



Csillagászati hírek

Sós víz az Európán?

A Galileo űrszonda közeli infravörös térképező spektrométere a Jupiterholdak felszínéről visszavert sugárzás alapján számos anyagot el tud különíteni. Az Európát célzó mérések szerint a hold felszíne a vízjégen kívül egyéb anyagokat is tartalmaz. Thomas McCord (University of Hawaii) és kollégái sólerakódásra utaló jeleket találtak a jégkéreg felszíni repedései mentén. A kristályos szerkezetű só vízjéget is tartalmaz. Az anyag a repedések mentén, a mélybeli óceánból a felszínre törő vízből válhatott ki. Az Europa, sűrűsége alapján nagy mennyiségű kőzetet tartalmaz. A jégké-



reg repedései és a környező holdak helyzete alapján valószínű, hogy jelentős árapályfűtés melegítette és melegíti ma is az Európát. Elképzelhető, hogy a jég és vízréteg alatt, a kőzetburok felszínén kis energiájú vulkanikus jelenségek zajlanak. (Természetesen sokkal gyen-

gébbek, mint az erősebben fűtött Io esetében.) Ez felmelegíti a vizet, amely a kőzetek közt cirkulálva különböző ásványi anyagokat old ki. Így az Europa felszín alatti óceánja különböző kémiai elemeket tartalmazhat, melyekből kedvező esetben bonyolult molekulák, esetleg élő szervezetek is felépülhetnek. (*Astronomy* 1998/9 — Kru)

Hale-Bopp holdak?

Az elmúlt 15–20 év üstökös kutatása egyértelművé tette, hogy a kométákról a heves aktivitás miatt kisebb-nagyobb töredékek szakadnak le, gyakran kitérések keretében. Lehetséges, hogy a hosszabb életű fragmentumok átmenetileg holdakként keringenek az üstökös-mag körül. Zdenek Sekanina (JPL) a Hubble Űrteleszkóp nagy felbontású felvételein próbált az esetleges „bébi Boppok” nyomára akadni a Hale-Bopp-üstökösnél. Számítógépes képfeldolgozással csökkentette a belső kóma fényelnyelő hatását. Több bizonytalan pont is mutatkozott a mag közelében, melyek helyzete és száma időről időre változott. Mivel a HST a felvétel idején az üstökös mozgását követte, a csillagok hosszúkács csíkokat húztak, így ezek nem okozták a jelenséget. Sekanina szerint a pontok egy része leszakadt üstökösdarab lehetett, a legnagyobb akár fele akkora, mint a 40 km-es mag. Sokan kétkedéssel fogadták a feltételezést, mivel a pontok csak bizonytalanul látszanak, és némelyiket megfelelő irányba haladó jetek is okozhatták. (*Astronomy* 1998/8 — Kru)

Egyedi gömbhalmazok

A gömbhalmazokat sokáig kémiailag homogén csillagcsoportosulásoknak tekintették. Michael Briley (University of

Wisconsin) és kollégái a 4 m-es Blanco-teleszkóppal a 47 Tucanae és az NGC 6752 kis tömegű csillagait vizsgálták. Egy-egy halmazban belül, a csillagok között jelentős eltérésekre akadtak a Na, CH, CN gyakoriságot tekintve. A gömbhalmazok többsége a Tejútrendszer halójában lévő gázfelhők összesűrűsödésével keletkezett. A kémiai inhomogenitás arra utal, hogy a kérdéses gömbhalmazok első és utolsó csillagainak összeállása között fontos változások történtek. Az ősi felhők sűrűsödésével az elsőként létrejött nagytömegű csillagok szupernóvává váltak, és így nehezebb elemekkel szórták be környezetüket, melyből később további égitestek születtek. Az érdekes ötlet természetesen újabb bizonyítékokat igényel, hogy a halmazok fejlődési útjait jobban körvonalazhassuk. A szupernóva-robbanások anyaga például el is hagyhatja a kialakuló gömbhalmazt, a csillagközi anyag egy részét magával ragadva. (*Astronomy 1998/8 — Kru*)

E. Serabyn, D. Shupe, D. F. Figer egy, a Tejútrendszer magjában található halmazt vizsgáltak. A centrumtól 81,5 fényévre lévő G0.121+0.017 jelű halmaz nagy tömegű csillagait a Keck I teleszkóppal figyelték a közeli infravörös tartományban. A halmaz csillagainak többsége a központi 12" (1,5 fényév) átmérőjű részében csoportosul. A halmaz nagyon sok, kb. 120 forró, 20 naptömegnél nehezebb O csillagot tartalmaz, ezek össztelege kb. 5 ezer naptömeg. Nem könnyű hasonló kategóriájú halmazt találni a közelben. Tejútrendszerünkben az NGC 3603 a legnagyobb H II régió, melyet jól látunk a mi helyzetünkben, a W49A pedig a Tejút korongjának valószínűleg legfényesebb csillagkeletkezési régiója — mindkettő kb. fele ennyi O csillagot tartalmaz. Az O csillagok sűrűsége csak a Nagy Magellán-felhő 30 Doradus jelű H II régiójának központi R136 halmazával mérhető össze, de az sem ennyire kompakt (l. Meteor 1998/4. 11. o.). A G0.121+0.017 halmaz teljes tömege az O csillagok alapján 1,5–6·10⁴ naptömeg. (A spirálkarok fiatal halma-

zai 10²–10³ naptömegűek, a Tejútrendszerhez hasonló, nyugodt galaxismagok nagy halmazai 10⁴–10⁵, az ütköző, heves csillagkeletkezéssel rendelkező galaxisok szuper csillaghalmazai pedig 10⁵–10⁸ naptömegűek.) A halmazban található Wolf-Rayet-csillagok nemrég lezajlott csillagkeletkezésre utalnak, a képződmény kora így 5 milliárd év alatti, de lehet, hogy csak 1 milliárd év. (*Nature 1998/7/30 — Kru*)

A holdpálya fejlődése

Kísérőnk, a Hold, valószínűleg egy hatalmas ütközés során keletkezett. Egy a Marshoz hasonló méretű bolygócsíra találkozott a Földdel, és a kirepülő törmeléből állt össze kísérőnk. Kialakulásakor sokkal közelebb keringett bolygónkhoz, mint napjainkban. Jihad Touma (University of Texas) és Jack Wisdom (MIT) vizsgálatai szerint kezdetben mindössze 22 ezer km-re keringett a Föld felszínétől. Ekkor szerintük a Föld tengelyforgási ideje csak 5 óra volt. A Föld-Hold rendszerben fellépő árapály-kapcsolat lassította bolygónk tengelyforgását, és ezzel párhuzamosan növelte a Hold keringési távolságát. Mindezek a folyamatok nem egyenletesen zajlottak. A számítások szerint nagyságrendileg mindössze ezer évvel a Hold kialakulása után kísérőnk olyan rezonanciapályára került, melyen excentricitása 0,5-re nőtt. Az elnyúlt pályán fellépő erős árapályfűtés megolvashatta külső rétegeit, ami közreműködött vasban szegény kérgének kialakulásában. Miután tovább távolodott, újabb rezonanciapályára jutott, és kilöködött a Föld egyenlítői síkjából, pályahajlása egészen 12 fokig nőtt. A keringési távolság a továbbiakban egyre lassabban növekedett, a jelenlegi távolság felé életének első néhány 100 millió évében már elérte. A kutatók hangsúlyozzák, hogy mindez csak egy a lehetséges fejlődési utak közül, mindazonáltal érdemes figyelmet fordítani a holdpálya és a Hold fejlődése közötti esetleges kapcsolatokra. (*Sky and Tel. 1998/9 — Kru*)

Felpörgő neutroncsillag

A szupernóvarobbanás után visszamaradt neutroncsillagok sajátos csoportját képviselik az 1982-ben felfedezett milliszekundumos pulzárak. Míg a „normál” pulzárak forgási periódusa általában 0,1–3 másodperc körüli, ezeké millimásodperces nagyságrendű, egyetlen másodperc alatt 1000-szer is megfordulhatnak tengelyük körül. Kettős rendszerekben a szupernóvává alakult egyik égitest nyomában visszamaradó neutroncsillagra a társáról anyag áramlik át. Az akkréciós korongban bespirálózó anyag a neutroncsillagra hullik, és perdületét átadva egyre gyorsabb forgásra készíti azt. A felpörgetés végül milliszekundumos pulzárt hoz létre. Ez a folyamat a fiatal neutroncsillagoknál csak gyengén működik, mivel erős (kb. 10^{12} gauss) mágneses térrel rendelkeznek. Ez kiterjedt magnetoszférát alkot, melyben az anyag az erővonalakkal együtt mozog. A rövid életű O, B csillagokat tartalmazó kettős rendszerekben a pulzárak valóban csak másodperces-századmásodperces forgási periódusúak.

Az idős neutroncsillagok mágneses tere gyengébb, itt a magnetoszféra megenyedi, hogy az anyag a felszín közelébe jutva gyorsabban mozogjon, és jobban felpörge az égitestet. Ebben a felpörgő szakaszban a behulló anyag erős röntgensugárzást bocsát ki. A röntgensugárzó fázist, mely a „lassabb” pulzárakat és a már felpörgetett milliszekundumosakat összeköti, mindeddig nem sikerült megtalálni. Rudy Wijands (University of Australia) és Michael van der Klis (University of California) 1996 szeptemberében akadt a hiányzó láncszemre. A BeppoSAX műhold által megfigyelt átmeneti röntgen felfénylés forrását SAX J1808,4-3658 jellel látták el. 1998. áprilisában az RXTE műhoddal ugyanezen az égrészen röntgensugárzást észleltek, melynek forrása ezúttal az XTE J1808-369 jelzést kapta. A két forrás valószínűleg ugyanaz a kettős, mely kb. 13 fényév távolságban található. A sugárzás, melyben periodikus ingado-

zást lehetett kimutatni, egy kis tömegű röntgen kettős rendszerből eredhet, mely egy gyenge mágneses terű, felpörgő neutroncsillagot tartalmaz. (A kis tömegű röntgen kettősöknél a neutroncsillag vagy fekete lyuk társának tömege 1 naptömeg alatti.)

A 2,49 milliszekundum forgásidejű neutroncsillag tömege max. 1,4 naptömeg, sugara max. 10 km. 0,1–0,2 naptömegű társa kb. Föld–Hold távolságban mintegy 2 óra alatt kerüli meg. A neutroncsillag magnetoszférájának sugara (melyben az anyag az égitesttel együtt forog) max. 31 km-nek adódott, a felszíni mágneses mező 10^8 gauss. Jelenleg a behulló anyagtól ered a röntgensugárzás. A felpörgetés végével a röntgensugárzás megszűnik, és a rádió tartományban sugárzó milliszekundumos pulzár marad vissza. Elképzelhető, hogy az anyag behullása szakaszos, és így csak időnként jelentkezik röntgensugárzás — emiatt nem találtunk eddig ilyen objektumokat. (*Nature* 1998/7/23 — *Kru*)

Caliban és Sycorax

Mint arról a Meteor 1998/5. számában beszámoltunk, nemrég kettővel gyarapodott az Uránusz ismert holdjainak száma. Az átmenetileg 1997 U1 és 1997 U2 jelzéssel ellátott kísérőknél a felfedezők a Caliban és Sycorax nevet javasolták Shakespeare Vihar című művéből, folytatva az uránuszholdak elnevezésének hagyományát. Bár a döntésben illetékes IAU bizottságok más javaslatokat is megfontolhatnak, a felfedezőket előnyben részesítik. A 2000-ben esedékes döntésig a hivatalos megnevezés mellett zárójelben használhatók a fent javasolt nevek is az alábbiak szerint: Uránusz XVI (Caliban), Uránusz XVII (Sycorax). (*Sky and Tel.* 1998/9 — *Kru*)

A „leghidegebb” csillag

David Ciardi (University of Wyoming) és kollégái a Tejútrendszer eddig ismert leghidegebb csillagára akadtak. A „langyos” égitest felszíni hőmérséklete mindössze 1700 K. A Napunktól 160

fényévre lévő objektum egykor forróbb, fényesebb és egyben nagyobb tömegű csillag is volt. „Vesztét” az okozta, hogy egy kettős rendszerben található, ahol fehér törpe társa kb. Föld–Hold távolságra van tőle. Kísérője az idők során hatalmas anyagtömeget szívott el róla, a csillag jelenlegi tömege már csak huszonötöde a Napénak. Az anyagelszívásra tett becslés alapján a redszer kora minimum 10 milliárd év. Az ilyen koradatok igen fontosak napjainkban, amikor a különböző mérési módszerek a Világegyetem korára eltérő eredményeket adnak. (*Astronomy 1998/9 — Kru*)

Az ϵ Eridani üstököse?

Az ϵ Eridani a legközelebbi Napunkhoz hasonló csillag, mintegy 10 fényévre található, kora kb. tizede a Napénak. Jane Greaves (Joint Astronomy Center, Hawaii) és kollégái a Mauna Keáról, a 15 m-es James Clerk Maxwell teleszkópra rögzített SCUBA érzékelővel vizsgálták a csillag körüli poranyagot, a rövidhullámú rádiótartományban. Az égitestet övező porgyűrű a Vega, a Fomalhaut és a β Pictoris körüli képződményekre hasonlít (l. Meteor 1998/6., 9. o.). A korongra „felülről” látunk rá, mérete a mi Kuiper-övünkhöz hasonló. Az ϵ Eridani üstökösfelhőjének sűrűsége azonban kb. ezerszer nagyobb, mint a Kuiper-övé. A korong belső, anyagszegény részének mérete a plútópálya átnérőjéhez közeli. Az ezt övező gyűrűben az anyag eloszlása egyenetlen. A legnagyobb csomó a gyűrűben, vagy annak belső peremén keringő óriásbolygóra utal. Ha az ϵ Eridaninak vannak is kísérői, azok kicsik lehetnek, vagy távol keringhetnek. Erre az eredményre jutott Geoff Marcy (San Francisco State University), aki az elmúlt 11 évben a csillag mozgásában esetleges bolygók gravitációs hatását kereste. Eszerint 3 jupiter-tömegnél nehezebb bolygó nincs a csillagtól 5 Cs.E.-en belül, de kisebbek természetesen lehetnek. (*Science 1998/7/10 — Kru*)

Március 15-én a Keck II teleszkóppal az A típusú, kb. 10 millió éves, 220

fényév távolságban lévő HR 4796 jelű csillagról készítettek felvételeket. Az égitest körül egy 110 K-es hőmérsékletű korong mutatkozott, melynek külső határa háromszoros Nap–Plútó távolságban húzódik. A feltehetőleg üstököszerű objektumokból álló korong belső, a csillagtól 30–50 Cs.E.-ig terjedő része „üresnek” mutatkozott. Innen feltehetőleg fiatal óriásbolygók söpörték ki az anyagot. (*Sky and Tel. 1998/7 — Kru*)

Alkonypír a Holdon

Holdunknak ritka, gyorsan változó légköre van, mely közel hetente kicserélődik. A mindössze néhányszor 10 tonna atmoszféra tömegét egy-egy Apollo-expedíció átmenetileg 10–20%-kal növelte meg. A ritka gázburok kiterjedt, üstököscsóvaszerűen elnyúlik a Nappal ellentétes irányba, és folyamatosan áram-



lik az űrbe. Az anyagvesztés fő oka nem is a Hold gyenge gravitációs tere, sokkal inkább a napsugárzás ionizáló hatása, és a napszél, mely elragadja az így keletkezett töltött részecskéket. A jelentéktelen atmoszférában több holdszondának mégis sikerült érdekes fényjeleséget megfigyelni naplemente után és napfelkelte előtt. Ilyen alkonypír látható a Surveyor-7 mellékelt felvételén is. A horizont felett lévő halvány, szakadozott sáv megjelenése a Nap mozgásának és a domborzati formáknak megfelelően változott. A légkör nátrium atomjainak fluoreszkálása, és a terminátornál lebegő, mikronos méretű, elektromos töltésű porról visszaverődő napfény okozza a jelenséget. (*The Moon 121/10 — Kru*)

Távolságmérés kettősökkel

Egy kutatócsoport a Nagy Magellán-felhő távolságát fedési kettősök vizsgálatával próbálta pontosítani. A Hubble Űrteleszkóppal Edward Guinan (Villanova University) és kollégái ilyen kettős rendszerekben mérték a csillagok keringési sebességét, melynek felhasználásával keringési távolságukra következtek. A fedések időtartama alapján pedig az égitestek méretét becsülték meg. Eközben spektroszkópiai és fotometriai megfigyelésekkel megállapították a HV2274 rendszer két, egymáshoz hasonló komponensének a felszíni hőmérsékletét, mely 22 700 K körülínek adódott. Mindezekből a két csillag luminozitására következtek. A fedések között 14^m -s kettős Földtől mért távolsága így 162 ezer fényévnek adódott, $\pm 3\%$ -os hibával. Ugyanezt a távolságmérési módszert Krzysztof Sfanek (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics) és kollégái mintegy 20-szor nagyobb távolságra kívánják alkalmazni. Az M31-ben és az M33-ban keresnek fedési kettősöket, a távolságértékek pontosítása végett. (*Sky & Tel.* 1998/8 — *Kru*)

Üstökőszapor 35 millió évvel ezelőtt?

K. Farley (Caltech) A. Montanari (Osservatorio Geologico di Coldigioco), valamint E. Shoemaker és C. Shoemaker véleménye szerint kb. 35,6 millió éve (a felső eocénban), üstökőszapor érte a Földet. Egy, az Oort-felhő közelében elhaladt csillag sok üstököst lódtított a Naprendszer belső térségei felé, melyek közül több is eltalálta bolygóinkat. Állításukat több, egymástól független bizonyítékra alapozták. Az Észak-Szibériában található 100 km-es Popigai-kráter és az 56 km-es Chesapeake Bay-kráter kora egyaránt 35 millió év. Ugyanebből az időszakból az üledékes rétegekben becsapódásokból származó törmelék mutatkozik. Két különálló rétegben szokatlanul nagy az iridium és a platina csoport elemeinek gyakorisága, melyek

a földfelszínre vulkáni tevékenységgel, vagy becsapódásokkal juthatnak. Emellett a ^3He izotóp aránya is maga-sabb a szokásos értéknél. Ez az elem jó nyomjelzője a bolygóközi térből a Földre érkező anyag mennyiségének. Az óceánfenéki üledékek ^3He -ban a feltételezett első becsapódás előtt kb. 500 ezer évvel mutatnak feldúsulást, és még kb. 2,5 millió évig szokatlanul magas az arány. A fent említett megfigyelések egyik lehetséges magyarázata, hogy hosszabb időszakon át záporoztak a kisebb-nagyobb üstökősmagok bolygónkra. Az ekkor keletkezett krátereknek csak két nagyobb képviselője a fent említett Popigai és Chesapeake Bay kráter. (*Astronomy* 1998/9 — *Kru*)

Hasonló kutatások során született meg az Eltanin kisbolygó elnevezése. Ezt az aszteroidát hiába is keresnénk a kisbolygó katalógusokban. Az Eltanin egy 1–4 km közötti méretű földszúroló kisbolygó lehetett, mely kb. 2,15 millió éve csapódott a Csendes-óceánba. A név az Eltanin kutatóexpedíciótól származik, mely a 60-as években a Csendes-óceán déli részén vett mintákat a mélytengeri üledékekből. 1995-ben a Polarstern expedíció járt ugyanezen a területen, és megismételte a vizsgálatokat. Az egykori becsapódásra egy iridiumban gazdag réteg utalt az üledéksorban, melynek nagy arányú megjelenése kozmikus eredetre utal. Kráter és szilikátos törmelékanyag nem mutatkozott — eszerint a robbanás nem az óceán fenekén, hanem még a vízrétegben történhetett. Az energiaszabadulás hatalmas szökőárakat gerjeszthetett, melyek a partvidéken rakták le hordalékukat. Ezek jórészt lepusztultak, de pl. az Antarktisz egyes részein és a perui Pisco közelében ma is található olyan anyagok, melyek feltehetőleg ehhez az eseményhez kapcsolódnak. A becsapódás 2,15 millió évvel ezelőtt történt, a pleisztocén jégkorszakok előtt, de a becsapódás és a jégkorszakok között valószínűleg nincs kapcsolat. (*Nature* 1997/11/27, *Astronomy* 1998/3 — *Kru*)