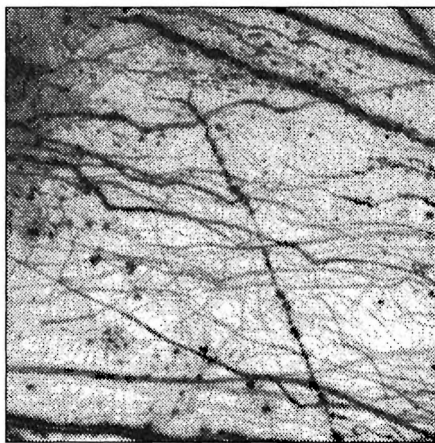




# Csillagászati hírek

## Vulkánok az Európán?

A Galileo űrszonda e sorok írásakor halad el a Jupiter egyik legérdekesebb holdja, az Europa közelében (1996. dec. 19-én, 692 km-re). Bár korábban csak 156 ezer km-ről örökölte meg a holdat, azok a felvételek is sok érdekességgel szolgáltak. Míg a Voyager-szondák adatai alapján igen simának tekintették az Europa felszínét, most megváltozott ez a nézet, ugyanis két dómszerű kiemelkedést találtak a szakemberek a hold felszínén. A Cilix nevű forma a korábbi Voyager-felvételeken 16 km átmérőjű kráternek látszott, de az új képeken nem mélyedésnek, hanem mintegy 1 km magas kiemelkedésnek tűnik. Világosabb belső részét sötétebb terület veszi körül. Sajnos a felvételek felbontása részletesebb vizsgálatához nem elegendő.



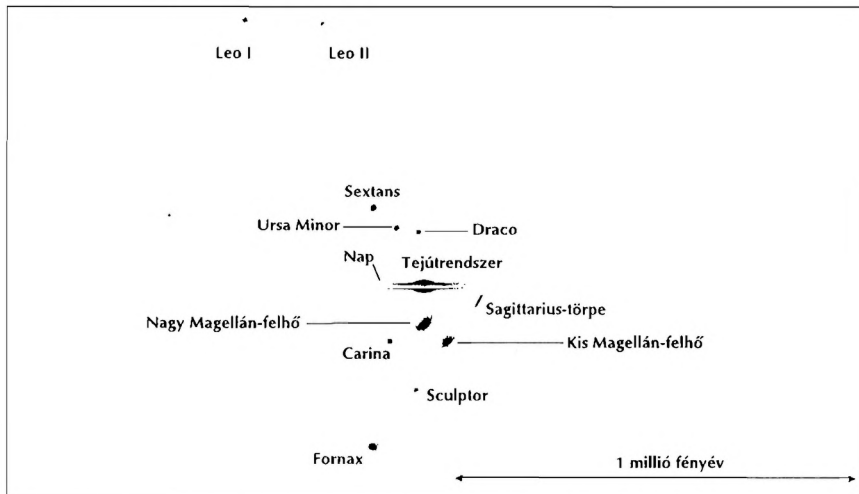
Az Europa felszínén, főleg a követő féltekén, ún. pettyezett, sötétebb foltokat találunk. Itt a sötét anyag valószínűleg

csak a felszín közelére korlátozódik, egy 30 km-es becsapódásos kráter ugyanis a sötétebb réteget átszakítva kirobbantotta a mélyebben lévő világosabb jéganyagot, néhol egészen 100 km-es távolságba repítve. (Ez a felvétel a Meteor 1996/9. számának 15. oldalán látható.) A Galileo felvételein a terminátor közelében néhol sok kráterszerű mélyedés sejtethető, míg másutt ilyenek nem mutatkoznak. Ha valóban krátereket látunk (a jelenlegi felbontással ez nem állapítható meg), akkor egyes területek lényegesen idősebbek a korábbi becsléseknél. Elképzelhető, hogy a képen itt-ott feltűnő apró, sötét foltok vulkánkitörések révén keletkeztek. Itt a kirepült anyag sötétebb színű volt, és a felszínen szétszóródva diffúz peremmel elhatárolható területet alkot. Némelyikük centrumában világosabb folt is látható. *A kívül sötét, belül világos* tendencia egyes hosszanti töréseknél, az ún. hármas sávoknál is mutatkozik. (Egy ilyen formációra, a Belus Lineára rakódik az előbb említett kráter törmelékanyaga.) Meglepő módon egy helyütt a sötét pöttyök annyira szorosan sorakoznak egymás mellett, hogy összefüggő sávot alkotnak. Ha a vulkanikus modell helytálló, akkor itt a jégkéreg hosszú repedése mentén, egy vonalban zajlottak le a kitörések. Egyelőre meg kell elégednünk a feltételezésekkel, a válasz azonban remélhetőleg nem késik. A Meteor következő számaiban új, az eddigieknél közel 100-szor jobb felbontású felvételekkel szolgálunk majd, melyeket a szonda december és február között sugároz vissza a Földre. (*Science* 1996/10/18 — *Kru*)

## A mi gyilkos galaxisunk

A Világegyetem hatalmas méretskáláin is farkastörvények uralkodnak: a nagyobb galaxis gravitációs tere révén elnyeli, darabjaira szakítja a túlságosan közel merészkedő kisebb csillagvárosokat. Mivel Tejútrendszerünk is a tekintélyes galaxisok közé tartozik, élete folyamán több alkalommal is magába olvasztott kisebb csillagvárosokat, sőt, jelenleg is aktív kölcsönhatásban áll.

Amikor egy kisebb galaxis közelít hozzánk, a Tejút erősebben vonzza a hozzá közelebb eső oldalát, mint az átellenben lévő részt. A különbség a közeledés során egyre növekszik, míg végül meghaladja az apró csillagvárost összetartó belső vonzóerőt, ezért a galaxis felbomlik. Alakja lassan megnyúlik, végül pedig teljesen széteszlik a térben. Beolvad Tejútrendszerünkbe, és csak egy-máshoz hasonló pályájú és korú csil-



Rodrigo Ibata, Gerard Gilmore és Mike Irwin angol csillagászok 1994-ben egy kiterjedt csillagcsoportot fedeztek fel a Sagittarius csillagkép irányában. A hasonló korú égitestek együtt haladnak a térben, valószínűleg egy jelenleg felbomló, bekebelezett csillagváros tagjai. Ezt a galaxist — illetve maradványát — nevezték el Sagittarius-törpének. Tejútrendszerünk magjának „túloldalán”, a centrumtól mintegy 60 ezer fényévre helyezkedik el, így ez a legközelebbi ismert galaxis, közelebb van a Tejút centrumához, mint a galaktikus korong peremvidéke. A fősík „alatt”, 20 ezer fényévre található, csillagai pedig egy 25 ezer fényév hosszúságú, elnyúlt térségben oszlanak el. Alakját Tejútrendszerünk erős gravitációs tere torzította el.

lagok áramlásaként figyelhető meg. A Sagittarius-törpe csillagai már annyira szétszóródtak, hogy egymásra kifejtett vonzóerejük nem képes együtt tartani a rendszert. Csillagai két csoportba rendeződnek — azt is mondhatjuk, hogy a Tejútrendszer kettétépte az eredeti objektumot. Az elhaló csillagváros legalább négy gömbhalmazal járult hozzá Tejútrendszerünk „vagyonához”. Ezek közül legismertebb az M54, amely az  $\omega$  Centauri után a második legnagyobb abszolút fényességű gömbhalmaz a Tejút fennhatósága alatt. A három halványabb az Arp2, valamint a Terzan 7 és 8.

Sok kutató szerint a most megfigyelt bekebelezés nem egyedi jelenség. Hasonló folyamatok nyomait őrzik a Tejútrendszer halójában egymással hasonló

pályán keringő, és hasonló fémtartalommal rendelkező csillagcsoportok. Elképzelhető, hogy kezdetben galaxisunkat több száz tagból álló hatalmas galaxisraj vette körül. Ezek egymás után olvadtak bele csillagvárosunkba, és a ma ismert objektumok csak az ősi populáció néhány túlélőjét képviselik. (*Astronomy* 1996/12 — Kru)

## Bolygóközi keringő

Napjainkban sorra fedezik fel a Naprendszerünkön kívüli bolygójelölteket (l. Meteor csillagászati évkönyv 1997, 160. o.). Amennyiben saját bolygóink és e távoli világok égitestjeinek elhelyezkedését összehasonlítjuk, érdekes eredményeket kapunk. Jelenlegi bolygókeletkezési elméleteink alapján egy jupiterszerű, gázból álló óriásbolygó legalább néhány Cs.E. távolságra alakulhat ki a Nap, vagy egy hozzá hasonló csillag körül. A kőzetbolygók keletkezési távolsága közel áll a Merkúr jelenlegi távolságához, 0,4 Cs.E.-hez. Az utóbbi távolságban a Nap körül 90 nap a keringési idő.

Valószínűleg jupiterszerű égitest kering az 51 Peg, a  $\tau$  Boo és az  $\upsilon$  And körül. Azonban ezek pályája rendkívül közel van a központi égitesthez, keringési idejük mindössze 3–5 nap közötti. Hasonló az 55 Cnc helyzete is, itt a bolygó keringési ideje 14,8 nap. Ezzel ellentétben olyan Jupiter tömegű égitesteket is találunk, melyek messzebb, ám rendkívül elnyúlt pályán keringenek, pályáik excentricitása 0,3–0,4 körüli. A fenti bolygórendszerek tehát a miénktől lényegesen eltérnek. A különbség azonban lehet, hogy csak látszólagos. Egy újabb elmélet szerint az égitestek bolygóközi gravitációs zavarok, perturbációk révén nyerhetik el sajátos helyzetüket. A jelenséget az 51 Peg példáján vizsgáljuk meg. Tegyük fel, hogy a csillagtól nagy távolságra — a hagyományos elképzeléseknek megfelelően — két vagy több Jupiter tömegű bolygó keletkezik. A két égitest — különböző okokból — kölcsönhatásba léphet egymással, és így megváltozhat

pályájuk. A bolygóközi tánc végeztével az egyik bolygó kilöködhet a rendszerből, vagy pedig távoli, elnyúlt pályára állhat. Társa pedig — amelyik lendületet veszített —, a csillaghoz közeli periaapszis pontú (kis minimális távolságú) elnyúlt pályára kerülhet. Ha elég közel jut a központi égitesthez, annak árapály ereje kör alakúvá formálhatja pályáját. Ez akár a csillag kiterjedt külső légkörében is történhet. Végül egy belső, kör pályán keringő bolygót, és esetleg egy távoli, elnyúlt ellipszisen mozgó égitestet kapunk. Az elméleti számítások szerint a két bolygó össze is ütközhet. Anyaguk nagy része egybeolvad, a ki-dobott törmelékekből pedig további bolygók, vagy haldok születhetnek. Napjainkban nyílik lehetőség saját Naprendszerünk és más bolygórendszerek összehasonlítására — és ez kétségtelenül sok újdonsággal, felismeréssel szolgálhat. (*Science* 1996/11/8 — Kru)

## „Csillagpor” a Földön

Az idős, óriássá puffadt csillagok légkörében, és a szupernóva-robbanások tárguló felhőiben apró, mikroszkopikus méretű szilárd szemcsék keletkezhetnek. Az így létrejött „csillagpor” szétterjed a Tejútrendszerben, egy része Naprendszerünk születésekor, az ősködben is jelen volt. A bolygókeletkezés során ezek nagyobb szemcsékbe épültek, és néhányuk a meteoritok belsejében bolygónk felszínére hullott. A meteoritokban lévő parányi „csillagporszemek” izotóp összetételük alapján különíthetők el a „hazai” anyagtól. Az érdekes jelenséget elsőként Roberto Gullino (University of Toronto) ismerte föl, nüntegy öt évvel ezelőtt. A parányi grafit, szilíciumkarbid, alumíniumoxid, és egyéb szemcsék sokat eláruznak keletkezési körülményeiről. Egyes grafit és szilíciumkarbid szemcsék  $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$  izotóp,  $^{28}\text{Si}$ , valamint  $^{44}\text{Ca}$  tartalmuk alapján szupernóva-robbanások során keletkezettek. Más szemcsék alacsony széntartalma kis tömegű, felfűvódott csillagokra utal (aszimptotikus óriáság, AGB), ahonnan csillagszelekkel jutottak ki a világűrbe.

Elektronmikroszkópos vizsgálatokkal a kis szemcsék centrumában egészen apró titánkarbid kristályok láthatók, melyeket réteges grafit sorozat burkol be. Ez a keletkezés körülményeibe enged bepillantást. A központi titánkarbid szemcse keletkezett elsőként, ennek kialakulásához viszonylag nagy nyomás szükséges. Az AGB csillagok légkörének adott szintjén jelenlévő nyomás azonban csak százada a szükségesnek. A csillagok légkörében erős turbulenciák lehetnek jelen. A csillagszél jetek, anyag-sugarak formájában néhol sokkal erősebb az átlagosnál — ez pedig nyomás növekedéshez vezet. A vörös óriásokból származó alumíniumoxid szemcsék az  $^{18}\text{O}$  izotópból mutattak szokatlanul keveset. Ez azzal is magyarázható, hogy a szemcsék kikondenzálódása előtt az őket alkotó gázok a csillagok mélyére jutottak, és ott nehezebb elemek „főttek” belőlük. A következtetések persze még elég bizonytalanok. Mindez érthető is, hiszen túlságosan sok és alig ismert folyamat hagyta nyomát a szemcséken, melyek szülőcsillagukból kilépve csak hosszú vándorlás után jutottak a Naprendszer ősködébe. (*Science* 1996/11/15 — Kru)

## Ütköző üstökösök

Mint arról a Meteor 1996/11. számának 13. oldalán beszámoltunk, a Neptunuszon túl, a Kuiper-övben keringő inaktív, fagyott üstökösmagok élete sem lehet unalmas. Jane Luu és David Jewitt, akik a Kuiper-öv első számú kutatóinak számítanak, 14 ilyen messzi égitest visszavert színét vizsgálták, valamint 6 Kentaur-csoportbeli objektumét. Kentauroknak a Kuiper-övből, tehát a Neptunuszon túlról származó, és az óriásbolygók közé tévedt égitesteket nevezik. (Ezek dinamikailag instabil helyen vannak, a gázóriások néhány százezer, millió év alatt kipenderítik jelenlegi helyükről.) Az elméleti feltételezések és a korábbi észlelések alapján arra számítottak, hogy egymáshoz hasonló, vörös színűek lesznek a kiszemelt objektumok. A Naptól távol, a jeges test fel-

színét bombázó kozmikus sugarak vörösre festik az évmilliók során. A megfigyelések azonban a színek sokkal szélesebb skáláját mutatták. Mindez arra utal, hogy a korábbi elvárásokkal szemben felszínük nem érintetlen, változatlan. A Neptunuszon túli objektumoknál a napsugárzás alig változtatja a felszínt. Valószínűleg az egyes objektumok közötti ütközések okozzák a jelenséget, ami ezek szerint nem lehet ritka esemény. (*Astronomy* 1996/12 — Kru)

## Szelet az Univerzumból

A Hubble Űrteleszkóp 1995 decemberében az Ursa Maior csillagkép irányába készített hosszú expozíciós idejű felvételt. A kitűnő határfényességű képen számtalan nagyon távoli galaxis látható. Judith Cohen (CALTECH) és munkatársai, a csillagvárosok távolságát próbálták meghatározni, azaz „háromdimenzióssá” tenni a képet. Összesen 140 galaxisról készítettek spektrumfelvételt a 10 méteres hawaii Keck-teleszkóppal. Ebből megállapították azok vöröseltolódását, amely érdekes eloszlást mutatott. A galaxisok vöröseltolódás-értékei hat csoportba rendeződnek. Mivel ez távolságukkal arányos, a vizsgált csillagvárosok nagy része hat csoportot alkot a valóságban. Egy-egy csoport tagjai egymáshoz közel, de a többi csoporttól messze helyezkednek el a térben. Az Űrteleszkóp tehát hat hatalmas, galaxisokból álló falon tekintett keresztül a felvétel készítésekor. Már jó ideje tudjuk, hogy a Világegyetemben a galaxisok és a galaxishalmazok nem egyenletesen oszlanak el. Hatalmas láncok, lapok, buborékok felületei mentén csoportosulnak. Eddigi méréseink csak a Világegyetem „közeli” részeire korlátozódtak. Bár a jelenlegi felvétel csak egy apró minta, kis szelet a Világegyetem messzi részéből, mégis arra utal, hogy nagy távolságban is hasonló szerkezeteket, hasonló szuperhalmazokat találunk a világűrben. (*Science* 1996/10/18 — Kru)