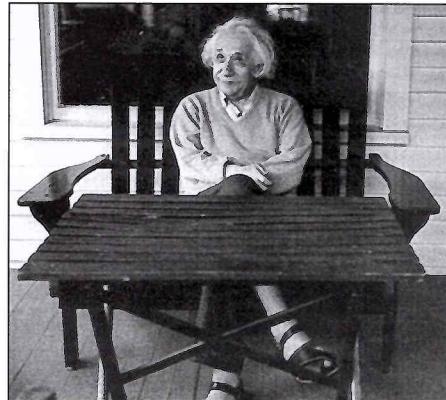
Vzrušenie vyvolali pokusy, z ktorých väčšina vzbudzuje úžas. Celé desaťročia sa nikto neodvážil experimentovať na takom pohyblivom teréne. Načo sa pokúšať o čosi, čo je nepostihnutelné?

Medzi odvážlivcami boli aj nemeckí fyzici. Kovové rúry, ktoré vyzerali tak, akoby ich v laboratóriu zabudol klampiar, vytvorili zariadenie, cez ktoré chceli renomovaní profesori prehnat mikrovlnné signály nadsvetelnou rýchlosťou a prekážti tak teóriu relativity.

Albert Einstein mal všetky dôvody, keď na základe svojej teórie vyhlásil všetky podobné pokusy za märne. Komu by sa však podarilo „osvetiť“ svet lúčmi pohybujúcimi sa nadsvetelnou rýchlosťou, mohol by teoreticky nazrieť do budúcnosti.

Napriek všetkému, bez toho aby vedeli, čo vlastne robia, zmerali zrazu fyzici úkazy, ktoré majú všetky príznaky paranormality: laserový lúč, ktorý sa šíri nadsvetelnou rýchlosťou; časticu, ktorá dokáže čas zmraziť; čiastočky, ktoré vyleteli z ústia rúry skôr, ako do nej vnikli.

Platné istoty vyštrediali otázky: dajú sa hranice času prekročiť? Premenila sa teória relativity na „prekrásnu fosíliu“, tak ako to tvrdí astrofyzik Joseph Silk? Sú vari blázniavé sci-fi fantázie menej scestné, ako sa zdali? Stanú sa raz cesty v čase rovnako samozrejmími, ako je dnes cestovanie metrom?



Albert Einstein: rozlišovanie minulosti, prítomnosti a budúcnosti je ilúzia.



Fyzik Günter Nimtz pri experimente: prekážkar je rýchlejší ako šprintér.

Americký astrofyzik Carl Sagan krátko pred smrťou upozornil svet na to, že „veda dospela opäť k jednému zo zriedkavých rozhraní, za ktorým sa ľudské predstavy o najhlbších mystériach zásadne zmenia.“

Nuž naozaj: v poslednom desaťročí získali vedci o čase poznatky, ktoré sú, vzhľadom na ezotéricky fenomén, akým čas zdánlive je, prinajmenšom pozoruhodné, najmä ak uvážime, že ide naposol o vedľajšie produkty rôznych vedeckých disciplín. Je to korist, ktorú vedci získali po bezpríkladnom nasadení. Útok sa od začiatku tohto storočia zameral na dve posledné veľké mystériá vede: na kozmos a na ľudský mozog.

Vedci pripomínajú tunelárov, ktorí si z dvoch strán masívu razia cestu k fenoménu ČAS.

Astrofyzici zachytávajú pomocou röntgenových satelitov signály pulzarov, degenerovaných hviezd, ktoré tikajú presnejšie ako väčšina pozemských hodín; meraním kozmického ziarenia skúmajú dno časopriestoru. Zo sotva rozlíšiteľných nehomogenít sa pokúšajú odhadnúť priebeh prvých troch minút existencie vesmíru.

Biológovia sa sústredujú na záklutia ľudského mozgu, ktoré riadia vnímanie času. V USA sa pracuje na projekte Časového genómumu (Clock Genome Projekt), v rámci ktorého objavili vedci geneticky programované hodiny, prírodné chronometre, ktoré tikajú v každej živej bytosti a udávajú takt života každej živej bunky. Neurobiológovia dokážu z nervových impulzov, zaznamenaných počas operácií mozgu, odvodí komplikované prepojenia mozgových chronometrov v hlave, ktoré určujú zážitky, myslenie a pocit.

„Čas predstavuje zadné dvore do ľudskej duše,“ vráví austrálsky astrofyzik Paul Davies; výsledky bádateľov mozgu naznačujú, že sa príliš nemýli.

A tak sa výskumníci mlátej i živej hmoty ocitli pri hľadaní nového chápania fenoménu „čas“ na spoločnom menovateli. Tvrdia, že je najvyšší čas, aby sa veda rozlúčila s tisíce rokov platnou predstavou prúdu času, ktorý (možno z božej vôle) plynne lakonicky a rovnomerne. Z vedeckých štúdií sa vynára čas ako fenomén z tohto sveta. Čas je poznateľný ako dôsledok, nie ako prapôvodca svetového diania. Pripomína horskú bystrinu, ktorá občas divoko buráca, inokedy zas iba tiško zurkoce. Navyše: čas je formovateľný ako plastelína.

Ked' dnešní vedci diskutujú o mystériách, ktoré prírodné vedy už dávno odsúdili do ríše nepoznatelného, človek si kladie otázky: „Kedy začal čas plynúť? Mohol by prúd času raz ustať? Ako vplyva plynutie času na vedomie? A najmä: čo je to vlastne súčasnosť?“

Sú to napospol otázky, o ktorých ľudstvo hľiba prinajmenšom od doby kamennej, keď sa začalo zamýšľať nad tým, ako sa menia tieňa počas dňa i počas ročných období. Prúd času, viac ako ktorýkoľvek iný rozoznateľný fenomén, privádza človeka na pokraj jeho možností. Augustín z Hippa, jeden z najväčších mysliteľov cirkevných dejín, sa bezradne priznal k tomu, že nedokáže vysvetliť, čo je podstata času: „Ked' sa ma naň nikto nepýta, viem, čo to je. Ale keď sa ma opýtajú, neviem to vysvetliť.“

O čase však hovorí možno. O jeho paradoxoch, o tom, čo nie je. Nemá ani telo, ani tvar, ale nemožno ho premičiť. Je merateľný, ale ľudské orgány ho neregistrujú. Je podľa všetkého večný, ale nezvrátiliteľný.

Iba podaktárom sa podarilo vyjadriť svoj názor o krútnave dejín tak kvetnato a pritom precízne, ako to urobil chladnokrvný mister Spock, hrdina vesmírnej epopeje Star Trek: „Čas je oheň, v ktorom horíme.“

Všetko si môžeme odmyslieť, iba čas nie. Táto bezmocnosť spútava človeka v stave bezvedomia. Napriek všetkému: náboženské náuky o živote bez tela spekulujú už odnepamäti. Existencia mimo času je však čosi, na čo ich predstavivosť nesstačí. A tak sa bytie mimo času stalo v svetových náboženstvách atribútom nezdôvodnitelného, božského. Indický epos Bhagavadgita čas a Boha dokonca zdjednocuje. Posvätná kniha z prvého storočia po Kristovi tvrdí ústami Vznešeného: „Ja som čas.“

Zvedavosť prírodovedcov však aj toto mystérium už načala. Vo chvíli, keď chronobiológovia

začínajú hľadať biochronometre v génoch a mozgoch, čas začína byť kúzla zbavený. Mnohí vedci považujú vnímanie času iba sa korelát vedomia chemických rovnováh v nervových bunkách. Čo nás vlastne oprávňuje veriť, že zdanivo všadeprítomný prúd času je čímsi viac ako tieňohru neutronov, ktoré zastupujú v hlave človeka taktovku?

Podobné otázky si musí položiť každý, kto väžne berie názory belgického fyzikochemika Ily Prigogina. Každá bytosť, tvrdí laureát Nobelovej ceny, žije podľa „vlastného času“, podriadiu sa vnútornému rytmu, ktorý sám produkuje. Nie vzdialený Boh, ale každý zemský červ je tvorcom času. Keď sa Prigogina pred niekoľkými rokmi pokúšal svoje experimentami ešte nepodložené teózy siriť, biológov to ešte dráždilo. Ibaže fyzici jeho poslóstvo prijali a rozlúčili sa s ďalším obľúbeným výplodom náboženstiev: s večnosťou.

V štandardnom modelu kozmu a mikročasticí, ktorý bol všeobecne prijatý, sa už s večnosťou nepočítá. Kozmológovia tvrdia: „Tak ako všetka hmota a všetky prírodné zákony, aj čas – musel vzniknúť.“ Odvolávajú sa pritom na hodinové údaje, získané z röntgenových satelitov a namerané hodnoty gigantických urýchlovačov častic, ktorími sa dá dokázať aj to, nad čím už vo štvrtom storočí špekuloval svätý Augustín: „Boh nevložil svet do času. Boh stvoril svet i čas zároveň.“

V úzkom prepojení hmoty a času tušia podaríť kozmológovia fantastickú možnosť: prúd času by sa dal predbehnuť a strhnúť do opačného smeru – do minulosti. Renomovaní astrofyzici

dnes veria, že by sa dali vytvoriť kozmické diaľnice, po ktorých by sa budúce generácie dostali do budúcnosti i do minulosti.

Vízie slávnych fyzikov treba brať vážne, hoci vo vesmíre sa zatiaľ nikomu nepodarilo nájsť čo len stopu po predbehnutí či zvrátení času. Predbežne nemáme na to ani vhodné nástroje.

Napriek tomu dokážu takéto modely otriasť všetkými ilúziami o nezmeniteľnosti času, ktorá bola ešte donedávna najposvätnejšou paradigmou vedy. „Fyzici si začínajú zvykať na myšlienku, že časový stroj je možné skonštruovať,“ napísal nedávno seriózny vedecký časopis New Scientist. Nijaký výdobytok techniky nedráždi fantáziu sci-fi autorov do takej miery ako práve stroj času, zariadenie, ktoré do literatúry ešte v roku 1895 uviedol Angličan H. G. Wells. V jeho chýrnom románe odcestuje istý pozemštan do roku 802 701 a po svojom návrate rozpráva svojim priateľom o tom, čo nás v budúcnosti čaká. Zo svojej druhej cesty sa však už na Zem nevráti.

Kubrickov slávny film „2001“, majstrovské dielo žánru sci-fi (podľa rovnomennej predlohy A. C. Clarka), umiestňuje cestovanie v čase do vnútra svojho hrdinu. Bowman nájde počas svojej vesmírenej odysséy čierne hranol, ktorý ho premiestní do jeho minulého života.

Príbehy z budúcnosti v repertoári sci-fi autorov sú iba replikou sveta predstáv, ktoré boli v starých kultúrach živé od nepamäti. V snahe vymanit sa z krúžavy dejín stvorili ľudia rišu, kde sa všemocnosť času, prinajmenšom vo fantázii, rozplýva.

Tak vznikali mýty večného návratu a s nimi i predstavy o reinkarnácii, na ktorých Indovia dnes ušľievia: znovuzrodenie indívdua v zakádzanom novom tele.

Boli to však Egypťania, ktorých ako prvých napadlo, že minulosť sa môže definitívne stratíť: čas je dieťaťom hada, ale zanikne, keď ho dvanásť parážavých bohyní prehlne.

Od Egyptanov prevzal západný svet aj hodiny. V náhrobnom nápisu istého, 1500 rokov pred Kristom zomrelého sudcu Amenemhetu nájdeme zmienku o vodnom chronometri, ktorý tento muž vyhotobil: z objemnej nádrže vyteká rovnakými dierami, zoradenými v rovnakých odstupoch nad sebou, voda. Pri západe Slnka sa nádrž naplní; z výšky klesajúcej hladiny možno odhadnúť, kolko času uplynulo.

Zvyšky podobného chronometra našli archeológovia v chráme faraóna Amun-Reho. O jedenásť storočí neskôr urobilo antické hodinárstvo veľký pokrok: Ctesibius, istý pedant z Alexandrie, vymyslel hodiny, v ktorých voda rozcengávala najrozličnejšie zvončeky, pohyblivé bábiky a spievajúce vtáčiky: boli to prvé kukučkové hodiny ľudskej.

Prvé mechanické hodiny sa objavili až 11. storočí po Kristovi v európskych kláštoroch. Až vtedy sa meranie času naplno presadilo. Približne o 150 rokoch začal pápež Ján XXII. tušiť, do akej miery rytmus chronometra mení život ľudí. Vyhľásil kliatuľu nad všetkými, „ktorí sa zaoberajú šírením časových jednotiek“.

Pápež pochopil, že vláda nad časom znamená vládu nad ľuďmi, čo je mimochodom poznatok, ktorý sa pokúsili využiť a zneužiť revolucionári v najrozličnejších kabátoch.

Jakobíni počas francúzskej revolúcie pochopili, že ich kalendár, v ktorom mal tyždeň 10 dní, bude znamenať začiatok novej epochy a raz navždy vymumuje kresťanstvo z vedomia ľudí. Boľševici krátko po prevzatí moci v Petrohrade zrušili juiliánsky kalendár cárskej rišu a inštalovali kalendár gregoriánsky, európsky.

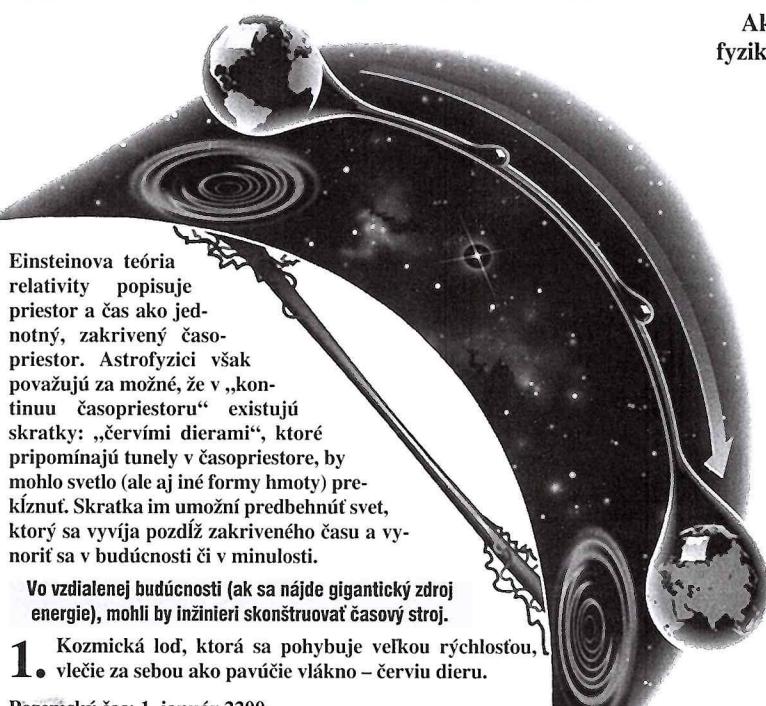
Posledná zmena novoveku – priemyselná revolúcia, by nebola bez technického prelomu merania času mysliteľná. Nie parné stroje, ale hodinky vo vrecku každého robotníka, „stali sa klúčovým strojom priemyselného veku,“ napísal americký sociálny výskumník Lewis Mumford. Iba vďaka hodinkám sa podarilo koordinovať v rýchle sa rozrastajúcich fabrikách zakladateľského veku zástupy námedznych pracovníkov: bez hodín nad bránu fabriky by kolíska masového blahobytu – benzace pásy – nefungovali.

Železnica, moreplavba i telegraf by boli už koncom 19. storočia bez presného merania času nemysliteľné. Už v roku 1905 vysielali príomorské vysielače do éteru časové signály.

Je paradoxné, že práve dnes, keď satelity, počítačové siete a moderná doprava menia svet na globálnu dedinu, neustále zrýchľovanie životného

Skratka do minulosti

Ako by sa v rámci fyzikálnych zákonov dali uskutočniť cesty v čase



1. Kozmická loď, ktorá sa pohybuje veľkou rýchlosťou, vleče za sebou ako pavúčie vlákno – červiu dieru.

Pozemský čas: 1. január 2200

Pozemský čas: 1. január 2205

Pozemský čas: 1. január 2210

Palubný čas: 1. január 2200

Palubný čas: 10. január 2200

2. Vo chvíli, keď sa kozmická loď dostane do pol cesty a začne sa vraciať, uplynulo na Zemi 5 rokov; na palube lode, kde vysoká rýchlosť čas spomalila, iba 5 dní.

3. Pri svojom návrate po 10 rokoch pozemského času privezie kozmická loď aj červiu dieru, v ktorej uplynulo iba 10 dní. Tento tunel by vzápäť mohli využívať aj turisti.

Palubný čas:
5. január 2200

tempa oberá čas, tohto koordinátora sveta, o jeho výsostné postavenie. „Čas zbavuje priestor moci. O úspechu či zlyhaní ktoréhoľkovek zámeru už nerozhoduje vzdialenosť. Osudovou dimenziou dejín sa stáva čas, ktorý uplynie medzi jednotlivými udalosťami.“

Podobné úvahy sa opierajú o populárnu vieru v moc času, ktorý plynne bez ohľadu na beh sveta. Je to predstava, ktorú moderná fyzika odhalila ako omyl, hoci celé stáročia na nej trvala. Isaac Newton: „Rovnomerne, bez vzťahu k ľubovoľnému vonkajšiemu predmetu, plynne absolútne, skutočný a matematický čas.“

Bol to Albert Einstein, ktorý podkopal vieru v jediné hlavné hodiny zaznamenávajúce tlkot srdca vesmíru. Sňal čas a priestor z piedestálu absolútnej a uväznil ho v náuke o všeobecnej teórii relativity, ktorá dodnes vzdoruje útokom všetkých kacírov. Čas a priestor tvoria neoddeliteľnú jednotu – časopriestor; čas i priestor sa môžu rozprínať i zmršťovať. Hmotné telesa spomaľujú plynutie času a zakrivujú okolitý priestor; to isté sa deje na palube vesmírnej lode, ktorá letí veľmi rýchle.

Jedinú veličinu vesmíru vyhlásil Einstein za nedotknuteľnú: rýchlosť svetla. Rýchlejšie sa nemôžu pohybovať ani veci, ani signály, ani žiarenie.

Astronomické merania teórii relativity potvrdzujú. Napriek tomu sa podchvíľou objavujú pochybnosti o všeplatnosti a definitívne Einsteino-vých teórií.

Günter Nimtz, profesor fyziky z Kolína, sa pokúsil vytvoriť pre tieto kacírstva proti idolu modernej fyziky pevnnejšiu pôdu. Jednoduchými experimentmi chce dokázať, že sa rýchlosť svetla dá prekonáť: Nimtz vo svojom laboratóriu organizuje preteky medzi obyčajným lúčom svetla a mikrovlnami, ktoré vysielala cez prekážku, tenkú kovovú rúru – vlnovod.

Aby dokázal, že sa takto dajú šíriť aj zmysluplné signály, modifikuje mikrovlny podobne ako sa to deje pri rozhlasovom prenosu tónov Mozartovej symfónie. Výsledok: hudba, ktorá sa šíri mikrovlnou cez ucho ihly vlnovodu, predbehne svetlo, šíriace sa bez nastavenej prekážky, o celú miliardtu sekundy. Nimtz: „Komické; prekážkar je rýchlejší ako sprintér.“

Nimtzov experiment vyvolal búrlivé diskusie. Vedci veria, že Einsteinove vzorce vyjadrujú prírodu priliehavo. Aj Nimtzovi protivníci však priznávajú, že kolínsky profesor meral presne. Škriepky sa krútia okolo toho, či jeho výsledky možno považovať za fenomén vyvracajúce teóriu relativity.

„Einsteinova revolúcia nebola dokončená,“ poznámená astrofyzik Paul Davies. Rozsah teórie relativity nebol ešte zmeraný, pretože aj samotný Einstein sa zapletol do omylov minulého storočia. Preto si ani on nepoložil rozhodujúcu otázku: „Ako vznikol čas?“

Až Stephen Hawking sa odhodlal zjednotiť čas a stvorenie do jediného celku a tento produkt fyzikálnej inteligencie vzápäť zhodnotiť aj na trhu.

Tento kozmológ a autor populárnoch vedeckých bestsellerov dostal od kolegov prezývku „kráľ štvordimenzionálneho priestoru“. Jeho logika je neúprosná: „Ak sú čas, priestor a hmota navzájom až tak prepletené, ako to tvrdí Einstein, potom je nezmyselné predstavovať si budúcnosť tam, kam ešte hmota nedospela. Mohlo to byť iba takto: spolu s kozmickou hmotou sa z pekelného ohňa big bangu pri viač ako biliónoch stupňov Celzia zrodil aj čas.“



Kozmológ Stephen Hawking: čas sa zrodil z big bangu.

A čo bolo predtým? Úvahy na túto tému sú podľa Hawkinga nezmyselné: „Potom by sme sa mohli spýtať aj na to, aké krajinu ležia severne od Severného pólu.“

Zrod času (pred najmenej 15 miliardami rokov) zanechal po sebe neodstrániteľné stopy. Mikrovlnné žiarenie kozmického pozadia je ozvenou big bangu, prvých troch minút existencie vesmíru. Kozmológovia v matných nehomogenitách žiarenia kozmického pozadia (deteľoval ich satelit COBE) vidia nevyvýratiteľný dôkaz teórie o zrade času v big bangu. Ďalšia sonda (plánovaná na rok 2005) obohatí toto dejstvo dejín stvorenia o ďalšie detaily. Podaktorí fyzici predpovedajú, že už čoskoro sa dozvieme skoro všetko a celom priebehu veľkého tresku.

Toto poznanie spojené s údivom (z toho, že aj čas je iba produkтом kozmických udalostí) zreálňuje aj donedávna fantastické dohad o možnosti, že aj človek dokáže čas manipulovať. Cestovanie v čase, najbláznivejšia zo všetkých mocenských fantázií ľudstva, ocitlo sa v oblasti predstaviteľného.

Astrofyzik Kip Thorne berie za skúmanie tejto možnosti vysoký plat. Pracuje v California Institute of Technology a svojho času ho preslávili štúdie o gravitačných vlnach. Uverejnili ich vo fyzikálnych časopisoch – všetky pod zámerne nezrozumiteľnými titulkami, pretože nechcel laických čitateľov upozorniť na skutočnú podstatu svojej práce.

Thorneho výskum sa začal v roku 1985, krátko po návštive Carla Sagana. Sagan mu položil otázku: „Vieš si predstaviť kozmické cestovanie nadsvetelnou rýchlosťou, ktorú teória relativity zakazuje?“ Sagan to potreboval na zdôvodnenie zápletky v sci-fi románe, ktorý práve písal.

Thorne našiel niekoľko riešení Einsteinových rovníc, pohral sa s nimi, a celkom neočakávané našiel galaktické skratky, na ktorých by sa kozmická lode zaobíšla aj bez nadsvetelných rýchlosťí, a napriek tomu by čas predbehla. Tieto kozmické skratky nazval „červie diery“.

Červia diera je čosi ako čierna diera so zadným východom. Svojím spôsobom ide o najpodivnejší plod teórie relativity. Dnes už nikto nepochybuje, že čierne diery, tieto najzvláštnejšie objekty kozmu, naozaj existujú. Naposledy ich existenciu presvedčivo potvrdili röntgenové sateliity, ktoré zviditeľnili

ich gravitáciou pokŕčený priestor. Za dokázaný sa považuje aj matematický predpoklad, že gigantická hmotnosť čiernych dier dokáže zastaviť aj čas. Pre čierne diery je príznačné, že nič z toho, čo nasad ich gravačný pažérák, už do vesmíru nevráti.

Naproti tomu červie diery by mali byť (aspoň podľa Thorneho výpočtov) také priehľadné ako rúry, takže cestujúceho v čase, ktorý ich použije, by mali bez úhony prepraviť na druhú stranu.

Kozmický časopriestor je totiž zakrivený, zvlnený, poprehýbaný, priponíma pahorkatinu; červia diera je čosi ako tunnel v časopriestore. Hmota a ľudstvo musia predbežne s veľkou námahou zdolávať pahorkatiny a hrebene pokŕčeného priestoru, ale dokonalejšie civilizácie sa cez červie diery poľahky premiestňujú do odľahlých končín kontinua časopriestoru. Pre budúcich obyvateľov Zeme by nemala byť (po zvládnutí príslušnej technológie) vylúčená ani návšteva sveta ich mladosti.

Pravdaže, ani bádateľ červíci dier Thorne ne-predpokladá, že stroj času sa niekedy podarí zostrojiť. Ani jemu nenapadá, odkiaľ ľudstvo získa obrovské množstvo „exotickej hmoty“, pomocou ktorej by dokázalo zakriviť časopriestor tak, aby sa v ňom otvorili červie diery.

Vo vedeckej pospolitosti sa napriek tomu objavili príznaky istého zneistenia – napokon ako vždy, keď sa platná paradigma, starý svetonázar, začína otriasať. Fyzici a filozofi sa dnes často dohadujú o problémoch, ktoré sa vynárajú v spojnosti s prípadným strojom času.

Kozmický mechanizmus príčin a následkov začal škrípať. Prípadné zstrojenie fungujúceho stroja času by mohlo mať paradoxe následky. Ukazuje sa, že teória dnes pripúšťa aj to, čo sa doneďalna dialo iba v sci-fi filmoch: duševne chorá pasažierka, ktorá sa zaľúbi do mladistvej podoby svojho otca, že sa rozhodne, že sa vypraví do minulosti a zastrelí svoju matku ešte pred prvým pohlavným stykom.

Takéto možnosti, podľa scenára Sofoklovej Elektry, nemožno zavrhnú ani s odvolaním sa na Hawkingov argument, ktorý tvrdí, že cestovanie v čase je vylúčené, lebo v opačnom prípade by sa už na Zemi návštěvníci z budúcnosti priam hemžili. Vedci sa však zhodujú v jednom: aj ten najdokonalejší stroj času by umožňoval návraty do minulosti iba v ten deň, keď ho zstroj.

Igor Novikov, ruský fyzik, ktorý dnes žije v Kodani (autor známych kníh o čiernych die-rach), sa však pohral so vzorcami a v roku 1996 zverejnili šokujúci dôkaz, podľa ktorého sú sice cesty do minulosti možné, ale posádky do nej nijako nebudú môcť zasiahnuť. Môžu sa po minulosti potíkať iba ako tichí pozorovatelia.

Ešte nenarodení kozmonauti by sa ponevieraли medzi svojimi predkami tichí a neviditeľní. Táto duchárska predstava priponíma film francúzskeho spisovateľa Jean-Paul Sartra „Koniec hry“, kde sa mŕtví (z doby Napoleona) pohybujú medzi živými bez toho, aby ich tito postrehli.

Novikovove výpočty vyvrátili najzávažnejšie výhrady proti výpravam do iných epoch: ruský astrofyzik dokázal, že ani stroj času nemusí narušiť zákonitú súsednosť príčin a následkov. Novikovov dôkaz je posledným ohňivkom v retaži argumentov, ktoré pôvodne predstavy ľudí o podstate času zásadne zmenili.

Immanuel Kant už v roku 1770 vytušil súvislosti, ktoré fyzici objavujú až teraz. „Čas nie je ani objektívny ani reálny,“ napísal tento filozof

z Königsbergu (dnes Kaliningrad). „Čas je formou vnútornej myšle“. Inými slovami: čas je osou vnímania, na ktorú človek navlieka a zoraduje svoje skúsenosti. Čas vzniká v hlave.

Tento názor v posledných rokoch podopreli aj biológovia: americký časopis *Science* uverejnil nedávno článok o „jednom z najväčších vedec kých prelomov“. Manipulácie génov, čoraz podrobnejší výskum mozgu a nervovej sústavy umožnili vedomu prístupu k vnútornému zdroju taktovy života.

Dnes vieme, že biologické hodiny existujú a neriadia iba vnímanie času, ale všetky podnety od narodenia až do smrti. Podľa niektorých mozgových špecialistov sú niektoré nervové centrá v mozgu dokonca klúčom k pochopeniu vedomia.

Významná paradigma biológie padla. Vedecká pospolitosť vo vieri, že čas je objektívny, vonkajší fenomén, si celé desaťročia utáhovala z kolegov, ktorí hľadali vnútorné hodiny, a označovala ich za zaslepených ezoterikov.

Pritom náznakov, že biologické hodiny majú rastliny, zvieratá i ľudia, bolo nadostatč. Už v roku 1729 zverejnili astronóm Jean-Jacques d'Ortous de Mairan svoje pozorovania z parížskej botanickej záhrady. Všimol si, že kvety mimóz sa otvárajú a zatvárajú v rytme 24 hodín. Pod vplyvom slnečného svetla? Mairan umiestnil rastliny v tme vej izbe, ale aj tam tanec okvetia pokračoval v nezmenenom rytme.

Príroovedec Carl von Linné, ktorý sa tento ryt-



**Chronobiológ Gene Block.
Skratkou do minulosti**

mus všimol aj pri iných rastlinách, vysadil vo svojej záhrade 12 rozličných kvetov do dvanásťich segmentov kruhu a vyhotobil tak unikátné rastlinné hodiny. Okvety dvanásťich druhov sa postupne roztvárali a zatvárali v rytme svojich biologickej hodín. Linného hodiny ukazovali čas s maximálnou odchýlkou 30 minút!

Aj v ríši zvierat sa množia nepriame dôkazy toho, že každý živočich sa riadi vlastnými biologickými hodinami. Aký mechanizmus riadi rýchlosť pohybu? Biológ Stephen Gould upozornil na to, že nápadný rozdiel rýchlosť pohybu prekupuje iba vtedy, ak ho meriame zvonka, vo vieri v absolútny čas. Ak však zrelativizujeme

Hodiny Carla von Linné, ktorý vysadil vo svojej záhrade 12 rozličných kvetov do dvanásťich segmentov kruhu a vyhotobil tak unikátné rastlinné hodiny.

životné tempo a dĺžku života podľa veľkosti jednotlivých druhov, zistíme, že živé stvorenia (takmer bez výnimky) existujú v rámci jednotnej normy. Čím väčšie zviera, tým pomalšie plynne jeho čas.

Etnológovia objavili podobnú relativitu času aj pri ľudoch: pri porovnávacích štúdiach sa ukázalo, ako nepatne vplýva vonkajší čas na životné tempo. Obyvatelia veľkých miest sa pohybujú, rozprávajú a reagujú v priemere dvakrát tak rýchlo ako grécki sedliaci.

Iba v posledných rokoch objavili bádatelia mozgu a molekulárni biológovia orgány, ktoré plynutie vnútorného času dokážateľne riadia. Každý človek má v hlave dve centrá, ktoré určujú rytmus života:

– Uzel nervových buniek umiestnený za okom, slúži ako riadiaca centrála denného rytmu.

– Oblast mozgu medzi ušami pracuje ako prírodné hodiny, pomocou ktorých odčítava mozog sekundy a minúty.

Ístá americká univerzita je Mekkou všetkých hľadačov vnútorného času. Priamo z tohto centra diriguje chronobiológ Gene Block Projekt časového genómu. Cieľom nákladného projektu je zistiť, ako riadia gény životný rytmus všetkých stvorení.

Nervový uzol, ktorý Block vyoperoval z mozgu škrečka, nie je väčší ako špendlíková hlavička. Tento vyživovaný preparát ležal celé dni v tme. Napriek tomu neprestajne napájal elektrickým prúdom elektródy, tenké ako vlas, ktoré Bloch zapojil do mäkkých oblastí mozgu. Slabučké imпуzy oscilovali v rytme 24,5 sekundy.

„Ide o autonómne mozgové centrum, ktoré riadi rytmus dňa,“ vyhlásil Block. Tento orgán, suprachiasmatický nukleus, slúži ako telesný budík. Včas ráno, ešte počas spánku, zvýši teplotu tela a stimuluje hormonálne žlazy. Nervová sieť v koži synchronizuje biohodiny s východom Slnka. Systém reaguje najcitlivejšie na slabé svetlo svitania.

Tento prírodný metronóm pracuje s presnosťou na jednu minútu. Počas noci nepresahuju výkyvy päť minút. To vysvetluje, prečo sa mnohí ľudia zobudia krátko predtým, ako zazvoní budík.

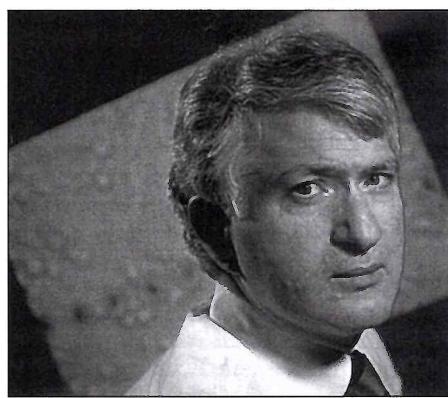
Pomocou luciferinu, prírodného materiálu, ktorý svietiakuje, chce Block zistiť, ako telesné hodiny fungujú. Chce použiť gén, ktorý luciferin zaktivuje. Gén skonštruovali v istom druhu červov. Potom ho nasadili ho do embryj ovocnej mušky, či presnejšie na ich časové gény „per“ a „tim“.

Gény v prebudovaných muškách fungujú ako signálne lampičky. Ked sa zaktivizujú, prebudia molekulárne hodiny. V priebehu dňa vyprodukujú dva proteíny, ktoré sa usadia v bunke a pri súmraku činnosť génov „per“ a „tim“ utlmuju. V noci bunka proteíny rozloží; ráno sa však „per“ a „tim“ opäť prebudia – kolobej sa obnoví, všetko sa začína od začiatku.

Časové gény však neblikajú iba v mozgu ovocných mušiek. Fungujú aj v tykadlach, ba dokonca aj v čreváčoch. Skrývajú sa tam vari nejaké rezervné hodiny?

„Rytmy nachádzame všade. Ale prečo?“ čuduje sa Block. Sú vari tieťo „zablúdené“ oscilátory reliktami evolúcie? Vznikli v dobe, keď sa ešte mozog nevyvinul, a každá bunka musela riadiť svoje usínanie a prebudenie sama? Asi áno: biohodiny sa našli aj v hubách a riasach.

Druhý vnútorný chronometer, ten medzi ušami,



Rýchlejšie ako svetlo?

Rádioexperiment kolínskeho fyzika Guntera Nimtza

Rádiostrelač vysielala mikrovlny, ktoré prenášajú hudbu, paralelne na dvoch rozličných kanáloch. Meria sa čas, za ktorý obe vlny dorazia do príjmačov.

- 1.** Prvý príjmač dosiahnu vlny priamou cestou. Cestu urazia normálnou rýchlosťou svetla, do cieľa prídu bez zmeny.



- 2.** Signály, ktoré príjma druhý príjmač, prechádzajú úzkou kovovou rúrou. Táto prekážka vlny zmení: vrchol vlny dosiahne cieľ o miliardtinu sekundy skôr. Podľa Nimtza ide o dôkaz toho, že signál sa šíri nadsvetelnou rýchlosťou. Podaktori experti to popierajú: rozhodujúci nie je vrchol vlny, ale jej začiatok, a ten sa šíri normálnou rýchlosťou svetla.

však nájdeme iba u vyšších živočíchov. Nervový mediator, dopamin, vyrába v tomto časovom spínači plynutie času. Podobne ako piesok v plesočných hodinách, kvapka dopamin z istej štruktúry mozgu do bunečného zásobníka; tenučký nervový vodič dopraví dopamin do veľkého mozgu, ktorý posolstvo prečíta.

Zvieratá, ktorým odstránili buď zásobník, alebo nerv, ktorý transportuje dopamin, stratili schopnosť vnímať čas. Potkany, ktoré dostali veľkú dávku dopaminu, začali žiť oveľa rýchlejšie. Ako po minutede pobiehali po kletkach, bleskove plnili úlohy, neprestajne sa párieli.

Parížska psychiatrička Chara Malapani je presvedčená, že dopamin dokáže narušiť vnímanie času u človeka. Pacienti trpiaci Parkinsonovou chorobou, nedokážu rozlíšiť intervale času, ani sa na ne rozpomenút. Ich mozog im nedodáva dostaok dopamINU. Ak sa po použití príslušných liekov produkcia dopamINU zvýši, stratené schopnosti opäť nadobudnú. Malapani začína chod biologických hodín v mozgu študovať pomocou tomografu.

Jedno je isté: mozog je, viac ako ktorýkoľvek orgán, odkázaný na mimoriadne presné časovanie. Schopnosť vyvolávať obrazy, spomienky, či produkovať myšlienky závisí od neprestajných búrok vo veľkom mozgu, ktoré stimulujú milisekundové impulzy.

Všetko v našom vedomí sa správa podľa pravidelného rytmu. Vnímanie plynúceho času je ilúzia. Mozog, poslúchajúc rytmus nervových bubnov, kúskuje čas na časti trvajúce tridsatinu sekundy. Ako sa na to prišlo? Vedci snímali reakcie osôb, ktoré reagovali na zvukové a svetelné podnety. Ak bol impulz kratší ako tridsatina sekundy, ľudia, nedokázali rozlíšiť, bez ohľadu na to, či išlo o svetelný, alebo zvukový podnet.

Táto nedokonalosť je však v skutočnosti geniálnym trikom, ktorý slúži optimálnemu spracúvaniu informácií: iba tak dokáže mozog spájať dojmy, ktoré sú sice previazané, ale do hlavy neprenikajú súčasne. Napríklad: postava človeka, i to čo hovorí.

Signály sa zhromažďujú v tzv. „okienku prítomnosti“, v miniatúrnom ostrovčeku na rozmedzí prítomnosti a budúcnosti. Na ostrovčeku zotrvajú 30 milisekúnd. To stačí, aby ich mozog ďalej spracoval. Príď vedomia sa skladá, rovnako ako film, z jednotlivých políčok.

A naozaj: neurobiológovia objavili v elektrických prúdoch mozgu „prskavku“, ktorá má „nachlp“ rovnakú frekvenciu ako „ostrovček prítomnosti“. Tieto impulzy pokladá väčšina vedcov za hlas ducha. Všetko je však oveľa zložitejšie. Dokazujú to aj pokusy Američanov, ktorí dospejeli k šokujúcemu poznaniu: „Človek nikdy nežije v prítomnosti“.

Benjamin Libet študoval mozog pacientov, ktorí sú počas operácie mozgu pri plnom vedomí. Obnažené nervové dráhy dráždil elektrickými impulzami. Aké bolo jeho prekvapenie, keď zistil, že pacienti podnet zakaždým pocitili o pol sekundy skôr ako ho vydal.

Tento zdánlive paradoxný fenomén vysvetlil Libet ako trik mozgu, ktorý sa snaží svoju pomalosť zatočovať: nervové podnetu preniknú normálne cez malý mozog do veľkého mozgu, a tým aj do vedomia s istým oneskorením. Aby však človeka nepomýlili, aby si nemyslel, že sa oneskoruje za skutočnosťou (aby optický vnem pichnutia či podráždenia bol v synchronizme s bolesťou), posúva mozog všetky udalosti dozadu. Tým, že Libet podráždil veľký mozog priamo, podarilo sa mu prekátiť pomalosť ducha. Napriek tomu mozgy po-

kusných osôb oneskorenie zaregistrovali, ruky sa pohli skôr.

Rovnako prekvapujúce výsledky priniesol výskum vôle. V tomto prípade sledovali pacienti hodinky, takže mohli povedať, kedy pocitili impulz. Vedci opäť zaregistrovali oneskorenu reakciu. Vo chvíli, keď ho pacienti pocitili, boli už neuróny dávno v strehu. Povel na pohyb vydali o tretinu sekundy skôr. Mozog sa pred definitívnym povelom ešte rozhodoval.

Je vari aj slobodná vôle iba ilúziou? Má ľudský duch pomalé zapájaťanie? Vedci takéto uzávery odmietajú: „Ešte vždy nám ostáva dosť času, aby sme zámeru povedomia včas zmarili.“

Slabá útecha. Obavy z klamnej podstaty času sa však nerozptylili. Vnútorný čas nie je synchrónny s časom na náramkových hodinkách. Experimenty, ktoré nadviažu na spomínané pokusy, priniesú výsledky, s ktorými sa bude musieť vysporiadať aj filozofia vedomia; viera vo všeomocný čas sa však viditeľne rozplýva.

Poznatky biológov potvrdzujú to, čo kozmológovia tušia už dávno: hľadať podstatu času je zbytočné. Je nezmyselné hovoriť o čase mimo vecí a mimo života. Čas klíči zároveň s udalosťou, klíči z nej.

Od doby kamennej až podnes ľudia verili v jednotný čas. 5000 rokov sme potrebovali na to, aby sme si privykli na abstrakciu všetko zahrnujúceho času. V priebehu jediného desaťročia sa fyzikom a biológom podarilo tento obraz času zničiť.

Albert Einstein, veľký vizionár fyziky, tušil tento vývoj už v roku 1955: „Rozlišovanie minulosti, prítomnosti a budúcnosti je iba tvrdohlavou ilúziou.“

STEFAN KLEIN

Odkiaľ sa berú...

Ked sa asteroid stane objektom rodiny NEA, ktoré sa periodicky dostávajú do blízkosti Zeme, podľa Bottkeho v nej zostane v priemere 2–6 miliónov rokov.

Do akej miery ohrozujú asteroidy našu planétu?

Výskum v najbližších rokoch má odhadnúť celkový počet „blízkozemských“ asteroidov – NEA, doteraz objavených i neobjavených, a spresniť ich dráhy a pochopiť mechanizmy, ktorým na asteroidy na ich dráhach pôsobia.

Medzi „blízkozemské“ zaradujeme tie asteroidy, ktoré sa priblížia k Slnku na menej ako 1,3 AU. Menšie zastúpenie majú asteroidy, ktorých obežná dráha leží vo vnútri zemskej obežnej dráhy a od Slnka sa vzdialujú na maximálne 0,983 AU. Mnohé z nich sú úlomkami telies po kolíziah v hlavnom páse asteroidov. Doterajšie poznatky hovoria, že pravdepodobnosť zrážky Zeme s niektorým NEA – asteroidom je 1:200 v priebehu nasledujúcich miliónov rokov.

William F. Bottke (Cornell University) ukázal, že v hlavnom páse asteroidov existujú procesy (Yarkovského efekt), ktoré spôsobujú migráciu asteroidov do nestabilných oblastí. Odtiaľ ich v pravidelných intervaloch „vyhľadzujú“ gravitačné sily Marsu, Jupitera a Saturna. Bottkeho tím zistil, že jemné „gravitačné kopance“ spôsobujú tri prechodné zdroje:

- a) periodický vplyv Jupitera na asteroidy, ktorých obežné doby sú v pomere 1:3 k Jupiterovej,
- b) precesné pohyby Jupitera a Saturna,
- c) pôsobenie Marsu na asteroidy, ktoré križujú jeho dráhu.

Tieto vplyvy spôsobujú neustále vznikanie asteroidov NEA a „ochudobňujú“ oblasť hlavného pásu asteroidov.

Ak sa asteroid stane objektom skupiny NEA, podľa Bottkeho v nej zotrvá v priemere 2 až 6 miliónov rokov; potom ho gravitačné sily opäť vyvrhnú do vzdialenosť väčších ako 10AU, prípadne dopadne na Slnko alebo sa zrazí s planetou.

Bottkeho výskum odhaduje, že až 910 NEA objektov v priemere najmenej 1km sa môže zraziť so Zemou. Je to sice iba polovica z množstva, ktoré predpokladali staršie odhady, ale na druhej strane je to o 30 % viac, ako prezentoval David Rabinowitz a jeho traja kolegovia, ktorí počet možných so Zemou kolidujúcich asteroidov odvodili štatistiky z údajov z výskumných programov NEAT a Spacewatch.

Vyvstávajú však aj iné otázky: Nachádzajú sa medzi objektmi NEA aj vyhasnuté kometárne jadra? Krátkoperiodická kométa Encke je zatiaľ jediným objektom tohto druhu. Brett Gladman (Côte d'Azur Observatory) s kolegami argumentuje, že neexistuje žiadna dynamická príčina, kvôli ktorej by kometárne zvyšky mali tvoriť výraznú časť NEA.

Spracoval: TM

Objav zaujímavej planétky

Medzi najzaujímavejšie blízkozemné planétky nepochybne patria telesá typu Aten, ktorých obežná doba okolo Slnka je menej ako 1 rok. Podobne ako ďalšia podskupina blízkozemných planétočok, telesá typu Apollo, aj planétky typu Aten križujú dráhu Zeme. Je preto veľmi užitočné početať týchto telies v okolí Zeme a ich dráhy v Slnečnej sústave. Hoci v súčasnosti poznáme 1237 blízkozemných planétočok (údaj z 3. januára t. r.), iba 95 z nich má vzácne dráhy typu Aten. O to viac teší objav, ktorý sa podaril Mgr. Petrovi Kušnírákovi, pracovníkovi Astronomického ústavu AV ČR v Ondrejovе – pri pozorovaní 28. októbra 2000, kedy sa mu podarilo objaviť novú blízkozemnú planétku typu Aten, dnes známu pod označením 2000 UR₁₆. V čase objavu to bolo 92. známe teleso tohto typu a iba druhé objavené v Európe.

Planétku bola najbližšie k Zemi 23. októbra 2000, keď ju od nás delila vzdialenosť necelých 3 mil. km

(7-násobok vzdialenosťi Zem-Mesiaca). Bezprostredne po objave sa do pozorovania planétky zapojilo ďalších 6 svetových observatórií, vrátane slovenského astronomického pracoviska v Modre a českého pracoviska na Kleti. Na základe týchto pozorovaní dnes vieme povedať, že planétku 2000 UR₁₆ obehne okolo Slnka raz za 314 dní a okrem dráhy Zeme križuje aj dráhu Venuše. Ide o malé teleso s priemerom asi 60 metrov, teda veľkosťou podobné telesu, ktoré v roku 1908 spôsobilo Tungusku katastrofu. Najbližšie do blízkosti Zeme sa dostane v októbri roku 2006, jeho jasnosť však neprekročí 21 mag.

Ďalšie podrobnejšie informácie súvisiacie s objavom a následným pozorovaním, ako aj objavové snímky planétky 2000 UR₁₆ – prvej blízkozemnej planétky objavenej Slovákom, môžu záujemcovia nájsť na adrese: <http://sunkl.asu.cas.cz/~asteroid/planetky/2000ur16.htm>

Ulrika Babiaková

Děsně moc planetek (20 000)

V lednu 2001, čili právě 200 let po objevení první planetky (1) Ceres astronomové dosáhli počtu 20 000 tzv. číslovaných planetek se spolehlivě určenou dráhou. A to jen dvaadvacet měsíců po dosažení desetitisícové hranice v březnu 1999.

Úžasný nárůst počtu planetek, které byly nejen objeveny, ale zároveň byly pro ně získán dostatek pozorování potřebných pro výpočet spolehlivé dráhy, je způsoben hlavně zásluhou největších současných hledacích projektů, na to navazujícím využitím menších dalekohledů pro další měření přesných poloh planetek (obojí samozřejmě využívající CCD techniku) a zároveň využitím čím dál výkonnějších počítačů pro výpočty dráh u exponenciálně narůstajícího počtu objevů. Planetku nestačí totiž jen v jedné noci objevit a v další potvrdit. Je třeba získat dostatek přesných měření poloh nového objevu v dalších několika návratech planetky, ať už prostřednictvím nových pozorování nebo z archivních snímků. Pak teprve můžeme s jistotou říci, že danou planetku najdeme i po desítkách let či pro blízkozemní tělesa můžeme spočítat budoucí těsná přiblížení k Zemi.

Nejvýkonnějším hledacím projektem na světě je americký LINEAR s 1-m dalekohledem v Novém Mexiku a zpracovávacím centrem v Massachusetts. LINEAR je zaměřen na hledání blízkozemních asteroidů a devastuje objevové statistiky i pro komety. V nejnovější statistice potvrzených objevů planetek je s více než třemi tisíci číslovanými planetkami, z nichž absolutní většina byla objevena v posledních třech letech, na prvním místě před kalifornským Mt. Palomarem, kde se hledaly planetky fotograficky v rámci několika projektů více než padesát let.

V první dvacítce tak nacházíme dvě skupiny observatoří. K observatořím, jejichž výkony patří ještě do fotografické éry, náleží kromě Palomaru také Evropská jižní observácia, Krym, Heidelberg, Tautenburg. Současné největší CCD hledací projekty reprezentují americký Spacewatch i LONEOS, francouzský ODAS, čínský SCAP – Xinglong.

Přesně mezi nimi se na desátém místě drží (jiho)česká Kleť, která na fotografické hledání navázala v roce 1993 programem využívajícím pro detekci planetek CCD kamery. Tehdy měla kleťská observácia jen 166 číslovaných planetek. Podobnou změnu programu prošla i australská Siding Spring. Jak Kleť na severní

polokouli, tak Siding Spring na polokouli jižní jsou dnes zároveň s množstvím objevů známé následnou astrometrií blízkozemních planetek a komet.

Ač se v posledních letech v přehledech objevů a astrometrií planetek objevují data řádově dvou stovek observátorů, více než tři čtvrtiny z dosažených dvaceti tisíc číslovaných planetek připadá pouze na uvedenou dvacítku nejvýkonnéjsích observátorů (přičemž 64 % připadá na prvních deset).

Je obdivuhodné, že data pořízená v tak obrovském objemu toliku observátorů zpracovávají do podoby katalogů obsahujících dráhy planetek vlastně jen tři astronomická Centra pro planetky (Minor Planet Center) při Mezinárodní astronomické unii v massachusettské Cambridge. Jak podotkl jeho ředitel Brian Marsden, od roku 1978 kdy převzal vedení MPC do dneška se počet planetek se spolehlivě určenou dráhou zdesateronásobil. Většina z dvaceti tisíc potvrzených objevů planetek patří mezi tělesa hlavního pásu mezi Marsem a Jupiterem, jsou však mezi nimi i blízkozemní asteroidy a také první tělesa Kuiperova pásu za drahou Neptunu.

Největší nárůst planetek se spolehlivě určenou dráhu patří poslednímu čtvrtstoletí a jednoznačně pak posledním dvěma letům. Zdá se, že tento trend bude pokračovat.

Jana Tichá

(Podle webové stránky IAN s odvolaním se na webovou stránku observátoru na Kleti.)

Poradie objavitelských observatórií podľa množstva číslovaných planétek

počet	období	observátorium
3008	1880–2000	Lincoln Laboratory ETS, LINEAR
2920	1949–1995	Palomar Mountain
2067	1976–1998	ESO, La Silla
1218	1966–1992	Crimea–Nauchnii
910	1991–2000	Oizumi
818	1891–1959	Heidelberg–Königstuhl
812	1975–1999	Siding Spring Observatory
664	1973–1998	Lowell Observatory
534	1987–2000	Kushiro
497	1978–1999	Kleť Observatory, Č.Budějovice
480	1987–1997	Kitt Peak
417	1091–2000	Kitt Peak Spacewatch
322	1961–1995	K. Schwarzschild Obs., Tautenburg
241	1982–1999	Peking Observatory, Xinglong St.
237	1998–2000	Lowell Observatory-LONEOS
199	1995–2000	Visnjan
199	1935–1953	Turku
161	1981–1998	Geisel
160	1993–1999	Nachi–Katsuura Observatory
148	1912–1953	Crimea–Simeis
148	1997–1999	Caussols–ODAS

Minor Planet center of the IAU (9. januára 2001)

Martanské mystériá na pokračovanie

Vedci z U.S. Geological Survey (USGS), jeden z tímov, ktoré študujú snímky a údaje zo sondy Mars Global Surveyor, objavili minerály, z ktorých vyčítali sugestívne dôkazy o „suchej minulosti“ Červenej planéty. Po mimoriadnej dôkladnej analýze dospeli k záveru, že Mars bol, je a bude chladnou a neobyčajne suchou planétou! Táto diagnóza je do istej miery šokom, pretože iné tímy objavujú na povrchu červenej planéty štruktúry, ktoré (vraj) mohla vytvoriť iba tečúca voda, pričom, podľa viacerých indícii, vody na Marse bolo (a možno aj je) viac ako dosť. Kto má pravdu?

Klúčom k „suchej teórii“ je olivín: kremičitan železa a horčíka, ktorý sa vo vode pomerne dobre rozpúšťa. Spektrálna analýza povrchových hornín potvrdila: na Marse je toľko olivínu, že si dlhodobejšie pôsobenie vody na horniny jeho povrchu vôbec nedokážu predstaviť.

Najnovšiu mapu marťanského povrchu vytvorili vedci z USGS z 500 miliónov údajov. Je to mapa s neobyčajne vysokým rozlíšením, ktorá umožňuje aj detailné štúdiá minerálov červenej planéty.

„Olivín pokrýva milión štvorcových míľ marťanského povrchu, čo znamená, že chemické zvetrávanie za účasti vody bolo počas skoro celej geologickej minulosti neobyčajne slabé,“ vyhlásil Roger Clark na nedávnom stretnutí amerických planetológov v Pasadene. „Pre 'martanské kaňony', 'korytá riek, moria a bazény' treba hľadať ďalšie vysvetlenie!“

Vedci z USGS postavili svoje tvrdenie na údajoch prístroja TES (Termálny emisný spektrometer) na palube sondy MGS. Olivín, minerál, ktorý na Zemi využívajú najmä šperkári, sa vyskytuje na Marse najmä v vulkanických oblastach. Okraje početných marťanských kráterov lemuju mutné, svetlo- i tmavo zelené goliere olivínu, pričom odtieň zelenej závisí od množstva železa. (Olivín s vysokým obsahom železa je tmavo zelený).

Mars Global Surveyor mapuje povrch Marse už 20 mesiacov. TES nasnímal, uložil do pamäti a vyslal na Zem údaje z troch štvrtín marťanského povrchu. (Počas jedného obлетu nasníma pás široký necelych 10 km). Mapa, ktorú vedci z týchto údajov poskladali, pokrýva celú oblasť medzi 45 stupňom severnej a 45 stupňom južnej marťanskej dĺžky. Polárne oblasti sa skladajú a vyhodnocujú v týchto mesiacoch. Najväčšou prednosťou tejto mapy je to, že zviditeľňuje aj neobyčajne malé ložiská minerálov.

Čidlá na prístrojoch TES detegujú teplotu, ktorú vyžaruje povrch Marsu a rozkladajú teplotné spektrum (hvezdári horovoria aj o farebných odtieňoch teploty na 143 či až 286 vlnových dĺžkach – farbách termálneho infračerveného svetla). Variácie a množstvo teploty vyžiadanej týmito farbam umožňuje vedcom rozlišiť materiál na povrchu.

Z detailov infračerveného svetla vyčítali,

že významnou zložkou marťanského prachu a svetlých pôd na Marse sú – sulfáty. Výskyt sulfátov na Marse sa predpokladal už od roku 1976, keď obe sondy Viking detegovali v marťanskej pôde síru. Vtedy sa ešte nenašli ani sulfáty (síra zlúčená s tromi atómami kyslíka), ani sulfidy (síra zlúčená s nejakým kovom). Z posledných štúdií vyplynulo, že sulfáty sa na Marse vyskytujú vo veľkých množstvách, zatiaľ čo sulfidy tvoria nanajvýš malé ostrovčeky.

Ukázalo sa, že na vyše 3 percentách zmapovaného povrchu prevláda olivín; ďalej 3 percentá marťanského povrchu sú zložené zväčša z hematitu, ktorý sfarbuje Mars na červeno. Olivín sa vyskytuje najmä v tmavších, čadičových vulkanických horninách, ktoré pokrývajú väčšinu planéty. Sulfáty sa vyskytujú v jasnejších horninách, ktoré sú značne oddajnejšie voči prachovo-pieskovéj erózii a impaktu. Jemný hematitový prach vzniká z hrubších zrniek hematitu najmä veternovou eróziou; vznik hrubších hemititových zrniek sa zatiaľ nepodarilo objasniť. Na Zemi hrubožrnný hematit vzniká vodnou eróziou, najčastejšie v horúcich výveroch. Ibaže: v takýchto podmienkach by však vznikli aj iné minerály, tie však citlivé čidlá TES na žiadnom z inkriminovaných miest nedetegovali. Ak by bola na Marse voda, museli by vzniknúť aj minerály tvoriace minerály ílu a hliny, ale po tých nies (zatiaľ) ani stopy.

„Fakt, že sme nenašli minerály, ktoré vznikajú pri vodnej erózii, je v zhode s bohatým výskytom olivínu, ktorý sa vytvorí iba tam, kde je mimoriadne slabá vodná erózia,“ vyhlásil člen tímu Hoefen a dodal: „Čo z toho vyplýva? Iba jedno: Mars je suchou a chladnou planétou už veľmi dlho.“

Na námiestky kolegov z iných tímov, ktorí dokazujú, že pod povrhom Marsu existuje dostaok vody aj dnes, vedci z US Geological Survey odpovedajú: „Takú možnosť nevylučujeme, ale musí to byť voda v pevnom skupenstve, pričom takéto bazény zamrznutej vody musia byť veľmi zriedkavé. Nie je vylúčené ani to, že pred 3,5 miliardami rokov sa vyskytovala tečúca voda aj na povrchu Marse, ale iba na niekoľkých miestach a veľmi krátko, čo hľadanie živých organizmov, hoci vo fosílnej forme, neobyčajne sťaží.“

Spracoval –eg-

Martanské usadeniny

Sonda Mars Global Surveyor nasnímala a vyslala na Zem sériu snímok, ktoré aj triezvi vedci z Malinovho centra považujú za dramatické: na stenách početných kráterov a kaňonov v strednej časti planéty vidíme štruktúry, ktoré v pozemských podmienkach môže vymodelovať iba dlhodobo kolísajúca alebo klesajúca voda na sva-hoch jazier a vodných nádrží.

V niektorých oblastiach napočítali vedci stovky takýchto útvarov. Výškový rozdiel medzi najvrchnejšou a najspodnejšou vrstevnicou „vyschnutých marťanských jazier“ kolíše medzi 2 až 4 kilometrami. V oblasti Terra Meridiani pokrývajú tieto terasovité usadeniny stovky štvorcových kilometrov.

Michael Malin a jeho tím sa nazdávajú, že malebné štruktúry mohli vzniknúť podľa dvoch scenárov:

Podľa prvého scenára (který vedci považujú za pravdepodobnejší) ide o „rukopis vody“ z dávnych období, keď mal ešte Mars na povrchu dostať vodu v kvapalnom skupenstve. Na Zemi sa podobné štruktúry vytvárajú v prevažnej miere tam, kde terén umožňuje nahromadenie väčšieho množstva vody.

Podľa iného scenára, (který je však podľa Malina v marťanských podmienkach nepravdepodobný) mohol podobné štruktúry vytvoriť aj neustávajúci vetrami unášaný marťanský prach. Také veľké množstvo prachu by však mohli zdvihnuť a ukladať iba silné vetry, aké v redučke atmosfére dnešného Marsu jednoducho nemôžu vzniknúť.

Bola v minulosti marťanská atmosféra hustejšia? Podľa jednej z teórií sa marťanská atmosféra zahustuje periodicky. Spôsobuje to periodicky sa meniaci sklon polárnej osi červenej planéty, ktorá osciluje v rozpäť 15 až 35 stupňov každých 100 000 rokov. Tieto cykly spôsobujú podľa všetkého drastické zmeny atmosférického tlaku a klímy, pretože mohutné polárne čiapočky sa v relativne krátkom čase roztopia a premiestnia. V takýchto medziobdobiah môžu dťuť v zhustenej atmosfére mimoriadne silné, neutíchajúce vetry, ktoré premiestňujú miliardy ton sopečného prachu a drviny po dopade veľkých asteroidov.

Malin: „Ani jeden z týchto modelov nemôžeme predbežne celkom vylúčiť.“

Napriek tomu, že vek marťanského povrchu sa odhaduje mimoriadne ťažko, väčšina vedcov sa nazdáva, že sedimenty vznikli ešte na mladom Marse (pred 3,5 až 4,3 miliardami rokov). Malin však tento odhad spochybňuje.

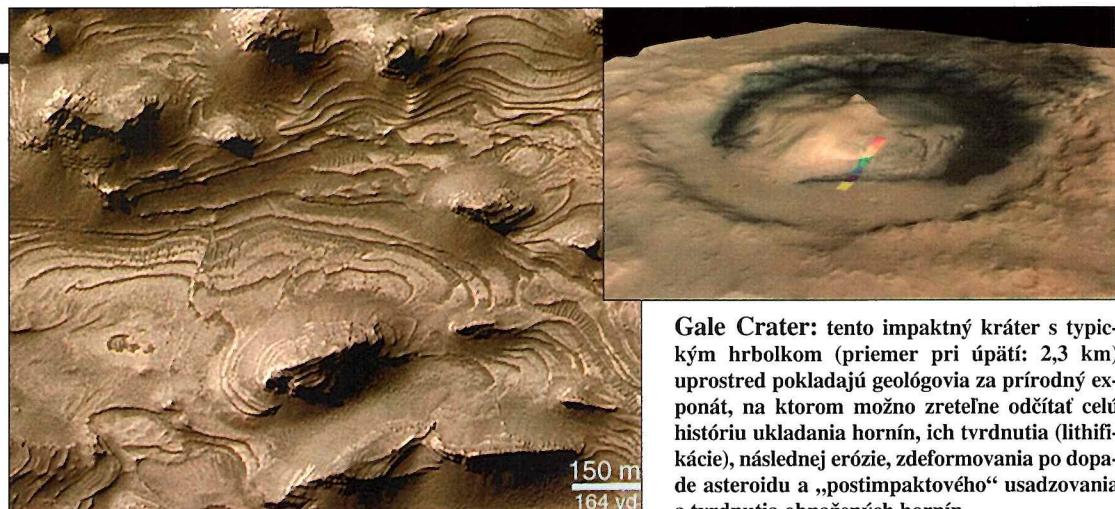
Nathalie Cabrolová z NASA/Ames Research Center sa pokúsila už na snímkach z obidvoch Vikingov identifikovať vyše 200 marťanských „jazerných prieplavov“ s viditeľnými sedimentami, ktoré podľa nej vznikli iba pred niekoľkými miliónmi rokov. Cabrolová: „Väčšina týchto štruktúr nemôže byť stará, pretože by ich prekrývali náveje a duny marťanského prachu a pôudu. Ten, kto na ich vysokom veku trvá, by mal vysvetliť, aká sila ich v priebehu posledných stoviek miliónov rokov opäť obnažila?“

Objav „jazerných štruktúr“ prehľbil neistotu marsolόgov, ktorí sú nad neraz rozporuplnými údajmi z červenej planéty čoraz bezradnejší: „Bola na Marse voda? Ak áno, kedy a ako sa stratila? Je voda na Marse, pod povrhom, dodnes? Bola vôbec voda na Marse?“ Tieto otázky si kladú vedci po každej novej zásielke snímok a údajov zo sondy Mars Global Surveyor, pričom sa v pomerne krátkom čase rozdelili do dvoch tábarov. Jedni sú presvedčení, že Mars mal v minulosti relativne veľa vody (a časť z nej si udržal dodnes), druhí trvajú na tom, že červená planéta bola, je a bude suchá. Suchšia ako najsuchšia púšť na Zemi.

Podľa správ NASA/JPL spracoval –eg–

Candor Chasma: terasovité svahy kaňonu severne od marťanského rovna pri pomíňajú krajinnu v Nepále. Jednotlivé, zhruba vodorovné terasy, vytvárajú masívne zerdované vrstvy, hrubé asi 10 metrov.

Holden Crater: tato krajina vo vnútri a v okolí Holdenovo krátera pri pomíňa niektoré oblasti Farebnej púšte (Painted Desert) v Arizone.



Gale Crater: tento impaktný kráter s typickým hrbolkom (priemer pri úpätí: 2,3 km) uprostred pokladajú geológovia za prírodný exponát, na ktorom možno zretelne odčítať celú história ukladania hornín, ich tvrdnutia (lithifikácie), následnej erózie, zdeformovania po dopade asteroidu a „postimpaktového“ usadzovania a tvrdnutia obnažených hornín.



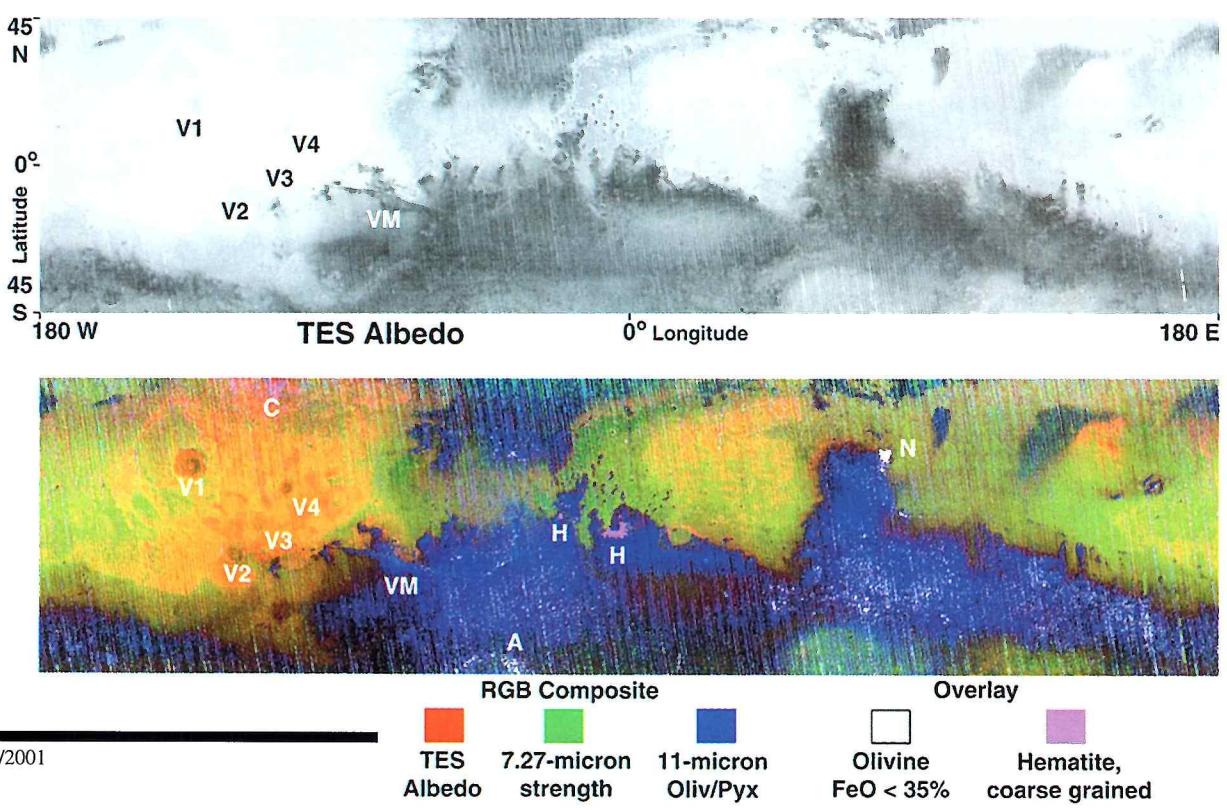
Nevidaná erózia obnažila (alebo vytvorila?) túto fascinujúcu marťanskú krajinnu v oblasti Arabia Terra. Ide o svahy impaktného kráteru, na ktorých tmavý piesok neobyčajne zretelne zviditeľnil terasovité štruktúry. Vrstvy tvoriace terasy sú rovnako hrubé. Terasy sa sformovali

počas cyklických (či epizodických?) zmien v usadeninách, ktoré sa uložili pred miliardami rokov. Vedci sa nazdávajú, že erozívny činitelom mohla byť voda alebo prach, unášaný desiatky miliónov rokov silnými vetrami v čase, keď marťanská atmosféra bola oveľa hustejšia.

Malin Space Science Systems

Prvá snímka TES je vo viditeľnom svetle, druhá v digitalizovaných farbách infračerveného spektra. (Oba repreprodukujú povrch Marsu medzi 45 stupňom severnej a južnej marťanskej dĺžky). Prvá snímka sa nevelmi lísi od čiernobielej fotografie. V ľavej časti rozlíšite aj niekoľko obrovských vulkánov (V1 až V4), okolo ktorých sa na všeobecne prekvapenie nenašli takmer žiadne stopy sýry. Na spodnej snímke „v teplom svetle“ zviditeľňuje červená farba albedo (odrazené svetlo), zelená (na vlnovej dĺžke 7,27 mikróna) prekrádzala ložiská sulfátov, modrá polia olivínu s prímesami pyroxénov. (V oboch prípadoch ide o vulkanické horniny). Malé biele škvrny sú ostrovčeky olivínu s nízkym obsahom železa (ide napríklad o oblasť Nili Fossae(N), o okraj kráteru Argyre (A). Nepatrne škvrnky v strede snímky (H) sú ostrovčekmi zrniek oxidovaných hornín železa. Škvrny vľavo hore (C) sú oblaky. Tmavé polia olivínu sa vyskytujú najmä v južnej hemisfére. Olivín dominuje aj v oblasti gigantických kaňonov Vallis Marineris (4600 km). Ak by kaňony vytvorila voda, vodná erózia by olivín dôvod rozložila, pretvorila, premiešala s inými horninami a premiestnila.

US Geological Survey Press Release



Neviditeľné dimenzie vesmíru

Viditeľný vesmír by mohol spočívať v membráne, plávajúcej vo vyššie dimenziálnom priestore. Zohľadnenie extradimiení by nám pomohlo zjednotiť sily prírody. Extradimenzie by mohli obsahovať aj paralelé vesmíry.

Klasický román Flatland (Plochá zem): romanca o mnohých dimenziách, vyšiel roku 1884. Autor Edwin A. Abbott popisuje dobrodružstvá A. Squarea (A. Štvorca), bytosť, ktorá žije v dvojdimenziónom priestore, obývanom animovanými geometrickými útvarami – trojuholníkmi, štvorcami, lichobežníkmi... Tesne pred koncom príbehu, v prvý deň roku 2000, prenikne do Flatlandu sférické stvorenie zo Spacelandu, trojdimenziálneho sveta, a plochú iduľu pána Štvorca dramaticky narúší: predvedie mu hmatateľnú podobu trojdimenziálneho sveta. Kým Štvorec pochopí, čo mu guľa vlastne demonštruje, spekuluje, že Spaceland môže naozaj existovať ako malý subpriestor v ešte väčšom štvordimenziónom univerze.

V uplynulých dvoch rokoch začali fyzici seriózne skúmať veľmi podobnú myšlienku: všetko, čo v našom vesmíre vidíme, je zakiate v trojdimenziónej „membráne“, ktorá spočíva vo viacdemenziónom útvare. Na rozdiel od pána Štvorca, ktorý za svoje poznanie vďačil intervencii vyšej moci zo Spacelandu, dnešní fyzici dokážu aj vlastnými silami detegovať a overiť existenciu extradimiení, reality, ktoré sa môžu rozprestierať v priestore s nie väčším ako 2,5-milimetrovým priemerom. Experimenty sa zamieravajú na to, ako vplývajú extradimenzie na gravitačnú silu. Ak je teória správna, experimenty s vysokoenerygetickými časticami v Európe by mohli zviditeľniť neobyčajné procesy vyžadujúce kvantovú gravitáciu, ako napríklad formovanie nepatrnych čiernych dier. Táto teória je viac ako romancou. Jej autori ju postavili na najnovších poznatkoch teórie strún a je nepochybne, že vyrieši niektoré záhady fyziky častíc i kozmológie.

Exotické pojmy teórie strún a multidimenzií vychádzajú zo snahy porozumieť najzákladnejšej sile vesmíru – gravitácii. Ani tri storočia po tom, ako Isaac Newton publikoval svoj gravitačný zákon, nedokázal fy-

zici vysvetliť, prečo je gravitácia o toľko slabšia ako zvyšné tri sily. Slabosť gravitácie je priam dramatická. Aj malý magnet dokáže premôct príťažlivosť Zeme; bez problémov zdvihne z jej povrchu klinec. Gravitačná sila pôsobiaca medzi dvoma elektrónmi je 10^{43} -krát slabšia ako elektrické sily, ktoré ich odpudzujú. Bez gravitácie by sme sa však nedokázali zaoblíť: nemohli by sme kráčať po zemskej povrchu; Zem by neobiehala Slnko, pretože tieto veľké akumulácie hmoty sú elektricky neutrálné. Elektrické sily tu pôsobia tak nepatrne, že gravitácia, hoci jako „slabá“, môže dominantne pôsobiť.

Nevysvetliteľná slabosť gravitácie

Elektróny by museli byť 10^{22} hmotnejšie, aby sa gravitačná sila, ktorou na seba pôsobia, vyrovnila s láč elektrickým. Na vyprodukovanie takejto ľažkej časticie by však príroda musela vynaložiť energiu 10^{19} gigaelektrónov (GeV), teda množstvo, ktoré nazývame Planckovou energiou. Odvodená kvantita je známa ako Planckova dĺžka: 10^{-35} metra. Pre porovnanie: protón (jadro atómu vodíka) je 10^{19} -krát väčší. Jeho hmotnosť je 1 GeV. Planckova škála energie a dĺžky je zatiaľ mimo dosahu aj tých najväčších urýchlovačov. Dokonca aj Large Hadron Collider (LHC) v CERN bude skúmať škálu len do 10^{-19} . Vzhľadom k tomu, že sila gravitácie je zrovnatelná s elektromagnetizmom a ďalšími silami iba na Planckovej škále, fyzici predpokladajú, že teória zjednocujúca gravitáciu s ostatnými interakciami bude odhalená iba pri týchto energiách.

Podoba „definitívnej“ teórie všetkého“ by bola v tomto prípade beznádejne mimo dosahu priamych experimentálnych výskumov. Prinajmenšom v dohľadnej budúcnosti.

Najsilnejšie urýchlovače dokážu dnes udeliť časticie energie medzi 100 a 1000 GeV (čo je hodnota 1 tera-elektronvoltu 1TeV). Na tejto hladine

Vesmír, v ktorom žijeme, môže byť membránový vesmír v ríši vyšších dimenzií. Experimenty môžu objaviť príznaky extradimiení nie väčších ako 1 milimeter už v tomto roku.

energií experimentátori zistili, že sa elektromagnetická sila a slabé interakcie (ide o silu pôsobiacu medzi subatomárnymi časticami, ktorej dôsledkom sú rozličné typy rádioaktívneho rozpadu) zjednotili. Mimoriadnu slabosť gravitácie ako sily si najlepšie uvedomíme vtedy, ak pochopíme faktor 10^{16} , ktorý oddeluje škálu elektroslabých interakcií od Planckovej škály.

Ziaľbohu, ani neobyčajne úspešná teória časticovej fyziky (nazývaná aj *Standardný model*) nedokáže vysvetliť, prečo je rozdiel medzi týmto silami taký veľký. Teória totiž iba teraz získala nástroje, ktoré jej umožnia hlbšie pochopiť pozorovanú elektroslabú škálu. Potešiteľné je, že táto adjustácia asi umožní nájsť spoločného menovateľa pre bezpočet napozorovaných údajov. Na druhej strane: je skľúčujúce, že teóriu bude možné považovať za platnú iba vtedy, keď sa podarí vyhotoviť dôkaz s presnosťou $1:10^{32}$; v opačnom prípade kvantové efekty – nestability – posunú elektroslabú škálu naspäť k Planckovej škále. Existencia takto delikátnie vybalansovanej teórie pripomína pero, ktoré by ste pristihli v izbe, ako stojí na stole. Ani takáto možnosť nie je celkom vylúčená, je však mimoriadne nestabilná, takže nevychádzame z údivu, ako k nej mohlo dôjsť.

Už dvadsať rokov riešia fyzici rébus, nazývaný aj „problém hierarchie“, na ktorý narazili pri skúmaní povahy fyziky častíc v škále 10^{-19} metra (energiu 1 TeV), keď sa pokúšali stabilizovať elektroslabú škálu. Najpopulárnejšou modifikáciou Standardného modelu, ktorá do istej miery zapadá do predstavy, je nová symetria, nazývaná aj *supersymetriou*. Ak sa vrátime k analógii stojaceho pera, supersymetria funguje ako neviditeľná podpera, ktorá zabraňuje

peru padnúť. Urýchlovače sice zatiaľ nedodali ani jediný priamy dôkaz supersymetrie, niekoľko mimoriadne sugestívnych nepriamych dôkazov však podporuje supersymetrické rozšírenie Standardného modelu. Napríklad: keď sa namerané hodnoty silných, slabých a elektromagnetických sôl teoreticky extrapolujú na krátke vzdialenosť, približia sa k všeobecnej hodnote iba vtedy, ak sa extrapolácia deje v režii pravidel supersymetrie.

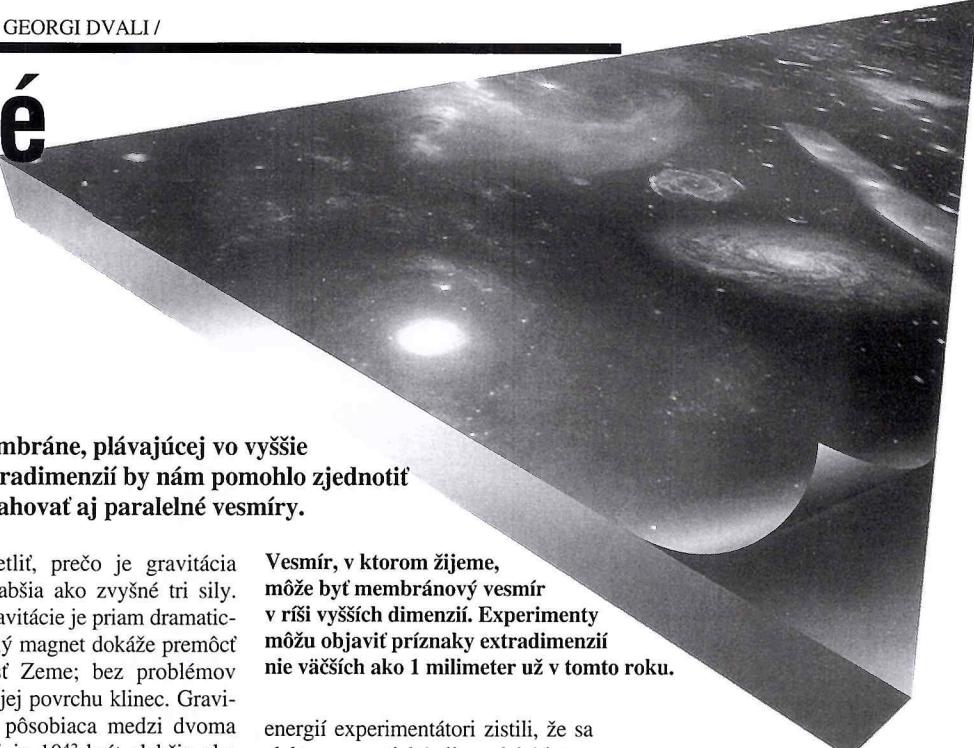
Tento výsledok naznačuje existenciu supersymetrickej unifikácie týchto troch sôl na škále 10^{-32} metra, ktorá je tisíckrát dlhšia ako Planckova dĺžka, ale ešte vždy možnosti urýchlovačov častíc.

Gravitácia a veľké priestorové dimenzie

Jediným sľubnejším plodom dva-dsať rokov trvajúceho riešenia „problému hierarchie“ je zmena fyziky častíc na škále 10^{-19} metrov zavedením procesov supersymetrie.

Počas uplynulých dvoch rokoch však teoretici navrhli radikálne odlišný prístup: pokúsili sa modifikovať nielen časopriestor a gravitáciu, ale aj samotnú Planckovu škálu. Mimoriadny rozmer Planckovej škály, ktorý sa uznáva vyše 100 rokov (odkedy ju Planck zaviedol), sa opiera o neoverený predpoklad toho, ako pôsobí gravitácia na krátke vzdialenosť.

Newtonov gravitačný zákon, ktorý hovorí, že sily pôsobia medzi dvojnimi telesami sú nepriamo úmerné štvorcu ich vzdialenosťí, funguje v makroskopických vzdialenosťach skvele; vysvetluje obiehanie Zeme okolo Slnka, Mesiaca okolo Zeme,



atakdalej... Nakolko je však gravitácia slabou súlou, pokúsili sa vedci experimentálne preveriť platnosť gravitačného zákona aj na podstatne menšie vzdialenosť.

Zistili, že gravitácia sa stáva silou silou až na úrovni Planckovej dĺžky 10^{-35} metra.

Newtonov inverzny zákon je prirodzený v trojdimentzionalom priestore. Siločiary gravitačného pola Zeme sa šíria v trojdimentziálnej sfére, ktorej povrch (na ktorom je gravitácia rovnaká) so štvorcem vzdialenosť rastie, pričom gravitačná sila sa zmenšuje rovnomerne na všetky strany.

V štvordimentziálnom priestore by sa siločiary gravitačného pola (vyžiarene z ľubovoľného bodu) šírili v štvordimentziálnej sfére, ktorej povrch by sa s trojmocninou vzdialenosť zväčšoval, pričom gravitácia by rovnakou mierou slabla.

Pravdaže, tento inverzny trojmocninový zákon v našom vesmíre neplatí. Predstavte si však, že sa takáto extradimensia vyskytne v malom kruhu s priemerom R a my sledujeme siločiary gravitačného pola šíriace sa z nepatrného bodu. Ak sú siločiary pola oveľa bližšie k telesu/bodu, ako je vzdialenosť R , budú sa rovnomerne šíriť vo všetkých štyroch dimenziah, pričom gravitácia bude slabnúť s trojmocninou vzdialenosť. Keď sa však siločiary roziahnu po celom kruhu, môžu sa šíriť iba v troch dimenziah. Pri vzdialenosťach väčších ako R sa gravitácia mení so štvorcem vzdialenosť.

Rovnaký efekt sa objavuje aj v prípade ďalších extradimenzí; všetky sú zvínuté do kruhov s polomerom R . Pre n priestorových dimenzí pri vzdialenosťach menších ako R , bude sa gravitácia správať podľa inverzného $2 + n$ zákona. Nakolko meriame iba vzdialenosť menšie ako 1 milimeter, mali by sme zabudnúť na gravitáciu spôsobenú extradimenziami, ktorých rozmer R je menší ako 1 milimeter. Navyše: silový zákon $2 + n$ vybudí gravitáciu na úrovni sily Planckovej dĺžky, teda nad úrovňou 10^{-35} metra. Je to preto, lebo Planckova dĺžka (definovaná škálou, na ktorej sa sila gravitácie zväčší), nemôže byť až taká malá; problém hierarchie sa teda redukuje.

Problém hierarchie by sa dal vyriešiť aj zavedením extradimenzí, pretože takto by sa Planckova škála dala posunúť do blízkosti elektroslabej škály. Unifikácia gravitácie s ostatnými silami sa podarí skôr na škále blízkej 10^{-19} metra ako na 10^{-35} metra, čo sa donedávna predpokladalo. Kofko dimensií to predpokladá bude záležať od toho aké budú veľké. A naopak: pre daný počet extradimenzí môžeme určiť, aké

veľké musia byť, aby vygenerovali gravitáciu, ktorá by sa priblížila skále 10^{-19} metra. Ak uvažujeme iba s jednou extradimensiou, jej polomer R musí mať hodnotu vzdialenosť Zem – Slnko. Tento prípad je vyhradený pre pozorovateľov.

Ďalšie dve extradimenzie môžu vyhovieť problémom hierarchie iba vtedy, ak nemajú viac ako milimeter, čo je presne hranica, kde sa naše priame skúsenosti s pôsobením gravitácie končia. Každá ďalšia dimenzia je menšia; pre 7 ďalších dimenzí by malo platiť, že nie sú väčšie ako 10^{-14} metra, čo je zhruba veľkosť jadra uránu. Z hľadiska ľudskej skúsenosti ide o nepatrný rozmer, vo svete časticovej fyziky však máme do činenia s obrovským priestorom.

Mohlo by sa zdať, že narábanie s extradimenziami je bizarné a svojočiné, lenže pre fyzikov ide o starú, známu myšlienku z roku 1920, keď poľský matematik Theodor Kaluza a švédsky fyzik Oskar Klein vyvinuli pozoruhodnú jednotnú teóriu gravitácie a elektromagnetizmu, ktorá by sa bez extradimenzí nezaobíšla. Túto teóriu oživili moderné teórie strún, ktoré potrebujú 10 priestorových dimenzí, lebo inakšie by ich výpočty nemali vnútornú konzistenčiu. V minulosti fyzici predpokladali, že extradimensie sú zvínuté do tenkých kruhov v rozmermi, ktoré sa blížia Planckovej dĺžke 10^{-35} metrov, čo bolo súča za hranicami detegovateľnosti, ale vyuvovalo podmienky pre problém hierarchie. A naopak: v novej teórii sa extradimensie zavíňajú do veľkých kruhov s polomerom 10^{-14} metra až 1 milimetra.

Náš vesmír v stene

Ak sú tieto extradimensie naozaj také veľké, prečo ich nepozorujeme? Mali by sme ich rozlíšiť voľným okom alebo pomocou mikroskopu. Hoci sa nám doteraz nepodarilo zmerať gravitáciu pod vzdialenosťou 1 milimeter, disponujeme neobyčajným množstvom experimentálnych poznatkov, ktoré potvrdzujú pôsobenie ostatných sôl aj na oveľa kratšie vzdialenosť (blížiace sa hodnote 10^{-19} m), pričom všetky sú konzistentné iba v trojdimentzionalom priestore. Kde máme teda hľadať veľké extradimensie?

Odpoved' je jednoduchá: všetka hmota a všetky sily, ktoré poznáme (s výnimkou gravitácie), môžu tvoriť vo vesmíre akúsi stenu extradimensie. Elektróny, protóny, fotóny či ďalšie časticie v rámci štandardného modelu sa v extradimenziah nemôžu pohybovať; do priestoru vyšších dimensií sa nemôžu rozšíriť ani elektrické a magnetické polia. Stena má iba tri dimenzie, ale ak obsahuje všetky časticie, potom nás vesmír

môže byť trojdimentzionalny. Iba gravitačné vlny sa môžu šíriť do vesmíru vyšších dimensií; iba časticie, ktoré prenášajú gravitáciu (graviton), sa môžu slobodne pohybovať aj v extradimenziah. Existenciu extradimenzí možno v takom prípade skúmať iba pomocou gravitácie.

Predstavte si, že všetky časticie v štandardnom modeli, elektróny či protóny, sú biliardovými gúlamami, ktoré sa pohybujú po ozrutmom stole. Vo chvíli, keď sú sústredené, je vesmír dvojdimentzionalny. Vo chvíli, keď sa však rozpoja, môžu detegovať aj svet vyšších dimensií: keď do seba dve gule narazia dostatočne prudko, vzniknú zvukové vlny, ktoré sa šíria

už v troch dimensiách, pričom z povrchu biliardového stola odnesú i časť energie.

Tieto zvukové vlny sú analógiou gravitonov, ktoré sa môžu šíriť do všetkých dimensií. Preto fyzici od kolízií vysokoenergetických častic v mamutích urýchlovačoch očakávajú, že zaznamenajú pokles energie, čo by bol dôkaz, že graviton vnikli do extradimensie.

Na prvý pohľad môže byť predstava častic sformovaných do steny bizarná. Podobné fenomény však už dôverne poznáme. Napríklad: elektróny v medenom drôte sa môžu pohybovať iba pozdĺž jednodimentzionalného priestoru drôtu a neunikajú do okolitého trojdimentzionalného priestora.

Ako v škrupine orecha

Dimenzie

Zdá sa, že nás vesmír má štyri dimenzie: tri priestorové (hora – dole, doleva – dozadu, doľava – doprava). Aj keď si iba ľahko dokážeme predstaviť aj iné dimenzie, matematici a fyzici už oddávna analyzujú aj vlastnosti teoretických priestorov, ktoré majú bezpočet dimensií.

Rozmery dimensií

Tri známe priestorové dimenzie nášho vesmíru sú obrovské. Časová dimenzia siaha približne 13 miliárd rokov do minulosti a môže sa rozvíjať aj do budúcnosti. Zdá sa, že tri priestorové dimenzie môžu byť nekonečné; naše teleskopy detegujú objekty už za hranicou 12 miliárd svetelných rokov. Dimenzie však môžu byť aj konečné. Napríklad povrch Zeme je ohrazený kruhom s obvodom približne 40 000 km.

Malé extradimensie

Niekteré moderné fyzikálne teórie navrhujú dodatočné reálne dimenzie, ktoré sú pokrčené v neobvyčajne malých kruhoch (s polomerom 10^{-35} metra), takže ich predbežne nedokážeme detegovať. Predstavme si tenučké vlátko balviny: z istej vzdialenosťi je jednodimentzionale. Jednoduchým výpočtom dokážeme určiť polohu mrvaca na vlákne. Keď však použijeme mikroskop, objavíme drobné zrnká prachu na dvojdimentzionalnom povrchu vlákna: pozdĺž jeho dĺžkovej dimenzie i okolo jeho krátkeho obvodu.

Veľké extradimensie

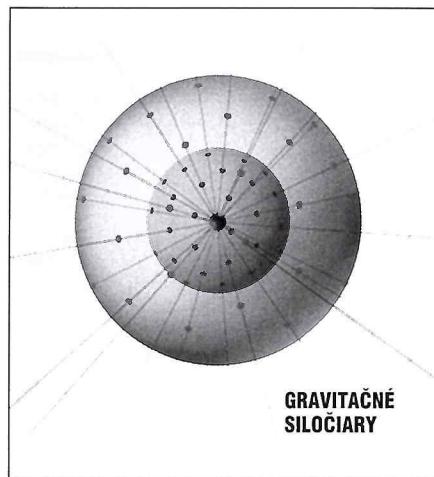
Fyzici nedávno zistili, že extradimensie s rozmerom 1 milimeter môžu existovať, hoci sú pre nás neviditeľné. Nijaké experimentálne údaje zatiaľ túto teóriu nepodkopali, takže môžeme pomocou nej vysvetliť viaceré mysteria časticovej fyziky a kozmológie. Všetko v okolitej trojdimentzionalnom priestore (a my s ním) môžu byť (okrem gravitácie) uväznené v „membráne“, rovnako ako biliardové gule v dvojdimentziale zelenom povrchu biliardového stola.

Dimenzie a gravitácia

Správanie sa gravitácie, najmä jej sila, je determinované tým, v koľkých dimenziah pôsobí. Štúdie zamerané na pôsobenie gravitácie v priestore menšom ako 1 milimeter nám môžu odhaliť aj veľké extradimensie. Experimenty sú v plnom prúde. V týchto dimenziah by sa tvorili aj bizarné objekty kvantovej gravitácie (napríklad mikroskopické čierne diery, graviton a superstruny), napospol objekty, ktoré dokážeme detegovať už v najbližšom desaťročí pomocou mamutích urýchlovačov častic.



Gule na biliardovom stole sú analógmi základných častic membrány – vesmíru v ktorom žijeme. Energia, ktorú generuje zrážka biliardových gulí, je emitovaná do troch dimensií vo forme zvukových vln (oblúky), podobne ako graviton. Presné štúdie pohybu gulí umožňujú detegovať „chýbajúcu“ energiu, a teda i vyššie dimenzie.

GRAVITAČNÉ
SILOCIARY

Gravitačné siločiary sa šíria zo Zeme v troch dimensiach. Tak ako **vzdialenosť od Zeme narastá**, gravitačná sila slabne priamo úmerne s mierou jej roztiahnutia vo väčšom priestore – vo sférah. V trojdimenziálnom časopriestore sa plocha každej sféry so štvorcovom vzdialenosťi jej polomeru zväčšuje, gravitácia však so štvorcovom vzdialenosťi slabne.

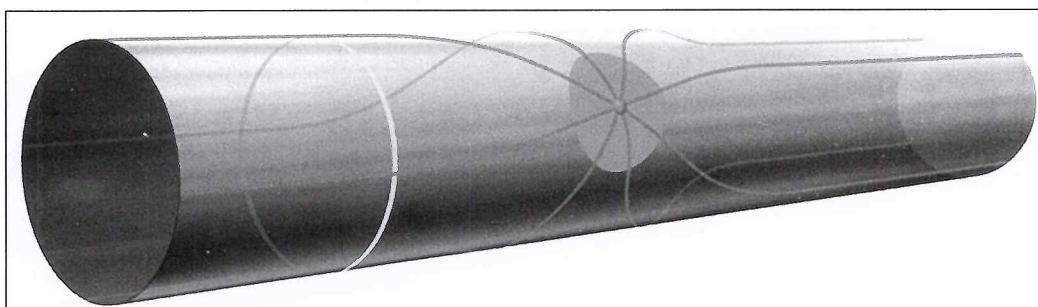
storu. Podobne: vlny vody sa šíria po povrchu oceánu, ale nie do jeho hĺbky. Špecifický scenár, ktorý sme načrtli, kde sú všetky čästice s výnimkou gravitónov nahromadené v stene, môže prerásť do teórie strún. A naozaj: všetky poznatky, ktoré v posledných rokoch pokladáme za prelomové, v rámci skúmania teórie strún naznačujú, že táto teória bez takýchto „stien“ fungovať nemôže. Hľadáme preto tzv. D-branes, pričom slovo „brane“ (brejn) je odvodené od „membrány“ a písmeňko „D“ označuje tzv. „Dirichlet“, ktorá indikuje matematické vlastnosti membrány. D-branes majú nachlp požadovaný tvar: čästice, elektróny a protony, sú reprezentované tenkými dĺžkami struniek s dvomi koncami, ukotvenými v D-brane.

Naproti tomu gravitóny majú podobu natesno zvinutej strunky; táto strunka sa môže pohybovať vo všetkých dimensiach, pretože nemá koncové body, ktoré ju ukotvujú do membrány.

Obstojí nová teória?

Každý seriózny teoretik, ktorý vyrukuje s novou teóriou, pokúša sa ju vyvrátiť hľadaním nekonzis-tencií s overenými experimentálnymi poznatkami. Teória veľkých extradimensií mení gravitáciu v makroskopických vzdialenosťach, takže je ju ľahké podkopať. Napriek všetkému tátu teória, hocijako radiálne mení naše doterajšie predstavy o vesmíre, neprotirečí ani jednému z experimentálne potvrdených poznatkov. Pokusov o jej testovanie nebolo mnoho, všetky však dospeli

Malé extradimenzie ohnuté/sformované do kruhu (obvod rúry) znázorňujú, ako gravitácia (tmavé čiary) šíri v priestore. Vo vzdialenosťach menších ako kruh (útvor uprostred) sa siločiary šíria rýchle do všetkých dimensií. Vo väčších dimensiach (biely kruh) vyplnili gravitačné siločiary extradimensiu, pričom ju nijako nenarušili.

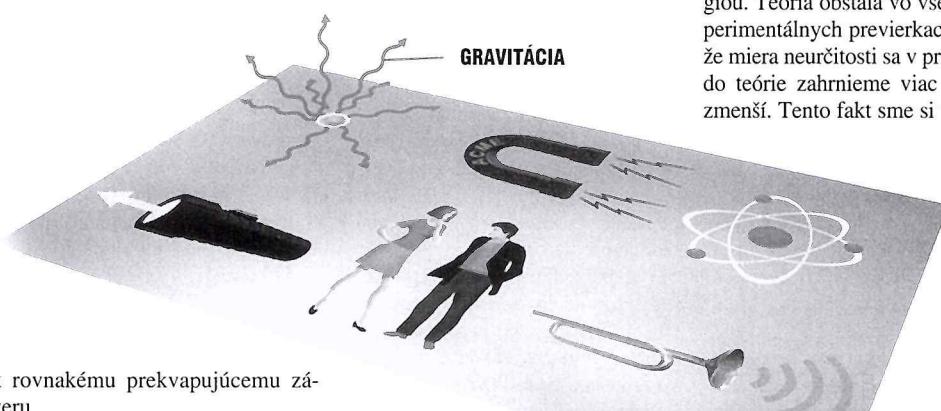


s hmotou ovela silnejšie (čo zodpovedá predstave, že gravitácia pôsobí na krátke vzdialenosťi ovela silnejšie), čo znamená, že by sme mohli vyprodukovať ovela viac gravitónov pomocou riadených kolízii vysokoenergetických čästíc. Navyše: **gravitóny sa objavujú vo všetkých dimensiach**, pretože sa dokážu uvoľniť zo steny, či membrány a odnesť z nej časť energie!!! Taký je vesmír, v ktorom žijeme.

Ked' hviezda skolabuje a vybuchne ako supernova, vysoké teploty do-slova vypudia gravitóny do extra-

ria prežije. Najprísnejší limit platí iba pre 2 extradimensie, v ktorých únik gravitónov supernovu výdatne ochladi a to v prípade, keď sa fundamentalna Planckova škála redukuje pod úroveň energie 50 TeV. Pre 3 a viac extradimensií sa môže táto škála zredukovať až na úroveň niekolkých TeV bez toho, aby prinutila supernovu spásniť.

Teoretici preverili aj celý rad ďalších možností, opierajúcich sa o nepriyatelné zmeny systému v rozmedzí od úspešného obrazu big bangu na počiatku vesmíru až po kolízie kozmických lúčov s ultravysokou energiou. Teória obstála vo všetkých experimentálnych previerkach. Zdá sa, že miera neurčitosti sa v prípade, keď do teórie zahrnieme viac dimensií, zmenší. Tento fakt sme si uvedomili



k rovnakému prekvapujúcemu záveru.

Niekoho možno irituje predstava premenlivej gravitácie. Naozaj: ako by sa mohli udržať pohromadne planetárne sústavy, hviezdkopy či galaxie, keby sa sila gravitácie neustále menila? Makrosvetia sa však oscilujúca gravitácia netýka. Gravitácia sa mení iba v rámci vzdialostí menších ako 1 milimeter. Vo vnútri hviezdy však práve jej stabilita udržuje nespočetné množstvo čiastočiek rozptýlených v sférickom gravitačnom klepaci na vzdialenosť tisícov kilometrov a udržuje tak jej stabilitu.

Dokonca aj v extradimensiách pôsobí gravitácia ovela rýchlejšie a silnejšie ako na krátke vzdialenosťi. Iba na úrovni 10^{-19} metra sa však jej vplyv prejavuje spolu s ostatnými silami, hoci v porovnaní so silou, ktorá pôsobí na dlhé vzdialenosťi, je tento vplyv skôr nepatrny.

Ovela serióznejšie poznatky máme dnes o **gravitónoch** – hypotetických čästiciach, ktoré sú podľa kvantovej teórie nosičmi gravitácie. V tejto extradimensii interagujú gravitóny

Náš vesmír je možno stenou, či membránou v extradimensii. Pozdĺžna čiara v rúre (vpravo) a plochá plocha predstavujú náš trojdimenziunalny vesmír, v ktorom sú nahustené všetky známe čästice a sily. Gravitácia (tmavé vlnovky a čiary) sa šíri na všetky strany i za hranice trojdimenziunalného vesmíru. Extra-dimensie môžu mať veľkosť 1 milimeter, sú neviditeľné a preto nerušia nijaké pozorovanie.

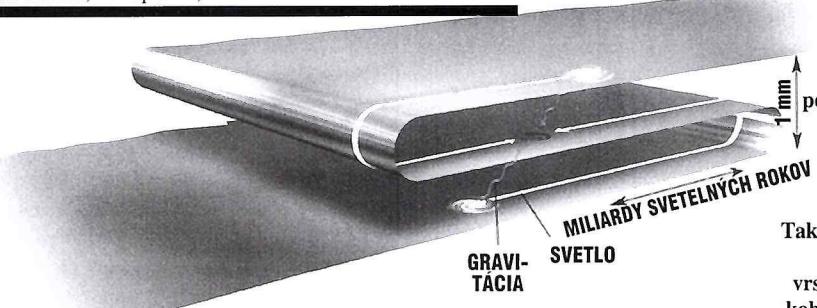
menzií. Z pozorovania slávnej supernovy 1987A vieme, že supernova vyzárla väčšinu energie v podobe neutrín, takže na gravitóny veľa nevýzvýšila. Lepšie pochopenie procesov v supernovách závisí od toho, či sa nám podarí zistit, do akej miery sa gravitóny viažu na hmotu. Táto neurčitosť do značnej miery podkopáva vieri vo veľké extradimensie, ale de-tailnejšie prepočty naznačujú, že teó-

už na samom začiatku: prípad jednej extradimensie sme okamžite vylúčili, pretože gravitácia by v takom prípade v mierke Slnečnej sústavy nefungovala. To zároveň naznačuje, prečo je použitie viacerých dimensií istejšie; dramatické zosilnenie gravitácie začína pri kratších vzdialenosťach, a preto má na procesy vo väčších vzdialenosťach iba malý vplyv.

Riešenie do roku 2010

Teória rieši problém hierarchie tým, že používa gravitáciu ako mocnú silu na úrovni TeV energií, či presnejšie, škála energie musí byť otestovaná pomocou nových urýchlovačov. Experimenty na Large Hadron Collider (LHC), ktoré sa uskutočnia približne v roku 2005, by mali poodhaliť tajomstvo *kvantovej gravitácie*!

Napríklad: ak je teória strún ko-



vesmíru. Takzvanú tmavú hmotu by sme potom mohli vysvetliť aj vplyvom gravitácie hviezd a galaxií v paralelnom vesmíre. Ich gravitácia (čierna) na nás pôsobí skratkou cez extradimenziu, ale ich svetlo (biela) nemôžeme uzrieť, pretože pozdĺž záhybov putuje miliardy svetlených rokov, dlhšie ako nás vesmír existuje.

rektným popisom kvantovej gravitácie, častice pripomínajú tenké závitky struny, ktorá môže vibrovať ako struna na husliach. Známe základné častice však pripomínajú skôr strunu, ktorá nevibruje, strunu, ktorá nie je napäťa.

Oblast akejkoľvek odlišnej „hudobnej noty“, ktorú by struna dokázala ozvučiť vibráciu, musíme povaľať za celkom odlišnú exotickú časticu. V konvenčných teóriach strún sa uvažovalo so strunami, ktoré nesmeli byť väčšie ako 10^{-35} metra; nové častice budú mať hmotnosť v rozmedzí tradičnej Planckovej energie – teda „hudba“ takýchto strún by mala príliš vysoké tóny, takže by sme ju nemohli „počuť“ ani pomocou urýchľovačov častic. Vo veľkých extradimenziách sú struny oveľa dlhšie, (około 10^{-19} metra), takže nové častice by sa „ozvali“ na úrovni TeV energií, teda dostatočne nízko, aby ich LHC dokázali detegovať.

Podobne: aj v prípade ak energia kolízie častic vytvorí mikroskopickú čiernu dieru, nebude to úkaz, ktorý by vybočil z rámca experimentu; takéto čierne diery (10^{-19} metra) by boli príliš malé na to, aby spôsobili problémy. Budú emitovať energiu (nazývanú aj Hawkingova radiácia) a vyparia sa v priebehu 10^{-27} sekundy. Fyzici tak budú môcť priamo overovať myštvorium kvantovej fyziky čiernych dier.

Dokonca na úrovni energií, ktoré sú príliš nízke, aby dokázali produkovat vibrujúce struny či čierne diery, vyprodukujú kolízie častic dostačne množstvo gravitónov, čo je proces zlučiteľný s konvenčnými teóriami. V rámci experimentov sa sice emitované gravitóny nebudú dať detegovať priamo, ale energia, ktorá sa pritom uvoľní, bude preukázať chýbajúcou energiou, uvoľnenou z trieste po kolízii. Teória prepokladá špecifické vlastnosti chýbajúcej energie (vrátane podielu na celkovej energii kolízie), takže dôkaz produkcie gravitónov sa bude dať spoľahlivo rozlíšiť od ostatných procesov, ktoré môžu uvoľňovať energiu neviditeľných častic.

Dnešné údaje z vysokoenergetických urýchľovačov iba zlahka protičia scenáru veľkých dimenzií. Experimenty na LHC budú zaznamenávať dôkaz gravitónov, alebo, v prípade ich absencie, teóriu vyvrátiť.

Celkom odlišný typ experimentu by mohol teóriu podprijť, a to oveľa skôr ako urýchľovače častic. Podmienkou vyriešenia problému hierarchie pre dve extradimenzie je, že musia mať veľkosť 1 milimetr. Mereania gravitácie by teda detegovali zmennu Newtonovho inverzného zákona na inverzny zákon štyroch sôl vo vzdialostiach blížiacich sa 1 milimetru. Rozšírenie základnej teórie vedie k celému radu iných možných odchyliek od Newtonovej gravitácie, z ktorých je najzaujímavejšia *repulzívna (odstredivá)* sila, miliónkrát silnejšia ako gravitácia; pôsobí medzi hmotami, ktoré delí vzdialenosť menšiu ako 1 milimetr. Celý rad experimentátorov sa pokúša pomocou najmodernejších detektorov overiť Newtonov zákon v rozsahu od 1 cm až po desatinu mikrónu.

Na overenie gravitačnej sily v submilimetrových vzdialostiach je potrebné použiť objekty s rozmermi menšími ako 1 mm, ktoré však majú veľmi malú hmotnosť. Experimentátor musí starostlivo a vynachádzavo odseparovať početné sprievodné efekty (napríklad zvyšné elektrostatické sily), ktoré by mohli zamaskovať alebo sfalšovať slabé gravitačné

vplyvy. Podobné experimenty sú veľmi jemné a zložité, ale práve z nich sa môžu zrodiť dramatické nové disciplíny fyziky. Bez ohľadu na hľadanie extradimenzií musíme sa pokúsiť aj o rozšírenie našich súčasných poznatkov o pôsobení gravitácie na malé vzdialenosťi. Takýmto pokusom sa dnes venujú traja výskumníci: John C. Price z University of Colorado, Aharon Kapitulnik zo Stanford University a Eric G. Adelberger z University of Washington. Očakávajú, že už v tomto roku budú prezentovať výsledky svojej práce.

Ich myšlienka extradimenzií nadväzuje na kopernikovskú tradíciu chápania nášho miesta vo svete: Zem nie je centrom Slnčnej sústavy, Slnečko nie je centrom Galaxie a naša Galaxia je iba jednou z miliárd galaxií vo vesmíre, ktorý nemá nijaký stred, pričom nás trojdimenzionálny vesmír je iba jednou membránou vo vesmíre plnom dimenzií. Inými slovami: nás vesmír okupuje iba bezvýznamný bod v tenučke blane obklopanej prázdnottou.

Možno, že tento pohľad je zjednodušený. Ak naša Mliečna cesta nie je jedinou galaxiou vo vesmíre, možno ani nás vesmír nie je vo svete extradimenzií osamotený. **Membrány ostatných paralelných vesmírov môžu byť paralelami tej našej, ibaže ležia, vzdialé sotva milimetre, v susednej extradimenzii.** A podobne: hoci všetky častice štan-

dardného modelu musia byť v našej vesmírnej membráne, iné časticie, mimo štandardného modelu, môžu sa (asi), podobne ako gravitóny, vyskytovať aj v extradimenziach. Je to priestor, ktorý zdaleka nie je prázdný; extradimenzie môžu mať nespočetné množstvo zaujímavých štruktur.

Efekty nových častic a vesmírov v extradimenziach môžu priniesť odpovede na mnohé mystériá časticovej fyziky a kozmológie. Napríklad: môžu napomôcť k upresneniu hmotnosti prízračných elementárnych častic – neutrín. Pôsobivé dôkazy, ktoré získali vedci pomocou gigantického detektora Superkamiokande naznačujú, že aj neutrína, odjakživa považované za nehmotné časticie, majú minimálnu, nenulovú hmotnosť. Neutrino môže získať svoju hmotnosť po interakcií s partnerom, ktorý žije v extradimenziach. Rovnako, ako v prípade gravitácie, interakcia je do značnej miery oslabená existenciou partnera strateného v extradimenziach, a tak neutrino získa iba nepatrúnu hmotnosť.

Paralelé vesmíry

Ďalší experiment rieši myštvoriem kozmológie – „čo tvorí tmavú hmotu“, neviditeľnú, ale gravitačne sa prezrádzajúcu substanciu, ktorá, ako sa zdá, tvorí 90 až 99 % hmotnosti vesmíru. **Tmavá hmota môže byť ukrytá v paralelných vesmíroch.** Takáto hmota by pôsobila na nás vesmír iba gravitačiou a musela by byť teda pochopiteľne „tmavá a neviditeľná“, pretože naše fotóny väzia v membráne a nemôžu putovať pod naším dohľadom krížom cez prázdnnotu k paralelnej hmotre.

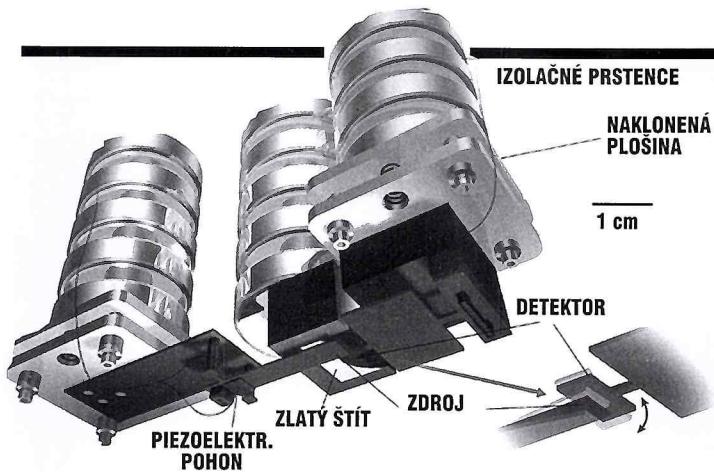
Takéto paralelé vesmíry môžu byť celkom odlišné od nášho, majú podľa všetkého iné časticie, pôsobia v nich iné sily, platia iné zákony; ba možno sú prepojené membránami s viacerými dimenziami. Je to vzrušujúci scenár, pretože takýto vesmír by mal, napriek všetkým rozdielos-

KOLAPS SUPERNOVY
NEUTRÓNY
GRAVITÓNY
NÁS VESMÍR

Supernova vznikne vo chvíli, keď skolabuje masívna hviezda, čo vyvolá explózivnú rázovú vlnu. Väčšina energie sa vyžiari v podobe neutrín (rovne šípky). Ak extradimenzie existujú, výžarené gravitóny (vlnovky) vynesú do priestoru viac energie ako v trojdimenzionálom priestore. Teoretici skúmajú vlastnosti extradimenzií overovaním toho, či energia „unesená“ gravitónmi nespôsobí splasnutie supernovy.

MIKRO-ČIERNA DIERA
GRAVITÓNY
PROTÓN
ČASTICE
NÁS VESMÍR

Mikro-čierne diery môžu vznikať v urýchľovačoch častic, kde sa zrážajú protóny s vysokými rýchlosťami (svetlá šípka). Čierne diery sa však v dôsledku vyžiarienia tzv. Hawkingovej radiácie častic štandardného modelu (čierne šípky) a gravitónov (čierne vlnovky) okamžite vyparia.



Torzný oscilátor na Coloradskej univerzite deteguje zmeny gravitácie v rozmedzí 0,05 až 1,0 milimetra. Piezoelektrické impulzy rozvibrujú hmotu zdroja (wolfrám). Všetky sily pôsobiace medzi hmotou zdroja a tungstenovým detektorm vytvárajú oscilácie detektora, ktoré zaznamenáva elektronika. Zlatý štít zachytáva pôsobenie elektrostatických síl, pričom suspenzia z mosadznej izolácie tlmi vibráciu, šriacu sa zo zdroja do detektora. Elektrostatické štity skrývajú aparáturu. Už v tomto roku sa očakávajú hodnoty na úrovni izbovej teploty (300 Kelvinov). Kvôli udržaniu maximálnej citlivosti chladí tekuté hélium prístroje na teplotu 4 Kelvinov.

tiam, podobné vlastnosti ako nás svedčia. Predstavme si, že stena v ktorej žijeme je poprehýbaná ako poskladaný, poprehýbaný koberec do viačierich extrudimenzí. Objekty na opačnej strane záhybov by sa nám javili ako veľmi vzdialé aj vtedy,

keby ležali sotva vo vzdialosti 1 milimeter – lenže v extrudimenzích: svetlo, ktoré emitujú, musí putovať až k záhybu a vrátiť sa, iba tak nás dosiahne. Ak je záhyb vzdialenosť desiatky miliárd svetelných rokov, počas existencie nášho vesmíru

k nám nemohol doraziť ani jeden foton.

Tmavú hmotu môže tvoriť obyčajná hmota, najskôr obyčajné hviezdy a galaxie, ktoré jasne žiaria v záhyboch paralelných vesmírov. Takéto hviezdy by vyvolávali pozoruhodné pozorovateľné efekty, napríklad gravitačné vlny zo supernov a iných búrlivých astrofyzikálnych procesov. Detektory gravitačných vln, ktoré sa už dokončujú, mohli by už o niekoľko rokov dodať dôkazy o existencii záhybov na základe pozorovania mocných zdrojov gravitačného žiarenia, ktoré nemožno poklaňať za hmotu viditeľnú v našom vesmíre.

Teória, ktorú tu prezentujeme, nie je prvou, čo navrhuje extrudimenzie väčšie ako 10^{-35} metra. Už v roku 1990 Ignatios Antoniadis z École Polytechnique vo Francúzsku navrhoval, že niektoré dimenzie z teórie strún by mohli byť dlhšie ako 10^{-19} metra, ale za najpravdepodobnejšiu pokladal škálu kvantovej gravitácie na úrovni 10^{-35} metra. V roku 1996 Peter Hořava z California Institute of Technology a Edward Witten z Institute for Advances Studies v Princetonu upozornili na to, že jednoduché extrudimenzie na úrovni 10^{-30} metra

by dokázali gravitáciu a ostatné sily unifikovať do supersymetrickej jednoty na úrovni 10^{-32} metra. Po Hořaveho výroku so svojím nápadom Joseph Lykken z Fermi National Accelerator Laboratory v Batávii, ktorý sa pokúsil znížiť škálu unifikácie na úroveň 10^{-19} metra (bez zohľadnenia veľkých extrudimenzí). Keith Dienes z University of Arizona a Emilian Dudas spolu s Tonym Gergettom (CERN) skúmali roku 1998, či extrudimenzie menšie ako 10^{-19} metra dovoľujú silám zjednotiť sa na oveľa väčších vzdialenosťach ako 10^{-32} metra.

Po našom príspevku v roku 1998 sa objavilo plno ďalších zaujímavých variácií, ktoré vychádzali z rovnakých bazálnych vlastností extrudimenzia a nášho vesmíru – steny. V mimoriadne podnetnom modeli načrtli Lisa Randall z Princeton University a Raman Sundrum zo Stanfordu možnosť, podľa ktorej aj samotná gravitácia môže byť sústreďená v membráne 5-dimenzionálneho časopriestoru, ktorý je nekonečný všetkými smermi.

V našom vesmíre sa gravitácia prejavuje ako najslabšia sila preto, lebo sme v inej membráne.

Po dvadsiatich rokoch výskumu sa zdá, že konvenčný pokus rozlúštiť problém hierarchie a pochopí, prečo je (naša) gravitácia taká slabá, sa podaril: dnes predpokladáme, že Planckova škála okolo úrovne 10^{-35} metra je fundamentálna a že časticová fyzika sa mení kdeši na úrovni 10^{-19} metra. Kvantová gravitácia sa donedávna pohybovala v oblasti teoretickej spekulácie, bez nádeje na experimentálne overenie. Počas posledných dvoch rokov sa nám podarilo dokázať, že ani toto nie je neriešiteľný problém.

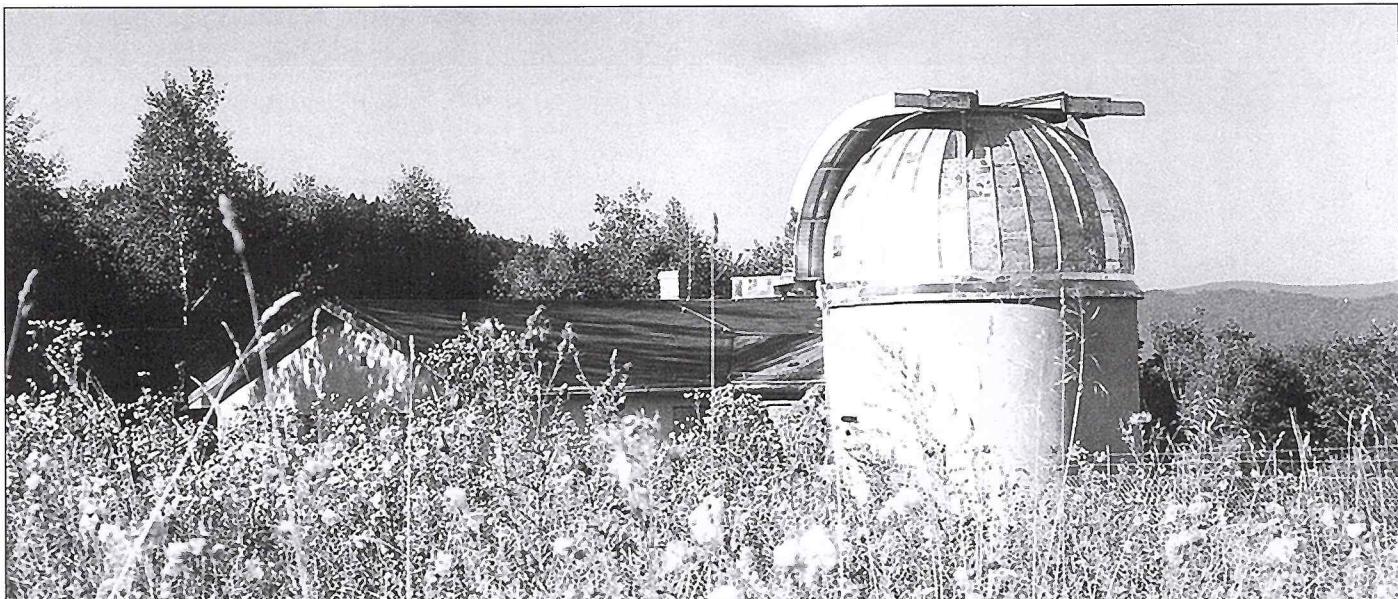
Ak existujú nové veľké dimenzie, počas nasledujúceho desaťročia dokážeme objaviť odchyly od Newtonovho zákona na úrovni blízkej 6×10^{-5} metra a podarí sa nám detektovať aj vibrácie strún či čiernych dier na urýchlovači LHC. Kvantová gravitácia a teória strún sa stanú ovetriteľnými, serióznymi vedeckými disciplínami. Čokolvek by sa stalo, experiment nám pomôže odpovedať na 300 rokov starú otázku, pričom už v roku 2010 by sme sa mohli priblížiť k pochopeniu záhad: „Prečo je (naša) gravitácia taká slabá?“

Možno zistíme, že žijeme v čudnom Flatlande, Plohom vesmíre, vo vesmíre membrán; možno už zajtra pochopíme mystérium kvantovej gravitácie.

**NIMA ARKANI-HAMED,
SAVAS DIMOPOULOS,
GEORG DVALI**
Scientific American
Spracoval –eg

RIKARD VON UNGE a JOSEF KLUSO

(Celý článok týchto autorov uverejníme v budúcom čísle)



VIHORLATSKÁ HVEZDÁREŇ

Priemer zrkadla jeden meter má najväčší astronomický ďalekohľad na Slovensku, ktorý začali kompletizovať vo vysunutom pracovisku humenskej Vihorlatskej hvezdárne – v Astronomickom observatóriu na Kolonickom sedle v okrese Snina.

Astronomické observatórium na Kolonickom sedle

Poloha

Astronomické observatórium je situované v prekrásnom prostredí na rozhraní Vihorlatského pohoria a Bukovských vrchov, na mieste zvanom Kolonické sedlo, medzi obcami Kolonica a Ladamirov. Prístup je z medzinárodnej trasy Snina – štátnej hranica Ubľa. Po prekonaní sedla odbočíme doprava na miestnu komunikáciu, ktorá nás asi po 150 metroch zavedie k areálu observatória.

Severná zemepisná šírka: 48° 56' 8,1"
Východná zemepisná dĺžka: 22° 16' 28,98"

Nadmorská výška: 460 m.n.m.

História

Jedinečný úkaz prechodu Merkúra cez disk Slnka v októbri 1986 bol jednoznačným podnetom na to, aby sa v najvýchodnejšom cípe našej republiky našlo pozorovacie miesto zodpovedajúce štandardným pozorovacím podmienkam s vyhovujúcim astroklímom. A práve servisné stredisko pri poľnom letisku Slovairu na Kolonickom sedle sa ukázalo tým správnym riešením. Nadmorská výška 460 m n. m., vynikajúci pozorovací horizont, takmer žiadne bočné svetlo a vzhľadom na absenciu ľahkého priemyslu v regióne čistá a priepladná atmosféra. Keď k tomu pridáme hotové komunikačné siete a ľahký prístup z hlavnej cesty, lepšie riešenie už ani nemohlo byť. Už v roku 1988 sa konala prvá pozorovacia expedícia, na ktorej si pozorovatelia vyskúšali svojpomocne vybudovanú pozorovateľňu s odsuvnou strechou.

Prelom v rozširovaní a zveľaďovaní pozorovacieho strediska nastal roku 1998 začiatom výstavby budovy observatória s 5 m kupolou od firmy Zeiss Jena. Stavbu realizovala firma Stavmont Snina a už v októbri 1999 bola stavba odovzdaná do užívania.

Pozorovací areál

V súčasnosti Astronomické observatórium na Kolonickom sedle predstavuje ucelený pozorovací komplex s hlavnou budovou, v ktorej sa nachádzajú ubytovacie priestory pre 5 ľudí, kuchyňa, klubovňa, riadiace stredisko a hygienické zariadenie.

Vstup do kupoly, kde sa začalo s inštalačiou ďalekohľadu s priemerom hlavného zrkadla 1 m

Kolonica, 19. decembra 2000: Riaditeľ Vihorlatskej hvezdárne Igor Kudzej a Ján Matiko pri dohadovaní osadenia ďalekohľadu.

Foto: TASR – Milan Kapusta

(originálny výrobok AO Odessa), je z hlavnej budovy prostredníctvom prepojovacej chodby.

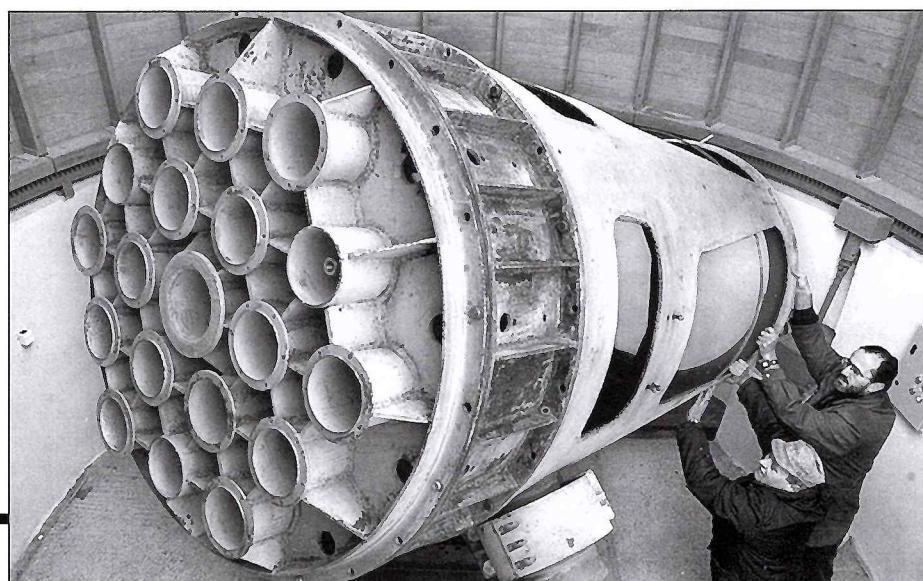
V pozorovateľni s odsuvnou strechou na kvalitnej montáži s krovovými motormi (dodané z Astronomického observatória v Odese v roku 1992) je inštalovaný 15-cm Lichtenkneckrov refraktor s pointáciou prostredníctvom CCD kamery umiestnenej na 14-cm reflektore. Na uvedenej montáži je možné inštalovať aj 15-cm astrograf. Na prehliadku neba a fotografovanie astronomických úkazov slúži reflektor s priemerom hlavného zrkadla 30 cm, ktorý je umiestnený na otvorennej pozorovacej plošine v zadnej časti areálu.

Pristrojové vybavenie strediska dopĺňajú reflektor Zeiss Ø 150 mm na vlastnej montáži s hodinovým pohonom, refraktor Zeiss Ø 100 mm na vlastnej montáži s hodinovým pohonom a binár 100×25.

Komplex dopĺňajú 3 ubytovacie unimobunky pre 15 ľudí, objekt opticko-mechanickej dielne a letná jedáleň. Areál je ohradený, má vlastný zdroj vody a elektrickú prípojku.

„SNT“ – Slovenský Národný Teleskop

19. októbra 1999 bola podpísaná Zmluva o spolupráci medzi Vihorlatskou hvezdárňou v Hu-



Teleskop s priemerom hlavného zrkadla 1 meter

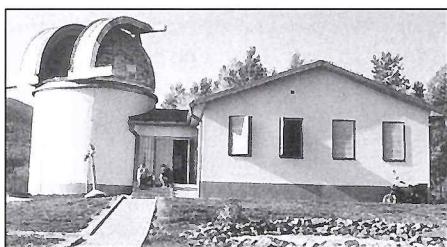
V dňoch 10. 12. – 17. 12. 2000 bola zavŕšená druhá etapa komplektácie najväčšieho ďalekohľadu na Slovensku s priemerom hlavného zrkadla 1 meter, ktorý bude umiestnený na Astronomickom observatóriu na Kolonickom sedle, ktoré je vysunutým pracoviskom Vihorlatskej hvezdárne v Humennom. Pod osobným dohľadom riaditeľa Vihorlatskej hvezdárne Mgr. Igora Kudzeja, CSc., v Odese prebiehala nakladka a zložitý presun najcitolivejších častí ďalekohľadu: hlavného zrkadla, tubusu, riadiacej elektroniky, využívacích zariadení a prídavnej optiky. Srdcom každého ďalekohľadu je hlavné zrkadlo, čo v tomto prípade (priemer 1 meter a hmotnosť 450 kg) vyžadovalo zvláštnu úpravu prevozného kontajneru a nákladného priestoru prepravného vozidla. Keď k tomu pridáme havarijný stav ukrajinských cest, ktorých kvalitu značne zhorsila nedávna kalamita, len vysoké majstrovstvo vodiča p. Bila Vasila dopomohlo dovest cenný náklad na miesto určenia v celosti a bez poškodenia. Týmto prevozom bol ukončený presun celého pozorovacieho komplexu, ktorý Vihorlatská hvezdáreň získala od Astronomickej observatórie v Odese do bezplatného užívania, ako je to zakotvené v zmluve o vedecko-technickej spolupráci medzi obidvoma inštitúciami, ktorá bola podpísaná 19. októbra 1999, v deň otvorenia Astronomickej observatórie na Kolonickom sedle.

V našom regióne máme opäť ďalší primát, najväčší ďalekohľad v republike, ktorým sme preložili vyše 50 rokov trvajúcu stagnáciu v rozvoji astronomickej pozorovacej techniky na Slovensku. Veď doteraz najväčšie ďalekohľady u nás majú priemer len 60 cm (tak ako to bolo v roku 1944, keď bolo otvorené Astronomické observatórium na Skalnatom Plese). Je v tom aj trochu symboliky: vstupujeme do nového tisícročia s ďalekohľadom, ktorý má už svetovo uznávané parametre. Je nepochybne, že realizácia projektu vyžadovala aj značné finančné náklady, ktoré v dnešných zložitých ekonomických podmienkach bolo niekedy dosť problematické zabezpečiť. V záujme toho bol zriadený neinvestičný fond „Teleskop“ Snina. Členovia Správnej rady počas celého roka vyvíjali neúnavnú činnosť v hľadaní a oslobovaní sponzorov. Projekt finančne podporil aj Krajský úrad v Prešove.

Z týchto prostriedkov bola uskutočnená prvá etapa prevozu v máji 2000. Je nesporné, že zrealizovať druhú, záverečnú a podstatne náročnejšiu etapu prevozu, by sa nepodarilo bez finančnej podpory ministra kultúry Milana Kňažka, ktorý sa zasadil o to, aby sa z rozpočtovej kapitoly Ministerstva kultúry SR uhradila dominantná časť nákladov a svojím postojom zdôraznil dôležitosť projektu.

Astronómia je mierou kultúry národa, povedal na začiatku tohto storočia M. R. Štefánik, astronóm a budúci politik. Veríme, že realizáciu nášho projektu, na konci ktorého bude pozorovací komplex svetových parametrov umiestnený v modernom observatóriu v lone Vihorlatského pohoria, bude nielen naplnením tohto odkazu, ale aj malým krôčikom rozvoji európskej vedy.

IGOR KUDZEJ,
riaditeľ Vihorlatskej hvezdárne



mennom a Astronomickým observatóriom v Odese, Ukrajina – dlhodobým partnerom hvezdárne. V rámci uvedenej zmluvy Odeské observatórium dáva do dlhodobého užívania na Astronomické observatórium na Kolonicom sedle svoj ďalekohľad s priemerom hlavného zrkadla 1 meter, čo je v súčasnosti najväčší astronomický ďalekohľad na Slovensku. Ďalekohľad má vidlicovú montáž a modifikovaný Argunov optický systém, ktorý umožňuje výmenou korekčnej šošovky upravovať ohnisko a zorné pole ďalekohľadu. Vyuzitie ďalekohľadu je zamerané najmä na oblasť strelnej astronómie formou účasti v národných a medzinárodných pozorovacích programoch. S prevozom ďalekohľadu sa začalo v máji 2000, keď boli dovezené mechanické časti montáže. 17. decembra 2000 bol dovezený tubus, hlavné zrkadlo, elektronika a prídavná optika. V marci 2001 sa začne s komplektáciou ďalekohľadu odborníkmi z Odesy. Predpokladaný termín uvedenia ďalekohľadu do prevádzky je už tento rok v lete.

Správa Astronomického observatória:

Astronomické observatórium je vysunutým pozorovacím strediskom Vihorlatskej hvezdárne v Humennom.

Adresa: Vihorlatská hvezdáreň, Mierová 4, 066 01 Humenné

Riaditeľ: Mgr. Igor Kudzej, CSc.

Kontakt: tel.: ++421 933 7752179, 7754753
fax: ++421 933 7752179

E-mail: astromar @ ke.telecom.sk

Správca objektu: Podhora František, Kolonica č. 117
Tel.: ++421 932 7674108

Fotografie: Vihorlatská hvezdáreň

Stránka pre začínajúcich astronómov (12)

V dnešnej časti budeme hovoriť o premenných hviezdach. Hovorí sa, že niečo je stále ako hviezdy. Ba aj my sme už hovorili o hviezdach ako o stáliciach v protíklade k planétam, telesám, ktoré menia svoju polohu. Pod premennými hviezdami však rozumieme hviezdy, ktoré menia svoju jasnosť. Príčiny zmien môžu byť v zásade dvojaké – geometrické a fyzikálne. Pri geometrických ide o *zákrytové premenné*. Vlastné premenné hviezdy, niekedy ich nazývame fyzikálnymi, skutočne menia svoju jasnosť. Príčinou môže byť určitá nerovnováha medzi povrchovými a vnútornými vrstvami a následkom je pulzovanie. Délime ich do týchto základných typov: *cefeidy, dlhoperiódické premenné, poloprávidelné, nepravidelné, novy a novám podobné hviezdy*. Poznáme niekolko desiatok tisíc premenných hviezd a neustále sa objavujú nové. Odhaduje sa, že na každý milión hviezd pripadá jedna premenná. Niektoré typické aspoň stručne opíšeme.

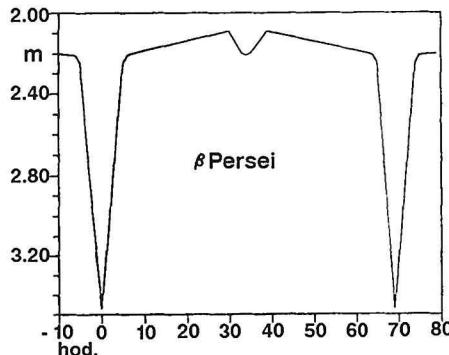
Zákrytové premenné

V skutočnosti to nie sú hviezdy s premenou jasnosťou, ale tesné dvojviezdy, a rovina, v ktorej okolo seba obiehajú, je totožná, alebo skoro totožná s rovinou, v ktorej leží zorný lúč. Čas od času sa vzájomne prekryjú, podobne ako Mesiac Slnko pri zatmení. Typickým predstaviteľom týchto hviezd je β Persei (Algol). Jej svetelná krivka je znázornená na obr. 1. V tomto prípade ide o zákryt dvoch hviezd guľového tvaru. 2 dni a 11 hodín je magnitúda hviezdy takmer konštantná, $m = 2,2$. Potom počas 5 hodín magnitúda prudko klesá na hodnotu 3,47 a potom rovnakým spôsobom rastie na pôvodnú hodnotu. Celý cyklus teda trvá 2 dni a 21 hodín. Medzi minimami, jasnosť ešte máličko rastie a v polovici možno pozorovať nevýrazné podružné minimum. Priebeh svetelnej krivky sa vysvetluje nasledujúcim spôsobom: Sústava je zošodená z dvoch hviezd, jasnej, horúcej hviezdy a tmavšieho sprievodča. V minime zakrýva tmavší sprievodič centrálnu hviezdu, v čase podružného minima je to naopak. Mierny vzrast jasu medzi hlavným a podružným minimum sa vysvetluje efektom fázy (sprievodič odráža svetlo centrálnej hviezd). Algol je v zimnom období ľahko pozorovateľný v okolí zenitu. Hviezd tohto typu je okolo okolo 20 % z celkového počtu všetkých premenných hviezd.

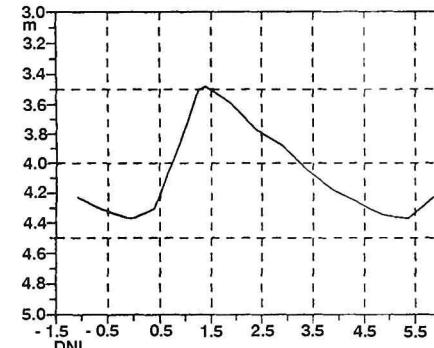
Cefeidy

Cefeidy sú premenné hviezdy, ktoré majú pravidelnú svetelnú krviku. Je pre ňu charakteristický prudký vzrast a postupný pokles. Typickým predstaviteľom, podľa ktorého dostali meno, je δ Cephei. Svetelná krvika pre túto hviezdú je znázornená na obr. 2. Podľa dĺžky periódy ich ďalej delíme na krátkoperiodické a dlhoperiodické. Hranicou je dĺžka periódy 1 deň. Zároveň s magnitúdou sa u týchto hviezd mení aj spektrum, aj periodicky sa mení poloha spektrálnych čiar, z čoho usudzujeme, že sa mení teplota aj radiálna rýchlosť povrchových vrstiev hviezdy.

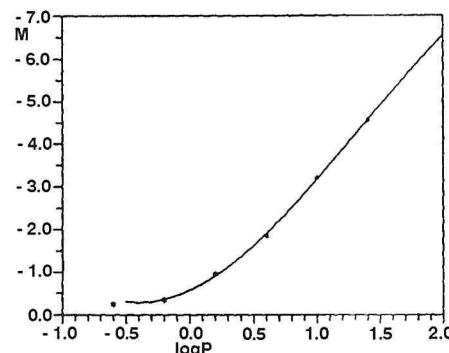
Štúdium ceféid umožnilo po prvýkrát určiť vzdialenosť k iným galaxiám. (Ako uvedieme v niektornej ďalšej časti nášho seriálu, hviezdy vo vesmíre neexistujú samostatne, ale v nesmiere početných hviezdnych sústavach – galaxiách. Naše Slnko je súčasťou Mliečnej cesty, galaxie, ktorá obsahuje okolo 200 miliárd hviezd). Ukázalo sa totiž, že existuje závislosť medzi periódou a absolútnej magnitúdou, ktorá je znázornená na obr. 3. Závislosť objavila v roku 1912 H.S. Leavittová pri štúdiu ceféid v blízkej mimogalaktickej hmlovine,



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

Malom Magelanovom oblaku. Jednotlivé hviezdy v tomto oblaku možno považovať za rovnako vzdialé. Z pozorovanej dĺžky períody môžeme potom určiť absolútnu magnitúdu a z rozdielu pozorovanej a absolútnej magnitúdy vzdialenosť hviezdy. Roku 1925 bola v hmlovine Andromédy, ktorá je jednou z našich najbližších galaxií, poz-

rovaná cefeida s magnitúdou +18,6 a s periódou 12,6 dňa. Z grafu uvedeného na obr. 3 dostali M = -3,5 a z rovnice (KOZMOS 5/2000):

$$M = m + 5 + 5 \log \pi$$

pre vzdialenosť $r = 1/\pi$ hodnotu 263 000, t.j. 851 000 svetelných rokov. Dnes, po spresneniach, sa udáva hodnota okolo 2 milióny svetelných rokov. S ohľadom na obrovskú vzdialenosť sú v takýchto prípadoch trigonometrické metódy nepoužiteľné.

Dlhoperiodické premenné

Sem patrí väčšina premenných hviezd. Najznámejšou predstaviteľkou je Mira Ceti. Jej períoda kolísá od 320 do 370 dní, so strednou hodnotou 332 dní. V maxime jasnosti dosahuje magnitúdy od 5^m až po 1^m, v minime jasnosť klesá až na 9^m. Podobné vlastnosti sa pozorujú aj u ostatných hviezd tohto typu: teda spojité zmeny jasnosti s veľkou amplitúdou medzi minimom a maximom s periódami od niekoľkých mesiacov do dvoch rokov, pričom pre danú hviezdu nie sú tieto parametre stále, ako u cefeíd.

Novy a supernovy

Čas od času zažíaria na oblohe „nové“ hviezdy. Niekedy bývajú veľmi jasné. Na jeseň roku 1572 spozoroval takúto hviezdú v súhvezdí Kasiopeja známy stredoveký astronóm Tycho de Brahe, ktorý svoje pozorovania podrobne opísal. V maxime jasnosti bola táto hviezda najjasnejšou na oblohe. Bola jasnejšia ako Venuša a bolo ju vidieť aj na dennej oblohe. V marci 1573 bola ešte hviezda prvej veľkosti, jej jas však rýchle klesal a v roku 1574 prestala byť pozorovateľná voľným okom. Podobný popis bol objavený v starých čínskych analóch o novej hviezde, ktorá sa objavila v súhvezdí Býka v roku 1054.

Všeobecne pod novou rozumieme premennú hviezdu, ktorá náhle, v priebehu niekoľkých hodín, zvýši svoju jasnosť o 7 až 16 hviezdnych tried. Nova Cygni, v roku 1975 až o 19 hviezdnych tried.

V skutočnosti však nejde o nové hviezdy. Prehliadka starých platných ukázala, že na mieste vzplánujetej novy vždy sa našla hviezdica so zvláštnym spektrom. Napríklad na mieste novy z roku 1054 je hviezdica 18^m , v spektri ktorej nie sú viditeľné žiadne čiary. Ide o zvyšok po výbuchu supernovy, ktorú tvorí tzv. neutrónová hviezda alebo pulzar. Okolo tejto hviezdicky možno pozorovať plynný oblak, ktorý sa rozpína s rýchlosťou okolo 1000 km/s. Nazývame ho Krabou hmlinou a takisto ho považujeme za zvyšok supernovy.

* * *

Premenné hviezdy sú predmetom intenzívneho výskumu. Objasnenie príčin premennosti vedie k objavom exotických kataklzistických procesov a zdrojov energie. Je to vdačné pole aj pre amatérsku astronómii. Práca amatéra môže byť v tejto oblasti rovnocenná s prácou profesionála. Rozhoduje iba pravidelnosť a kvalita pozorovaní. V Astronomickej ročenke na rok 2001 sú uvedené podrobnejšie informácie o premenných hviezdach všeobecne, ale aj konkrétné údaje o dobach maxim a minim najznámejších premenných hviezd. Vážnym záujemcom o prácu v tejto oblasti určite poradia pracovníci Astronomického ústavu alebo krajských a okresných hvezdární.

MILAN RYBANSKÝ

Jiří Grygar:

Žeň objevů 1999 (XXXIV.)

Věnováno památce vynikajícího pozorovatele Observatória na Skalnatom Plese Milana Antala (1935–1999) z Piešťan, zakladatele a prvního ředitele Hvězdárny v Úpici, čestného člena České astronomické společnosti Vladimíra Mlejnka (1920–1999) a dlouholetého pozorovatele Hvězdárny v Ondřejově Zdeňka Pěkného (1923–1999).

Elektronická verze těchto přehledů od r. 1995 je přístupná na WWW domovenkách časopisu Kozmos (<http://www.ta3.sk/kozmos/kozmos.html>) resp. Instantních astronomických novin (<http://www.ian.cz>).

3.2. Rádiové pulsary

Dne 13. listopadu 1998 byl na observatoři v Parkesu v Austrálii nalezen již **1000. rádiový pulsar PSRJ 1524-5709** v souhvězdí Kružítka. Stalo se tak něco více než 31 let po objevu prvního rádiového pulsaru CP 1919+21 s periodou 1,34 s v souhvězdí Lištičky J. Bellouovu dne 6. srpna 1967. Koncem r. 1999 pak A. Wolszczan ohlášil objev **pulsaru 2144-3933** s rekordně dlouhou impulsní periodou 8,5 s, čímž byl výrazně překonán dosavadní rekord 5,1 s. M. Young aj. uvedli, že dříve se tomuto pulsaru nesprávně přisuzovala třikrát kratší perioda. Z pozvolného prodlužování periody lze odvodit stáří objektu 280 milionů let a indukci magnetické pole na povrchu neutronové hvězdy 200 MT. Je vlastně překvapující, že takto starý a pomalu rotující pulsar dosud vysílá měřitelné rádiové záření.

M. Toscanovi aj. se podařilo stanovit **příčné lineární rychlosti** z pozorování 23 milisekundových pulsarů na (85¹³) km/s, tj. čtyřkrát nižší než pro klasické rádiové pulsary. Navíc klasické pulsary vždy směřují pryč od hlavní roviny Galaxie, zatímco milisekundové pulsary tuto tendenci nemají. A. Golden a A. Shearer sledovali světelné křivky **osamělých neutronových hvězd** u pulsarů Geminga a PSRB 0656+14 a odtud odvodili jejich průměry na 10±13 km a vzdálosti kolem 160 pc. H. Vats aj. naznamenali rádiové impulsy z Gemingy s periodou 237,1 ms i na frekvenci 103 MHz. M. McLaughlin aj. však nenašli pomocí antény VLA žádné impulsy na frekvenci 317 MHz. Z prodlužování periody impulsů na nižších frekvencích lze odvodit stáří pulsaru na 340 tisíc let a indukci magnetického pole na povrchu neutronové hvězdy na 160 MT. Geminga je od nás vzdálena pouhých 157 pc a pohybuje se příčnou rychlosťí 140 km/s.

Podle J. Uramy a P. Ekeka byly již u 30 různých pulsarů zjištěny **skoky** (zkrácení) **periody**, přičemž skoky postihují nejvíce pulsary staré desetitisíce až desetimiliony let. Od objevu pulsarů v r. 1967 bylo úhrnem odhaleno 71 skoků, přesahujících v relativním mříži miliardtinu základní impulsní periody. U proslulého pulsaru Vela se podařilo rozpoznat již 13 skoků, jež dosáhly v relativním mříži až miliontin základní rotační periody neutronové hvězdy. Pouze 7 pulsarů vyniká častými náhlými zkráceními rotační periody. Podle L. Francové aj. se pomocí skoků v periodě vyrovnává nesoulad v orientaci magnetické a rotační osy neutronové hvězdy. Vzrůstá tak napětí v křížku neutronové hvězdy, která se nakonec rozláme podél rovníku, čímž vzniknou nerovnosti povrchu („hory“ o výšce několika mm) a rozkolísá se tempo rotace.

P. Caraveová aj. porovnali polohy **pulsaru v Krabí mlhovině**, pořízené HST v intervalu 25 měsíců od března 1994, s cílem určit jeho vlastní pohyb po obloze. Obdrželi hodnotu (18±3) mas/r v poziciálném úhlu 292°, v dobré shodě s historickými měřeními na pozemních fotografických z intervalu 77 let, jež dávají vlastní pohyb (15±3) mas/r v poziciálním úhlu 298°. Tento úhel souhlasí se směrem osy symetrie vnitřní části Krabí mlhoviny, takže pulsar letí ve směru rotační osy neutronové hvězdy, což asi není náhoda. Při vzdálenosti pulsaru 2 kpc pak odtud vyplývá lineární příčný pohyb rychlostí 123 km/s. M. Perryman aj. měřili světelnou křivku optického protějšku pulsaru v Krabí mlhovině pomocí citlivého supravodivého můstku (čítače jednotlivých fotonů), což jim umožnilo určit tvar profilu pulsu i interpolu v ultrafialové a červené části optického spektra. S. Chaterjee a J. Cordes využili k měření trigonometrické paralaxy **pulsaru B 0919+06** systému interkontinentální radiointerferometrie a obdrželi tak vzdálenost 3,2 kpc, byť s chybou téměř 50%. V tuto chvíli jde o vůbec největší astronomickou vzdálenost, určenou trigonometricky. Konečně M. Tostano aj. zjistili, že trigonometrická vzdálenost pulsaru **PSRJ 1744-1134** činí 357 pc, což je dokonce dvakrát více než vzdálenost, odvozená nepřímo z disperzní míry rádiových signálů. Nesoulad obou hodnot

vzdálenosti nasvědčuje tomu, že máme velmi nedokonalé představy o vlastnostech mezihvězdného prostředí na spojnici mezi pulsarem a Zemí.

R. Mignani aj. se pokoušeli pomocí dalekohledu VLT najít optický protějšek vysoko energetického pulsaru **PSR 1706-44 = 2CG342-02**, vzdáleného od nás 1,8 kpc – a neuspěli navzdory mezní hvězdné velikosti 27,5 mag. Od tutu vyplývá, že optický zářivý výkon 0,1 s pulsaru musí být nižší než 2.10²¹ W. Podle D. Thompsona aj. známe zatím pouze 8 vysoko energetických pulsarů s měřitelným zářením v pásmu gama. Pomocí družice Compton sledovali po dobu 8 let pulsar **PSRB 1055-52** s impulsní periodou 0,2 s a zjistili, že mimo impulsy není energetické záření pulsaru, starého asi půl milionu roků, vůbec pozorovatelné. Indukce magnetického pole na povrchu neutronové hvězdy dosahuje 110 MT a zářivý výkon v impulsu až 3.10²⁷ W.

Podle O. Benvenuta a G. Lugonese může při vzniku neutronové hvězdy docházet k fázovým přechodům nukleární látky, kdy se nukleony štěpí na kvarky a vznikne tzv. **kvarková hvězda**. Nitro neutronové hvězdy je fakticky jediné místo ve vesmíru, kde k štěpení na volné kvarky může vůbec dojít. Naproti tomu T. Bulik aj. si myslí, že hustota látky v nitru neutronové hvězdy je přece jen příliš nízká na to, aby ke zmíněným fázovým přechodům došlo. Podle pozorovaných kvaziperiodických oscilací totiž hustota v nitru skutečných neutronových hvězd dosahuje „jen“ 3.10¹⁷ kg/m³, což je asi o polovinu méně, než by bylo potřebné pro štěpení neutronů na kvarky.

Efektivní chlazení nitra neutronové hvězdy obstarává **proces URCA**, popsaný poprvé G. Gamowem a M. Schoenbergem již r. 1940. Neutrony se totiž rozpadají na protony, elektrony a elektronová neutriona, která z nitra neutronové hvězdy snadno unikají. Proton s elektronem se při následné srážce mění na neutron za vzniku dalšího elektronového neutriona, jež opět uniká z hvězdy. Tak lze nitro neutronové hvězdy ochladit za méně než milion roků od jejího vzniku. Vznikající neutronové hvězdy mají kůru tlustou asi 1,5 km a nemohou rotovat rychleji než s periodou 10 ms.

Milisekundové pulsary proto vseměs vznikají pozdějším roztočením na vyšší obrátky díky jednosměrnému přítoku hmoty z druhé složky binárního systému. Jak spočítali T. Tauris a G. Savonije, předchůdci milisekundových pulsarů jsou rentgenové dvojhvězdy s nízkou hmotností složek a oběžnou periodou větší než 2 dny. Hmotnost dárce se pohybuje mezi 1 a 2 M_o a příjemcem je neutronová hvězda s hmotností 1,3 M_o. Další podmíinkou pro vznik milisekundového pulsaru je relativně nízká indukce magnetického pole na povrchu neutronové hvězdy pod 1 MT – jinak by se dodávaný materiál nemohl na povrchu neutronové hvězdy usazovat. Podle P. Freiera a A. da Costy se odstředivé síly, vznikající rotací neutronové hvězdy, chovají „normálně“, a jen zcela vzácně mohou nabýt dostředivého charakteru, jak svého času pro rotující černé díry ukázali M. Abramowicz aj.

M. van Kerkwijk a S. Kulkarni zkoumali pomocí spektrografo Keckova dalekohledu **binární pulsar B2303+46**, jehož partnerem je žhavý (>50 kK) velmi hmotný bílý trpaslík 26,6 mag o hmotnosti 1,3 M_o, srovnatelné s hmotností neutronové hvězdy – pulsaru s periodou 1,06 s, vzdáleného od nás 4,3 kpc. Obě složky obíhají kolem sebe po drahách s výstředností 0,66 v oběžné periodě 12,3 d. Podobně studovali celkem 6 binárních pulsarů, z nichž 4 mají za průvodce rovněž neutronovou hvězdu, ale další dva „pouhé“ bílé trpaslíky, kteří patrně dodávkou hmoty vytvářejí supernovy a tudíž i vznik rádiového pulsaru. Tím druhým případem s průvodcem – bílým trpaslíkem – je **pulsar B1820-11**.

S. Thorsett a D. Chakrabarty počítali **hmotnosti neutronových hvězd** z parametrů 50 binárních rádiových pulsarů, z nichž je nejméně 5 tvořeno dvojicemi neutronových hvězd. Odtud je možné velmi přesně určovat hmotnosti složek z 3. Keplerova zákona, dokonce relativně přesněji, než jak to dovoluje současná znalost hodnoty gravitační konstanty G, takže místo samotné

hmotnosti M_{nh} se udává součin $G \cdot M_{nh}$. Odtud vychází, že průměrná hmotnost existujících neutronových hvězd je pozoruhodně stálá a činí $(1,35 \pm 0,04) M_{\odot}$. H. Heiselberg a M. Hjorth-Jensen však varují, že existují výrazné odchylky od průměru směrem k vyšším hmotnostem, a to zejména u pulsáru J1012+5307 – $2,1 M_{\odot}$, Vel X-1 – $1,9 M_{\odot}$ a Cyg X-2 – $1,8 M_{\odot}$. Pokud tedy zavedeme dostatečně „tuhou“ stavovou rovnici pro neutronové hvězdy, je klidně možné, že fyzikální horní mez pro neutronové hvězdy dosahuje hodnoty až $2,2 M_{\odot}$.

Neutronové hvězdy jsou také jedinými známými objekty ve vesmíru, kde lze ověřovat vztahy obecné teorie relativity v silných polích všech čtyř známých fyzikálních interakcí. Rekordně rychlou rotaci blízkou meze stability neutronové hvězdy vykazují milisekundové pulsary B1937+21 – $641,9$ Hz a 1957+20 – $622,1$ Hz. Podle P. Haensela se musí neutronová hvězda roztrhnout odstředivou silou při rotační frekvenci $3,47$ kHz (perioda rotace $0,29$ ms)

Z. Arzoumanian aj. ukázali, že tři binární pulsary jsou významně mladší, než se dosud myslelo, takže odtud plyne, že ke splynutí neutronových hvězd v binárních pulsarech v naší Galaxii dochází nejdříve jednou za 10 tisíc let a nejpozději jednou za 10 milionů let. Pravděpodobnost splynutí se zvyšuje pro binární pulsary mimo galaktickou rovinu. H. Bethe a G. Brown zjistili, že počáteční hmotnost hvězdy musí být vyšší než $80 M_{\odot}$, aby z jejího zbytku vznikla určitě černá díra, a tato mez se ještě zvyšuje pro soustavy těsných dvojhvězd, kde se výměnou látky mezi složkami mnoho materiálu pohybuje. V průměru dochází v naší Galaxii k jednomu takovému splynutí každých 30 milionů let. C. Fryer spočítal, že ke zhroucení na černou díru v průběhu závěrečné fáze hvězdného vývoje stačí okamžitá hmotnost nad $20 M_{\odot}$, kdy hvězda nejprve vybuchuje jako supernova. Pokud je okamžitá hmotnost hroutící se hvězdy vyšší než $40 M_{\odot}$, pak supernova vůbec nevzniká a hvězda se těše zhroucení na černou díru. Autor odhaduje poměr hvězdých černých dér a neutronových hvězd v naší Galaxii na $0,015$.

3.3. Rentgenové dvojhvězdy a proměnné zdroje

Počátkem roku se zjasnil přechodný rentgenový zdroj **XTE J1550-564** a 23. ledna dosáhl intenzity $0,3$ Kraba v tvrdém pásmu 20 ± 100 keV. Družice RXTE ukázala, že v období od září 1998, kdy došlo k hlavnímu výbuchu rentgenové novy, do května 1999 byla rentgenová jasnost zdroje sinusoidálně modulována v periodě $1,4$ d a jevíla podle G. Sobczaka aj. kvaziperiodické oscilace s frekvencí 185 Hz. R. Remillard aj. pozorovali zjasnění optického protějšku o plně 4 mag. Podle všeho jde o dalšího kandidáta na hvězdnou černou díru, když její průvodce vyplňuje Rocheuv lalok a soustava se tak podobá prototypu Cyg X-1. Objekt opět zaslehl počátkem března 1999.

Počátkem května se začal opticky zjasňovat přechodný rentgenový zdroj **Aql X-1 (V1333 Aql)** a v polovině měsíce dosáhl $V=17,2$ mag. V téže době se zvýšila tvrdá složka rentgenové jasnosti zdroje **4U 1630-47** na dvojnásobek a přitom se objevily kvaziperiodické oscilace s periodou $1,17$ s a amplitudou 16% ; celé zjasnění přetrvalo až do poloviny listopadu 1999. Zdroj je dalším kandidátem na černou díru.

V polovině srpna došlo k výraznému zjasnění objektu **XTE J1819-254=V4641 Sgr** nedaleko centra Galaxie, a to v optickém i rentgenovém pásmu. Jasnost zdroje se nejprve rozkolísala a potom vzepjala vskutku nevidané, když v polovině září dosáhla opticky až $8,8$ mag (oproti klidové hodnotě slabší než 13 mag) a v tvrdém rentgenovém pásmu až 12 -násobku Krabu! Během vrcholné fáze 15. září 1999, trvající jen čtvrt hodiny, se objevila v rentgenovém spektru emisní čára železa $6,5$ keV. Také v radiovému GHz pásmu jasnost vzrostla až na $0,3$ Jy, ale vzápětí se snížila o dva řády, neboť obálka výbuchu začala být radiové tenká. V optickém spektru bylo pozorováno modré kontinuum a široké emisní čáry neutrálního vodíku a helia, svědčící o přítomnosti vysokorychlostní složky hvězdného větru v soustavě těsné rentgenové dvojhvězdy. Spektrum odpovídající hvězdě třídy A se koncem září změnilo z emisního na absorpní.

Počátkem října vzplanul přechodný rentgenový zdroj **XTE J1859+226**, když dosáhl intenzity přes $0,5$ Kraba, vykazoval rychlé kvaziperiodické oscilace s amplitudou 5% a současně se zjasnil i jeho optický protějšek, zvázaný se silným modrým kontinuem a emisemi C, N, O, Si a He. V polovině října se ukázalo, že optická světelná křivka je modulována v periodě $0,28$ d s amplitudou $0,1$ mag. I tento úkaz lze charakterizovat jako výbuch rentgenové novy, doprovázený rovněž zjasněním v radiovému GHz oboru. Nepochybě tedy jde o rentgenovou dvojhvězdu s oběžnou periodou kratší než 1 d, jejíž primární složka je dalším kandidátem na černou díru. V polovině října objevila družice Chandra přechodný rentgenový zdroj v galaxii M31, poblíž jejího centra. Zářivý výkon zdroje dosáhl v měkkém rentgenovém pásmu hodnoty až 10^{31} W.

M. Gliozzi aj. zjistili, že kinetická energie výtrysků **mikrovasar** **GRS 1915+105** v souhvězdí Orla, vzdáleného od nás $12,5$ kpc, značně přesahuje Eddingtonovumez pro hvězdnou černou díru o hmotnosti $10 M_{\odot}$, čiliže jde o extrakci rotační energie černé díry Blandfordovým-Znajekovým mechanismem. R. Fender aj. odhadují, že ztráta hmoty ve výtryscích přesahuje 10^{15} kg/s a jejich zářivý výkon činí 10^{31} W. L. Rodríguez a I. Mirabel studovali mikrovasar pomocí obří radiové antény VLA během r. 1994 a zjistili, že z objektu byla vymrštena 4 rádiová mračna rychlostí $0,92$ c, směřující k pozorovateli pod úhlem 70° . Mikrovasar radiové vybuchl počátkem června 1999, když na frekvencích $1,4 \pm 3,3$ GHz dosáhl intenzity toku $0,5$ Jy s rychlými variacemi v poměru až $1:2$ během desítek minut. Další výbuchy byly pozorovány v polovině listopadu a koncem prosince.

M. Gliozzi aj. odvodili též hmotnost $7 M_{\odot}$ pro černou díru v příbuzném rentgenovém zdroji **GRB 1655-40** (nova Scorpii 1994), ve výborné shodě s J. Tomsickem aj., kteří zjistili, že energetické spektrum zdroje se rychle mění v pásmu 2 keV – 2 MeV. Nicméně S. Phillips aj. snížili odhad hmotnosti černé díry na $(5,4 \pm 1,2) M_{\odot}$, když pro jeho průvodce odvodili hmotnost v rozmezí $1,4 \pm 2,2 M_{\odot}$. Konečně T. Shahbaz aj. dostali pro černou díru hmotnost $(6,7 \pm 1,2) M_{\odot}$ a pro průvodce sp. třídy F4 IV, obíhajícího v periodě $2,6$ d, hodnotu $(2,5 \pm 0,8) M_{\odot}$. Podle J. Cowana a G. Israeliana aj. vznikla černá díra v soustavě před méně než milionem let, neboť v círech výbuchu pozorujeme dosud nadměrné zastoupení těžkých prvků, vzniklých v nitró hmotného předchůdce posloupnosti termonukleárních reakcí; konkrétně jde o O, Si, S, Ar a Ca.

C. Bradhsaw aj. zmiřili během let 1995–8 pomocí interferometru VLBA paralaxu i vlastní pohyb rentgenové dvojhvězdy **Scorpius X-1** v radiovému oboru na frekvenci 5 GHz. Objekt je od nás vzdálen $(2,8 \pm 0,3)$ kpc; lineární vlastní pohyb činí 187 km/s a radiální rychlosť -140 km/s. Objekt se nachází v galaktickém halu $1,1$ kpc nad galaktickou rovinou a jeho galaktocentrická rychlosť dosahuje 244 km/s. Zářivý výkon $2,3 \cdot 10^{31}$ W odpovídá Eddingtonové mezi.

U známé rentgenové dvojhvězdy **Her X-1** byl koncem března minulého roku zpozorován výpadek 35-denní periody modulace tvrdého rentgenového záření. Optické spektrum, pořízené v polovině dubna, však ukázalo, že průvodce kompaktní složky je stále ozářován rentgenovým zářením z akrečního disku kolem kompaktní složky.

J. Orosz a E. Kuulkers určili parametry rentgenové dvojhvězdy **Cyg X-2 = V1341 Cyg** s oběžnou dobou 9 d, sklonem dráhy $62,5^\circ$ a poměrem hmotností složek $q = 0,34$. Při vzdálenosti $7,2$ kpc od nás má neutronová hvězda v soustavě hmotnost $1,8 M_{\odot}$ a průvodce, který dodává zhroucené složce nepřetržitě svou látku, jen $0,6 M_{\odot}$. T. Ash aj. stanovili podobně parametry rentgenové dvojhvězdy **Cen X-3 = V779 Cen**, objevené již r. 1967, s oběžnou dobu u $2,1$ d, sklonem 70° a poměrem $q = 0,06$. Zatímco neutronová hvězda má hmotnost pouze $1,2 M_{\odot}$, optická složka je opravdu masivní hvězda sp. třídy O6-7_II-III s hmotností $20,5 M_{\odot}$. Rentgenový zářivý výkon systému dosahuje $5 \cdot 10^{30}$ W a je modulován v pulsní periodě $4,84$ s. M. Hirajama aj. měřili vlastnosti systému **PSR B1259-63 = SS 2883**, jenž je jednak radiovým pulsarem, ale též rentgenovou dvojhvězdou na velmi protáhlé oběžné dráze s výstředností $0,86$ a periodou $3,4$ let, v době kolem apastru, kdy se složky ovlivňují nejméně. Hlavní složka třídy B2e má poloměr $6 R_{\odot}$ a hmotnost $10 M_{\odot}$, i když vzdálenost soustavy od nás je nejistá, patrně něco kolem 2 kpc.

F. Mayer a E. Meyerová-Hoffmeisterová popsal vývoj dvojhvězd typu AM Her, tzv. **polarů**. Primární složka tvoří silně magnetický bílý trpaslík a sekundární složka v synchronní rotaci má relativně nízkou hmotnost; vyplňuje však Rocheuv lalok, takže plynule předává svou látku bílému trpaslíku, který ji přijímá v oblasti magnetických pólu. Sekundární složka se nakonec dočista vypaří, anebo z ní zbuduje chladný hnědý trpaslík a my pozorujeme osamělé rychle rotujícího magnetického trpaslíka, jako například rentgenový zdroj RE J0317-853. Revidovaná hodnota Chandrasekharovy (horní) meze pro hmotnost bílých trpaslíků činí $1,39 M_{\odot}$.

O dnešním rozsahu rentgenové astronomie snad nejlépe svědčí **katalog jasných zdrojů**, pozorovaných v letech 1999–91 německou družicí ROSAT, jenž obsahuje bezmála 19 tisíc položek. Tato družice je však již nefunkční, leč výborně ji nahradila nová americká družice Chandra, která mimo jiné prokázala, že rentgenové pozadí oblohy je jasnejší, než se čekalo. Jelikož družice prolétává pravidelně radiačními pásy Země, dochází přitom k poškozování jejich citlivých detektorů, jež se kvůli snížení opotřebení při průletech radiačními pásy vysouvají z ohniska rentgenového teleskopu.

3.4. Zábleskové zdroje záření gama

Zatím nejcennějším zábleskovým zdrojem záření gama (GRB) se stal objekt **GRB 990123**, jehož křivka jasnosti gama měla komplexní vzhled s mimořádně dlouhým trváním asi 100 s a dvěma hlavními a posledním menším výbuchem v 25 ., 40 . a 50 . s po náběhu vzplanutí. Lze říci, že se tento výj-

mečný úkaz stal doslova rosettskou deskou astronomie GRB, neboť se jej podařilo již 4 s po začátku vzplanutí gama identifikovat družicí BeppoSAX rentgenově, a v tomto oboru dosáhl po 40 s od začátku záblesku nevídání rekordní intenzity 3,4 Krab.

Díky souhře okolností se podařilo GRB pozorovat rovněž opticky, a to automaticky naváděnou aparaturou ROTSE v poloze 1525.5+4445 (galaktické souřadnice $l = 73^\circ$ a $b = 55^\circ$) v souhvězdí Pastyře. S. Odewahn aj. našli optický protějšek $R = 18,2$ mag na Mt. Palomaru zhruba 3,5 h po vzplanutí a činší astronomové zaznamenali na témže místě 8,5 h po maximu mlhavý optický objekt 19,2 mag. Dodatečná analýza záběrů z ROTSE C. Akerlofem aj. ukázala, že objekt byl poprvé zachycen na snímku pouhých 22 s po začátku GRB jako hvězda 11,8 mag a během další půl minuty se ještě zjasnil na témař neuvěřitelných 9,0 mag. O 10 minut později však opět zeslábl na 14,5 mag a poté se dostal pod mez citlivosti ROTSE.

V další noci zeslábl vlastní dosvit GRB na 20 mag, ale to už se podařilo pořídit Keckovým dalekohledem jeho spektrum, obsahující podle J. Blooma aj. řadu absorpčních čar s červeným posuvem $z = 1,61$, odpovídajícím minimální kosmologické vzdálenosti GRB 2,8 Gpc. Na II. palomarském fotografickém atlase se na daném místě nalézá objekt $R = 21,3$ mag, což je zřejmě mateřská galaxie. Přehlídkový snímek ROTSE, pořízený 133 minut před GRB, neobsahuje v udaném směru žádný objekt jasnější než mezi 16,5 mag. HST STIS byl do sledování dosvitu zapojen až 8. února 1999, kdy S. Holland a J. Hjorth jakož i A. Fruchter aj. nalezli na daném místě nepravidelnou galaxii $V = 25,45$ mag. Optický dosvit tehdy klesl již na $V = 24,2$ a nacházel se $0,65''$ (tj. 5,5 kpc) jižně od jejího centra. Několik optických uzlisků v obraze galaxie svědčí o poklidném tempu tvorby hvězd maximálně $0,2 M_\odot/r$. J. Bloom aj. však kombinací pozorování HST a Keckova dalekohledu dospěli k tempu tvorby hvězdy až $4 M_\odot/r$. Optický dosvit se nalézá asi 1,3 kpc od centra jednoho z těchto uzlisků.

S. Kulkarni aj. zjistili, že již za jeden den po GRB byl pozorovatelný dosvit v radiovém oboru v pásmu mikrovln,jenž však opět zmizel během následujících 30 hodin. Podle jejich názoru šlo o relativistické rozpínání původní ohnivé koule, projevující se zpětnou rázovou vlnou. Také R. Sari a T. Piran souhlasí s názorem, že pozorování velmi dobře potvrzuje model rozpínající se ohnivé koule s Lorentzovým faktorem $L \approx 200$. Jak konstatovali M. Briggs aj., získali jsme tak poprvé přehled o jediném GRB ve všech oborech elektromagnetického spektra. Vzplanutí se nejprve projevilo v energetickém pásmu 1,4 MeV, avšak maximální energie rychle klesla na hodnotu 300 keV. Průběh světelné křivky v oboru gama a optickém přítom na sobě nijak nezávisely.

P. Mészáros vypočetl z předešlých údajů celkovou uvolněnou energii při vzplanutí na 4.10^{47} J za předpokladu izotropního rozložení světlosti, což by odpovídalo maximálnímu optickému výkonu 5.10^{43} W (o tři řády více než u kvasarů!). Zprvu se uvažovalo o tom, že GRB byl zesílen gravitační čočkou, což však snímky z HST prakticky vyvrátily. Protože však z nápadné změny stromsti poklesu jasnosti 2 dny po vzplanutí vyplývá, že záření výbuchu bylo ve všech spektrálních oborech usměrněno do relativně úzkého svazku z vrcholovém úhlu pouhých 4° , vychází pak daleko přijatelnější hodnota uvolněné energie kolem 4.10^{45} J a maximální výkon „jen“ o řád větší než u kvasarů. (Energie 10^46 J odpovídá 10% klidové hmotnosti standardní neutronové hvězdy.) Rovněž S. Robertson dospěl k celkové uvolněné energii 4.10^{47} J, ale i on se domnívá, že záření je usměrněno; nicméně tvrdí, že na to standardní neutronové hvězdy s hmotností $1,4 M_\odot$ rozhodně nestačí a přichází s nečekaným tvrzením, že prý mohou existovat neutronové hvězdy s hmotností až $10 M_\odot$, které by při splynutí daly až 3.10^{48} J uvolněné energie!

Na skvělém úspěchu se rozhodující měrou podílel fakt, že na družici Compton vinou selhání palubního magnetofonu bylo třeba přenášet údaje z detektoru BATSE na zemi v reálném čase, a samozřejmě, že stejně rychle umí družice BeppoSAX identifikovat GRB v rentgenovém pásmu. Odtud pak vede přímá cesta k rozesílaní údajů o GRB bezmála v reálném čase prostřednictvím internetu na různé observatoře, vybavené automaticky naváděnými kamerami. Mezi nimi vyniká I. generace robotického teleskopu ROTSE v Novém Mexiku, která sestává ze čtyř teleobjektivů s průměrem čoček 35 mm, vybavených maticí CCD s hranou 2048 pixelů. Tak lze jedním snímkem pokrýt zorné pole $16' \times 16'$; tj. i velmi hrubá poloha z BATSE ($\pm 10'$) naprostě postačuje k záznamu optického dosvitu, přičemž reakční doba aparatury k zamíření kteréhokoliv místa na obloze činí v nejhorším případě pouhých 10 s.

ROTSE je v činnosti od března 1998 a během prvního roku sledovala celkem 26 GRB, leč v žádném jiném případě nebyl zaznamenán optický protějšek do mezní hvězdné velikosti kolem 15 mag. Pokud není ROTSE aktivována pomocí internetu, věnuje se rutinné přehlídce oblohy, takže každou noc získá asi 8 GB údajů, jež jsou přenášeny dálkově na Akerlofovou pracoviště na michiganské univerzitě. Jediněčný úspěch z 23. ledna 1999 však zřejmě umožní zařízení podstatně vylepšit nahrazením fotografických čoček zrcadly s průměrem 0,45 m, které zvýší dosah aparatury do 19 mag.

A. Fruchter aj. sledovali pomocí HST a Keckova dalekohledu optický dosvit GRB 970228 po více než 13 měsíců od vzplanutí gama. Objekt má galaktické souřadnice $l = 189^\circ$ a $b = -18^\circ$ a nalézá se na okraji obrazu mateřské galaxie $V = 25,8$, když sám dosvit za prvního půl roku zeslábl na $V = 28$. A. Fruchter rovněž popsal velmi červený optický dosvit GRB 980329, z čehož usuzuje, že jde o mimořádně vzdálený objekt a jelikož byl v oboru gama relativně velmi jasný, vyplývá z toho uvolněná (izotropní) energie kolem 5.10^{47} J, tj. za hranici klidové energie i velmi masivní neutronové hvězdy.

Velmi pozoruhodný je podle A. Castra-Tirada aj. případ GRB 980703, pozorovaný družicemi Compton-BATSE, RXTE i BeppoSAX, jenž trval v pásmu energií $50 \div 300$ keV plných 400 s. Nicméně v tvrdém rentgenovém oboru začala jasnost zdroje stoupat již 18 s před vzplanutím gama. Jelikož se podařilo identifikovat mateřskou galaxii s posuvem $z = 0,97$, vyplývá odtud, že ve vzplanutí se uvolnila energie 10^{46} J, a to podle B. Schaefera z objemu o průměru menším než 66 km. Totéž zjistili J. in T. Zand aj. pro GRB 980519, kde tvrdé rentgenové záření předcházelo vzplanutí gama o plných 70 s.

I. Smith aj. zkoušeli nalézt pomocí aparatury SCUBA JCMT submilimetrové dosvity u osmi GRB, jež vzplanuly mezi květem 1997 a prosincem 1998 a uspěli pouze v jediném případě pro vůbec nejjasnější GRB 980329 v pásmu $850 \mu\text{m}$, a to 6 dnů po vzplanutí gama. Submilimetrový dosvit v následujících 6 dnech zeslábl pod hranici detekce. D. Frail sledoval GRB 981226 ve Vodnáři v poloze 2329-2355 se zatím nejvyšším poměrem mezi rentgenovým dosvitem a intenzitou vzplanutí gama. Rentgenový dosvit byl nalezen 11 h po GRB a radiový po 9 dnech, což je pro radiové protějšky typické. Optický dosvit se nepodařilo odhalit, ale zato slabý obraze mateřské galaxie $R = 24,9$.

Loni v květnu byl objeven GRB 990510 se složitým profilem světelné křivky o trvání 80 s v poloze 1338-8029 v souhvězdí Chameleona a v galaktických souřadnicích $l = 304^\circ$ a $b = -18^\circ$. Jeho rentgenový dosvit dosáhl intenzity 4,3 Krab a optický dosvit 3,5 h po GRB $R = 17,5$ mag, jenž podle G. Israele aj. postupně zeslábl až na 23,7 mag. F. Harrison aj. odhalili rovněž radiový dosvit a tvrdí, že dosvity jsou soustředěny do úzkých výtrysků, což může snížit odhadovanou energii úkazu $2,9 \cdot 10^{46}$ J resp. maximální zářivý výkon $7,3 \cdot 10^{45}$ W až třístakrát. Pomocí VLT ESO se podařilo S. Covinovi aj. prokázat, že dosvit jeví 1,7% lineární polarizaci světla, takže jde podle R. Wijsere aj. evidentně o projekt synchrotronového záření. Objekt se nachází $1,8''$ severně od mateřské galaxie 22 mag s červeným posuvem $z = 1,62$, takže jeho minimální vzdáenosť lze odhadnout na 2 Gpc a energii vzplanutí na 10^{46} J. To odpovídá brzdění ohnivé koule v odporujícím prostředí kolem zdroje. Přitom vzniká rázová vlna, urychlující elektrony na relativistické rychlosti a zesiluje se indukce magnetického pole. Pokud je toto pole pravidelné, vyvolá to lineární polarizaci optického záření.

Počátkem července vzplanul GRB 990704 s trváním 40 s a rentgenovým maximem 6,2 Krab, leč optický dosvit se nepodařilo nalézt. J. Halpern aj. vzhledem k červenci sledovali velmi jasný GRB 980519, k němuž nalezli infračervený dosvit $I = 19,5$ již 8,8 h po vzplanutí. Dosvit však rychle zeslábl na hranici viditelnosti 22 mag a souběžně klesal i dosvit radiový. Během roku se pak podařilo odhalit ještě několik poměrně standardních rentgenových, optických a radiových dosvitů.

D. Lazzati aj. si povídali, že v některých GRB byly po krátkou dobu patrně pozorovány emisní čáry železa, kosmologicky významně posunuté k nižším energiím. Zejména L. Piro aj. objevili v rentgenovém dosvitu GRB 970508 jadernou čáru železa K s kosmologickým červeným posuvem $z = 0,835$. Pokud se to potvrdí, je tím prakticky vyloučeno, že by GRB vznikaly splýnutím dvou neutronových hvězd v ohnivé kouli. J. Rhoads upozornil, že pokles optického dosvitu zmíněného GRB probíhal nejprve podle mocninného, ale posléze podle exponenciálního zákona, což vylučuje usměrnění svazku záření. Pak by zvítězily domněinky, jež přisuzují jevy GRB výbuchů hypernov resp. supranov. To si ze stejněho důvodu myslí také M. Vietri aj. Jakmile výbuch hypernovy narazí na akreční torus bohatý na železo, ohřeje jej až na 30 MK a brzdění záření horkého disku obnoví měkkou rentgenovou emisi a výskyt jaderných čar železa.

K podobnému závěru dochází též D. Reichart, jenž uvádí, že prototyp GRB 970228 vyhližel díky rentgenovému a optickému dosvitu původně jako potvrzení modelu ohnivé koule, ale nyní se zdá, že i tam se objevila supernova, která vzplanula dva týdny po GRB. Další koincidence je GRB 970514, související patrně se supernovou 1997cy třídy IIn. Totéž dle J. Blooma aj. se týká i GRB 980326, jehož optický dosvit se po 3 týdnech zjasnil 60-krát, ač se poprvé objevil již 10 h po GRB. Jde však o supernovu; nikoliv snad o obraze mateřské galaxie, neboť po 9 měsících dosvit zeslábl pod mez detekce 27 mag. Ostatně K. Iwamoto snesl další důkazy o souvislosti GRB 980425 a podivné supernovy 1998bw a tvrdí, že v tomto případě šlo právě o zmíněné zhroucení hypernovy. Totéž si myslí R. Chevalier, jenž pro příslušnou supernovu třídy Ic odhaduje uvolněnou energii do $3 \cdot 10^{43}$ J. Naproti tomu J. Norris aj. soudí, že koincidence obou úkazů není ani zdaleka přesvědčující. Podle

B. Hansena lze hypernovy s ohledem na relativně nižší energii exploze (řádu 10^{41} J) pozorovat jen do vzdálenosti 100 Mpc, kdežto klasické GRB mohou dosahovat energií až o pět řádů vyšších.

Hypernova vzniká přímým hroucením velmi hmotné ($\pm 100 M_{\odot}$) hvězdy na Kerrovu černou díru, kdežto **supranova** znamená výbuch klasické supernovy, po níž zbude rychle rotující neutronová hvězda o superkritické hmotnosti. Jakmile během následujících měsíců až let poklesne rychlosť její rotace, pětadvacítka neutronová hvězda se rovněž zhroutí na černou díru. Podle M. Vietriho a L. Stelly se přitom uvolní energie 10^{46} J při Lorentzově faktoru $L = \pm 300$. Jelikož baryony kolem černé díry jsou vzácné a dosahují maximální hmotnosti $10^{-4} M_{\odot}$, mohou se fotony gama snadno ihned vyzářit do vnějšího prostoru.

Mezi tzv. měkkými blýskací budí stálý zájem **magnetar SGR 1900+14 = PSR J1907+0919** v souhvězdí Orla, jenž se proslavil nevídáným gigantickým vzplanutím gama GRB 980827, při němž mimo jiné poklesla výška zemské ionosféry z obvyklých 85 km na pouhých 60 km a došlo ke krátkodobým výpadkům na družici RXTE a kosmické sondě NEAR. Podle J. Sylwestera aj. je od nás vzdálen 6 kpc. M. Feroci aj. sledovali obří vzplanutí pomocí družice BeppoSAX a nalezli v něm oscilace s periodou 5,16 s a v každém impulsu čtyři subpulsy, oddělené od sebe přesně 1,03 s. D. Marsden aj. však zařazení objektu mezi magnetary zpochybňují, neboť zjistili měření družice RXTE, že při výbuchu se tempo prodlužování oscilační periody zdvojnásobilo na $1,3, 10^{10}$ J, a nelze je tudíž považovat za míru velikosti magnetické indukce, nýbrž za projev zesílení relativistického větru. Naproti tomu E. Mazec aj. soudí, že obří výbuch objektu v Orlu nápadně připomíná gigantický výbuch SGR 0526-66 v březnu r. 1979, a jelikož se takové výbuchy opakují s rekurencí $50 \div 100$ let, tak musejí mít i stejnou fyzikální příčinu.

J. Šitov aj. sledovali SGR v Orlu radioteleskopem BSA v Puščinu v pásmu 111 MHz na přelomu let 1998 a 1999, přičemž odhalili radiové impulsy s periodou 5,16 s a poloviční šírkou impulsního profilu 100 ms. Ze zpomalování periody řádu 10^{-10} jím vychází indukce magnetického pole na povrchu magnetaru 80 GT. K. Hurley aj. objevili pomocí družice ASCA, že magnetar je rovněž rentgenovým pulsarem s touž periodou, a že jeho poloha dobrě souhlasí s pozůstatkem supernovy G42.8+14. Rentgenové pulsace potvrdila též C. Kouveliotouová aj. pomocí družice RXTE, že však udává indukci magnetického pole na povrchu neutronové hvězdy 50 GT.

To tedy znamená, že vztah mezi měkkými blýskacími (magnetary) a **pozůstatky supernov** je naprostě jednoznačný. Nyní již všechny čtyři známé magnetary (ty další jsou SGR 0525-66, 1627-41 a 1806-20) mají odpovídající pozůstatky po supernovách. M. Feroci aj. soudí, že magnetar v Orlu se svým chováním nejvíce podobá SGR 0522-66 ve Velkém Magellanově mračnu. Rovněž SGR 1806-20 jeví pulsace s periodou 7,47 s, která se sekulárně prodlužuje tempem $8,3, 10^{-11}$, ale podle K. Hurleye aj. se nachází mímo jádro radiového pozůstatku po supernově G10.0-0.3. Jeho vzdálenost od nás činí buď 6 nebo 14,5 kpc a stáří řádově desítky tisíc let.

Do skrovného seznamu magnetarů však přibyl podle P. Woodse aj. objekt **SGR 980615 (1627-41)**, objevený v souhvězdí Štíra pomocí BATSE. V rentgenovém pásmu září trvale a odpovídá mladému pozůstatku po supernově G337.0-0.1 s rotační periodou 6,4 s. Indukce jeho magnetického pole dosahuje alespoň 50 GT. S. Corbel aj. nalezli při měření v pásmu milimetrových vln, že na zorném paprsku od tohoto magnetaru nejméně 8 molekulových mračen a odtud odvodili jeho pravděpodobnou vzdálenost 11,0 kpc od Slunce. Optická extinkce mezi magnetarem a námi činí neuvěřitelných 43 mag (tj. více než miliardkrát!), takže magnetar je zřejmě neutronová hvězda na samém okraji molekulového mračna, jež uniká z mladého (± 5 tisíc let) pozůstatku po supernově přičnou rychlostí řádu 1000 km/s .

Nejnověji X. Li a E. van den Heuvel tvrdí, že také rentgenový pulsar **2S 0114+650** je bývalý magnetar, neboť má extrémně pomalou rotaci neutronové hvězdy 2,7 h. To lze vysvětlit jen tak, že původní indukce magnetického pole na jejím povrchu přesahovala 10 GT, ale její současná hodnota činí jen 0,1 GT, neboť tak silné magnetické pole rychle slabne. Podle T. Murakamiho aj. dosahují napětí v kůře neutronové hvězdy maximální energie jen 10^{34} J, zatímco v impulsech se uvolňuje až 10^{36} J. To znamená, že magnetary nemusejí ztráct energii pukáním kůry neutronové hvězdy, nýbrž magnetickými zkraty (rekonexí) fyzikálně podobnými hvězdným erupcím.

T. Totani studoval **vznik páru pozitron-elektron** v GRB, když si povšiml, jak výrazně během daného vzplanutí zářivý výkon jevu kolísá až o 3 řády. Tvrdí proto, že v centru zdroje se tvoří fotony o extrémně vysoké energii anebo synchrotronové záření protonů, které nakonec vede ke vzniku zmíněných páru. Disipaci energie usnadňuje relativistický pohyb častic s Lorentzovým faktorem $L 100 \div 1000$. Autor proto soudí, že v GRB se uvolňují energie vyšší než je klidová energie velmi hmotné neutronové hvězdy $1,7 M_{\odot}$, tj. $3, 10^{47}$ J. Pak by mohly být GRB dobrými zdroji **kosmického záření ultravysokých energií**, pro něž dosud nemáme kloudné vysvětlení.

O párech pozitron-elektron v souvislosti se vznikem ultraenergetického

kosmického záření uvažovali též M. Medvěděv a A. Loeb, kteří dospěli k podobným závěrům jako Totani, tj. při vysokém Lorentzově faktoru se energetické záření gama změní na baryony, jež se urychlí na ultrarelativistické rychlosti. Podstatná část kinetické energie se však změní na relativistické elektrony, jež se urychlují Fermiho mechanismem v rázové vlně. Díky inverznímu Comptonovu jevu elektrony chladnou ve srážkách s fotony a synchrotronovou emisí, což vyvolá vzplanutí gama a rentgenový a optický dosvit. Celý úkaz je možný jedině za trvalé přítomnosti extrémně silného magnetického pole.

R. Zajdel a V. Kurt zkoumali okolnosti pádu těles o hmotnosti řádu 10^{17} kg (větší planetky) na neutronové hvězdy s magnetickým polem řádu 100 MT a ukázali, že přitom vznikají ultraenergetické (až 10 EeV) protony kosmického záření, jež se oproti pozorovanému záblesku gama mohou díky pozvolnému urychlování opozdit nejenom o dny, ale dokonce i o týden a celé měsíce. Vskutku již byly pozorovány tvrdé (řádu GeV) fotony záření gama, opožděné proti vlastnímu vzplanutí gama o desítky minut.

M. Ruffert a H. Janka propočítali případy, kdy **splýnutím neutronových hvězd** vzniká černá díra, jež přibírá hmotu z akrečního toru o hmotnosti až několika desetin M_{\odot} o hustotě až 10^{15} kg/m^3 a teplotě do 10 GK. Nejvíce energie se pak odnáší díky neutrínům (zářivý výkon může dosáhnout 10^{46} W) a anihilace páru neutrino-antineutrino vede k vyzáření výkonu až $4, 10^{43}$ W, z největší části podél rotační osy černé díry. Z hlediska výskytu GRB je podstatné, že v tomto prostoru se nachází nepatrné množství baryonné látky, která by mohla fotony gama srážkově degradovat. Autorům pak vychází, že výtrysky gama jsou usměrněny do vrcholových úhlů řádu stupňů až desítek stupňů, a lze tak velmi dobře objasnit krátkožijící GRB s trváním pod 1 s.

P. Popham aj. navrhli nový mechanismus vzniku GRB následkem **hyperakrece látky** z tlustého akrečního disku černé díry, jež prý může dosáhnout tempa $0,01 \div 10 M_{\odot}/\text{s}$. Naproti tomu C. Fryer aj. neuspěli s modelovými výpočty splýnutí bílého trpaslíka a černé díry, ačkoliv předtím určitě dochází k slapovému roztrhání bílého trpaslíka do tlustého akrečního disku. Energie vyzářená při splýnutí nestačí k objasnění GRB ani při tempu akrece $0,05 M_{\odot}/\text{s}$ a tvarní pohlcení 1 min. Přitom v dané galaxii dochází k jednomu takovému splýnutí každých milion let.

S. Portegies Zwart aj. počítali **světelnou křivku GRB**, který vznikl akrecí hmoty z cca 100 km diskem kolem černé díry, jež je součástí dvojhvězdy, v níž druhou složku představuje neutronová hvězda. Ta vyvolává precesi akrečního disku, z něhož tryská usměrněný svazek záření gama díky Blandfordové-Znajekově mechanismu (extrakce rotační energie černé díry do akrečního disku se silným magnetickým polem). Usměrněný svazek se tudíž komíhá vlivem **precese**, a to vytváří pro pozorovatele velmi komplexní strukturu světelné křivky GRB. Autoři uvádějí, že podle výsledků statistického studia vzniká v dané galaxii 1 GRB každých milion roků, kdežto ke splývání neutronových dvojhvězd dochází přinejmenším desetkrát častěji – to je dobrý argument pro usměrnění výtrysků záření gama.

W. Lee a W. Kluzniak se zabývali hydrodynamikou posledních 23 milisekund před **splýnutím černé díry a neutronové hvězdy**. Ukázali, že neutronová hvězda se slapovým působením černé díry promění na hustý torus s hmotností několika desetin M_{\odot} , obklupující černou díru. Autoři soudí, že takto by se daly vysvetlit ohnivé koule, doprovázející vzplanutí zábleskových zdrojů záření gama. Takovou soustavu jsme ovšem v naší Galaxii dosud nepozorovali, ale podle výpočtu autorů by měla vznikat v průměru jednou za několik set tisíc let. To dává dobré výhledy pro budoucí **detektory gravitačního záření**, jež by tak mohly pozorovat několik desítek splýnutí do roka, jelikož citlivost detektorů by měla stačit postihnout všechny takové úkazy až do vzdálenosti 200 Mpc od Země.

P. Mészáros aj. se domnívají, že jak splýnutí neutronové hvězdy s černou dírou tak i pro pravděpodobnější splýnutí dvou neutronových hvězd způsobí, že výsledné záření gama je **mírně usměrněné**, což řeší nesnadný energetický problém pozorovaných zábleskových zdrojů záření gama. Autoři připomínají, že oba typy splýnutí dávají podobnou uvolněnou energii řádu 10^{47} J, což pak naprostě bezpečně stačí k objasnění povahy zábleskových zdrojů. J. Grindlay odhaduje, že GRB mají Lorentzův faktor L v rozmezí řádů $10^2 \div 10^3$, což vede nutně k usměrnění svazku nepřímo úměrně druhé mocnině L , a to přirozeně snižuje odhadu energie uvolněné ve vzplanutí, jenž současně zvyšuje četnost výskytu GRB ve vesmíru.

Statistika naznačuje, že jeden GRB připadá na $1 \div 100$ milionů galaxií za rok. E. Fenimore zprůměral **parametry pozorovaných GRB** a dostal tak velký rozptyl v jejich trvání od 50 ms (!) do 1000 s, zatímco průměrný červený posuv $z = 1,0$. K. Hurley aj. nenašli žádný vztah mezi GRB a Abellovými kupami galaxií resp. radiové tichými kvasary. W. Paciesas aj. zveřejnili v pořadí již **IV. katalog GRB** z BATSE, obsahující 1637 úkazů v intervalu od dubna 1991 do srpna 1996 a k tomu přidal K. Hurley doplněk, využívající triangulační pozorování tichých zdrojů ze sluneční sondy Ulysses, znamenající až 25-násobné zvýšení polohové přesnosti pro 147 zdrojů.

T. Totani se zabýval statistikou výskytu GRB s různými vlastnostmi ve IV. katalogu BATSE a zjistil, že existuje zásadní rozdíl mezi chováním krátkodobých a dlouhodobých GRB, přičemž rozhraní odpovídá trvání kolem 2 s. I. Bělousovová aj. však rozlišují podle délky trvání **tři skupiny GRB**, přičemž nejvíce vzplanutí se koupí kolem hodnot 0,6, 3,5 a 30 s. D. Cline aj. si všímají velmi krátkých GRB s trváním pod 0,1 s, jež se zřetelně odlišují od zmíněných skupin s relativně dlouhým trváním. Krátkých GRB v III. katalogu BATSE je pouze 12 a autoři tvrdí, že jsou určitě lokální (v naší Galaxii), zatímco GRB s delším trváním jsou vesměs mimogalaktická a většinou ve velkých kosmologických vzdálenostech.

Vinou kosmologických vzdáleností GRB pozorujeme **deficit slabých zdrojů**. Protože však hmotné hvězdy mají obecně nejkratší životnost (a končí často jako GRB), dostáváme z rozložení jasnosti GRB zkreslené údaje o tvorbě hvězd v raných epochách vesmírného vývoje. B. Schaefer aj. ukázali, že výskyt GRB klade astrofyzikálně obtížně vysvětlitelné nároky na **povahu mateřských galaxií**. Pokusy o odhalení mateřských galaxií se totiž velmi často nedají, ačkoliv by tyto galaxie měly mít v průměru dosti nízké červené posuvy $z < 0,4$. Např. u **GRB 990308** se sice vynořil už 3,3 h po vzplanutí optický dosvit $R = 18,1$, ale do mezní hodnoty 25,7 mag se jím nezdařilo odhalit mateřskou galaxii.

Není proto vyloučeno, že většina GRB je kosmologicky nesmírně daleko ($> 5,9$), anebo že se mohou vyskytovat i v intergalaktickém prostoru. Na proti tomu P. Freeman aj. upozornili, že podle měření z družice Ginga měl **GRB 870303** v energetickém spektru cyklotronové čáry na 20 a 24 keV. Pokud jde o cyklotronovou rezonanci, musel být objekt velmi blízko. J. Norris aj. navrhli novou metodu určování **vzdálenosti GRB** ze zpoždění fotonů s nižšími energiami. Ukázali totiž, že velikost zpoždění závisí neprímo na velikosti maximálního zářivého výkonu GRB. Vzdálenost pak lze odvodit z porovnaného příkonu GRB a velikosti zmíněného zpoždění.

Pro úplnost ještě uvádíme, že R. Hartman aj. uveřejnili **III. katalog trvalých zdrojů záření gama**, zpopořovaných aparatu EGRET na družici Compton mezi květnem 1991 a říjnem 1995 pro energetické pásmo 30 MeV

÷ 20 GeV. Katalog obsahuje celkem 271 zdrojů, z nichž se podařilo identifikovat jen 66 jako blazary. K dalším 170 zdrojům se dosud nezdařilo navzdory soustavnému úsilí najít žádné protějšky, takže jejich povaha je naprostou záhadou. Podobně není jasné, proč se plná třetina zdrojů nachází daleko než 10° od hlavní roviny Galaxie.

4. Mezihvězdná látka

D. Welty aj. využili jasné supernovy 1987A ve Velkém Magellanově mračnu k určení **struktury a chemického složení** mezihvězdného a mezigalaktického prostředí ve směru zorného paprsku. Ultrafialová a optická spektra obsahují celkem 46 absorpčních složek prvků C, Mg, Al, Si, P, Cl, Ti, Cr, Mn, Fe, Ni a Zn s radiálními rychlostmi $-24 \div +296$ km/s, což umožnilo poprvé zkoumat prostorovou strukturu neutrálного mezihvězdného prostředí v tak rozsáhlém objemu. Současně se ukázalo, že metalicitu Velkého Magellanova mračna je až dvakrát nižší než metalicitu v okolí Slunce. Podle C. Wrighta aj. se díky družici ISO zdářilo najít na 112 μm čáru **molekuly HD** ve směru k mlhovině v Orionu. Z toho odvodil poměr D/H = 1.0–10–5.

K. Volk aj. upozornili na **neidentifikovaný infračervený pás** na 21 μm, jenž ve 4 případech nalezla již družice IRAS a nyní v 8 případech družice ISO. Autoři soudí, že pás přísluší buď tuhé látky neznámého složení, anebo směsi velkých molekul. Přitom podle B. Natha je interstellární pozadí v průměru o 19 rádů řidší než zemská atmosféra, takže na 1 krychlový metr připadá pouhý milion částic. Ještě desetmilionkrát řidší je však pozadí intergalaktické (1 částice v 10 krychlových metrech, aneb sněhová vločka v objemu zeměkoule). Nicméně obří molekulová mračna představují výrazně koncentrace kosmické látky v porovnání s tímto pozadím a podle R. Crutcheru se na jejich soustředění výrazně podílejí mezihvězdná magnetická pole. Jak uvedli C. Cesarská a M. Sauvage, díky družici ISO např. víme, že vzhled infračerveného spektra husté **reflekční mlhoviny NGC 7023** v Cefeu se vzhledem neliší od difúzního mračna v souhvězdí Chameleona, ačkoliv se hustotou liší více než o tři rády. (Pokračování)

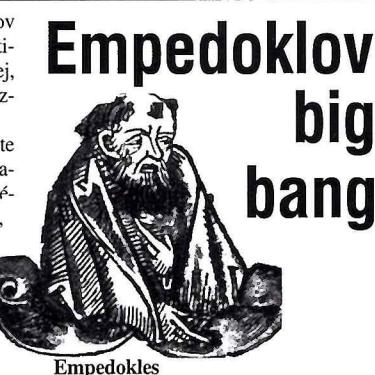
V Strassburgu objavili 2500 roků starý papyrus. Kedé grécky text rozluštili, zistili, že ide o popis fascinující, doteraz neznámé Empedoklovy kozmologické teorie.

Filozof Empedokles žil v Agrigente na Sicílii v rokoch 495 až 435 pred našim letopočtom. Bol prvým učiteľom rôtoriky, úspešným liečiteľom, mužom, ktorého všetci uctievali. Jeho hlavné dielo „O prírode“ (Physika), v ktorom učený polyhistor objasňuje teóriu štyroch prvkov – ohňa, vody, zeme a vzduchu, citovali na európskych univerzitách až do raného novoveku.

To, čo Empedokles naozaj učil, sa však zachovalo iba v 450 zachovaných veršoch, čo je iba zlomok jeho súborného diela, pričom aj to, čo sa zachovalo, je podistým (tak ako iné často prepisované diela) iba približnou kópiou originálu. Vo veľkopreome „Katharmoi“ (Očisty) prezentuje sa anticky vykladač sveta ako mystik. Hovorí o neustálom znovuzrodení, o hroziacich pohromách, o výkúpení a čudesných pravidlach stravovania.

Text zo strassburského papyru je však originálnou časťou Physiky. Doneďdávna sme z rúk praočkov filozofie nepoznali ani jediný originálny rukopis. Thales, Herakleitos, Parmenides, Demokritos, napospol skvelí myslitelia, sa už v 7. až 5. storočí pred Kristom odpútali od mytickyho obrazu sveta a s neúprosnou logikou začali vysvetlovať prírodu i vesmír; poznáme ich však iba z neautentických zlomkov zachovaných opisov.

Sicílsky papyrus obsahuje 80 obrázmí nabitych hexametrov, ktoré boli sú-



časťou prvého dielu Fyziky. „O takomto dokumente sme iba snívali.“ hovorí špecialista na grécke rukopisy Oliver Primavesi. „Po prvýkrát máme v rukách antické vydanie filozofa, ktoré vyšlo ešte pred Platónom.“

Papyrusový zvitok sa zachoval priam záračne. Už roku 1904 sa podarilo emisárovi Nemeckého papyrového kartelu získať rukopis od istého priekupníka v hornoegyptskom meste Achmim. Bol poskrúcaný a poohýbaný ako výstuž pohrebneho vencu. Ked' sa ho pokúsili narovnať, rozpadol sa na 52 kusov.

Zničený, sotva čitateľny rukopis skončil napokon v archíve Cisárskej univerzitnej knižnice v Štrassburgu. Tam ho nedávno našiel belgický epigrafik Alain Martin die Schnipsel. Ked' sa mu šalát gréckych písmen podarilo zrekonštruovať, dozviedel sa, kto je autorem veršov. Po preštudovaní rukopisu sa zistilo, že kozmológ, ktorý obýval chatrach pri jednom z vrcholových kráterov Etny, bol Stephenom Hawkingom staroveku.



Nájdený fragment Physiky.

Aj Empedokles vysvetloval vznik sveta big bangom. Predpokladal, že na samom začiatku boli štyri elementy harmonicky prepojené v nebeskej guli, ktorú nazval *Sphairos*. Bubblelna však prasla: jednotlivé elementy začínajú pod vplyvom protirečení, základnej sily vesmíru, separovať. Tento proces však ešte nie je dovršený. V Zemi ešte ostalo veľa vody i ohňa, iba vzduch sa celkom oddeľil.

Z toho miš-mašu vznikol podľa Empedokla život. Je presvedčený, že všetky živé stvorenia a bytosti sú „specifickými mišungami štyroch elementov“. Príroda na začiatku produkuje iba vajcovité stvorenia. Tieto amorfne výtvory nadobúdajú časom tvar a všeestranne sa vyvíjajú: postupne vznikajú rastliny, zvieratá a človek.

Svet, sotva vytvorený, stojí opäť pred zánikom. Protirečenia a rozporu na rasťajú. Dôsledok: živé tvory sa rozpadajú, prvky, ktoré ich vytvorili, sa rozptylujú. Na konci tohto procesu vyzerá Zem tak, ako by ju prefiltroval destilačná apara-

túra. Oheň, vzduch, voda a zem sa opäť úplne oddelia.

Vtedy sa spustí druhý diel večného cyklu. Láska sa pokúsi všetky substancie opäť pospájať. Elementy sa opäť združia v zmesi, z ktorej zasa povstáva život. Vznikajú monštrá, ale aj veľa harmonických stvorení.

Lenže ani toto druhé stvorenie nemá dlhé trvanie. Tentokrát ho rozloží láska, ktorá opäťovne všetko premieša. Znova sa vytvorí *Sphairos*, veľká nebeská guľa.

A tak sa to opakuje donekonečna. Kozmický kolotoč sa neúprosne krúti a drží ľudí v mlyne permanentných znovuzrodení. „Bol som už chlapcom i dievčačom, kŕikom i vtákom,“ tvrdí filozof a prezradza tak, že je prívŕžencem reinkarnácie.

Toto orientálne učenie preniklo do Európy najskôr prostredníctvom šamánov, s ktorými sa Gréci stretávali v zázemí svojich kolónií pri Čiernom mori. V reinkarnáciu veril aj matematický génius Pythagoras, autor vzorca $a^2 + b^2 = c^2$.

Prepojenie racionálnej vedy a výmyslov je pre praočkov filozofie typické. Duch sa zo zájatia mytov oslobodzoval iba pomaly. „Empedokles sa prejavuje ako fyzik, inokedy ako guru, zvestujúci zánik,“ vraví Primavesi.

Podľa Empedokla žije dnes ľudstvo v období narastajúcich rozporov. Kozmické hodiny však ohlasujú, že čoskoro nastane totálny „rozpad všetkých údov“.

Empedokles sa chcel tejto katastrofe vyhnúť. Čarodejník z Etny sa podľa zachovaných antických záznámov vrhol do krátera sopky, ktorú obýval. Ostala po ňom iba sandála, ktorú vraj Etna po čase vyvrhla. **Bild der Wissenschaft**

ŠPECIFICKÉ VLASTNOSTI častíc kozmického prachu (a ich dôsledky)

Medziplanetárny a medzihviezdny priestor predstavuje podstatne reďšie prostredie, než aké sme schopní vytvoriť v najmodernejších laboratóriach. Napriek tomu nie je kozmické prostredie „hluchým priestorom“ a už vôbec nie vákuum. Medziplanetárny priestor je vyplňený elektromagnetickým žiareniom (fotónmi), horúcou plazmom (elektrónmi, protónmi a inými iónmi – slnečný vietor a kozmické žiarenie), magnetickým polom Slnka a samozrejme čiastočkami kozmického prachu. Kým existencia slnečného elektromagnetickej žiarenia bola zrejmá už veľmi dávno, ostatné zložky medziplanetárneho prostredia boli objavené len postupne. Hustota medziplanetárneho prostredia je v blízkom okolí Zeme zhruba 5 častic na centimeter kubický, pričom prudko klesá so vzdialenosťou od Slnka. To sú však len priemerné údaje. Treba si uvedomiť, že hlavné prachové zložka je veľmi premenlivá. Priestorová hustota častíc (počet na cm^3) môže miestami vzrásť až na hodnotu 100. Tak či onak, je to príliš nízka koncentrácia a len ľahko predstaviteľné číslo z pohľadu pomerov dosiahnutelných v pozemských podmienkach. Nízka koncentrácia kozmických častíc je však vyvážená obrovským priestorom, ktorý vypĺňajú, a tak ich celková hmota vo vesmíre môže predstavovať závratné číslo. Chemicko-fyzikálne charakteristiky častíc priamo ovplyvňujú pozorovanie vzdialených objektov, napokolko ich detegovaný optický obraz, ako aj zodpovedajúce fotometrické dátá sú pochopiteľne ovplyvnené existenciou a vlastnosťami kozmických častíc. Tento fakt robí astronómom značné starosti najmä pri analýze nameraných údajov. Započiatím výskumu vesmíru v infračervenej oblasti spektra sa ukázalo, že malé prachové čiastočky, ktoré sa spočiatku zdali byť len málo významnou zložkou (skôr zneprijemňujúcim faktorom pri spracovaní astronomických meraní), sú pravdepodobne veľmi dôležitou súčasťou vesmíru a aktívnym prvkom v mnohých astrofyzikálnych procesoch – napríklad v procese úbytku hmoty hviezdi na konci ich

života, ale taktiež v raných fázach vývoja hviezd, teda počas ich formovania. Prachové časticie sa tiež spoluodieľajú na formovaní planetárneho systému v okolí hviezd. Prejavom existencie prachu na našej Slnečnej sústave je dobre známe zodiakálne svetlo, ale aj prstence planét či prachové chvosty komét.

Problematika výskumu kozmických častíc spája rôzne vedné disciplíny – tak fyzikálne (fyzika tuhých látok, elektromagnetická teória, fyzika povrchov, štatistika a termodynamika), ako i matematické (fraktálna teória), chemické (chemické reakcie na povrchu prachových zrniek), či iné – samozrejme, aj rýdzo astronomické. Je veľmi ľahké odhadnúť množstvo hmoty vo vesmíre, ktoré reprezentuje kozmický prach.

Interakcia žiarenia s kozmickými časticami

Veľké množstvo informácií, ktoré o vesmíre vieme, pochádza z meraní charakteristík žiarenia. Žiarenie prichádzajúce z kozmických objektov je zoslabené jednak absorpciou a jednak rozptylom na zrniečkach prachu. Treba podotknúť, že nejde len o žiarenie vo viditeľnej časti spektra (ktoré tak často spájame so svetlom generovaným naším Slnkom), ale o žiarenie akejkoľvek vlnovej dĺžky. Tu je zásadný rozdiel medzi charakterom interakcie žiarenia s plynom a prachovými zrnkami. Plynné prostredia tvoria molekuly, ktorých rozbery sú vo všeobecnosti podstatne menšie než stredný rozmer častíc kozmického prachu. Rozptyl žiarenia na molekulách plynu v takzvanej optickej časti spektra je v podstate jednoducho popisateľný proces (nakolko vlnová dĺžka žiarenia ďaleko prevyšuje rozbery molekúl, a tak možno molekuly plynu v teórii rozptylu žiarenia formálne nahradit jednoduchými dipólmi). Absorpcia je v prípade plynov silne selektívny jav, teda výrazne závisí od vlnovej dĺžky elektromagnetickej vlnenia a chemického zloženia plynnej zmesi. Je bežné, že absorpcné pásy plynov tvoria ohraničené

né čiary rôznejší súrky. Oslabenie žiarenia na okraji absorpcného pásu môže byť niekoľko 100-či 1000-krát menšie ako v strede absorpcného pásu. U prachových častíc podobný efekt nepozorujeme. Naopak, kozmický prach predstavuje pre väčšiu časť optického spektra materiál so spojitosťou, pomaly sa meniacim koeficientom oslabenia. To znamená, že aj koeficient rozptylu sa u prachových častíc mení plynule so zmenou vlnovej dĺžky. Vlnenie rozptylé na kozmických časticach je formálne produkтом koherentných vlnení generovaných v rôznych oblastiach telesa časticie. Možno ho tak chápať ako vyžarovanie súboru dipolov s existujúcimi fázovými vzťahmi. V tomto prípade už vôbec nejde o jednoduchý fyzikálny mechanizmus. V kontraste s tým je však práve rozptylé žiarenie nositeľom veľkého množstva zásadných informácií o prostredí, čo si možno niekedy nie celkom uvedomujeme. Umožňuje nám totiž odhaliť miesta, ktoré by boli inak zahalené vo večnej tme, a samozrejme – čo je podstatné – skúmať ich vlastnosti. Okrem iného však tiež poskytuje krásne scenérie pozorovateľné na nočnej oblohe (napr. difúzne svetlo hmlovín, obr. č. 1).

Rozptylé žiarenie by sme však nemohli pozorovať v dokonale usporiadanom t.j. pravidelnom vesmíre. Proces rozptylu možno chápať aj ako špecifický jav, ktorý je prejavom existencie nehomogenít. V pravidelných štruktúrach by totiž mala každá rozptylé vlna svoju „protivlnu“ – akýsi zrkadlový obraz s doplňujúcimi fázovými a amplitudovými charakteristikami. Takéto vlny sa pochopiteľne navzájom (skladaním) rušia. Taký vesmír by bol súborom jasne svietiacich žiarivých objektov (napr. hviezdi) doslova ostro ohrazených úplnou temnotou. Naštastie to tak nie je. Spomínané hmloviny, ktoré môžeme pozorovať aj práve vďaka rozptylu, však nemožno spájať len s prachovými časticami. Príčiny vzniku hmlovín a procesy, ktoré s tým súvisia, sú rôzne. Vo vesmíre tak spoluexistujú difúzne hmloviny, reliktov po výbuchu supernov, molekulárne mračná a pod. Tvar dobre známej reflexnej hmloviny *Konská hlava* je formovaný práve kozmickým prachom. Svetlo z jasnej hviezdy (*vľavo dole na obr. č. 1*) je rozptylé na zrnkach prachového mračna, ktoré obklopuje okolie hviezdy a vytvára veľký nepravidelný útvar, známy pod označením NGC 2023.

Rozptyl a absorpcia sú dva pribuzné, ale predsa zásadne rozdielne procesy. Rozptyl je proces, pri ktorom fotón zachováva v podstate svoju identitu pred interakciou i po interakcii s časticou t.j. jeho frekvencia (alebo ak chcete vlnová dĺžka) sa nemení – ide teda o pružný rozptyl. Časticie rozptylu žiarenie neizotropne, teda rozdielne mierou do rôznych smerov. Diagram rozptylu sa pritom často zvykne nazývať aj indikatísa rozptylu. Ak bolo interagujúce žiarenie monochromatické vlnením, je aj rozptylé žiarenie monochromatické. Pri absorpcii je fotón pohlenutý časticou a trvale alebo dočasne zmizne zo žiarivého poľa. Korelácia medzi počtom pohlenutých a vyžierených fotónov je len štatistická. Bezprostredným dôsledkom absorpcie je, že v mieste absorpcie sa akumuluje istý obsah energie a častica sa zohrieva až do stavu, kedy dosiahne termodynamickú rovnováhu. Absorbované žiarenie sa uvoľňuje takmer rovnomerne do všetkých smerov. Ide pritom o polychromatické vlnenie. Je to vcelku zrejmé. Pri absorpcii sa dostávajú elektróny na rôzne hladiny a pri postupných prechodoch na pôvodnú hladinu sa postupne



Obr. 1: Reflexná hmlovina *Konská hlava* je dielom rozptylu elektromagnetickej vlnenia na mikročasticach kozmického prachu.

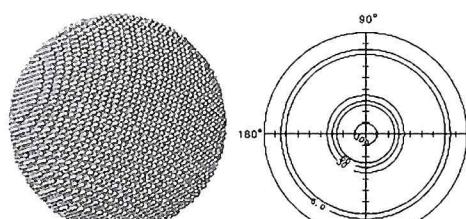
vyžiaria fotóny rôznej frekvencie. Ide o nekoherentný spontánny proces a generované vlnenie nie je viazané fázovými vzťahmi. Emisia žiarenia tak plne vyhovuje Boseho-Einsteinovej štatistike. V praxi to znamená, že vzniká polychromatické, teplné žiarenie s maximom energetického spektra posunutým do oblasti väčších vlnových dĺžok než je vlnová dĺžka interagujúceho žiarenia. Príčina je taktiež zrejmá. Ak totiž častica prijala isté množstvo energie v úzkom spektrálnom páse (vo forme monochromatického napr. krátkovlnného žiarenia) a to isté množstvo vyžiariila v širokospektrálnom rozsahu, musí ísť o nízkofrekvenčné (napr. infračervené) vlnenie vzhľadom na zákon zachowania energie. Absorbované žiarenie sa podieľa na zvýšení vnútornej energie častice, a takmer vždy viedie k zahrievaniu materiálu častice. Oba procesy, rozptyl a absorpcia, majú však aj spoločné vlastnosti – citlivou závislosťou od takzvaného účinného prierezu častice (ktorý sa mení s orientáciou častice vzhľadom k smeru postupu vlnenia), na vlnovej dĺžke elektromagnetickej žiarenia ako aj od vlastností prachových zrniek, ako sú tvar, zloženie, vnútorná štruktúra, index lomu a pod. Túto závislosť možno efektívne využiť pri riešení inverzných úloh astrofyziky prachových častíc – t. j. pri získavaní informácií o fyzikálno-chemických vlastnostiach kozmického prachu. Ak je napríklad obraz hmloviny obsahujúcej prachové častice podstatne jasnejší v smere postupu žiarenia (dopredný rozptyl) než v smere proti postupu žiarenia (spätný rozptyl), dá sa očakávať, že významnou časťou sledovanej populácie častíc kozmického prachu budú zrná mikrometrových rozmerov.

Morfologické, štrukturálne a chemicko-fyzikálne vlastnosti častíc kozmického prachu

Niekteré základné informácie o kozmických časticach už boli získané aj priamymi rozbormi v laboratóriach. Niekoľko rokov totiž prebiehal intenzívny „zber“ prachových častíc v stratosfére Zeme. V rámci týchto experimentov získali v NASA dostatočné množstvo informácií tak o atmosférickom aerosóle, ako i o extraterestriálnych čiastočkách. Problémom však stále zostáva súbor chemických, a fyzikálnych procesov, ktorým čiastočky podliehajú počas ich interakcie so zemskou atmosférou a pri ich zachtejení detektorom umiestneným na meracom prístroji. Ten samozrejme taktiež ovplyvňuje charakteristiky častice. Hĺbková laboratórna analýza dokáže aj napriek tomu poskytnúť hodnotné údaje napr. o chemickom zložení telieska. Treba povedať, že do tzv. laboratórnej astrofyziky, t. j. do reanalýzy prachových častíc zozbieraných v stratosfére Zeme, sa zapojilo aj oddeľenie medziplanetárnej hmoty Astronomického ústavu SAV. K dispozícii je analytický elektrónový mikroskop so zobrazovacím zariadením, energeticke-disperzívny spektrometer a software pre obrazové spracovanie výsledkov meraní, ako i farebný videoprinter. Vieme, že častice pozemského pôvodu obsahujú hliník, oxid hlinity, nehrdzavejúcu ocel, kovové kadmium, prípadne titán. Na druhej strane častice medziplanetárneho prachu sú zložením často kremičitan horčíka a železa. Popri klasifikácii častíc na základe ich chemického zloženia sú samozrejme sledované aj ostatné charakteristiky. Ukázalo sa, že častice kozmického prachu sú v prevažnej miere agregáty, tvorené z veľkého počtu malých granulek. Takéto častice

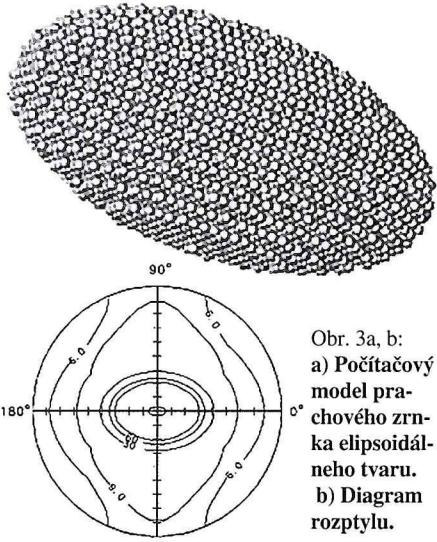
majú výsostne nepravidelný tvar a často sú tiež značne porézne. Zloženie, charakteristické rozmetry a iné vlastnosti závisia na pôvode častíc. Napríklad prachové zrná pochádzajúce z hustých plyno-prachových oblakov sú pokryté ťafovým pláštom, vzhľadom k čomu sú ich rozmetry v zásade väčšie než rozmetry častíc v difúznom medzihviezdnom prostredí. Medziplanetárne častice sú vo všeobecnosti ešte väčšie. Vedecký výskum vo svetových astrofyzikálnych centrach ukázal, že prachové častice v okolohviezdnych obálkach zrejme obsahujú vysoké množstvo CO, ale tiež kremíkový karbid, amorfné silikáty, polycyklické aromatické uhlohydráty, vodný ľad, polyformaldehyd a iné. V medzihviezdnom prostredí majú významné zastúpenie kremičitanové a uhlíkaté zrná. Vo všeobecnosti sú základnými zložkami medziplanetárneho prachu (kométárneho, či asteroidálneho) chondrity, železito-síro-niklové zrná a kremičitan železa a horčíka (napríklad olivín). Hustota častíc medziplanetárneho prachu je zhruba 1–3 g/cm³, pritom častice pozostávajú z niekoľko tisíc až milióna minerálnych zrniečok a amorfnych zložiek, ktoré sa navzájom prelínajú, tak ako sa častica počas svojho života menila a formovala. Najjemnejšia zložka medziplanetárneho prachu je označovaná ako GEMS, t. j. Glass with Embedded Metal and Sulfides. Sú to jemné submikrónové čiastočky, ktoré sú svojimi vlastnosťami (tvar, rozmetry, zloženie) nápadito podobné medzihviezdnym kremičitanovým zrnkám.

Ukazuje sa, že štrukturálne a morfologické charakteristiky častíc majú až nečakane významnú úlohu pri simulovaní ich dynamiky a evolúcii a zastávajú dominantné postavenie v elektromagnetickej teórii. Diagram rozptylu žiarenia pre sférické častice je striktne radiálne symetrický (obr. 2a, b). Vzhľadom na relatívnu jednoduchosť modelu sférických častíc je tento často používaný pri analyzovaní meraných charakteristik žiarenia. Hodnota informačného obsahu takto získaných výsledkov je však silne poddimentovaná a niektoré astrofyzikálne procesy tak nemožno vôbec vysvetliť ani najkomplikovanejšimi počitačovými simuláciami založenými na tomto modele.



Obr. 2a, b: a) Počítačový model prachového zrnka sférického tvaru. b) Diagram rozptylu. Najväčší tok fotónov rozptyleného žiarenia je v smeru postupu interagujúceho žiarenia.

Ukazuje sa tak nevyhnutným zahrnutí nesféricitu prachových zrniek už do základných teoretických modelov pre populáciu kozmických častíc. V tom najjednoduchšom prípade sa častice považujú za sféroidy s rôznou miernou splošteniu, teda pomerom ich najväčšieho a najmenšieho charakteristického rozmeru. Už tento predpoklad je postačujúci napríklad na objasnenie zistenej miery medzihviezdnnej polarizácie. Diagram rozptylu pre jednoduchý elipsoid je očividne asymetrický, i keď najväčšia hustota toku rozptyleného žiarenia



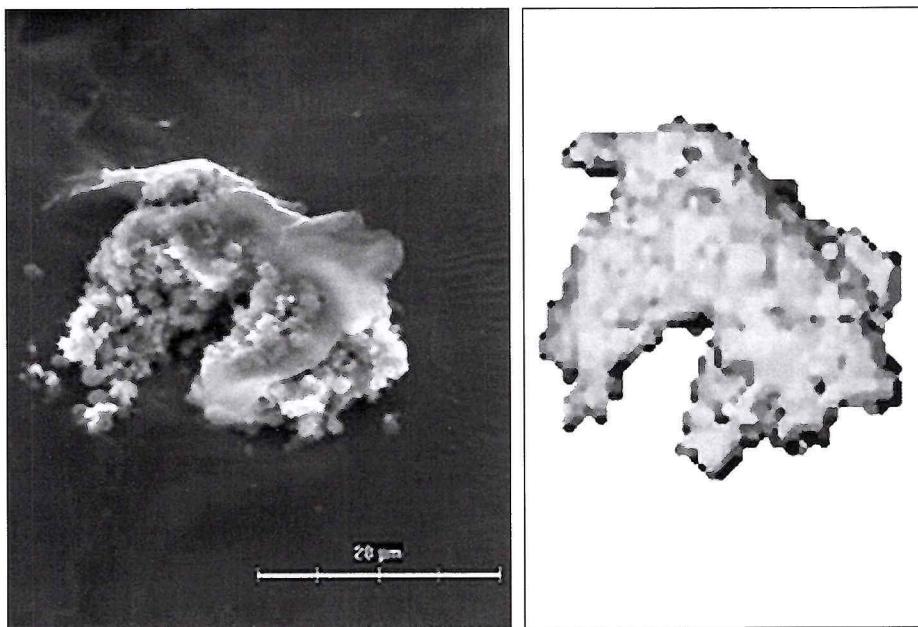
Obr. 3a, b:
a) Počítačový model prachového zrnka elipsoidálneho tvaru.
b) Diagram rozptylu.

kopíruje smer postupu elektromagnetického vlnenia hviezdy (obr. 3a, b).

Vplyv na fyzikálne procesy a astronomické merania

Informácie získané o vzdialených vesmírnych objektoch môžu byť viac či menej skreslené, ak nepristúpime k presnejšiemu modelu morfológie častíc. Čím presnejší morfologický model máme di pozíciu, tým presnejšie budú získané informácie, napr. o difúznych hmlovinách, či okolohviezdnych prachových obálkach. Pochopiteľne v tomto prípade nemožno skúmať každú časticu individuálne. Je však vhodné stanoviť isté kritériá, ktoré zabezpečia kvalitatívne hodnotný, a pritom fyzikálne a numericky efektívny model. Merania polarizácie žiarenia prenikajúceho medzihviezdnym prostredím naznačujú, že stredná miera nesféricity častíc (teda ako sme už skôr uviedli – pomer ich najväčšieho a najmenšieho charakteristického rozmeru) je s vysokou pravdepodobnosťou blízka 4/3. Model vytvorený z náhodne orientovaných sféroidov danej nesféricity je z tohto pohľadu dobrým štartom pri astrofyzikálnych simuláciach. Napriek tomu sú však takéto modely, ako ktorékoľvek iné modely „analyticky generovaných“ častíc vždy zaľažené istou mierou pravidelnosti vzhľadom k symetrii tvaru častíc. Morfologické charakteristiky reálnej populácie častíc však treba v plnej miere považovať za stochasticke. Túto skutočnosť možno dosiahnuť použitím realistickej častic, ktoré pri tom súčasne využívajú predpoklad strednej mieru nesféricity 4/3. Na Astronomickom ústavе SAV boli detailne reanalyzované kozmické častice U2015B10 a L2008p. Obr. 4a zachytáva obraz častice L2008p získaný za použitia elektrónového mikroskopu. Porovnanie s počítačovým 3D modelom vytvoreným Petrom Cigánikom a Františkom Kundracíkom (obr. 4b) ukazuje na jeho dobrú zhodu s realitou.

Generovanie počítačového modelu nie je pri tom žiadnym zbytočným luxusom. Bez neho by totiž nebolo možné zrátať takmer nič z oblasti optiky a dynamiky častíc kozmického prachu. Ak účinky gravitačného poľa na tak malú časticu prakticky nezávisia od jej tvaru, tak pri interakcii častice s elektromagnetickým poľom je to úplne inak. Nielen účinok, ale aj celkový fyzikálny charakter interakcie žiarenia s časticou sa môže



Obr. č. 4a, b: a) Obraz kozmickej časticie katalogizovanej v NASA pod označením L2008p bol získany elektrónovým mikroskopom. b) Zodpovedajúci počítačový model časticie.

zásadne zmeniť už pri nepatrých zmenách v tvaru, rozmere, či indexe lomu časticie. Je to preto, lebo vlnová dĺžka energeticky efektívneho žiarenia hviezdy je porovnateľná s rozmermi prachových zrniek, čo inými slovami znamená, že sa nachádzame v rezonančnej oblasti rozptylu žiarenia. Je veľmi fažké jednoznačne stanoviť, či nárast rozmeru časticie spôsobí pokles alebo napak nárast efektivity rozptylu a ako sa zmenia smerové charakteristiky rozptylu. Pre zjednodušenie hovoríme o zmene rozmeru časticie, ale pochopiteľne tým máme na mysli aj zmeny jej tvaru. U sférickej časticie má výsledný tok energie rozptyleného žiarenia (charakterizovaný tzv. Poyntingovým vektorom) smer pôvodného žiarenia z hviezdy (teda ide o radiálny smer). Nesféricita časticie má za následok, že Poyntingov vektor sa odkláňa od radiálneho smeru. Táto odchyľka môže byť veľmi malá (stotiny stupňa i menej), ale v astronomických časových mierkach to spôsobí nepredstaviteľné zmeny. Niektoré z nich sme spomínali v predchádzajúcom článku (Kozmos, 2000/4, na stranach 25–26). V Slnečnej sústave sa tak evolúcia dráhových elementov u nesférických a sférických častic bude značne líšiť. Existencia neradiálnych zložiek toku energie rozptyleného žiarenia vedie k vzniku neradiálnych zložiek hybnosti časticie, čo zmení nielen jej trajektóriu, ale s najväčšou pravdepodobnosťou aj jej rotáciu (orientácia rotačnej osi či charakter precesie časticie budú zrejmé nestabilné). To samozrejme ovplyvní časový vývoj vzájomnej geometrie systému časticie-hviezda a zmeny v účinnom priestore spôsobia neustále prechody časticie stále na novú a novú trajektóriu. Konkrétnym dôsledkom v slnečnej sústave je fakt, že ak časticie bola uvolnená z komety, tak prakticky okamžite „preskakuje“, na trajektóriu, značne odlišnú od trajektórie materského telesa. Pochopiteľne to neplatí pre všetky meteoroidy, ale len pre teliesa rozmerovo porovnateľné s vlnovou dĺžkou žiarenia (teda v slnečnej sústave sú to submikrónové a malé mikrónové zrnká). Čím väčšia je časticie, tým menej sa bude jej trajektória odchyľovať od

trajektórie komety. Dá sa preto povedať, že už krátko po uvoľnení prachových častic komety a jej meteorické prúdy definitívne strácajú svoju submikrónovú frakciu prachovej populácie. Submikrónové a mikrónové prachové zrnká detegované v chvoste kométy sú preto najnovšie uvoľneným materiádom.

Inverzné metódy astrofyziky prachových časticie

Presnejšie informácie o tvare časticie však majú význam nielen pri výskume kozmického prachu, ale pochopiteľne aj vzdialených zdrojov žiarenia (napr. hviezdy). Inverznými metódami sa zvykne určovať takzvaná plošná koncentrácia časticie, t. j. koncentrácia prepočítaná na vzdialenosť medzi Zemou a skúmaným objektom. Na základe tohto údaja (popri ostatných charakteristikách) je možné spočítať extinkciu, teda celkové oslabenie žiarenia detegovanej hviezdy v rôznych oblastiach spektra, a tak „osetriť“ namerané fotometrické dátá. Pritom sa bežne vychádza z modelu sférických časticie s rozmerovou distribúciou identickou s distribúciou reálne tvarovaných časticie. Dôvod je pochopiteľne opäť v zjednodušení výpočtov. Predpokladá sa pritom, že výsledky nebudú príliš rozdielne od skutočnosti. Táto aproximácia môže byť úspešná, pokiaľ nepátrame po detailných informáciách o sledovanom objekte. Pri presnejšej analýze však môžeme získať uvedeným spôsobom nekorektné výsledky. Ak sú ako zdroj dát použité údaje o polarizácii žiarenia a nesféricosť časticie kozmického prachu nie je zohľadnená, budú výsledky merané s najväčšou pravdepodobnosťou nesprávne interpretované. Strednú veľkosť nesférických časticie možno vyjadriť za pomocí polomeru sférickej časticie, ktorého objem je identický s objemom danej časticie. Ide o takzvaný stredný efektívny polomer nesférickej časticie. Rozdelenie počtu časticie podľa ich stredného efektívneho polomeru je určené distribučnou funkciou, ktorá má zvyčajne jeden dominantný mód – maximum. Týchto časticie je v danom systéme najviac. Nepresnosť v určení mo-

dálneho polomeru na úrovni 25 % sa však môže odraziť v nepresnosti určenia celkovej hmoty skúmaných prachových časticie až o 100 %. Keakejto chybe môže dôjsť nielen pri nedostatočných informáciách o tvare časticie (resp. miere ich nesféricity), ale už aj za predpokladu, že časticie kozmického prachu budú naozaj sférické. Hlavný problém sa skrýva v matematických tažkostach pri riešení inverznych metód a v nedostatku ďalších doplňujúcich informácií, ktoré by mohli stabilizovať celý matematicko-fyzikálny model. Inverzné úlohy astrofyziky prachových časticie sú typické tým, že už malé zmeny na funkciu dát (teda u meraných údajov napr. o intenzite žiarenia) sa môžu prejavíť lubovoľnými zmenami v riešení. Vo všeobecnosti to vedie k nejednoznačným riešeniam a fažkostiam pri ich interpretácii. Vzhľadom k oscilačnému charakteru faktora efektívnosti extinkcie sa môžu rôzne populácie prachových časticie prejavovať niektorými spoločnými optickými charakteristikami. Na získanie koreknej informácie o kozmickom prachu treba preto využiť čo najširšiu škálu meraných dát. Možnosti detektie medziplanetárneho prachu sú z tohto pohľadu dobré, lebo okrem extinkčných meraní sú dostupné údaje aj o uhlovej distribúcii rozptyleného žiarenia. To, že zodiakálne svetlo je skutočne produkтом rozptylu žiarenia na kozmickom prachu potvrzuje minimálne rozmazenie Fraunhoferových čiar v spektri zodiakálneho svetla. Rozptyl na elektrónoch je teda zanedbateľný. Navyše je tu ďalšia hodnotná informácia, a tou je polarizácia zodiakálneho svetla. Treba povedať, že proces rozptylu žiarenia je sám osebe príčinou vzniku polarizácie pôvodne nepolarizovaného svetla (napr. slnečného). Zodiakálne svetlo je slabo elipticky polarizované. Tento fakt nemožno vysvetliť klasickou Mieho teóriou rozptylu svetla na sférických časticie. Lineárna polarizácia zodiakálneho svetla pozorovateľná v širokom intervale elongácií by mohla potvrdzovať jednomodálnosť rozmerovej distribúcie časticie, alebo približne rovnakú hodnotu komplexného indexu lomu celej populácie časticie – čo by však nepriamo naznačovalo ich spoločný pôvod. Maximálny stupeň polarizácie pri 75° naznačuje prítomnosť železitých časticie. Pre tieto je maximálny stupeň polarizácie (o hodnote 0.5) pozorovaný práve niekde medzi uhlami 60 až 80 stupňov. Zdá sa, že získanie informácií o kozmickom prachu v zodiakálnom mračne pomocou optických metód je dobre riešiteľný problém. Pozytivným faktorom tu je aj pomalá zmena koncentrácie časticie submikrónových a mikrónových rozmerov, ktorá vyplýva aj z faktu, že v zodiakálnom svetle neboli pozorované difrakčné kruhy. Optická identifikácia takých charakteristik ako sú nesféricita, rozmerová distribúcia, index lomu a chemicko-fyzikálne vlastnosti časticie kozmického prachu je teda schodná a veľmi progresívna metóda. Naopak si treba tiež uvedomiť, že aj také charakteristiky, akými sú morfológia či štrukturálna nehomogenita časticie, môžu mať zásadný význam v procesoch dynamiky kozmického prachu a významne ovplyvniť charakteristiky detegovaného žiarenia vzdialených objektov.

MIROSLAV KOCIFAJ,
Astronomický ústav SAV
kocifaj@astro.savba.sk

Paralaktická montáž GS

1. Úvod

Situácia na našom trhu, čo sa týka astronomickej techniky, nie je ani dnes ružová. Aj keď je už možno kúpiť astronomické dalekohľady rôznej kvality, parametrov a ceny, veľa amatérov si radšej chce skonštruuovať vlastný dalekohľad. To však nie je vôbec jednoduché a amatéri, ktorí si kúpia optiku alebo ju sami vyrobia, to ešte zdáleka nemajú vyhraté. Ak máte v ruke kvalitný objektív, tak z dalekohľadu máte hotovú asi polovicu. Treba ešte urobiť tubus, montáž, hodinový pohon, statív atď. Keďže výroba mechanických časťí je veľmi náročná, hlavne výroba paralaktickej montáže, je výhodnejšie kúpiť hotový výrobok, a tým sa skôr budeme môcť pozrieť cez vlastný dalekohľad. V poslednom čase sa na našom trhu vyskytla možnosť zakúpiť paralaktickú montáž menšej nosnosti, avšak v solidnom prevedení (funkčnom aj vzhľadom). Na otestovanie nám montáž poskytla firma TROMF, oficiálny dodávateľ výrobkov GS na Slovensku.

2. Opis paralaktickej montáže GS

Paralaktická montáž GS je nemeckého typu s protizávažím. Je dodávaná spolu s kovovým statívom v tvare trojnožky s vysúvateľnými nohami. Jednotlivé nohy sú spevnené odkladacou poličkou, ktorá môže slúžiť na odloženie okulárov, prípadne ďalšieho príslušenstva. Polárna i deklinačná os sú uložené v trecích ložiskách. Osi možno zaaretovať rýchlopípnacou páčkou. Teleso polárnej osi sa dá sklopiť po odistení ďalšej rýchlopípnacej páčky a nastaviť uhol sklonu na stupnici. Delenie stupnice je po 2 stupne, čo nie je veľmi jemné, ale pri použití polárneho dalekohľadu, ktorý možno kúpiť ako príslušenstvo, je stupnica prakticky nepoužívaná. Presnú polohu a sklon polárnej osi potom nastavíme pohľadom do polárneho dalekohľadu.

Tubus dalekohľadu sa upevňuje na montáž pomocou dvoch rýchlopípnacích skrutiek M6. Upevnenie je spoľahlivé a bezpečné.

Základná zostava montáže je dodávaná bez pohunu, pričom jemné pohyby v obidvoch osiach umožňujú ohybné hriadele (tzv. bowdeny). Bowdeny sú ľahko demontovateľné a môžu byť nahradené motormi, ktoré sa dajú tiež dokúpiť ako príslušenstvo. My sme montáž testovali s jedným motorom pre pohyb v polárnej osi, zatiaľ čo v deklinácii bol len ručný pohyb bowdenom. Na jemný pohyb v obidvoch osiach sú osadené slimákové prevody.

Pohonná jednotka sa skladá z krokového motora, ktorý je umiestnený vo valcovom puzdre spolu s prevodovkou. To sa potom nasadzuje na samotnú montáž na čap, pričom medzi slimákom a výstupom z puzdra krokového motora je ešte jeden čelný prevod 3:1. Na puzdre motora sú dve konektory, jeden napájací a druhý na pripojenie ovládača. Potrebné napájanie je jednosmerné 12 Voltov, a to buď z ôsmich veľkých monočlánkov (ich držiak je súčasťou dodávky), alebo zo sieťového stabilizovaného zdroja 12V/200mA. Pohonná jednotka funguje pomerne spoľahlivo už od napäcia 9 Voltov. Nameraná spotreba pri 12 Voltoch bola asi 160mA, takže pri napájaní monočlánkami by mal hodinový stroj fungovať aspoň 15-20 hodín. My sme na napájanie používali NiCd akumulátory SAFT s kapacitou 4Ah a na jedno nabicie motor bežal okolo 25 hodín, a to aj pri nižších teplotách.



Celkový pohľad na montáž GS s duralovým statívom.



Pohľad na pohonnú jednotku.



Ovládač jemných pohybov pohonnej jednotky.

Ovládač, v ktorom je sústredená celá elektronika pohunu, má pomerne malé rozmer.

Ovládač možno smeriť otáčania motora, jeho rýchlosť (korekcia 2x a 4x), prípadne motor zastaviť tlačidlom Stop. Tlačidlá okrem hlavného vypínača sú mikrosprínače umiestnené pod pružnou fóliou. Problem s ich stlačením môže nastať v zime, ak máme príliš mäkké rukavice. Samotná elektronika je realizovaná na jednej doske s plôšnym spojom, pričom rýchlosť a smer otáčania motora ovláda jednočipový mikropočítač riadený kremenným kryštálom. Stabi-



Súhvezdie Pastiera a Severnej koruny exponované 5 min. na film Kodak Ektachrome 200 objektívom 1:2/35mm (clona 2,8) bez pointácie.

Paralaktická montáž GS (vrátane statív):.....	12 900 Sk
Pohonná jednotka s ovládaním a držiakom batérií:	3 920 Sk
Polárny dalekohľad:	1 690 Sk

**Dodávateľ: TROMF – Judita Piarová
Partizánska cesta 71
974 01 Banská Bystrica
tel/fax: 088-4142332
<http://www.tromf.sk>**

lita frekvencie je teda veľmi dobrá aj vo veľkom rozsahu pracovnej teploty. Montáž sme testovali od teploty -12 °C až +30 °C. Pri nízkych teplotách sa začalo prejavovať tuhnutie mazív jednako v slimákovom prevode, ale i v prevodovke krokového motora, čo je bežný jav.

Deklináčna os je delená, t. j., že pri otáčaní tubusu po odaretovaní aj pri jemnom pohybe sa týč s protizávažím neotáča. To je určitou nevýhodou pri paralelnom fotografovaní, ak by sme chceli upevniť fotoaparát ako protizávažie.

Výrobcom udávaná nosnosť montáže je 12 kg. Myslí sa tým celková záťaž vrátane protizávažia. Testovali sme montáž s rôznou záťažou, avšak na dodávanom statívite, ktorý je z duralu, dochádzalo ku kmitaniu v hornej časti nôh pri záťaži väčšej ako 9 kg (6 kg tubus + 3 kg záťažie). Na pevnnejšom statívite by určite bolo možné montáž viac zatažiť, keďže konštrukcia osí a ich uloženie sú naozaj stabilné.

Polárna os je dutá a je do nej možné naskrutkovať tzv. polárny dalekohľad, ktorý obsahuje okulár so zámerným obrazcom pre nastavenie pólu (na severný svetový pól, ale i na južný). Nastavenie je veľmi presné, avšak menší problém je pri osvetlení obrazca, keďže ten nie je rytý, ale je vytvorený pravdepodobne na filmovej fólii. Osvetlenie je najlepšie urobiť spredu pomocou LED diódy. Osvetlenie baterkou s filtrom môže byť problematické, keďže samotná baterka nám môže značne zakryť vstupný otvor.

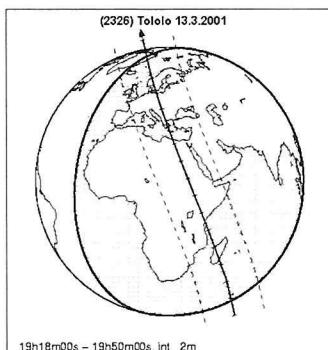
Montáž sme testovali s dalekohľadom Cassegrain 165/2250 a refraktorom Zeiss 110/750. Obidva dalekohľady majú hmotnosť okolo 6kg. Pri bežnom vizuálnom pozorovaní po predchádzajúcim nastavení polárnej osi (pomocou polárneho dalekohľadu) montáž veľmi dobre drží objekty v zornom poli až pri viac ako 100-násobnom zväčšení.

Montáž je taktiež vhodná na fotografovanie bez pointácie. Fotoaparát s objektívom môžeme upevniť pomocou vhodného držiaka (prípadne aj s guľovým čapom) namiesto tubusu dalekohľadu a exponovať. Skúšali sme objektívy s ohniskovou vzdialenosťou 24 až 135 mm pri expozičiach do 10 minút bez zášahu do pohybov montáže. Hviezdy sú na všetkých záberoch perfektne bodové, čo svedčí o veľkej presnosti chodu hodinového stroja. Dokonca je možné na tejto montáži urobiť aj niekoľkosekundovú expozíciu v ohnisku dalekohľadu (aj nad 1000 mm), čo môžeme využiť napr. pri fotografovaní Mesiaca, prípadne jasných planét v okulárovej projekcii. Pri dlhších expozičiach sa už značne prejavuje periodická chyba hodinového stroja.

Záver

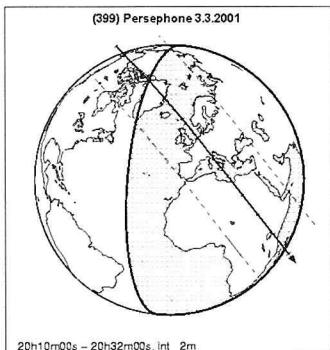
Napriek spomenutým drobným nedostatkom je táto montáž veľmi dobrým štartom pre astronómov amatérov a záujemcov o astrofotografiu. Prevedenie, použité materiály a povrchová úprava sú na veľmi dobrej úrovni a zodpovedajú svetovému standartu. Nás celkový dojem z montáže je veľmi dobrý a môžeme ju našim amatérom odporučať. Cena je myslíme adekvátna kvalite a možnostiam montáže.

Milan Kamenický



Vľavo:
Tieň planétky
Tololo.

Vpravo:
Tieň planétky
Persephone.



Zákryt M44 Mesiacom
6.3.2001, 22:30 SEC



Zákryt hviezdkopy Jasličky
Mesiacom 6. 3. 2001.

Obloha v kalendári február – marec 2001

Pripravili: P. RAPAVÝ a M. PROROK

Ak ste obdivovateľmi planét, tak máte šťastie, pretože všetky, voľným okom viditeľné, budú s dispozíciu a Venuša bude skutočný žiarivý klenotom večnej oblohy. Meteorári si toho sice veľa neužijú, no ako kompenzácia bude kométa McNaught-Hartley, aj keď jej jasnosť oproti predpovedi trošku zaostáva. Skutočný estetický zážitkom bude prechod Mesiaca Jasličkami, a ak ste ešte zákryty nepozorovali, máte jedinečnú príležitosť.

Planéty

Merkúr Začiatkom februára sú podmienky na pozorovanie Merkúra vhodné, pretože na konci občianskeho súmraku je vo výške 9° ako objekt s jasnosťou 0 mag. Podmienky viditeľnosti sa však zhoršujú, jeho uhlová vzdialenosť od Slnka sa zmenšuje a koncom prvej dekády sa nám stratí vo večernom súmraku. 13. 2. je v dolnej konjunkcii a zapadá súčasne so Slnkom. Koncom februára ho môžeme nájsť už na rannej oblohe, no aj napriek jeho rastúcej vzdialenosťi od Slnka (11. 3. je v najväčšej západnej

elongácii –27°) bude stále nízko nad obzorom. 10. 3., deň pred maximálnou elongáciou, nastane jeho tesná denná konjunkcia (8°) s Uránom. Obe planéty sa môžeme pokúsiť nájsť dalekohľadom pred východom Slnka nízko nad obzorom, keď budú od seba vzdialenosť 1°.

Venuša Po maximálnej východnej elongácii 17. 1. sú podmienky na jej pozorovanie priam ideálne. Vo večernom súmraku sa stratí až pred koncom marca. 7. 3. je stacionárna a začne sa pohybovať retrográdne (k Slnku), a to je hlavný dôvod jej zhoršujúcej sa viditeľnosti. V dolnej konjunkcii so Slnkom bude 30. 3. a o deň skôr bude v minimálnej vzdialosti od Zeme (42.2 mil. km). Pri dolnej konjunkcii je planéta medzi Slnkom a Zemou a vo väčšine prípadov je nepozorovateľná. Pri tejto konjunkcii je však o 7.5° severnejšie, a tak nastáva zaujímavá situácia, že Venušu môžeme pozorovať ako Zorničku i ako Večernicu. 25. marca zapadne Venuša 60 minút po Slnku a 26. marca výjde už 25 minút pred ním. Za pokus to teda určite stojí. Večer by

sme Venušu mali nájsť bez problémov a jej polohu ráno si odsúšajme už deň dopredu podľa východu Slnka (v čase východu Slnka bude mať Venuša azimut o 10° menší a jej výška nad obzorom bude 5°). 26. 2. nám večernú viditeľnosť Venuše skrášli aj košáčik Mesiaca.

Mars Začiatkom februára Mars vychádza polodruha hodiny po polnoci ako načervenalý objekt 1 mag v súhvezdí Váhy. Podmienky viditeľnosti sa mierne zlepšujú a koncom marca už vychádza (0 mag) krátko po polnoci. Jeho uhlový priemer je však stále malý a hranicu 10° prekročí až koncom marca. 19. 2. sa presunie do Škoríóna a 1. 3. do Hadonosa. 2. februára nastane zákryt hviezd TYC 6175-00073 Marsom. Pre veľký rozdiel jasnosti však tento úkaz bude nepozorovateľný, no na priblíženie sa planéty k hviezde sa pozriet môžeme a aspoň chvíľu sa skúsme pri dostatočne pokojnom ovzduší pokochať severnou polárnou čiapočkou Marsu. Mars je však stále veľmi malý, jeho uhlový priemer je len niečo cez 6". 4. 3. nastane konjunkcia Marsu s Antaresom, a tak po západе Mesiaca môžeme urobiť niekoľko zaujímavých fotografií na pozadí Škoríóna. 15. 3. sa k obom telesám ešte pridruží aj Mesiac, a tak ráno vytvoria skutočne peknú scenériu.

Jupiter Začiatkom februára zapadá o pol tretej ráno ako objekt –2.5 mag v Býkovi, koncom marca však zapadá už hodinu pred polnocou. Podmienky na jeho pozorovanie sú priažnivé, pretože sa dostáva k najvyššiemu bodu ekliptiky, a teda jeho výška nad obzorom pri kulminácii je veľká. 13. marca prechádza „Zlatou bránon ekliptiky“ (spojnica hviezd Aldebaran a Alcyone). 2., 2., 1. 3. a 29. 3. nastanú mimoriadne fotogenické zoskupenie Jupitera a Saturna na peknom pozadí Býka s Aldebaranom a Plejádami za asistencie Mesiaca. Vzájomná poloha týchto telies určite stojí za zaznamenanie na fotografický film.

Tabuľka pozorovateľných prechodov
Veľkej červenej škvŕny
centrálnym poludníkom Jupitera (SEČ)

Prechody Veľkej červenej škvŕny

1.2. 23:40	12.2. 17:50	25.2. 23:35	12.3. 21:05
2.2. 19:32	13.2. 23:37	26.2. 19:27	14.3. 22:44
4.2. 1:19	14.2. 19:29	28.2. 21:06	15.3. 18:35
4.2. 21:11	16.2. 21:08	2.3. 22:45	17.3. 20:14
5.2. 17:02	18.2. 22:47	3.3. 18:37	19.3. 21:54
6.2. 22:49	19.2. 18:38	5.3. 20:16	22.3. 19:24
7.2. 18:41	21.2. 0:26	7.3. 21:55	24.3. 21:04
9.2. 0:28	21.2. 20:17	8.3. 17:46	26.3. 22:43
9.2. 20:20	23.2. 21:56	9.3. 23:34	27.3. 18:35
11.2. 21:59	24.2. 17:48	10.3. 19:25	29.3. 20:14
31.3. 21:53			

Saturn zapadá začiatkom februára takmer dve hodiny po polnoci ako objekt 0 mag v súhvezdí Býka, no koncom marca už dve hodiny pred polnocou. Podobne ako u Jupitera sú podmienky na jeho pozorovanie priažnivé, pretože sa nachádza len 8° západnejšie. 1. 3. nastane jeho pekná konjunkcia s Mesiacom.

Urán (5.9 mag) začiatkom februára zapadá na konci občianskeho súmraku v Kozorožcovi a je teda nepozorovateľný. 9. 2. je v konjunkcii so Slnkom a najvhodnejšie podmienky v tomto období na jeho pozorovanie nastanú až koncom marca, keď na začiatku občianskeho súmraku bude vo výške 7° , necelé 2° severne od hviezdy Deneb Algiedi (δ Cap, 2.9 mag). 10. 2. bude v najväčšej vzdialnosti od Zeme 20.948 AU.

Neptún (8 mag) v Kozorožcovi vychádza začiatkom februára len krátko pred východom Slnka, a tak na jeho pozorovanie si musíme počkať až do polovice marca, keď na začiatku občianskeho súmraku bude už vo výške 9° .

Pluto (13.8 mag) je v Hadonosovi, no lepšie podmienky na jeho pozorovanie nastávajú až od apríla.

Planétky

Z planétiek do 11. mag bude v opozícii (354) Eleonora (16. 3., 9.7 mag). Nádejne by mohli byť niektoré zákryty hviezd planétkami, ktoré sú v tabuľke.

Efemerida planétky (354) Eleonora

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
1.2.	12 ^h 03.3 ^m	+10°02.3'	10.2
6.2.	12 ^h 03.2 ^m	+10°57.7'	10.1
11.2.	12 ^h 02.4 ^m	+11°57.5'	10.0
16.2.	12 ^h 01.1 ^m	+13°01.0'	10.0
21.2.	11 ^h 59.1 ^m	+14°07.0'	9.9
26.2.	11 ^h 56.6 ^m	+15°14.1'	9.8
3.3.	11 ^h 53.6 ^m	+16°20.8'	9.7
8.3.	11 ^h 50.3 ^m	+17°25.5'	9.7
13.3.	11 ^h 46.8 ^m	+18°26.8'	9.7
18.3.	11 ^h 43.2 ^m	+19°23.1'	9.8
23.3.	11 ^h 39.6 ^m	+20°13.5'	9.8
28.3.	11 ^h 36.3 ^m	+20°57.0'	9.9
2.4.	11 ^h 33.2 ^m	+21°33.0'	10.0

Meteory

Meteorári majú počas týchto dvoch mesiacov svoju „uhorkovú sezónu“, nakoľko v činnosti nie je žiadny aktívnejší roj. Po zamračenej oblohe počas

januárových Kvadrantíd si na väčší počet meteorov budeme musieť počkať až na aprílové Lyridy.

Delta Leonidy sú jedným z najmenej aktívnych rojov v databáze IMO. Ich frekvencia v maxime je len okolo 2 meteory za hodinu, a teda odlišenie od sporadickej pozadie je ľahké napriek tomu, že meteory sú pomalé (23 km/h). Rój nie je vhodný na vizuálne pozorovanie bez zakreslovania. Rój pravdepodobne súvisí s planétkou (4450) Pan. Jediným pozitívom tohto roja je, že na jeho pozorovanie sú podmienky veľmi vhodné, nakoľko Mesiac je v nove a radiant kulminuje krátko pred polnocou.

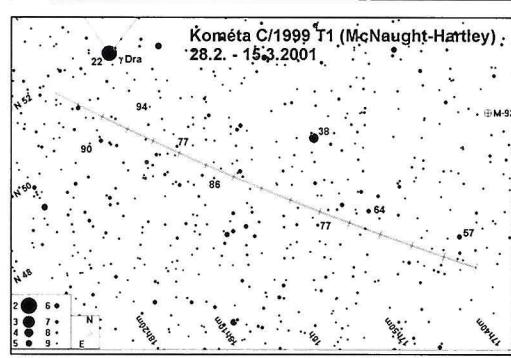
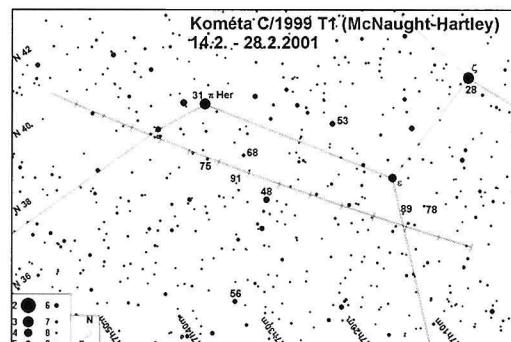
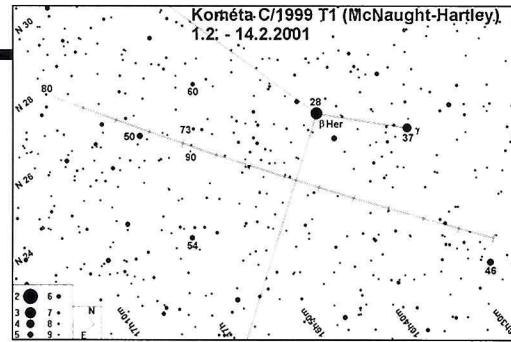
Od polovice januára až do polovice apríla je v činnosti ďalší nevýrazný roj Virginidy, ktorý má niekoľko nevýrazných maxim (ZHR 5). Podľa databázy IMO z rokov 1988–1995 je maximum okolo 3. marca.

Kométy

Očakávaná kométa C/1999 T1 (McNaught-Hartley) sa dostala do vyšších deklínacíí a bude pre majiteľov dalekohľadov príjemným spestrením nočnej oblohy. Kométa je sice oproti pôvodnej predpovedi slabšia asi o 1 mag, no aj tak bude objektom veľmi vhodným, pretože od marca je cirkumpolárna a ráno bude dostatočne vysoko nad obzorom na bezmesačnej oblohe. Na pozorovanie nám bude stačiť silnejší triéder.

Efemerida kométy C/1999 T1 (McNaught-Hartley)

dátum	RA(2000)	D(2000)	mag
31.1.	16 ^h 20.2 ^m	+13 33.3°	7.0
5.2.	16 ^h 33.9 ^m	+18 34.3°	7.1
10.2.	16 ^h 47.6 ^m	+23 34.7°	7.3
15.2.	17 ^h 01.0 ^m	+28 29.2°	7.4
20.2.	17 ^h 14.1 ^m	+33 13.5°	7.6
25.2.	17 ^h 26.9 ^m	+37 43.8°	7.8
2.3.	17 ^h 39.2 ^m	+41 57.7°	8.0
7.3.	17 ^h 51.0 ^m	+45 53.7°	8.2
12.3.	18 ^h 02.2 ^m	+49 31.5°	8.4
17.3.	18 ^h 12.8 ^m	+52 51.3°	8.7
22.3.	18 ^h 22.4 ^m	+55 54.1°	8.9
27.3.	18 ^h 31.2 ^m	+58 41.0°	9.1
1.4.	18 ^h 38.9 ^m	+61 13.1°	9.3



Dráha kométy McNaught-Hartley.

10. 2. prejde necelý stupeň od planetárnej hmloviny NGC 6210 (9.7 mag) a začiatkom marca bude 4° od známej guľovej hviezdomupy M92 (6.5 mag) v Herkulovi.

Zákryt Jasličiek 6. marca

Hádam najkrajším zážitkom tohto obdobia bude prechod Mesiaca otvorenou hviezdomopou M44 (Jasličky) 6.3. Oproti januárovému prechodu, keď bol Mesiac len deň po splne, budú tentokrát pozorovateľné vstupy za neosvetlený okraj. Pohľad na pomaly sa približujúce a postupne miznúce hviezdy bude fascinujúci. Pozorovateľných bude vyše 30 zákrytov, z toho 7 jasnejších ako 7 mag, a tak sa máme na čo tešiť!

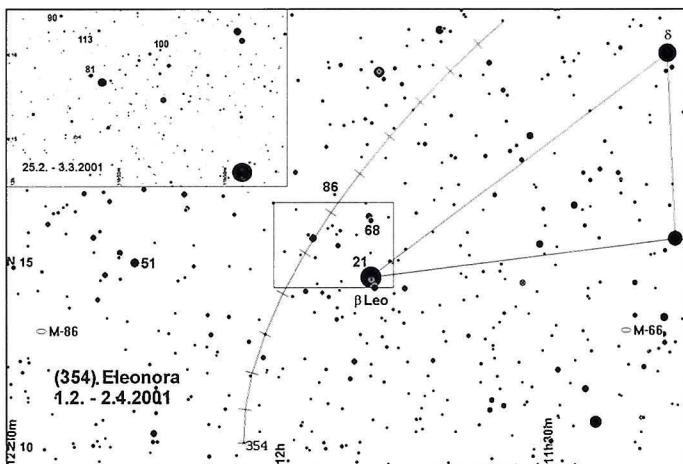
PAVOL RAPAVÝ

Meteorické roje(február – marec)

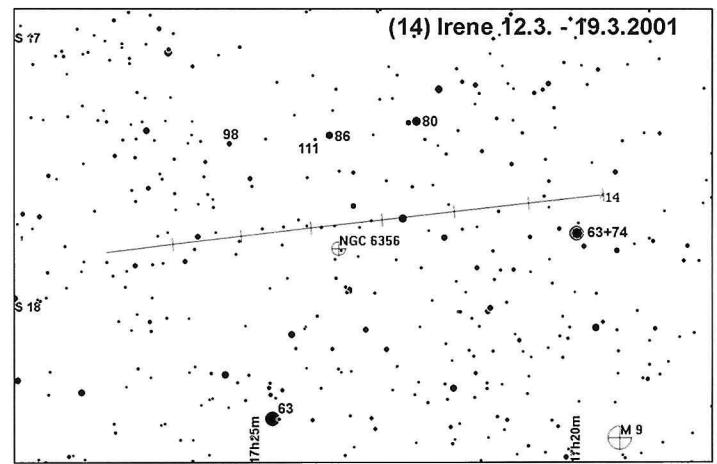
Roj	Aktivita	Maximum	Radiant RA D	Pohyb RA D	V	ZHR	zdroj
AHY	5.1.–14.2.	19.1.	08:52 -11	0.7 -0.3	44	2	DMS
FLE	1.2.–28.2.		11:00 +06	0.5 -0.3	30	5	ALPO
DLE	15.2.–10.3.	25.2.	11:12 +16	0.9 -0.3	28	2	IMO
VIR	25.1.–15.4.		3:00 -04	0.5 -0.3	30	5	IMO

AHY – α Hydrydy, FLE – februárové Leonidy, DLE – 8 Leonidy, VIR – Virginidy

Zdroj: DMS – Dutch Meteor Society, ALPO – Association of Lunar & Planetary Observers (Lunsford) IMO – International Meteor Organization



Dráha planétky Eleonora.



Konjunkcia planétky (14) Irene s guľovou hviezdomopou NGC 6356 (8.1 mag)

Noční obloha

Na začátku milénia začalo na obloze další kolo přehlídky krásných a tajemných nebeských obrazců, které odpradávna přitahují pozornost zvídavějších obyvatel modré planety. Nízko nad jižním obzorem vystoupila nejsevernější část zajímavého souhvězdí oblohy – Lodě Argo. Lod' Argo neboli Argo Navis patří k nejstarším a největším souhvězdím oblohy. Astronomové ji později rozdělili na čtyři části: Carina, tj. Lodní kýl, Malus, tj. Stěžeň, Puppis, tj. Lodní záď a Vela, tedy plachty. V první části souhvězdí, v místech, kde je na krásných dobových mapách zakresleno kormidlo, září druhá nejjasnější hvězda nebe Canopus. Ten dominuje nejen Plachtám, ale také celé lodi Argo. Důležitou úlohu hrálo toto souhvězdí v Egyptě, kde byl jasny Canopus hvězdou boha Osirida. Argo byla lod' 54 řeckých hrdinů, zvaných Argonauti, kterým velel Jason. S ní je spojena báje o zlatém rounu, pro než se Argonauté plavili do Kolchidy, země na východním pobřeží Černého moře. Na zpáteční cestě se Argo plavila bud' přes východní oceán nebo po západní řece Eridanus. Z lodi je z našich zeměpisných šířkách vidět jen zadní část – odtud název Puppis.

V této části souhvězdí se nalézá známá dvojice otevřených hvězdokup M 46 (NGC 2437) a M 47 (NGC 2422). Jsou od sebe vzdáleny jen $1,5^{\circ}$ – po hodlně se tedy vejdu do zorného pole běžných triedrů. Hvězdokupu M47 najdete v některých mapách značenou pouze číslem NGC – patřila totiž dlouhou dobu k ztraceným objektům Messierova katalogu. Hvězdokupy se lehce hledají, M 47 je totiž při dobrém mhv viditelná i pouhým okem. M46 pak dohledáte snadno. Jasnost M 47 je asi 4,5 mag. Nejjasnější hvězda je dvojhvězdou – jasnější složka má 5,6 mag, slabší průvodce, obíhající ve vzdálosti $20''$, má hvězdou velikost 9,7 mag. Zdánlivý průměr hvězdokupy je $25''$.

Východním směrem leží zmiňovaná M 46. Tato otevřená hvězdokupa krásného vzhledu o jasnosti 9,0 mag má průměr 24 úhlových minut. Na jejím severním okraji leží nepravidelná planetární mlhovina NGC 2438. Průměr prstence činí asi $68''$, hvězdná velikost 11,3 mag. Hvězda ve středu s povrchovou teplotou asi 74000° má hvězdnou velikost 16,8 mag. Planetární mlhovina v M 46 je objekt pro velmi dobré dalekohledy. Vyžaduje totiž značné zvětšení a dobré atmosférické podmínky. M 46 není sice tak jasná, při pohledu větším přístrojem se však rozpadne na impozantní seskupení hvězd. V triedru 7×50 má podobu velké skvrny se slabým zrněním na okraji.

Průměr měsíčního úplíku dělí M 47 od naoranžovělé zákrytové dvojhvězdy KQ Puppis, která se nachází západně od hvězdokupy. V minimu klesá hvězdná velikost ze 4,9 na 5,2 mag.

Severně od této oblasti se nachází souhvězdí Jednorozce. Souhvězdím prochází málo významná partie Mléčné dráhy. Nejkrásnějším objektem Jednorozce je rozsáhlá difúzní mlhovina NGC 2237, 2238 a 2246, která si díky vzhledu vysloužila přílehlavé jméno Rozeta. Uprostřed mlhoviny se ve vzdálosti 1400 parseků nachází otevřená hvězdokupa NGC 2244, která obsahuje hvězdu 12 Monocerotis. Hvězdokupa je na obloze poměrně nápadná – zejména díky průměru, srovnatelnému s měsíčním úplíkem a také jasnosti asi 4,7 mag. Uvnitř této kupy je ukryta hvězda, která budí k životu plyn okolní mlhoviny až do vzdálenosti 25 světelných let. Mlhovina Rozeta je slabým plošným objektem. Její krásu naplně vynikne až na fotografích. Až díky fotografií, která ukázala rozsáhlý široký prstenec, dostala mlhovina svůj název. Některé detailní snímky

HST odhalují velké množství plynných globulí, které jsou s největší pravděpodobností hvězdnou porodnicí nových stálic.

Na hranici viditelnosti pouhým okem je otevřenka M 50 (NGC 2323). Zdánlivý průměr je asi $16''$, hvězdná velikost 6,3 mag. Obsahuje 120 hvězd, které jsou rozptýleny v prostoru o poloměru 6 světelných let. Hvězdokupa je vzdálena 800 parseků.

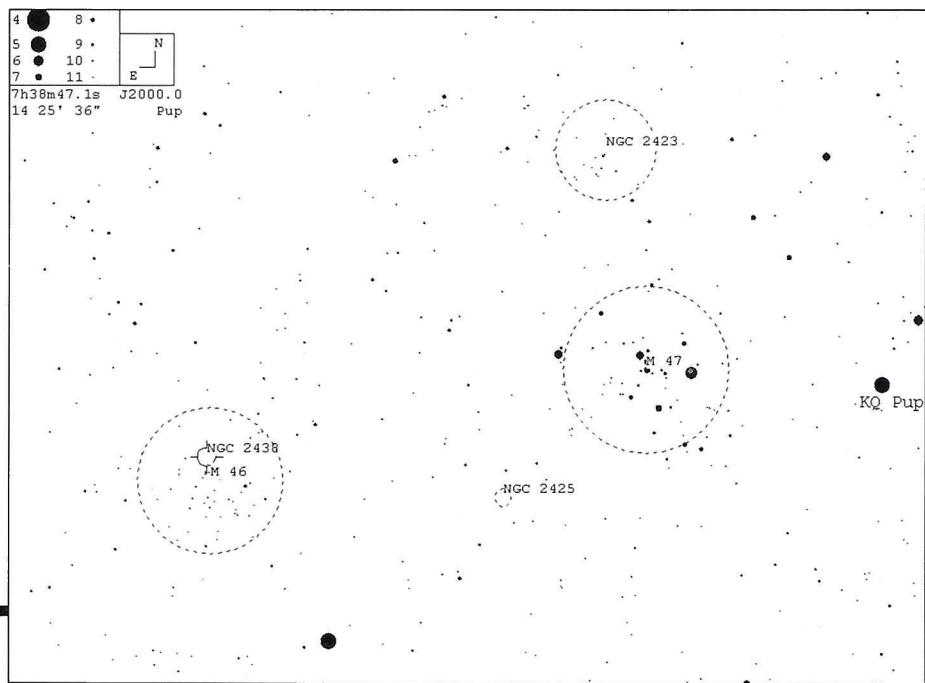
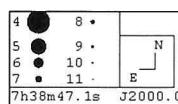
Při pohledu na hvězdu 15 Monocerotis si všimněte nápadné otevřené hvězdokupy NGC 2264, do které tato hvězda patří. Při použití dalekohledu s malým zvětšením a velkým zorným polem si nelze nepovšimout zvláštního rozložení hvězd, díky němuž si hvězdokupa vysloužila název Vánoční stromek. Stromek je při pohledu ze severní polokoule převrácen. V jeho vrcholu září namodralá dvojhvězda α 954, u paty 15 Mon.

Závěrem dnešního putování noční oblohou se přesuneme do souhvězdí Velké medvědice. Do jara a velkého defilé galaxií, které si pro nás obloha každoročně připravuje je sice ještě dost času. Přesto by však byla škoda zapomenout na tři krásné galaxie, které jsou skryty v souhvězdí Velké medvědice. Souhvězdí je v těchto měsících kolem půlnoci vysoko nad obzorem, takže nápadnou dvojici galaxií M 81 a M82, skrytých v hlavě medvědice najdete snadno. Obě galaxie objevil v noci 31. prosince 1774 německý astronom John. E. Bode, známý autor zákona o rozdělení vzdáleností planet Sluneční soustavy. M 82 se proto někdy nazývá Bodeho mlhovina. V triedru se obě galaxie jeví nápadně. Jsou úhlově malé a zřetelně protážené. Sometem 25×100 je M 82 více protáhlá a jasná. Promítá se na ni několik hvězd.

Třetí z jasných galaxií, které v Uma najdeme je M 101. Nachází se asi 1,5 stupně severovýchodně od hvězdy 86 Uma. M 101 je za dobrých podmínek pozorovatelná jako mlhavá skvra s průměrem 10–15 obloukových minut. Při pozorování této spirálové galaxie větším přístroji najdete v jejím okolí několik slabších galaxií NGC 5477, 5474 a 5473. Ve větším přístroji jsou též patrné náznaky spirálové struktury samotné M 101.

MICHAL PROROK

Mapka ($3^{\circ} \times 2^{\circ}$) zachycuje podrobné hvězdné okolí hvězdokup M 46 a M47. Nejslabší zakreslené hvězdy mají velikost 11 mag. V blízkosti těchto objektů se nachází další dvě jasné otevřené hvězdokupy NGC 2425 a 2423. Na pravém okraji mapky se nalézá proměnná hvězda KQ Puppis. Pokud v sometu umístit M47 na okraj zorného pole, bez problémů KQ Pup identifikujete.



Úplné zatmenie

v Partizánskom

Na 9. januára 2001 pripadlo úplné zatmenie Mesiaca. V našej hvězdárni sme boli riadne „nažhavení“ na tento úkaz. Mali sme naplánované viaceré projekty, ktoré sme chceli realizovať.

Farebnou televíznou CCD kameroú SANYO a krokovacím videom sa mali snímať priebeh zatmenia pre popularizačné účely a vizuálne pozorovať zákrytu hviezdičiek Mesiacom počas úplného zatmenia Mesiaca. Pripravená bola aj čiernobielá televízna CCD kamera na 20-cm Newtone, ktorou sme sa chceli pokúsiť nasnímať zákrytu jasnejších hviezdičiek v spolupráci s vkladačom časového signálu. V zálohe sme mali digitálny fotoaparát SONY zapožičaný firmou SELORA z Partizánskeho, a pochopiteľne, mali sme pripravené fotografické aparáty, ktoré mali zaznamenať statické obrázky z tohto úžasného vesmírneho divadla.

Avšak počasie nám neprialo a Mesiac sme mohli uvidieť len chvíľami, keď sa ukázał medzi mrakmi, ktoré pokrývali celú oblohu. Najlepšie podmienky nastali po úplnom zatmení o 22:20 SEČ, keď sme okolo Mesiaca uvideli aj jasnejšie hviezdy. Takže nám nezostáva nič iné, iba čakať na máj 2003.

Ján Horňák

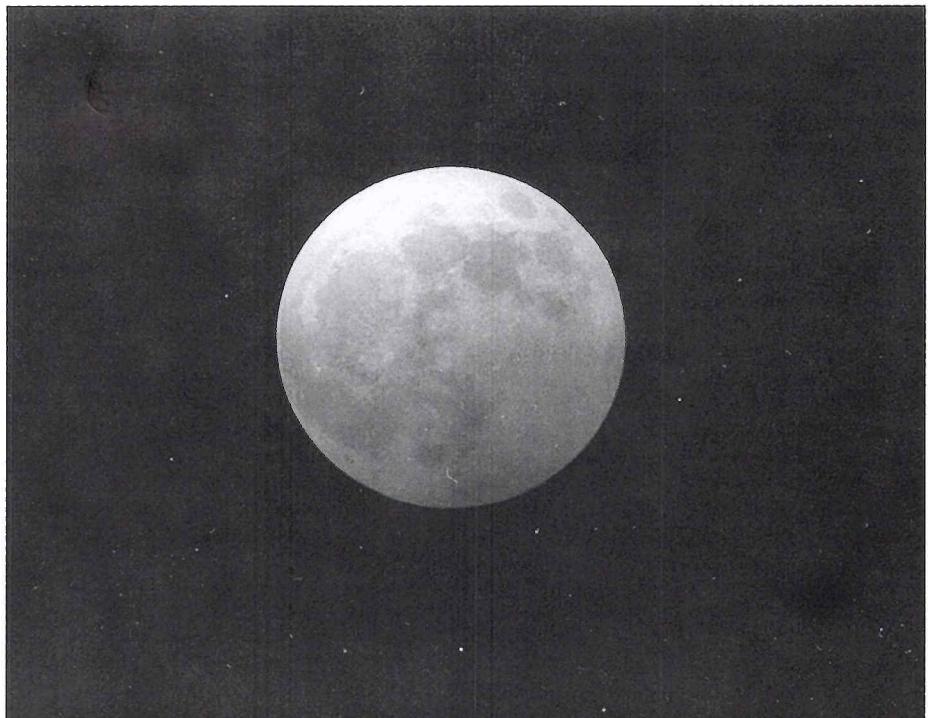


Mesiaca

v Rimavskej Sobote

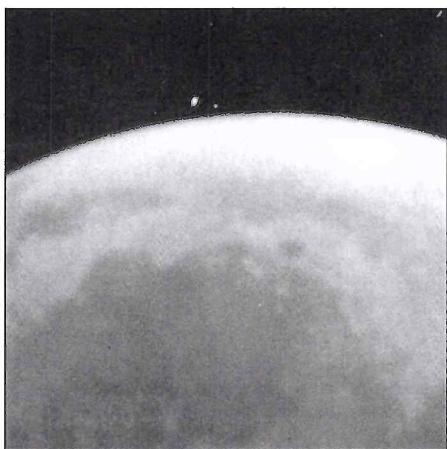


21:23 SEČ, refraktor Coude 150/2250, Fuji superia 200, expozícia 30 sek. Hviezdy 6.9 (SAO 79401) a 9.3 (PPM 97527) tesne pred zakrytom.

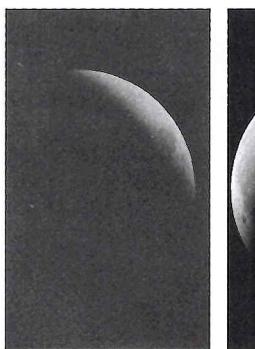


21:12 SEČ, objektív 5.6/1000, Fuji superia 200, expozícia 20 sek. Krásne viditeľné jasné hviezdy na pozadí. Dve najjasnejšie hviezdy pod Mesiacom majú 5.2 a 6.5 mag.

Foto – Pavol Rapavý



21:28 SEČ, refraktor Coude 150/2250, Fuji superia 200, expozícia 30 sek. Hviezdy 6.9 (SAO 79401) a 9.3 (PPM 97527) tesne pred zákrytom.



20:38 SEČ,
refraktor Coude
150/2250,
Fuji superia 200,
expozícia 1/15 sek.



22:11 SEČ,
refraktor Coude
150/2250,
Fuji superia 200,
expozícia 1/15 sek.



22:35 SEČ,
refraktor Coude
150/2250,
Fuji superia 200,
expozícia 1/15 sek.



22:53 SEČ,
refraktor Coude
150/2250,
Fuji superia 200,
expozícia 1/60 sek.

Kalendár úkazov a výročí (február – marec 2001)

(v SEČ)

d	h
1.2.	15.0 Mesiac v prvej štvrti
2.2.	4.6 konjunkcia (zákryt) hviezdy GSC 6175 73 Marsom
3.2.	1.6 konjunkcia Jupitera s Mesiacom (Jupiter 3,5° južne)
3.2.	12.9 Merkúr v zastávke
3.2.	35.výročie (1966) sondy Luna 9
7.2.	4.2 zákryt hviezdy PPM 98159 (10.7 mag) planétkou (303) Josephina
7.2.	95.výročie (1906) narodenia C. Tombaugha (objav Pluta)
7.2.	23.2 Mesiac v prízemí (356852 km)
8.2.	8.2 Mesiac v splne
8.2.	23.9 konjunkcia Mesiaca s Regulom (Regulus 2,7° južne)
9.2.	13.3 Urán v konjunkcii so Slnkom
11.2.	23.8 minimum β Per (A=2.1–3.4 mag, P=2.867)
13.2.	1.3 Merkúr v dolnej konjunkcii so Slnkom
14.2.	20.6 minimum β Per (A=2.1–3.4 mag, P=2.867)
15.2.	4.4 Mesiac v poslednej štvrti
17.2.	5.výročie (1996) sondy NEAR
17.2.	17.4 minimum β Per (A=2.1 - 3.4 mag, P=2.867)
18.2.	7.7 konjunkcia Mesiaca s planétkou (1) Ceres (Ceres 21° severne)

19.2.	15.výročie (1986) orbitálneho komplexu Mir	9.3.	19.1 minimum β Per (A=2.1–3.4 mag, P=2.867)
20.2.	22.6 Mesiac v odzemí (406 328 km)	9.3.	15.výročie (1986) sondy Vega 2 (kométa Halley)
22.2.	Venuša v maxime svojej jasnosti (~4.7 mag)	10.3.	10.8 konjunkcia Merkúra s Uránom (Urán 8° južne)
23.2.	9.3 Mesiac v nove	11.3.	7.0 Merkúr v najväčšej západnej elongácii (27°)
25.2.	2.4 Merkúr v zastávke	11.3.	15.výročie (1986) sondy Sakigake (kométa Halley)
25.2.	maximum meteorického roja δ Leonidy	13.3.	15.výročie (1986) sondy Giotto (kométa Halley)
1.3.	35.výročie (1966) dopadu Venery 3 na Venušu	13.3.	zákryt hviezdy GSC 809 1147 (11.1 mag) planétkou (2326) Tololo
1.3.	21.3 konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 2,4° severne)	15.3.	21.1 konjunkcia Mesiaca s Marsom (Mars 1,3° južne)
2.3.	10.4 konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 3,6° severne)	16.3.	22.8 Pluto v zastávke (planétkou (354) Eleonora v opozícii (9.7 mag))
3.3.	3.0 Mesiac v prvej štvrti	16.3.	21.7 Mesiac v poslednej štvrti
3.3.	zákryt hviezdy GSC 2432 1188 (11.1 mag) planétkou (399) Persephone	18.3.	22.8 Pluto v zastávke
4.3.	220. výročie (1781) objavu Uránu (W.Herschel)	20.3.	12.4 Mesiac v odzemí (405472 km)
4.3.	10.5 konjunkcia Marsu s Antaresom (Antares 5,4° južne)	20.3.	14.5 jarňa rovnodennosť
6.3.	22.3 minimum β Per (A=2.1 - 3.4 mag, P=2.867)	25.3.	2.3 Mesiac v nove
6.3.	15.výročie (1986) sondy Vega 1 (kométa Halley)	29.3.	5.3 konjunkcia Mesiaca so Saturnom (Saturn 2,5° severne)
7.3.	11.5 Venuša v zastávke	28.3.	15.výročie (1986) sondy ICE (kométa Halley)
8.3.	9.9 Mesiac v prízemí (359 776 km)	29.3.	20.8 minimum β Per (A=2.1–3.4 mag, P=2.867)
6.3.	15.výročie (1986) sondy Suisei (kométa Halley)	30.3.	0.0 konjunkcia Mesiaca s Jupiterom (Jupiter 3° severne)
9.3.	18.4 Mesiac v splne	30.3.	5.3 Venuša v dolnej konjunkcii so Slnkom

Tycho Brahe bol v čase pred vynájdením prvého teleskopu naprécnejším pozorovateľom. Pri zvrhnutí aristotelovsko-ptolemaiovskej kozmológie zohral paradoxne významnú úlohu. Paradox bol v tom, že hoci Kopernikov systém poznal, nepodporil ho, pretože jeho presné pozorovania nepotvrdzovali ani len náznak zdanlivého paralaktického pohybu hviezd na oblohe, ktorý by sa mal pri pohybe Zeme okolo Slnka prejavíť. Vytvoril preto vlastný systém, ktorý bol kompromisom medzi Ptolemaiovým geocentrickým Kopernikovým heliocentrickým systémom.

Brahe sa narodil 14. decembra 1546 v Skano, teraz vo Švédsku, ale v tom čase v časti Dánska. Pochádzal zo šľachtickej rodiny, ktorá zohrala významnú úlohu v dánском politickom živote. Roku 1559 nastúpil na univerzitu v Kodani, kde študoval gramatiku, logiku a rétoriku a neskôr aj astronómiu, aritmetiku, geometriu a hudbu.

Jeho záujem o astronómiu výrazne podnietilo zatmenie Slnka, ktoré pozoroval ešte ako študent na univerzite v Kodani. Navzdory tomu, že musel od roku 1562 študovať právo na univerzite v Lipsku, v tajnosti rozvíjal aj svoj záujem o astronómiu. V nasledujúcim roku, pri pozorovaní konjunkcie Saturna s Jupiterom, si všimol veľký rozpor medzi skutočnosťami a vypočítanými časovými údajmi poloh týchto planét, ktoré boli uvedené vo vtedajších astronomických tabuľkách (Prutenické, Alfonzínske tabuľky). Spomína, že toto pozorovanie bolo križovatkou v jeho živote, na ktorej sa rozhodol znova premerať polohy hviezd a planét a zostaviť ich nový katalóg.

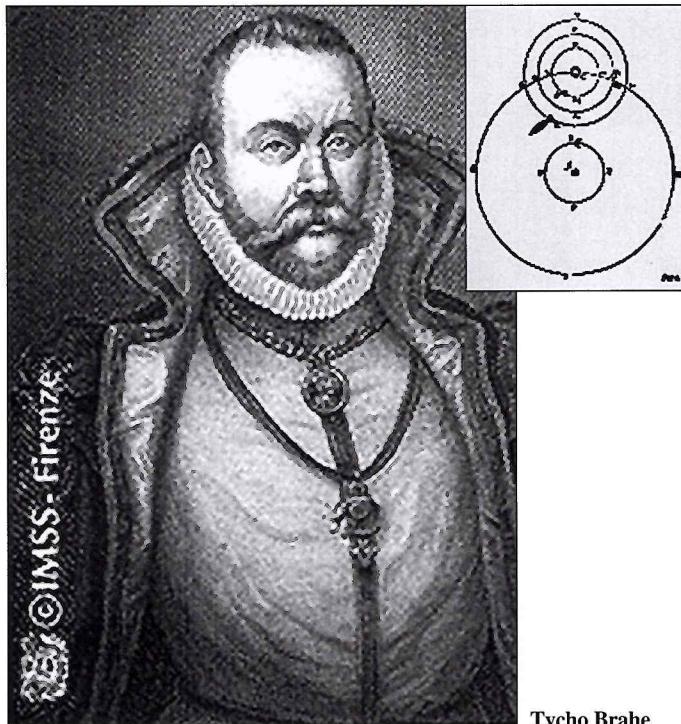
Roku 1566 v súboji s istým dánskym šľachticom prišiel o časť nosa. V chýnom wittenbergskom zlatníctve mu vyrobili nový nos zo zlatiny zlata, striebra a medi. Nasledujúce roky trávil Tycho najmä v Nemecku, kde usilovne pozoroval a konštruoval vlastné astronomické prístroje.

Nova

Druhou udalosťou, ktorá bola spojená s jeho menom a spôsobila jeho vzostup z priemerne kvalifikovaného astronóma na astronóma európskeho mena, bolo pozorovanie „novej hviezdy“, ktorá sa objavila v súhvezdí Kasiopeja roku 1572.

Za súmraku 11. novembra 1572 si všimol, že jedna z hviezd sú-

Tycho Brahe



Tycho Brahe

hviedza Kasiopeja je jasnejšia než ostatné hviezdy. Na pozorovanie tejto novej hviezdy použil sextant vlastnej výroby. V priebehu nasledujúcich mesiacov zistil, že nemá parallaxu (pohyb voči pozadiu hviezd), že mení farbu a magnitúdu, nemá chvost, ergo: nemôže to byť kométa. Ak by bola hvieza tak blízko k Zemi ako Mesiac, musela by mať parallaxu. Skutočnosť, že to tak nebolo, samozrejme naznačovala pravý opak. Nová hvieza sa musela nachádzať medzi samotnými hviezdami. Podľa Aristotelovej kozmológie to však nebolo možné, pretože sféry planét

a hviezd boli dokonalé, stále a večné: nemohli sa v nich prejavovať nedokonalosti. Tychove pozorovania a uzávery boli predmetom jeho traktátu *De Nova... Stella* (Copenhagen 1573) a neskôr vo viacerých rozsiahlejších pracach *Progymnasmata* (1602), ktoré ho preslávili v celej učenej Európe.

Roku 1575 navštívil v Kasseli Wilhelma IV., väšného astronóma amatéra. Odtiaľ odcestoval do Frankfurta, Baselu, Benátok, Augsburgu a Regensburgu, kde získal aj kópiu *Commentariolus* od Kopernika. V tom čase hľadal trvalé miesto za účelom zriadenia vlastného observatória.

Roku 1576 mu dánsky kráľ Frederick II. ponúkol ostrov Hven, na ktorom Tycho postavil observatórium Uraniborg (zámocký astronóm) a roku 1584 druhé observatórium nazvané Stjerneborg (zámocký hviezdy). Observatóriá mali aj vlastnú tlačiareň, meteorologickú staniciu a dielňu na výrobu astronomických prístrojov. Originálny arzenál prístrojov navrhhol a skonštruoval sám Brahe ešte v Augsburgu. Na ostrove Hven vytvoril významné centrum astronómie a prvý významný astronomický ústav. Viacero jeho adeptov sa stalo svetoznámymi: napríklad Longomontanus, Sascerides, Bleau a Wittich. Observatória sa stali vy-

hľadávaným cieľom mnohých návštěvníkov Dánska.

Kométa z roku 1577

Tretia najdôležitejšia udalosť v Braheho živote sa udala na ostrove Hven pri pozorovaní komety roku 1577. Hoci ju objavili iní, navždy ostane, podobne ako nova z roku 1572, spojená s jeho menom. Brahe totiž dokázal, že kométa nemôže byť zemskejho, a toho nie mesačného pôvodu (ako tvrdil Aristoteles), ale má pôvod vo sfére hviezd.

Braheho pozorovania novy z roku 1572 a komety z roku 1577 významne prispeli k zavrhnutiu aristotelovsko-ptolemaiovskej kozmológie. Dokumentoval to vo svojej práci o kométe *De Mundi Aetherei Recentibus Phaenomenis* (1588), v ktorej predložil svoj vlastný systém. Planéty podľa tohto systému obiehajú sice okolo Slnka, ale spolu s ním obiehajú okolo nepohyblivej Zeme, nachádzajúcej sa v strede vesmíru.

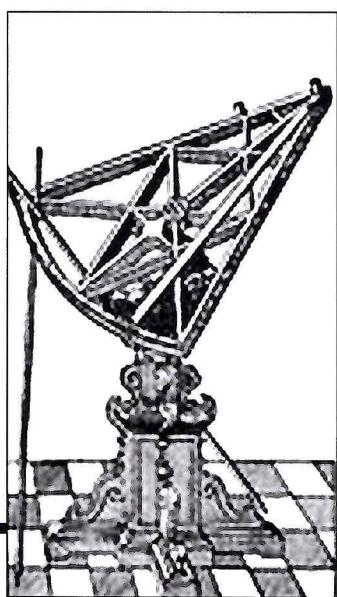
Brahe z náboženských i iných dôvodov Kopernikov systém nepridal. Jeho teória mala spočiatku mnoho prívržencov, ale roku roku 1650 nadobro padla. Braheho na tú dobu neobyčajne precízne údaje sa však stali základným materiálom pre Keplera a nepochybne ho priviedli k sformulovaniu troch zákonov o pohyboch planét, ako aj k objavu nepravidelnosti dráhy Mesiaca.

Roku 1598, potom ako stratil kráľovskú podporu v Dánsku, v nádeji, venoval Brahe cisárovi Rudolfovi II. svoju *Astronomiae Instauratae Mechanica* (opis svojho observatória, prístrojov a pozorovateľských metód na Hvene) a vlastný katalóg hviezd. Roku 1599 dostal pozvanie na cisársky dvor do Prahy.

Hoci v tomto období neprinesol osobitne významnejší vklad do astronómie, pretože riadil konštrukčné práce na výrobe svojich vlastných prístrojov, dokázal zhromaďiť okolo seba viacero nadaných žiakov: napríklad Dávida Fabriciusa, Johanna Müllera (Regiomontana) a najnadanejšieho z nich – Johannesa Keplera.

Tycho Brahe zomrel v Prahe 24. októbra 1601. Jeho vzácne prístroje rozpredali. Vedecké práce po dlhom spore s Braheho dedičmi získal Johannes Kepler. Zostavil z nich známe a v tom čase najpresnejšie Rudolfske tabuľky.

(Pokračovanie)



V predchádzajúcim čísle nášho časopisu sme priniesli informácie z letných podujatí. V tomto čísle sa k niektorým podujatiám ešte vraciame a prinášame aj tie, ktoré sa z rôznych dôvodov v čísle 6/2000 neocitli.

Prázdniny za brúsnymi stojanmi

Do tretieho ročníka AstroTechu 2000 sa prihlásilo až deväť záujemcov. Organizátor – Hornonitrianska hvezdáreň Partizánske – očakával, ako to všetko dopadne, pretože k dispozícii mal iba päť stojanov. Nemoc a dovolenky však zredukovali počet brusičov na požadovaný stav.

Účastníci AstroTechu 2000 nám odpovedali na dve otázky:

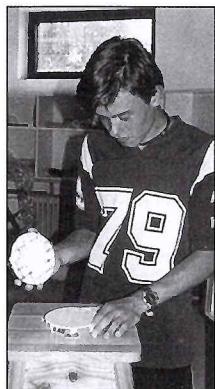
1. Prečo si sa rozhodol vybrúsiť si vlastnými rukami zrkadlo na astronomický dalekohľad?

2. Ako využije vlastný dalekohľad? Začojí sa do niektorého z pozorovacích programov?

Milan Leitman (15 rokov, Gymnázium Topoľčany, 1. ročník):

Predovšetkým chcem využiť príležitosť zhotoviť si svoj vlastný dalekohľad svojimi vlastnými rukami. I keď mám už doma jeden dalekohľad – refraktor, predsa dalekohľad, ktorý si zhotovím na AstroTechu, bude mať lepšie parametre a ukáže mi viac.

Dalekohľad chcem využívať na pozorovanie, predovšetkým Messiaha a mesačného povrchu, venujem sa kresbe mesačných útvarov a chcem sa venovať i kresbe planét a objektov hlubokého vesmíru.



Peter Valachovič (17 rokov, SPŠ stavebná Trenčín, 3. ročník):

Doteraz som mal k dispozícii dalekohľad, ktorý patril škole, teraz som dostal príležitosť zhotoviť si vlastný astronomický prístroj, ktorý mi umožní pozorovať kedy budem mať čas a kedy budem ja chcieť. A načo chcem využívať dalekohľad? Predovšetkým si chcem pozrieť objekty Messierovho katalógu a postupne sa oboznamovať s objektami, ktoré budú dostupné môjmu prístroju. Už sa veľmi tešíme.



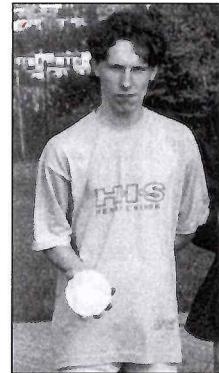
Matej Dobiaš (18 rokov, SOU Trenčín):

Využívam príležitosť zhotoviť si vlastný dalekohľad, pretože na našom trhu nie sú kvalitné dalekohľady cenovo dostupné mladému človeku. Dalekohľad, ktorý si zhotovím, bude mať parametre, ktoré si ja určím, i kvalita bude zodpovedať mojej práci. Pán Kamenický je zárukou, že s výsledkom budem spokojný. Chcem sa venovať pozorovaniu dvojhviezd, deep sky objektom a neskôr sa istotne zapojím do niektorého z pozorovacích programov.



Milan Uhlár (21 rok, Prírodovedecká fakulta, Bratislava, 4. ročník):

Dalekohľad, s ktorým teraz pozorujem, patrí vlastne Hvezdáreň Partizánske. Máme ho za požičaný spolu s priateľom, u ktorého je teraz doma. Keď prídeš na víkend domov, nemôžem sa dostať k tomuto prístroju, a tak nemám šancu byť účastníkom mnohých zaujímavých úkazov. Keďže som tak povediac odchovanec MARSu, využívam príležitosť zhotoviť si svoj vlastný dalekohľad. Prevedenie a montáž dalekohľadu dáva veľa príležitostí ľahkého prenášania tohto prístroja. To mi umožní podeliť sa pohľadom do vesmírneho laboratória so svojimi spolužiakmi, ale i s dalšími priateľmi i znázymi. Po skončení vysokej školy sa chcem vo svojom volnom čase venovať pozorovaniu premených hviezd a komét.



Vladimír Ciriak (48 rokov, očný lekár):

O astronómiovi sa zaujímam od svojich študentských čias. Vždy som si chcel zhotoviť dalekohľad, ale stále čosi chýbal, optické bloky na brúsenie, leštiača smola, ale hlavne skúsenosti. Využil som príležitosť, ktorú ponúkla mestská hvezdáreň, a rozhodol som sa splniť svoj sen, zhotoviť si vlastnými rukami vlastný dalekohľad.



Hovorí sa, že najlepší dalekohľad je ten, ktorý sa pravidelne pozoruje. Vlastný chatu na Liptove. Hviezdná obloha je tam fantastická, a preto som presvedčený, že po čase si nájdem objekty, ktoré budem pravidelne pozorovať.

Milan Kamenický (garant AstroTechu):

Tento ročník hodnotím ako mimoriadne úspešný, päť brusičov brúsiло astronomické zrkadlá, z toho štyria brúsiť zrkadlo o priemere 125 mm, pričom jeden mal vyššiu svetlosť 1:8, a jeden brusič brúsiť zrkadlo o priemere 150 mm s ohniskovou vzdialenosťou 1200 mm. Môžem povedať, že všetky zrkadlá majú vynikajúcu optickú kvalitu, čistota výbrusu je veľmi dobrá, až na jeden prípad, kde na okraji jedného zrkadla sa vyskytuju malé nerovnosti, ktoré však nebudú mať žiadny vplyv na kvalitu obrazu. Aj 150 mm zrkadlo má vynikajúcu kvalitu, čo jednoznačne potvrdili samotné testy. Čo sa týka časového zvládnutia, tento ročník bol na tom veľmi dobre, pretože prvé zrkadlá boli hotové už po dvoch dňoch, teda aj vyleštené.

V priebehu najbližších mesiacoch budú pohliníkovane, teda záleží len na každom účastníkovi kurovi brúsenia, či chce skompletovať svoj dalekohľad do konca tohto roku, alebo si ho sfinalizuje počas AstroTechu 2001.

Zhováral sa VLADIMÍR MEŠTER,
Hornonitrianska hvezdáreň Partizánske

CCD kamera v Partizánskom

Ked' sme v r. 1998 získali na hvezdáreň v Partizánskom CCD kameralu Starlight XPress a plánovali odborný pozorovací program, v ktorom by našla uplatnenie, nepredpokladali sme, že jeho realizácia zaberie obdobie niekoľkých rokov. Aký je teda jej súčasný stav? Asi najväčším problémom práce s kamerou v Partizánskom je fakt, že kamera nie je umiestnená na dalekohľade permanentne. Z toho vyplýva, že pred každým pozorovaním treba kameru najprv zaostrí a zorientovať zorné pole. V našich podmienkach to znamená stratu pozorovacieho času asi 60–90 minút. Pravdepodobne podobné problémy majú aj iní majitelia CCD kamer na Slovensku, nakoľko odborné výsledky z nich nevidno, čo je v každom prípade veľká škoda. V Partizánskom sa cez počiatokéne problémy pomaly dosťavame, optimalizujeme systém práce s kamerou v miestnych podmienkach a možno sa už čoskoro zapojíme do odborných pozorovaní. Spočiatku to chceme skúsiť s astrometrickým sledovaním asteroidov a kométy a pozorovaním premenných hviezd. Neskôr asi aj s fotometriou. Kameru v súčasnosti používame v spojení s dalekohľadom Newton 203/900 (výroba Milan Kamenický).

A čo zaujímavého sa nám podarilo pomocou

kamery odpozorovať v poslednej dobe? Ešte cez MARS (o akcii sa viac dočítate na inom mieste) sa nám v noci 25./26. júla podarilo pozorovať rozpadajúciu sa kométu C/1999 S4 (LINEAR) (pozri samostatný článok G. Okšu v Kozmose 5/2000) a na prelome júla a augusta sme opäť pozorovali niektoré z blízkozemných asteroidov. K pozorovaniu planétky (6489) Golevka (Kozmos 6/1999), pribudli teraz planétky (2100) Ra-Shalom (typ Aten, doba obehu iba 277 dní), 2000 LC16 (typ Amor, priemer asi 700 metrov) a 2000 NM (typ Apollo). Zaujímavá je najmä planétku 2000 NM, ktorú 2. júla 2000 objavil v americkom Fitchburgu amatér(!) L. L. Amburgey pomocou 0.21-m dalekohľadu. Navyše išlo o najväčšiu blízkozemnú planétku objavenú za posledného 1 a pol roka. Snímky budú použité na astrometriu.

Na záver ešte jedna zaujímavosť: planétku 2000 NM sa nám podarilo v čase jej maximálnej jasnosti (13. mag, 3 dni po objave) aj odfotografovať. Pokiaľ viem, ide o prvú fotografickú snímku blízkozemného asteroidu na Slovensku od čias, keď na Skalnatom plese skončil úspešný program fotografického sledovania (a objavovania) asteroidov. Spomínanú fotografiu, ale najmä CCD snímky blízkozemných planétok (spolu s animáciami) môžu záujemcovia nájsť na stránke hvezdárne na adrese <http://www.hvezdaren.sk>

PETER KUŠNIRÁK

Za RNDr. Reginou Podstanickou, CSc.

V pondelok 20.11. 2000 sa v Žiline sa náhle skončil život RNDr. Reginy Podstanickej, CSc.

Regina Podstanická, rod. Šaškyová sa narodila sa 25. 3. 1928 v Látkach, okr. Detva. Po maturite na reálnom gymnáziu v Banskej Bystrici (v r. 1947) odišla študovať matematicko-fyzikálny smer na Komenského univerzitu v Bratislave, ktorý ukončila promociou v r. 1952.

Po promocií začala pracovať na observatóriu na Skalnatom Plese, kde pracovala do 30. 9. 1955. Na fotografickej platni zo 60-cm dalekohľadu objavila 20.3. 1955 spolu s A. Paroubekom prvý slovenský asteroid – Tatry. V roku 1954 (30. 6.) sa spolu s A. Paroubekom zúčastnila na expedícii za pozorovaním úplného zatmenia Slnka v Polsku. Od 1. 10. 1955 pracovala na novootvorenom pracovisku medziplanetárnej hmoty AsÚ SAV v Bratislavu. Pracovnú činnosť zameriavaťa na štúdium rozloženia drobných telies v Slniečnej sústave.

V rokoch 1957–1961 vyučovala fyziku na gymnáziu vo Zvolene. Od roku 1961 do odchodu na dôchodok v r. 1988 prednášala fyziku na Vysokej škole dopravy a spojov (dnes Žilinskej univerzity) v Žiline. Najmä počas svojho pôsobenia v Žiline bola aktívnu členkou odbočky Slovenskej astronomickej spoločnosti pri SAV v Žiline.

Cest je pamiatke!

S použitím materiálov V. Rušina napísal Miroslav Znášik

Seminár 30 rokov SZAA

Slovenský zväz astronómov amatérov bol založený v roku 1970 a s väčšími či menšími problémami existoval počas celých uplynulých 30. rokov. Členská základňa sa pohybovala od niekolkých tisíc až po súčasných vyše 300.

Vďaka „last minute“ grantu Ministerstva kultúry sa v polovici decembra podarilo zorganizovať v Senici seminár venovaný tomuto pre nás významnému výročiu. Názory na existenciu SZAA sa rôzne, no faktom ostáva, že na mnohých miestach SZAA plní a plní nezastupiteľnú úlohu zvlášť tam, kde nie je hvezdáreň. Na tom sa zhodlo aj viac ako 40 účastníkov z celého Slovenska.

Trojdňový maratón prednášok, besied a diskusií do neskorych nočných hodín bol sice vyčerpávajúci, no zároveň potěšujúci.

Zdá sa, že aj napriek problémom začínajú viaf „nové vetry“. Z rozhovorov vyplynulo, že zväzový prílastok „amatérsky“ je stále aktuálny. Nie je totiž od pejorativevneho „dilektantský“, ale od toho krásneho „mať rád“ (amatér).

Finančných prostriedkov je v súčasnosti ako šafránu, no faktom ostáva, že kto pracovať chce, a má v astronomickej svojho koníčka, ten pracuje. Prednášky boli výborné, od slnečnej spektroskopie cez premenné hvezdy, zákryty, meteory, pohyby Mesiaca až po historiu SZAA a významné osobnosti astronómie.

Kedže na organizácii sa podieľali aj domáci, samozrejmosťou bola návštěva hvezdárne v Sobotišti, ktorá sa vyznačuje (podľa domáčich) najvyššou hustotou astronómov na meter štvorcový.

Miesto seminára nebolo vybrané náhodne. 16. 12. skoro ráno prechádzal tieň Mesiaca nedaleko Malackiek, a tak bola šanca pozorovať dotyčnicový zákryt. Bola... Dve hodiny pred pozorovaním bola obloha neúprosná a výjazd sa nekonal...

Stretnutie bolo prvým väčším stretnutím po niekolkých rokoch, znamenalo silný impulz pre ďalšie obdobie a nám ostáva len dúfať, že Ministerstvo kultúry túto oblasť bude podporovať aj v budúcnosti.

-PR-

RÓZNE / AD* LETO POD HVIEZDAMI / PODUJATIA / ALBUM POZOROVATEĽA

Zraz mladých astronómov Slovenska

V kalendári letných astronomických podujatí zaujíma Zraz mladých astronómov Slovenska (ZMAS) už dlhé roky popredné miesto. Od roku 1992 sa toto oblúbené podujatie už tradične koná v Modrovej pri Piešťanoch. Tak to bolo aj tohto ročného prvý júlový týždeň, keď na svahu pri hoteli vyrástol stanový tábor pre päťdesiatich účastníkov. Aj v tomto roku boli účastníci rozdeľení do štyroch sekcií. Najviac záujemcov bolo v sekcií všeobecnej astronómie, menej v sekciách Slnko, medziplanetárna hmota a premenné hviezdy. Účastníci si vypočuli prednášky Dušana Kalmančoka, ktorý

rozprával o práci v Astronomickom observatóriu v Modre, Mgr. Vladimíra Karlovského, prednášajúceho o astronomických stavbách z doby kamenej, a o prednášky Miroslava Znášika o kalendárnych systémoch. Všetci mladí astronómovia si mohli vybrať až z troch výletov: do Hornonitrianskej hvezdárne v Partizánskom, turistickej vychádzky na hrad Tematín a autobusového výletu na Bradlo. Hosťom podujatia bol aj zástupca francúzskeho veľvyslanectva. Všetci, ktorí sa na ZMASu zúčastnili, majú iste mnoho pekných zážitkov. Dovedenia.

-PR-

Perzeidy v Hurbanove

Minuloročné zatmenie Slnka v našich zemepisných končinách do veľkej miery zatienilo pozornosť o tradičné Perzeidy. Preto sme tohto roku cítili o niečo väčšiu potrebu usporiadať pozorovanie tohto najznámejšieho meteorického roja. Pribúdajúci Mesiac nenasvedčoval tomu, že pozorovacie podmienky budú mimoriadne kvalitné, a tak sme umiestnili pozorovacie stanovište priamo v areáli hvezdárne v Hurbanove. Priveľa svetla, nekvalitné počasie a Mesiac nakoniec spôsobili, že sme pozorovali iba počas štyroch nocí v čase maxima. Za tento čas sa nám podarilo vizuálne zaznamenať

779 meteorov, z čoho sme označili 597 meteorov ako rojových. Úhrnný efektívny čas pozorovania bol viac ako 4500 minút, a teda počas tohtočného pozorovania sa nám nepodarilo dosiahnuť ani predpokladanú hodinovú frekvenciu Perzeíd. Podpísali sa na tom hlavne zlé pozorovacie podmienky, ktoré spôsobili, že meteory slabších jasnosťí sme neregistrovali vôbec. Radosť z tohto pekného letného podujatia nám to však nepokaziла. Opäť sme sa presvedčili, že Perzeidy ešte „nevymreli“ a že ich pozorovanie zostáva nadalej jedným z najkrajších amatérskych pozorovaní oblohy.

Astroklub Hurbanovo

Na prelome milénii

Rozhranie rokov a zvlášť storočí či milénii je obdobím hodnotenia i nových plánov. Obloha akoby nám chcela vynahradíť všetko, čo sme v uplynulom roku pre nepriazeň počasia nevideli a „pripravila“ hned niekoľko zaujímavých úkazov.

16.12. – dotyčnicový zákryt

Jeden z najlepších v roku 2000. V Senici sa (na seminári SZAA) zišli pozorovatelia takmer z celého Slovenska dôfajúc, že uvidia žmrúkať hvezdičku zakrývanú mesačnými pohoriami. Nestalo sa tak, počasie bolo neúprosné, no v prípade úspechu by to bol tretí úspešný v roku 2000. Asi nám nebolo súdené byť rekordmanmi...

23.12. – meteorický roj Ursidy

Optimistické predpovede slúbovali frekvenciu 100 a viac. Zdali sa byť reálne, lebo zvýšená aktivity je pozorovaná pri polohe materskej kométy 8P/Tuttle, tak ako to bolo v rokoch 1945 a 1986. Počasie sa s nami zahrávalo, no nakoniec sa niekoľkým šťastlivcom pozorovanie podarilo (Rim. Sobota, Horná Mariková). Podarilo čo sa týka počasia, nie frekvencie, ktorá sa nevyšplhala nad 20. Podľa správ IMO boli pozorované v západnejších zemepisných dĺžkach frekvencie aj vyššie, no nepresiahli 50. Na tento roj je to však výkon aj tak slušný.

24.12. – zákryt planétou

Krátko pred Vianocami prišla od J. Mánska predpoved zákrytu na Štedrý večer. 100 km široký tieň planétky (223) Rosa prechádzal krížom cez Slovensko (okrem južných oblastí), hviezda bola relativne jasná (10 mag), vysoko nad obzorom a zákryt mal trvať 10 sekúnd. Žiadny poriadny zákrytár by si to nemal nechať ujsť. Problémom bol len ten Štedrý večer...

Zobral som si teda 150-tku Dobson domov

a v príjemnej pohode pod vianočným stromčekom a vôni živice čakal na polnoc. Obloha bola ideálne jasná, a tak som sa tešil, že budem mať ďalší darček. Niečo vyšé hodiny pred polnocou mi telefonoval priateľ z Kysúc, priali sme si pokojné sviatky i dobré pozorovanie. S mobilom som vyliešiel na balkón a zhrozil sa. Zamračen! Ďalšie čakanie už zlepšenie neprineslo, a tak sa darček nekonal. Nakoniec úspešný neboli ani v Čechách, na Slovensku to asi pozorovatelia „vzdali“.

31.12. – posledný dotyčnicový zákryt milénia

Bol sice Silvester, no urobil posledný zákryt v milénii iste nie je na zahodenie... Tí, čo nemali hranicu tieňa ďaleko, mohli stíhať pozorovanie o polnočný prípitok. Ja som to po trizej veľkej úvahе a značnej vzdialnosti zákrytu nakoniec vzdal ďalšie popoludní.

3.1. – Kvadrantidy

Ak na maximum Kvadrantídy je počasie dobré, je sa na čo dívať. Tohto roku však nepreniknutelná vrstva mrakov nám toto divadlo odoprela.

9.1. – úplné zatmenie Mesiaca

Predpoved počasia bola mimoriadne nepriaznivá, priam beznádejná. Pred piatou sa však nad západným obzorom objavil oranžový pásik, ktorý mohol znamenáť zlepšenie. O dve hodiny neskôr sa rozdrnčali vo hvezdárni telefóny a nie a nie prestať. Volala verejnosť, novinári i krúžkari bažiaci po pozorovaní... Začiatok zatmenia sice bol počasený oblačnosťou, no počas úplnej fázy bolo miestami nádherne. Zatmenie bolo pomerne svetlé, nádherne sfarbené a jasné hviezdy v Blížencoch dávali pohľadu cez dalekohľad fascinujúci pocit priestoru. Na svoje si teda prišli pozorovatelia i návštěvníci. Celkový výsledok? Desiatka zákrytov, naexponované filmy a vyše 100 kontaktov! Bolo to skvelé, na druhý deň sa mi zdôverovalo množstvo ľudí, ktorí túto nebeskú krásu videli po prvýkrát.

-PR-

Poznejte vesmír na vlastní oči!

Je neužitečné a může být i škodlivé: přednášet v astronomii studentům o stělání nukleosyntéze, pulsarech a černých dírách, nemají-li ponět o tom, jak se definuje lokální poledne, půlnoc či severojižní směr, nevědět-li nic o původu ročních období nebo o fázích Měsíce (považujíc jeho neosvětlou část za zemský stín) a netuší-li, že hvězdy mají svůj denní pohyb.

Arnold B. Arons,
Cesta k přirodovědné gramotnosti

Chcete se naučit hledat, popisovat a kreslit objekty vzdáleného vesmíru? Chcete si vyzkoušet pozorování meteorů a proměnných hvězd, Slunce, Měsíce, planet i malých těles Sluneční soustavy? Dovzít se spoustu zajímavých věcí o vesmíru a navíc poznat řadu bezvadných lidí s podobným zájmem? Ano? Pak byste se měli zúčastnit astronomické expedice na Hvězdárnu v Úpici určené všem začínajícím i pokročilým pozorovatelům denní i noční oblohy.

Naše akce je jedinečná hned z několika důvodů. Tak především zde pozorujeme všechny typy vesmírných objektů, a přitom skoro na každého účastníka připadá jeden dalekohled. Ostatně přístroje svážíme z hvězdáren po celé České republice. Navíc pokud během expedice projevíte opravdový zájem o pozorování, můžete si dalekohled na rok vypůjčit domů. Kromě toho dochází od roku 2001 k zásadní změně skladby odborného programu. Účastníci se rozdělí, předem a nebo po první pozorovací noci, na dvě skupiny „začátečníků“ a „pokročilých“, s vlastním, velmi rozděleným programem přednášek a kurzů. Počítáme také s ustanovením meteorologické a sluneční skupiny a skupiny nadaných amatérů, kteří se pokusí vzhled oblohy zaznamenat na fotografický film a křemíkový čip CCD kamery.

Expedičníci, jak se účastníci nazývají, bydlí ve stanech na pozemku hvězdárny (jejich stavění bývá vždy zdrojem všeobecného veselí) a o jejich žaludky se stará suverénně nejoblibější osobnost expedice – kuchařka paní Samková. Kořením prázdninového života bývají noční, denní, bojové a jiné hry, více či méně dobrovolné koupele v bazénu a řada dalších kratochvílí. Náročný denní program sestává ze zpracování pozorování z uplynulé noci, odpoledních přednášek a experimentů, večery bývají zasvěceny přednáškám předních českých a slovenských astronomů. To nejjednodušší ale přichází až po setmění – pozorování noční oblohy do tří ráno, často dokonce prodloužené až do východu Slunce. Pokud počasí nepřeje, přijde na řadu náhradní program – další povídání, diskuze či volná zábava. Obloha se pozoruje v malých skupinách, začátečníkům pomáhají vedoucí, pokročilejší si svůj pozorovací program vytvářejí podle svých zájmů sami. V čele každé skupiny je zkušený pozorovatel.

Již 43. expedice začne v pátek 10. srpna a skončí v neděli 26. srpna 2001. Za cenu kolem 1800,- korun vám poskytneme čtyři jídla denně, ubytování ve stanech či hangáru a základní materiály. Akci spolu s Hvězdárnou v Úpici organizuje i Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně a Amatérská prohlídka oblohy.

Takže pokud chcete strávit čtrnáct prázdninových dní u dalekohledu a s partou skvělých kamarádů, podívejte se na <http://expedice.astronomy.cz>, napište si o další informace na e-mailovou adresu expedice@hvezdarna.cz nebo pošlete dopis na adresu Leon Miš, Hvězdárna, U lipek 160, 542 32 Úpice (tel. 04 39/93 22 89, fax. 04 39/88 12 89). Dlouho neotálejte, uzávěrka přihlášek je 1. března 2001.

Môj prvý výstup hviezdy

Dňa 20. októbra som sa pobral do hvezdárne s veľkým nadšením. Mal nastať prechod Mesiaca cez Jasličky, malo nastať jeden, dva, tri... jednoducho povedané vela výstupov. Na tento deň som sa tešil už pár týždňov. Najprv som nevedel, či si mám vybrať pozorovanie meteorov alebo výstupy, nakoniec sa to pekne skôbilo. Medzi prestávkami sa pozorovali meteory. Zhruba o pol jednej mal nastať môj prvý výstup, no bohužiaľ, nepodarilo sa. Mesiac bol nízko, a tak som nevidel hviezdu, na ktorú som tak túžobne čakal. S malým sklamáním som sa pobral dole, no náladu mi však zdvihli meteority, ktorých nebolo vela, ale niektoré boli celkom pekné. Ďalší zákryt bol o štvrt na dve, nepodaril sa vďaka banálnej chybe – zle nastavené stopky. Mal som zlosť na seba. Ďalšia hvieza bola slabšia, ale v hlave som mal len jednu myšlienku: „ty musíš vyjsť“. A je von! Letmý pohľad na stopky a veľká radosť a hrdosť na samého seba. Rýchlo som sa poponáhal do kupoly zastaviť stopky. Zapísal som údaje a ponáhal som sa na ďalšie. Tento môj prvý výstup v živote je pre mňa veľká inšpirácia na ďalšie pozorovania, na ktoré sa už teraz teším.

Peter Klúčovský, Rimavská Sobota

Prostredníctvom tohto obrázku vizualizujeme súťažné ceny ktoré venovali jednotliví sponzori do korešpondenčnej súťaže ZAČAL TO GALILEO GALILEI, ktorú pripravili Hornonitrianska Hvezdáreň v Partizánskom a Slovenská Ústredná Hvezdáreň v Hurbanove pri príležitosti blížiaceho sa 400. výročia používania astronomického dalekohľadu.



1. cena refraktor 60 / 700 + azimutálna montáž
 2. cena refraktor AD 800
 3. cena optická zrkadlová sústava 150 / 1200
 4. cena optická zrkadlová sústava 125 / 1200
 5. cena hviezdný atlas COELI NOVUS
 6. cena CD ROM – ENCYKLOPÉDIA VESMÍRU
 7. cena bezplatná účasť na ZMASe 2001
 8. cena bezplatná účasť na MARSe 2001
 9. cena kniha, predplatné časopisu KOZMOS
 10. cena kniha
- BONUS astronomický dalekohľad STELLA 125, finálny výrobok zhotovený na AstroTechu 99.

O udelení alebo neudelení ceny rozhodnú zostavovatelia súťažných úloh a riaditeľ hvezdárne v Partizánskom.

Leto v Kolonickom sedle

18. júla 2000 navštívilo Vihorlatskú hvezdáreň Humennom 47 do nitky premoknutých účastníkov 17. ročníka Ebicykla. Po exkurzii vo hvezdárni sa v zlom počasí presunuli na Astronomické observatórium v Kolonickom sedle. Dr. Gygar oboznánil večer ebicyklistov a 80 návštěvníkov z Humenného a Sniny s najnovšími poznatkami z výskumu Slnečnej sústavy medziplanetárnymi sondami a zhrnul posledné astronomické novinky.

O päť týždňov neskôr (26.7. až 4. 8. 2000) sa v observatóriu na Kolonickom sedle uskutočnil už 12. ročník premenárskej expedície „Variable 2000“. Pozorovali sa aj základné hviezdy. Devätnásť pozorovateľov z celého Slovenska urobilo počas 6 jasných nocí 407 vizuálnych odhadov jasnosti 16 fyzikálnych premenných hviezd: S Per, W Per, V Boo, GY Cyg, XX Cam, EK And, RS Cyg, TY And, R Sct, R CrB, ag Dra, TX Dra, WZ Cas, AF Cyg, Z Uma, Z Umí a 409 odhadov jasnosti 7 krátkoperiodických základných dvojhviezd: RZ Cas, SV Cam, AZ Cam, AK Her, BX Peg, CM Lac a X Tri; celom bolo určenie minima. Protokoly s výsledkami sme poslali do centra pozorovateľského programu Medúza v B.R.N.O. v Brne (ČR) na zverejnenie. Expedíciu riadil Mgr. Igor Kudzej, CSc., riaditeľ hvezdárne. Finančné krytie a organizácia: SÚH Hurbanovo.

6. až 13. augusta 23 členov MO SZAA v Humennom lovili v Kolonickom sedle meteory z roja Perzeíd. Odborný program (pod vedením J. Ondruša) sa zameral na vizuálne pozorovanie meteorov rojov Perzeidy a Aquariidy so zápismi ich charakteristik. Počas šiestich nocí sa zaznamenali údaje o 4000 meteoroch.

Nepriaznivá lunácia prekazila program staticej a pointovanej astrofotografie s cieľom získať spektrá zo stôp jasných meteorov a ich videodokumentáciu.

25. až 29. augusta obsadili observatórium na Kolonickom sedle členovia astronomických krúžkov pri Vihorlatskej hvezdárni v Humennom. Na astropraktiku PREMETOR 2000 sa 11 účastníkov (pod vedením J. Ondruša a Š. Gojdica, odborných pracovníkov hvezdárne) oboznámilo s pozorovaním premenných hviezd, základov hviezd Mesiaca a vizuálnym pozorovaním meteorov. Finančné krytie: MO SZAA v Humennom.

31. augusta až 3. septembra konalo sa v Kolonickom sedle ďalšie astropraktikum AURIGIDY 2000. Deväť členov MO SZAA v Humennom však mohlo pozorovať iba v prestávkach medzi búrkami. Odborné vedenie: M. Maturkanič. Sponzor: firma K. Závodský-Štich z Humenného.

Michal Maturkanič,
Vihorlatská hvezdáreň, Humenné

Announcement of IAYC 2001

IAYC 2001, July 16th – August 5th 2001
37th International Astronomical Youth Camp
Tolmin, Slovenia

The International Astronomical Youth Camp (IAYC) 2001 will take place in Tolmin, a small Slovene village close to the Italian border. It is situated in the picturesque valley of the Soca river, at the edge of the Triglav National Park, and is surrounded by the Julian Alps. Nights in this region are darker and dryer than in most parts of Europe.

The IAYC is an international youth camp with participants from around 20 different countries. As a participant you work for three weeks in one of the 7 working groups - together with other young people - on astronomical projects. The projects vary from night-time observations to theoretical problems, depending on your own interests. The working groups will be led by young scientists from the IAYC team. In IAYC 2001 we offer working groups which study the following topics: Matter, Astrophysics, Celestial Mechanics, Sky Imaging, Physics of Astronomy, Astrochemistry, Deep Sky Observation.

Apart from the astronomical program, there are many non-astronomical activities such as group games, sporting events, singing evenings, hiking tours and an excursion. Since it is an international camp, the camp language is English. You should be able and willing to speak English throughout the camp. It is not necessary to speak English fluently.

The accommodation for IAYC 2001 will be a very pleasant student home called „Dijaski dom Tolmin“. The house offers plenty of space for all participants and working groups. There is a handball and basketball field next to the house which can also be used for observations. We will also have our own darkroom.

Anyone between the ages of 16 and 24 and able to communicate in English may participate in the IAYC. The fee for accommodation, full board and the whole program, including the excursion, will be about 390 Euro. For interested persons who are in the situation of not being able to pay the camp fee by themselves, it is possible to apply for our grant program.

If you are interested in participating, further information is available at our web site

<http://www.iayc.org/>

or you can order - free of charge - an information booklet including an application form from:

Jörg Dietrich Stichwort: IAYC 2001 Babette-Koch-Weg 2, Zimmer 223 D-53121 Bonn Germany
++49 228 624674 e-mail: info@iayc.org



Tolmin, Slovenia, July 16 August 5

Otvorenie 16. cyklu Pomaturitného štúdia astronómie

Prijímanie prihlášok v 1. termíne je do 13. 6. 2001. Prijímacie skúšky budú 27. 6. 2001 zo stredoškolskej matematiky a fyziky. Skúšky sa budú konať v Slovenskej ústrednej hvezdárni v Hurbanove.

Prijímanie prihlášok v 2. termíne je do 3. 8. 2001. Prijímacie skúšky budú 22. 8. 2001 z tých istých predmetov ako v 1. termíne.

Prihlášky na štúdium s kópiou maturitného vysvedčenia posielajte na adresu: Slovenská ústredná hvezdáreň, Komárňanská 134, 947 01 Hurbanovo. Informácie na tel. 0818/760 2484, e-mail: psa@suh.sk.

PMŠKA je dvojročné diaľkové štúdium, ktoré sa otvára každé dva roky pri Strednej priemyselnej škole stavebnej v úzkej spolupráci so Slovenskou ústrednou hvezdárenou v Hurbanove. Štúdium je určené absolventom stredných škôl s maturitou bez vekového ohraničenia, ktorým absolventi získajú kvalifikáciu pre prácu na astronomických zariadeniach, ako aj pre záujemcov o astronómii. V každom ročníku poslucháči absolvujú 10 trojdňových sústredení podľa schváleného plánu a jedno letné sústredestvie. Z každého absolvovaného predmetu sú študenti povinní vykonať ročníkové skúšky. Po úspešnom absolvovaní ročníkových skúšok sa štúdium končí maturitnou skúškou a absolvent dostane vysvedčenie.

Na PMŠKA sa prednášajú tieto predmety: Základy astronómie, Sférická astronómia, Základy vyšej matematiky, Vybrané kapitoly z fyziky, Základy výpočtovej techniky v astronómii, Astronomické prístroje a pozorovacie metódy, Meteorológia, Astrofyzika, Fyzika Slnečnej sústavy, Nebeská mechanika, Kozmológia a kozmogónia, Základy filozofie, Vybrané kapitoly z pedagogiky a psychológie, Vybrané kapitoly z matematiky, Raketová technika a kozmonautika. Výučbu vedú odborní pracovníci SÚH a externí učitelia.

INZERCIA

PREDÁM: KOZMOS od r. 1975 po r. 2000 vrátane (t. j. 26 kompletnejších ročníkov) čiastočne viacane (6 ročníkov), len v celku za 1500 Sk (+ poštovné). T. Hegedüs, L. Svobodu č. 1, 984 01 Lučenec.

I am looking for a 25x100 binocular or military binoculars, please do not hesitate to join me if you have this type of optics in sale. Best regards Jean-Laurent Pernice <jean-laurent.pernice@wanadoo.fr>

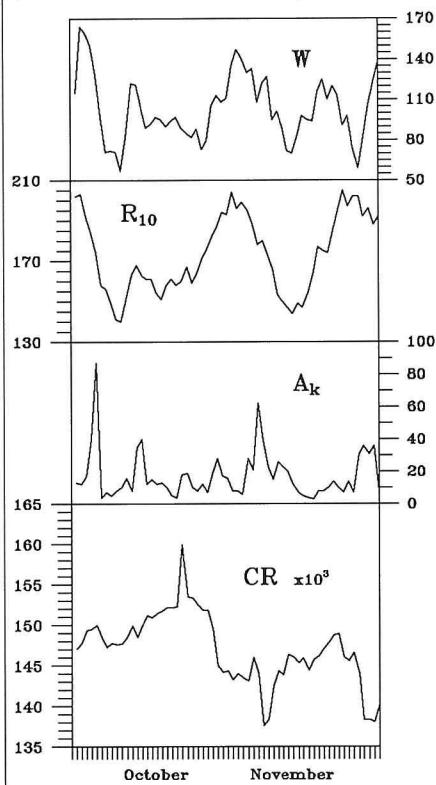
OPRAYV A PREDAJ ĎALEKOHLADOV A OPT. PRÍSTROJOV. B. Martinák, Svatoplukova 1467/30, 020 01 Púchov, tel.: 0903/162204.

KUPIM okulár f = 4 mm, alebo f = 6 mm. Kto poradí ako centrovat optiku na NEWTONE. Balko Pavol, Okružná 19, 050 01 Revúca. Tel.: 0941/4433769 alebo 4422485.

PRODAM dalekohled Newton 153/750, paralaktická montáž, hliníkový statív, hodinový strojek na batérie, hľadáček 6x30, polárny dalekohled, okulár Plossl f. 9 a 25 mm, měsíční filtr. Cena 22000 Kč. Ing. Vojtěch Miller, Palackého 376, 76811 Chropyně ČR.

Slnečná aktivita

(október – november 2000)



Môžeme zase konštatovať, že slnečná aktivita ešte ostáva na pomerne vysokej úrovni, hoci sa zdá, že po prechode obrovských škvŕn v septembri sa pomaly znížuje. Nedá sa však ešte povedať, či už sme na fáze poklesu cyklu slnečnej aktivity, a či ide iba o dočasný pokles. Stále ešte vieme málo o zákonitostach, podľa ktorých sa riadi úroveň slnečnej aktivity.

Aj z toho dôvodu sa pripravujú nové projekty výskumu. Najzaujímavejší z nich, s ktorým som sa v poslednej dobe stretol, je projekt slnečného observatória Solar Orbiter Mission. V popise a zdôvodnení projektu sa okrem iného píše: „Slnečná atmosféra a heliosféra sú pre nás unikátnym priestorom, kde môžeme skúmať fundamentálne fyzikálne procesy, spoločne pre slnečnú, astrofyzikálnu aj laboratórnu plazmu. A to v podmienkach, ktoré nemožno modelovať na Zemi a vo vzdialenosťi nepomerne menšej, než sú iné astronomické objekty. ... napriek úspechom, ktoré sa dosiahli pomocou sond Ulysses a SOHO, základné vedecké otázky spojené s podstatou Slnka, jeho koróny a slnečného vetra ostávajú nezodpovedané.“

Sonda má byť vypustená v januári 2009 na obežnú dráhu okolo Slnka s perihéliom 0,21 AU a aféliom 1,21 AU. Priestorové rozlíšenie prístrojov má byť až 0,05“, t. j. 35 km na povrchu Slnka, časové 0,01 až 1 s, podľa druhu prístroja. Počítá sa s množstvom prístrojov, ktoré budú pozorovať vo vizuálnej a ďalekej UV oblasti spektra.

Na rozdiel od iných sond bude mať táto možnosť po určitý čas rotovať synchronne so Slnkom, takže pozorovania aktívnych oblastí nebudú skreslené rotáciou.

Do realizácie je ešte pomerne ďaleko, avšak každoročne sa pripravujú rôzne menšie projekty. Napr. 28. marca t.r. sa má uskutočniť štart družice HESSI (High Energy Solar Spectroscopic Imager), ktorá bude získávať snímky slnečných protuberancí v röntgenovej a gama oblasti spektra.

MILAN RYBANSKÝ

Čierneho diera v centre našej Galaxie kŕmi supernova!

Röntgenový satelit Chandra objavil v centre našej Galaxie mohutný zvyšok po výbuchu supernovy, ktorý ovplyvňuje mechanizmus nasávania hmoty masívnej čiernej dierou v jej jadre.

Nedaleko jadra našej Galaxie sa nachádza zdroj Sagittarius A East, prstencový vyžarujúci rádiové emisie. Nachádza sa v súhvezdí Strelca, 6000 svetelných rokov od Zeme. Zdá sa, že Agr A East obklopuje čierneho diera Sagittarius A* (hviezdička prezrádza, že ide o bodový zdroj, ktorý vyžaruje rádiové vlny). Stred Sgr A East zdroja leží 6 svetelných rokov od čiernej diery. Prístroje Chandra umožnili rozlísiť pri Sgr A East okolité štruktúry aj v röntgenovej oblasti. Tak zistili, že ide o zvyšky supernovy, ktorá vybuchla približne pred 10 000 rokmi.

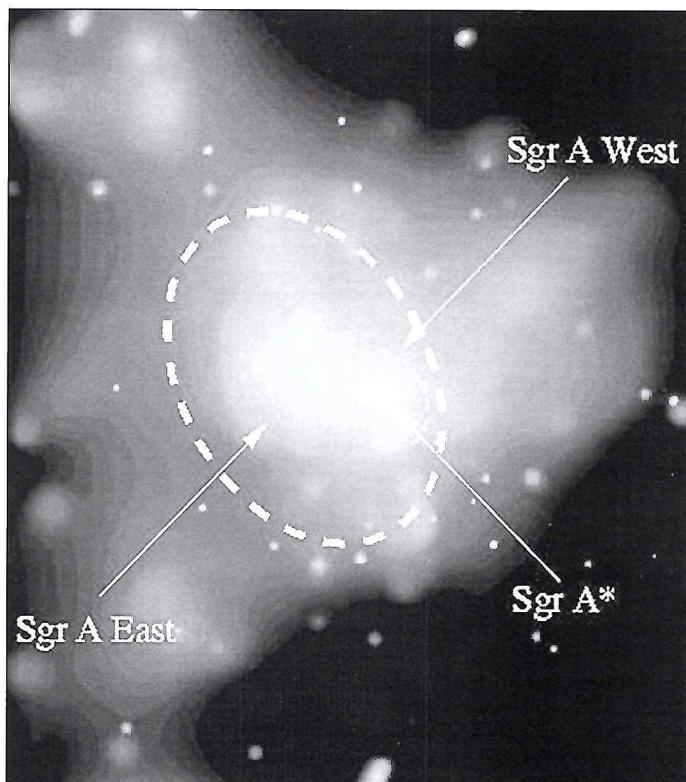
Horúci plyn, ktorý tvorí prstenec, je nasýtený ľahkými prvkami; je v ňom štyrikrát viac vápnika a železa ako na Slnku, čo je dôkazom toho, že ide o zvyšok po výbuchu supernovy. V našej Galaxii nejde o nijakú zvláštnosť. Podobných zvyškov po supernove sme objavili už niekoľko tuctov. Ani jeden z nich však neleží tak blízko pri čiernej diere.

Po explózii sa sformovali dve rázové vlny. Prvá, implozívna, zohriala vyrnutý materiál na 20 miliónov stupňov Celzia. Vonkajšia rázová vlna (šíriaca sa smerom od výbuchu) hniezde pred sebou chladnejší, ľahší plyn, ktorý zhustuje častice medzagalaktickej hmoty. Táto hmota obteká čierneho diera a kŕmi ju. Po období intenzívneho vykrmovania čiernej diery však nedávno, asi pred 200 rokmi, nastala doba pôstu.

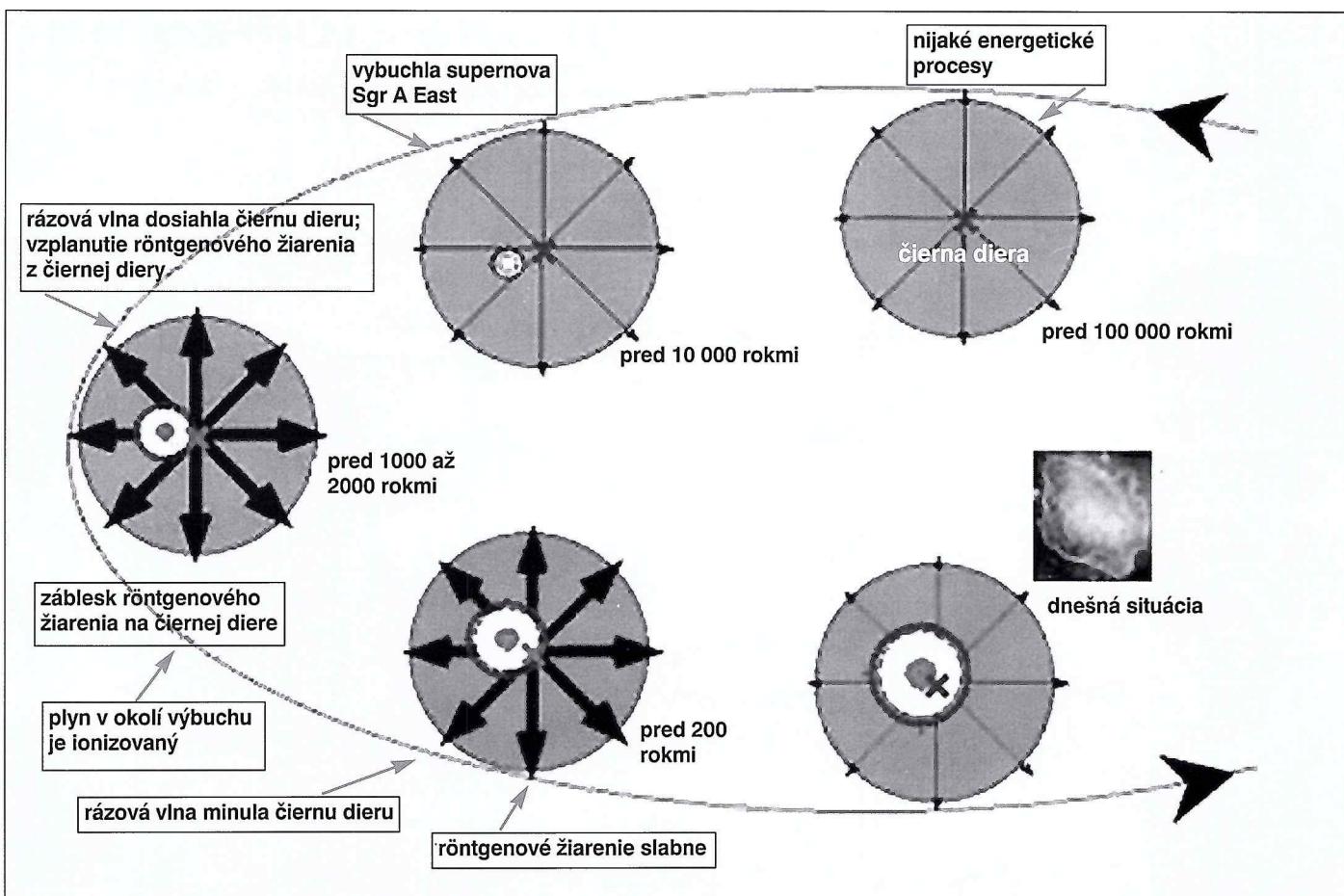
Ked' čierne diery strhávajú hmotu do gravitačného pažeráka, rýchlosť časťí sa zvýši bezmála na rýchlosť svetla. Z akreovanej hmoty sa uvoľňuje obrovská energia (väčšina v podobe röntgenového žiarenia), čo spôsobuje ionizovanie okolitého plynu do takej miery, že ho spektrometer na satelite Chandra dokáže detegovať. Röntgenové emisie čiernej diery sú v súčasnosti neobyčajne slabé, takže je skoro isté, že rázová vlna ju už minula. Spektakulárna interakcia vyvrcholila iba pred niekoľkými stovkami rokov, čo vysvetluje, prečo je supernovou vypudený plyn ešte vždy ionizovaný.

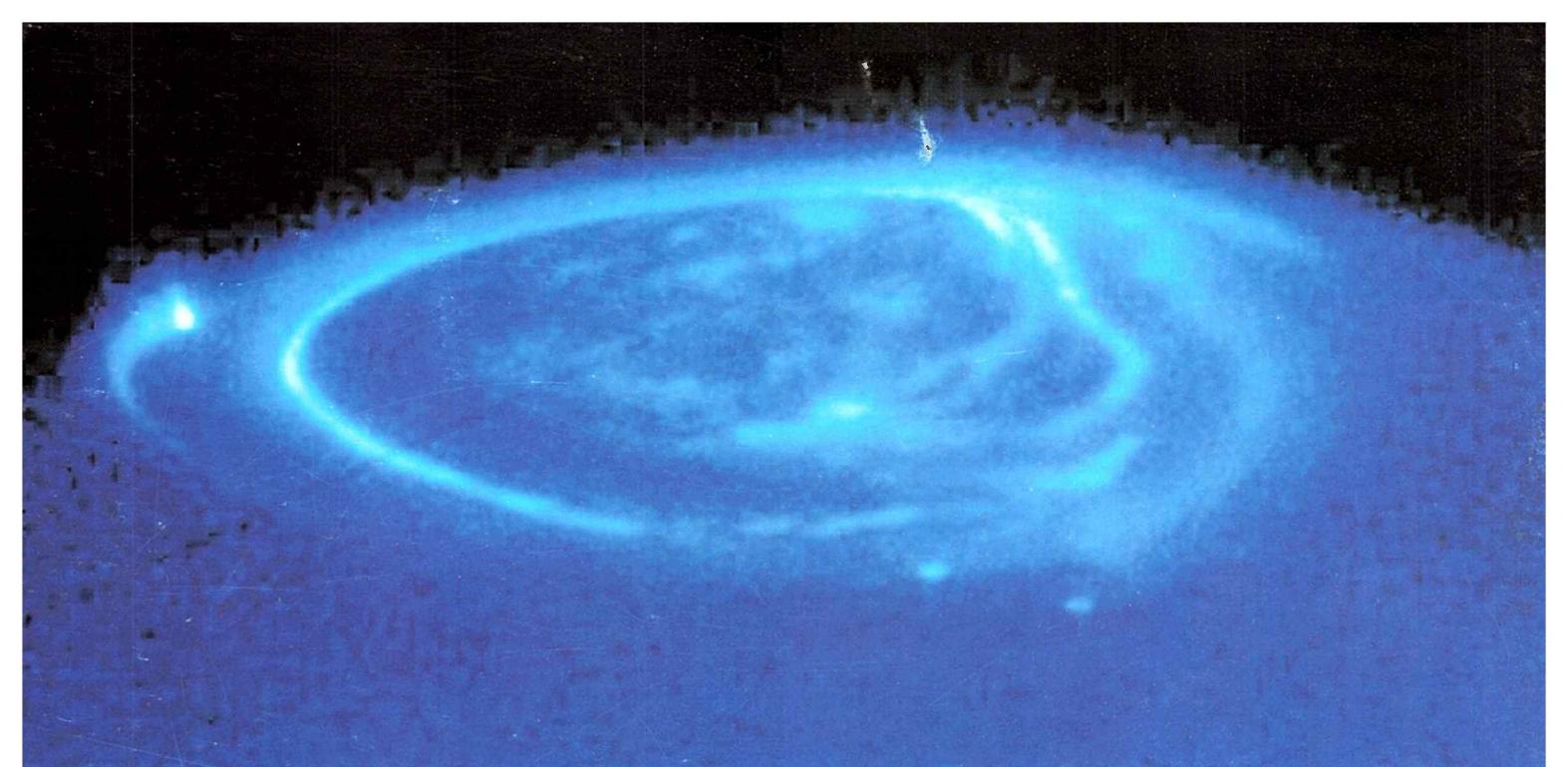
Obyav poslúži na pochopenie procesov v okolí čiernych dier. Väčšina vedcov sa nazdáva, že v strede väčšiny galaxií striehne masívna čierna diera, ktorá strháva okolity materiál. Takéto aktívne jadrá galaxií sa dajú odhaliť detegovaním röntgenového žiarenia. Výbuchy blízkych supernov môžu aktivitu čiernych dier ovplyvňovať. Inými slovami: pôsobia ako spínač, ktorý aktívne jadrá zapína a vypína.

Pennsylvania State University Press Releas



Röntgenová snímka pozostatkov po supernove Sgr A East. Čiarkované elipsy zviditeľňujú celú rázových vln (Sgr A East a Sgr A West) po výbuchu supernovy. Bodový zdroj Sgr A* je čierneho diera.





Túto snímku v ultrafialovom svetle exponoval špeciálny spektrograf na palube Hubblovho teleskopu. Zreteľne vidíme celú elipsu aurorálneho oválu, ohraničujúcu (v hornej časti) severný polárny limb Jupitera. Polárnu žiaru (tisíckrát mohutnejšiu ako polárna žiara Zeme) tvoria opomy svetla, ktoré „tkajú“ vysokoenergetické elektróny generované magnetickým poľom Jupitera, či presnejšie ich kolízie s atómami a molekulami rozptýlenými v atmosfére planéty. (Vedci sa domnievajú, že polárnu žiaru na Jupiteri negeneruje iba slnečný vietor, ale aj mohutné, rýchlo rotujúce magnetické pole planéty, ktoré strháva elektricky nabité časťice rozptylované do priestoru sopkami na Io, ale aj iný materiál). Na Jupiteri obyčajne vidíme hlavný ovál polárnej žiary; jeho stredom je severný magnetický pól planéty. Vo vnútri oválu vznikajú aj ďalšie, neú-

plné opony. Na tejto snímke však vidíme aj unikátnu aurorálne efekty, ktoré vyvolávajú magnetické „odtlačky“ najväčších mesiacov; ide pravdepodobne o nabité častice strhávané mesiacmi, ktoré mohutné magnetické pole Jupitera premiestňuje pozdĺž siločiar magnetického poľa bližšie k planéte do oboch polárnych oblastí. Aurorálny odtlačok Io je najmohutnejší, nakolko ioanské sopky pumpujú do okolitého priestoru rádovo viac materiálu ako ostatné mesiace (pri tých ide zväčša o zvyškový materiál po impaktoch). Odtlačok Io vidíme vľavo od limbu polárnej žiary; Ganymedov odtlačok je vpravo od stredu snímky, odtlačok Európy vpravo od Ganymeda. Tieto emisie vyvolávajú elektrické prúdy generované mesiacmi; pohybujú sa pozdĺž Jupiterovho magnetického poľa vo vrchnnej atmosfére (i nad ňou). Tieto úkazy na Zemi nevznikajú.

FOMEI astronomické d'alekohľady

R

FOMEI



Široký výber okulárov a filtrov.
Vybavenie fotokomory a príslušenstvo.
Filmy ILFORD s citlivosťou 50 - 3200 ASA.



Profesionálne čiernobiele a farebné materiály

ILFORD
FOTOMATERIAĽY