

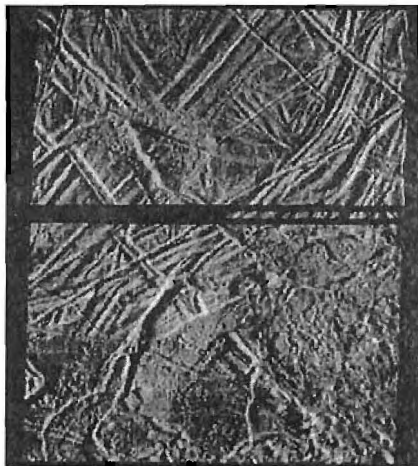


Csillagászati hírek

Vulkánok az Európán!

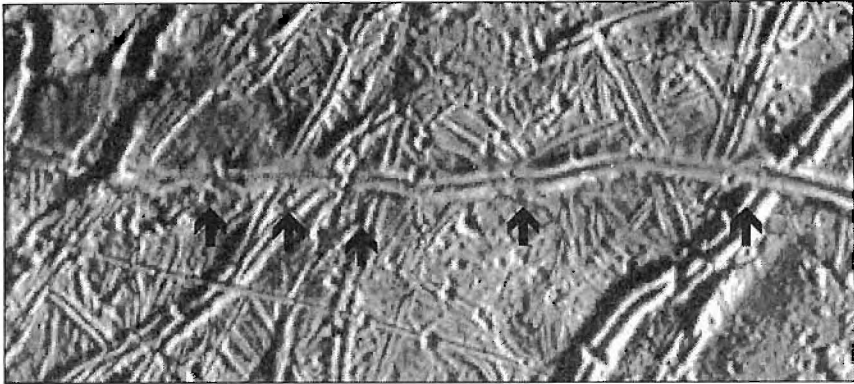
A Galileo űrszonda az elmúlt hetekben újabb közelképeket sugárzott a Jupiter Europa nevű holdjáról. Már a korábbi Voyager-felvételeken is látszott, hogy a jégpáncélba burkolózó égitest napjai nem telhetnek unalmasan: felszínét gigantikus repedések, rianások, vetődések szabdalják. Az új eredmények arra utalnak, hogy a felszín nemcsak régebben formálódott, hanem napjainkban is „élő”, aktív égitest az Europa. A képeken sok helyen tűnnek fel úgynevezett kettős gerincek, melyek két kiemelkedő, egymással párhuzamos vonulatból állnak. Egyes szakértők ezeket a szerkezeteket a földi óceánközepi hátságokhoz hasonlítják. Bolygónkon a hátságok területén a kőzetlemezek elvékonyodnak, és alattuk magmaképződés zajlik. A keletkező kőzetolvadék a mélyben a lemezek oldalához forr, illetve a felszínre jut, azaz gyarapítja a kőzetréteg anyagát. Az Europa gerincei talán hasonló területek, ahol feláramló jég fagyott egyes táblák pereméhez. Emellett oldalirányú eltolódásra utaló formák is bőséggel találhatóak a holdon. Egy ilyen képződmény látható az 1. ábra kissé hiányos mozaikfelvételén. Balra az egyik jégtábla, melyet két törés határol, jobbra felfelé eltolódott. Ezt jól mutatja a területén megszakadó kettős gerinc vonala.

Az aktív felszín nem csak töréseket, hanem „jégfolyásokat” is tartalmaz, ahol a plasztikussá váló anyag erősen deformálódott, néhol több 100 km-es hosszúságban. Ez látható az 1. ábrán, a kép alsó részének közepén. Itt a korábbi gerincrendszer teljesen eltűnt. Tőle jobbra, nem messze egy kaotikus térség találha-



1. ábra

tó. Ezt talán a mélyből felfelé törő víz, vagy képlékeny jégáramlások hozták létre, melyek megrepesztik, megemelik a felszínt. A terület összetöredezik, végül pedig jégblokkokból álló, kaotikus „dzsungelt” alkot. A 2. ábrán egy kettős gerincávot láthatunk, melynek vonalán vulkánkitörések zajlanak. A repedés mentén feltörő víz jégzemcsékké fagy és szökőkútszerűen szétterül — így keletkeznek a homályos foltok, melyekre a nyílak mutatnak. Az új eredmények mindinkább megerősítik a korábbi elgondolást, mely szerint az Europa szilárd jégburkolata alatt ma is folyékony víz csordogál (1. még Meteor 1995/4. 7. o.). Ez pedig további, izgalmas kérdéseket vet fel — így nem véletlen, hogy a Galileo programot még két évvel, 1999-ig meghosszabbították. (Science News 1997/1/25 — Kru)



2. ábra

Kráterlánc a Callistón

A Galileo űrszonda a Jupiter második legnagyobb holdjáról, a Callistóról is látványos felvételeket készített. A belső borítón közölt nagyfelbontású képet 1996. november 4-én rögzítette, 1567 km-re az égitest felszínétől. Az alsó, Voyager-felvételen látványos kráterlánc húzódik. Ennek részletét örökítette meg a Galileo. Az ilyen kátorsorokat valószínűleg szétdarabolt üstökösök hozzák létre, melyek töredékei végigbombázzák az égitestet. A P/Shoemaker–Levy 9 üstökös esetében a szétdarabolódást és a Jupiterbe zuhanást magunk is megfigyelhettük. Az elméleti számítások szerint kozmikus időskálán tekintve nem ritkák az ilyen események.

A felvétel mindössze 13 km méretű területet ábrázol, és felbontása 130 m. Jól megfigyelhető, hogy a hatalmas becsapódásos képződmények egymásba érnek, szinte egy hullámlzó falú völgyet alakítanak ki a felszínen.

A Callisto erősen kráterezett hold, ám meglepő módon kis kráterekből igen keveset mutat. Bizonyára ilyenek is keletkeztek felszínén, de azokat valamilyen folyamat vagy folyamatok eltüntették. Elképzelhető, hogy a jégben gazdag felszín anyagának megcsúszása, omlása elterjedt jelenség az égitesten, és a törmelékek eltemetik a kisebb képződmé-

nyeket. Talán ilyen csuszamlások történtek a kép világosabb területein is, és így vált láthatóvá a fehéres, friss jég felszín. (JPL Release — Kru)

Elemgyártás a világűrben

A csillagászat az elmúlt évtizedekben megpróbált magyarázatot találni a periódusos rendszer elemeinek kialakulására. Bár a részletek még korántsem egyértelműek, a fő folyamatok sok helyen tisztázottak. A hidrogén és a hélium, valamint a lítium egy része közvetlenül az Ósrobbanás után keletkezett, amikor az egész Világegyetem egyetlen hatalmas csillagként működött. A szén és a nehezebb magok pedig a csillagok belsejében születtek, és csillagszelekkel, szupernóva-robbanásokkal jutottak a „szabadba”. A berillium és a bór, valamint a lítium egy részének eredete azonban kérdéses. A 70-es évek elején felvetett ötlet szerint ez a három, kis koncentrációjú elem a csillagközi térben keletkezik. A csillagközi anyag szén-, oxigén- és nitrogénmagjai széthasadhatnak, ha nagy sebességű protonok ütköznek nekik. Az így keletkező „atonmagtöredékek” között szerepel a három kérdéses elem. Az elegáns teóriával kapcsolatban azonban kétségek merültek fel. A számítások rámutattak, hogy az így keletkező könnyű elemeknél a

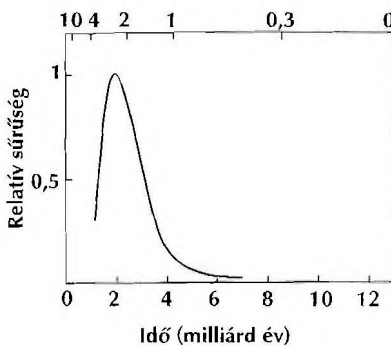
bór/berillium aránya közel kétszerese, a bór 11-es és 10-es izotóp aránya pedig csak fele lenne, a gyakorlatban megfigyeltnek. Az Űrteleszkóp újabb észlelései csak rontották a helyzetet. A nagy felbontóképességű Goddard Spektrográffal nyolc csillag börtartalmát sikerült meghatározni. A vizsgált csillagok igen időssek, közel 10 milliárd évesek voltak, de börtartalmuk alig volt kisebb a fiatal csillagokénál. Ahhoz, hogy a gyors protonok a csillagközi térben többek között bört is gyártsanak, sok nehéz elemnek (szénnek, oxigénnek, nitrogénnek) kell ott lennie. De a nehéz elemek aránya kezdetben alacsony volt, nagy részüket a Tejútrendszerben fellángoló szupernóvák első generációja hozta létre.

Douglas K. Duncan (University of Chicago) elgondolása megfordítja az eredeti teóriát. Ő a csillagközi térben nyugalomban lévő protonokat bombázza gyors, nehéz magokkal. A szupernóvarobbanások — többek között — sok szenet, oxigént, nitrogént röpítenek szét hatalmas sebességgel. „Célobjektumok”, azaz hidrogén atommagok pedig már a kezdetekben is bőséggel voltak az interstelláris anyagban. Bár az elmélet fejreállítása látszatra nem hoz forradalmi változást, a számítások így jobban magyarázzák a megfigyelt arányokat. Az elgondolást bizonyítani látszik Hans Bloemen (Space Research Organization) és kollégáinak vizsgálata, melyet a GRO egyik teleszkópjával végeztek. Az Orion molekulafelhő komplexumban megfigyelhető széles emíziós vonalak jellemzőit kutatták. Eredményük szerint a sugárzás gyors szén- és oxigénmagoktól eredhet, melyek szupernóva-robbanásoktól kaptak hatalmas sebességet. Számulgató atommagjaink tehát ma is vannak. Steven R. Federman (University of Toledo) és munkatársai egy orionbeli és egy scorpiusbeli csillagot vizsgáltak a HST Goddard Spektrográfiájával. Az ég átellenes részén látszó égítetek egyaránt 3000 fényév távolságra vannak tőlünk. Sikerült a Föld és a két csillag közötti térben a 10-es és 11-es bór izotóp jelenlegi arányát meghatározni. Ez azonos

volt a két irányban, és hasonlított a legidősebb, 4,5 milliárd éves meteoritokban mérhetőhöz. Mindezek alátámasztani látszanak az új, „fordított” bombázási hipotézist. (*Science News 1996/11/2 — Kru*)

A kvazárok fénykora?

Világegyetemünk legfényesebb, legerősebben sugárzó objektumai a kvazárok. Általában igen messze vannak tőlünk, többségük az Univerzum kezdeti időszakában létezett. Az újabb elméletek szerint ősi, aktív galaxisok háborgó magjai lennének, melyekben hatalmas energiák szabadulnak fel. Ha számukat különböző távolságokban — azaz a Világegyetem különböző korában — vizsgáljuk, érdekes eloszlást kapunk. Amint egyre messzebb tekintünk a múltba, fokozatosan nő a számuk, és



mintegy 2–3 milliárd évvel az Ősrobbanás után erős maximumot mutatnak. Ez az érték $z = 2-3$ vöröseltolódás között található, amint az a mellékelt ábrán látszik. Ekkor a kvazárok térbeli sűrűsége közel 1000-szerese volt a jelenleginek. (Az ábra vízszintes tengelyén alul az Ősrobbanás óta eltelt idő látható milliárd években, fent az ennek megfelelő vöröseltolódás érték, míg a függőleges tengely a kvazárok térbeli relatív sűrűségét mutatja.) Azonban ha $z = 3$ -nál távolabbi, azaz még fiatalabb kvazárokat keresünk, akkor sokkal kevesebbet találunk. Gyakoriságuk erősen csök-

kenni kezd, mint azt a görbe mutatja. Sőt, $z = 5$ vöröseltolódású kvazárt még nem is találtak, a mai távolsági rekorder vöröseltolódása $z = 4,46$.

Ezt a hiányt különböző módon magyarázták a kutatók. Egyesek szerint a görbe maximuma egy olyan időszakot jelöl, amikor fontos változások történtek a Világegyetemben, és ekkor „gyulladtak be” a kvazárok. A másik elgondolás a maximum után szintén csökkenő gyakorisággal számol, de a maximum előtt is sokan lehettek. A legtávolabbiak sugárzását azonban a galaxisok közötti poranyag elnyeli és kioltja. (Bár az elméletek szerint a fiatal Világegyetem porban szegény volt, az újabb felfedezések ennek részben ellentmondanak, l. Meteor 1997/2. 24. o.). A német Peter A. Shaver (ESO) és kollégái ezt a problémát próbálták feloldani. Ők a rádió hullámhosszakon kerestek kvazárokat — ebben a tartományban ugyanis nem gyengíti a sugárzást a világűrben lévő por. (Igaz, a kvazároknak csak kis része erős rádió-sugárzó, de statisztikai szempontból ez lényegtelen.) Méréseik megerősítették, hogy a kvazárok száma valóban csökken $z = 3$ vöröseltolódásnál távolabb, tehát a mellékelt görbe reális lehet. Elképzelhető, hogy fellángolásuk a „frissen” kialakult galaxisok egymás közötti aktív kölcsönhatásának kezdetét jelzi. A kérdés egyelőre nyitott (l. Meteor 1995/2. 5. o.). (*Nature* 1996/12/5, *Science News*)

Fényesebb a Nappal a Hold...

...legalábbis a gammacsillagászok számára. A címbe furcsa állítást a CGRO mérései is igazolták, jelentette be David J. Thompson (NASA Goddard Space Flight Center). A környezetünkben közel fénysebességgel cikázó atommagok, a kozmikus sugarak, égi kísérőnk, a Hold felszínét is bombázzák. Ez a hatás a felszíni atomokat gerjeszti, így — többek között — gamma-sugárzást bocsátanak ki. Természetesen a Napot is érik kozmikus sugarak. Központi csillagunk körül azonban kiterjedt mágneses tér van, ami pajzsként eltéríti az atommagokat. Így a Nap — eltekintve egy-

egy napfler felvillanásától — a gamma hullámhosszak tartományában halványabbnak látszik, mint Holdunk. (*Science News* 1997/1/25 — *Kru*)

Megoldódott a szökevény csillagok titka

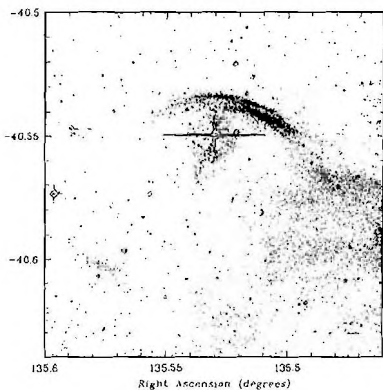
Évtizedeken keresztül megoldhatatlan rejtélynek számított az a tény, hogy a Tejútrendszerben észlelhető több ezer nagyon fiatal, forró és nagytömegű O és B színképtípusú csillag között számos olyan akad, amely különösen nagy sebességgel mozog. Néhány esetben 100 km/s-nál is gyorsabban, vagyis tízszer nagyobb sebességgel, mint társaik. Az OB szökevényeknek is nevezett csillagok rejtélyére Adriaan Blaauw már 1961-ben megtalálta a magyarázatot, de sokáig nem sikerült tökéletes észlelési bizonyítékra bukkanni.

Az OB szökevények mozgási irányából jól rekonstruálható, hogy „honnan is jöttek”. Közülük sokan olyan OB asszociációkból származnak, melyek 10–100 csillagot számlálnak. Körülbelül 50 ilyen asszociációt ismerünk Tejútrendszerünkben, így az ismert OB csillagok többsége ezekhez az asszociációkhoz tartozik.

Az OB csillagok nem csak nagy sebességgel árukkodnak magukról, hanem az intersztelláris anyagban is nyomot hagynak. Néhány OB szökevény körül olyan lökeshullámot sikerült megörökíteni, amilyen a vízben haladó hajó orra előtt keletkezik. A jelenség fizikai természetete megegyezik a szuperszonikus repülőgépek által keltett lökeshullámmal: amikor egy OB szökevény szuperszonikus sebességgel (ez esetben 10 km/s-nál gyorsabban) átszáguld az intersztelláris anyagban, akkor ez az anyag lökeshullámmá sűrűsödik.

Blaauw szerint ezek a csillagszökevények akkor tettek szert nagy sebességükre, amikor társuk szupernóvává vált. A csillagfejlődési elméletek szerint minden OB csillag szupernóva-robbanással fejezi be életét. Minél nagyobb a tömege, annál rövidebb ideig él, pl. egy 25 nap-tömegű OB csillag 10 millió év után

robban fel. Blaauw elmélete szerint ha egy kettős rendszerben két OB csillag kering egymás körül, és az egyik szupernóva-robbanás után esik át (nyilván a nagyobb tömegű robban fel hamarabb), akkor a másik csillag nagy sebességgel „kilöködik”. A szupernóvává vált komponens a robbanás során elveszti anyaga legnagyobb részét, ezért tömegvonzása nem képes a rendszerben tartani társát. Az OB csillag azonnal elhagyja pályáját, és — korábbi magas pályasebességét megtartva — „megszökik.” Valami olyasmi történik, mint amikor a kalapácsvető forgás közben elengedi a sportszert, és az messzire repül. A „kalapácsvető analógia” azonban nem tökéletes, ugyanis az elmélet szerint az OB szökevények körül ott kell keringenie a szupernóva-komponens maradványának, egy neutroncsillagnak vagy fekete lyuknak. (Eszert a kalapács magával rántaná a kalapácsvetőt.)



Mindmostanáig nem sikerült ilyen kompakt kísérőt találni az OB szökevény csillagok körül, ami kételyeket ébresztett a Blaauw-féle elmélettel szemben. Nemrégiben azonban Lex Kaper (ESO) és kutatócsoportja olyan észlelési bizonyítékkal szolgált, ahol minden egybevág. A Vela X-1 a legfényesebb röntgenforrás a Vela csillagképben. A rendszerben egy röntgenpulzár (nyilvánvalóan egy korábbi szupernóva-robbanás maradvá-

nya) mellett egy OB csillag is helyet foglal (HD 77581)! Az ESO 1,54 m-es dán távcsövével készült újabb felvételeken tisztán látható a rendszer által keltett lökéshullám, ami közvetlen bizonyítékként szolgál arra, hogy OB szökevényről van szó. A lökéshullám alakjából következtetni lehet arra, hogy honnan jött a HD 77581. Figyelembe véve a csillag észlelt sajátmozgását és radiális sebességét, a szökevény sebessége 90 km/s lehet. „Öshazája” a Vela OB1 asszociációban keresendő, ahonnan 2,5 millió évvel ezelőtt löködhetett ki, vagyis akkor történhetett a szupernóva-robbanás. (ESO-PR 01/97 — Mzs)

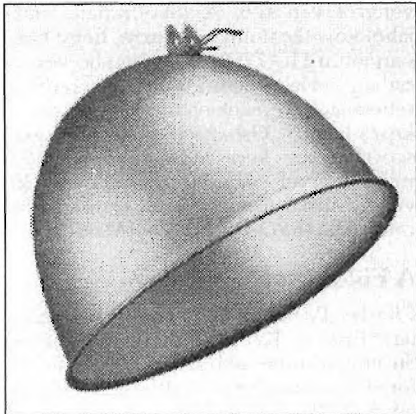
A Föld lassuló forgása

Charles P. Sonett (University of Arizona), Erik P. Kvale (Indiana Geological Survey) és munkatársaik a Föld tengelyforgási sebességének változását vizsgálták a földtörténeti idők során. Üledékes kőzetek rétegsoraiból az árapály ciklusok időtartamára következtettek. A Salt Lake City közelében talált üledékek kora 900 millió év. Vizsgálatuk alapján akkoriban a Hold 23,4 nap alatt kerülte meg a Földet, szemben a jelenlegi 27,3 nappal. Eszerint 10%-kal közelebb lehetett hozzánk. A Föld tengelyforgása is gyorsabb volt ekkor, alig több mint 18 óráig tartott egyetlen nap. A Föld és a Hold közötti árapálykapcsolat révén bolygónk forgása fokozatosan lassul, és a Hold pályája egyre távolabbra kerül. Kísérőnk jelenleg évente 3,8 centiméterrel jut messzebb, de régebben a távolodási sebesség nagyobb volt. A távolodás lassulásában az utóbbi 300 millió évben a kontinensek helyzetének változása, a nagy összefüggő szárazulat, a Pangea szétarabolódása is közreműködhetett. (Sky and Tel. 1997/1 — Kru)

Barátságos „fénykupak”

Az USA-beli Outdoor Lighting Associates csillagfénybarát lámpabúrákat ajánl az amatőr csillagászok figyelmébe. A Hubbell Skycap tökéletes megoldás azok számára, akiket zavarnak a közeli fény-

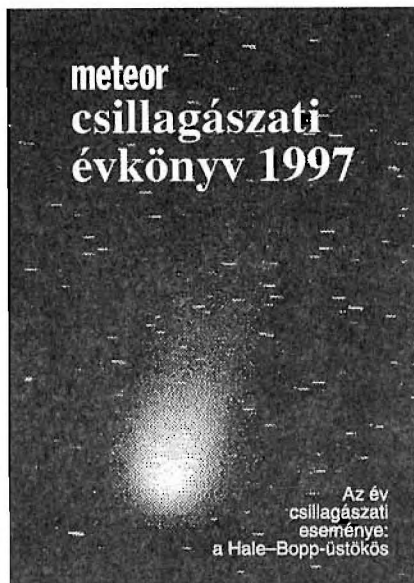
források. Az alumíniumból készült „fényterelőt” néhány perc alatt lehet felszerelni az USA-ban elterjedt NEMA lámpafejekre. A Skycap ára 35 dollár plusz postaköltség.



Az Outdoor Lighting Associates címe: 1208 Wilson Ave., Ames, IA 50010-5426, USA. E-mail: OutdoorLtg@aol.com

Hazánkban is felbukkantak a csillagfénybarát lámpatestek. Az új világítótestek, melyeket — többek között — a budapesti Petőfi-hídon helyeztek el, nagyrészt lefelé világítanak. (Az általánosan használt hazai lámpabúrák oldalra, sőt felfelé is szórják a fényt.) Az új lámpatípus világítja meg a Thököly út–Hungária körút kereszteződését is. A Lágymányosi-híd különleges világítása is csillagfénybarátnak mondható, ugyanis a fény oda jut, ahová való: az úttestre.

Itt ragadjuk meg az alkalmat, hogy felhívást tegyünk közzé: kérjük, jelentkezzenek világítástechnikával, közvilágítással foglalkozó tagjaink — segítsék egyesületünket egy „sötétebb jövő” megvalósításában! (Mzs)



Az 1997-es évkönyv kiemelten foglalkozik a jelenleg szabad szemmel is jól látható Hale-Bopp-üstökössel, továbbá megtalálhatók benne a szokásos előrejelzések (csillagászati naptár, fogyatkozások, meteorok stb.).

A kiadvány második felében a csillagászat legújabb eredményeiről, a középkori templomok csillagászati tájolásáról, a más csillagok körül felfedezett bolygókról és a hazai csillagászati intézményekről olvashatunk cikkeket.

**Az évkönyv terjedelme 224 oldal,
ára postai rendelés esetén 560 Ft.**

**Megrendelhető a Magyar Csillagászati
Egyesülettől (1461 Budapest, Pf. 219.)**