

Csillagászati hírek

Új csillagászati jelenségtípus: a kilonóva

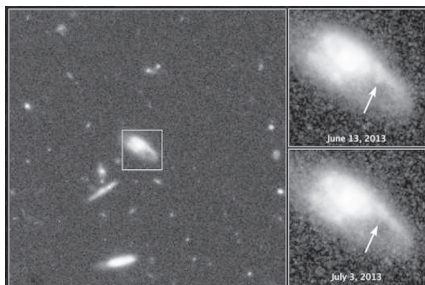
A Hubble Űrteleszkóp egy új, és hamarjában kilonóvának elnevezett csillagrobbanástípust figyelt meg, amely a jelenlegi vélemények szerint akkor következik be, amikor két kompakt objektum – például egy egymás körül keringő neutroncsillagpár – egymásba ütközik. A HST júliusban egy tőlünk kb. 4 milliárd fényév távolságban fekvő extragalaxisban gyorsan halványodó felvillanást figyelt meg, amely egy gyors gammakitörést (GRB) követett.

Nial Tanvir, az angliai Leicester Egyetem kutatója szerint a mostani megfigyelés végre megoldotta a rövid gammasugárkitörések természetét övező rejtélyt. (A gammakitörések [GRB, gamma-ray burst] olyan nagyenergiájú sugárzásokat keltő felvillanások, amelyek teljesen véletlenszerű eloszlásban jelennek meg az éggömbön. Két fő típusuk van: a hosszú és a rövid gammakitörések.) Tanvir kutatócsoportjától függetlenül sokan találtak egyértelmű bizonyítékokat arra vonatkozóan, hogy a hosszú gammakitörések (ezek definíció szerint a 2 másodpercnél hosszabb eseményeket jelentik) rendkívül nagy tömegű csillagok belső összeomlása-kor keletkeznek. A jelenlegi megfigyelések azonban perdöntőnek bizonyulhatnak ezen elgondolás mellett.

Az asztrofizikusok eddigi vélekedése szerint a rövid gammakitöréseket egy szoros kettőscsillagot alkotó, szupersűrű neutroncsillag-pár összeütközése kelti. Erre úgy kerül sor, hogy a gyorsan keringő páros gravitációs hullámokat kelt, amelyek kisugárzása a rendszer összenergiáját csökkenti, következésképpen a csillagok egyre közelebb kerülnek egymáshoz. Az egyre gyorsuló halálos körtánc utolsó ezredmásodperceiben az egymásba ütköző neutroncsillagok egymásról ledarált külső rétegei igen erősen

felforrósodnak, és rengeteg elektromágneses sugárzást bocsátanak ki, ami egy igen erős felvillanásként figyelhető meg. Az így kialakuló „kilonóva” körülbelül 1000-szer erősebb a fehér törpe csillagok felszínén bekövetkező hagyományos nóvakitöréseknél.

Legutóbbi publikációjában Jennifer Barnes és Daniel Kasen (a Berkeley egyetem és a Lawrence Berkeley Nemzeti Laboratórium kutatói) új számításokat tettek közzé a kilonóvakitörés várható jellemzőiről. Eredményeik szerint a sugárzást keltő forrás erősen elnyeli a látható fényt, és emiatt a kilonóva energiája napokig csak a közeli infravörös hullámhosszakon tudja elhagyni a robbanás színhelyét.



Június 3-án a NASA Swift-űrteleszkópja váratlan lehetőséget nyújtott a modell ellenőrzésére, amikor megfigyelte a GRB130603B jelű fényes gammakitörést. Noha az észlelt gammakitörés csupán egytized másodpercig tartott, összességében 100 milliárdszor több energiát szabadított fel, mint az ezt követő kilonóvarobbanás. Június 12–13-án a HST megvizsgálta a gammakitörés égi pozícióját, és ott egy halvány, vörös színű objektumot talált. Egy független kutatócsoport vizsgálatai is megerősítették a vörös maradvány létét. Július 3-án a HST mérései már azt mutatták, hogy a forrás elhalványult, ami kulcsfontosságú bizonyítéka annak, hogy a megfigyelt infravörös sugárzás a két égitest

robbanásszerű összeolvadásának a következménye volt.

Nature.com, 2013. augusztus 3. – Kej

Kétezer év alatt törpül el egy nóvacsillag

101. december 30-án, miközben Traianus császár épp Dacia meghódításán szorgoskodott, kínai csillagászok egy kisebb vendégcsillagot jegyeztek fel az égbolton. A jövevény, amely igen közel látszott a később α Lyncis néven ismert csillaghoz, a fényesebb csillagok fényével vetekedett, majd eltűnt. A jelenség egy nóva volt: egy szoros kettőscsillag tagjaként keringő fehér törpe felszínén történt robbanás. A nóva azonban nem szupernóva: a társacsillagról lassabb ütemben áramlik át az anyag a fehér törpe felszínére, így ahelyett, hogy a törpecsillagot az összeroppanásig hizlalná, a felszínen felgyűlő hidrogénburok annyira összesűrűsödik és felhevül, hogy beindul benne a magfúzió, és ez a héj egyszerűen lerobban a csillagról. A kínai csillagászok is egy ilyen kitörést figyeltek meg közel kétezer évvel ezelőtt.



Hasonló, néhány ezer évvel ezelőtti nóvakitörés emlékéket őrizi a Z Camelopardalis körüli gázburok

Joseph Patterson amerikai csillagász és kollégái egy viszonylag érdekesnek tűnő nóvaszerű változó, a BK Lyncis fényváltozó-

sait kezdték el követni az 1990-es években. A nóvaszerű változók pont úgy festenek, mint azok a csillagok, amelyek túl vannak egy nóvakitörésen, csak esetükben a kitörésről nincsenek feljegyzéseink. A BK Lyn is ezt az arcát mutatta még pár évig, ám a 2002-es és 2005-ös észlelési szezonok drámai eltérést mutatnak: a csillag ebben az időszakban átváltozott törpenóvává, és kb. 45 naponta ismétlődő felfényesedéseket lehetett esetében megfigyelni. A csillag élete fordulóponthoz érkezett.

A törpenóva a szoros kettősök egy újabb alfaja: itt is egy fehér törpe és a rá érkező anyagáram játssza a főszerepet, de itt lassabb ütemben érkezik a gáz a társról, mint a nóvak esetében. Az átáramló anyag egy korongba gyűlik fel a törpe körül, majd ha a korong elér egy bizonyos méretet, instabillá válik, és tartalmának jelentős része a fehér törpére zúdul. A bezúdulás felforrósodással és kifényesedéssel jár: ez okozza a törpenóvak igen jellegzetes, hetes-hónapos időszakonként ismétlődő felfényesedéseit. A BK Lyn életében most érkezett el az a pont, amikor az anyagátadás üteme a törpenóvak szintjére csökkent.

A kutatók számításai alapján a BK Lyncis igen jó eséllyel azonos a 101-ben robbant nóvával: ugyanazon az égiterrületen található, és a kitörés becsült fényessége is összemérhető volt azzal, amit a kínaiak „kisebnek” titulálhattak. Ezek alapján a rövid keringési periódusú kettősök életútja a következőképp vázolható fel: a nóvakitörés után nagyságrendileg kétezer évet töltnek el nóvaszerű változóként, majd ahogy az anyagátadás üteme csökken, átalakulnak a törpenóvak egy speciális típusává, mint a BK Lyn esetében. Néhány tízezer évet tart ez az újabb állapot, amely után aztán néhány százezer évet lényegében nyugalomban töltenek. Ezalatt szép lassan, nagyjából egymillió év alatt ismét összegyűlik elég hidrogén a fehér törpe felszínén egy újabb nóvakitöréshez.

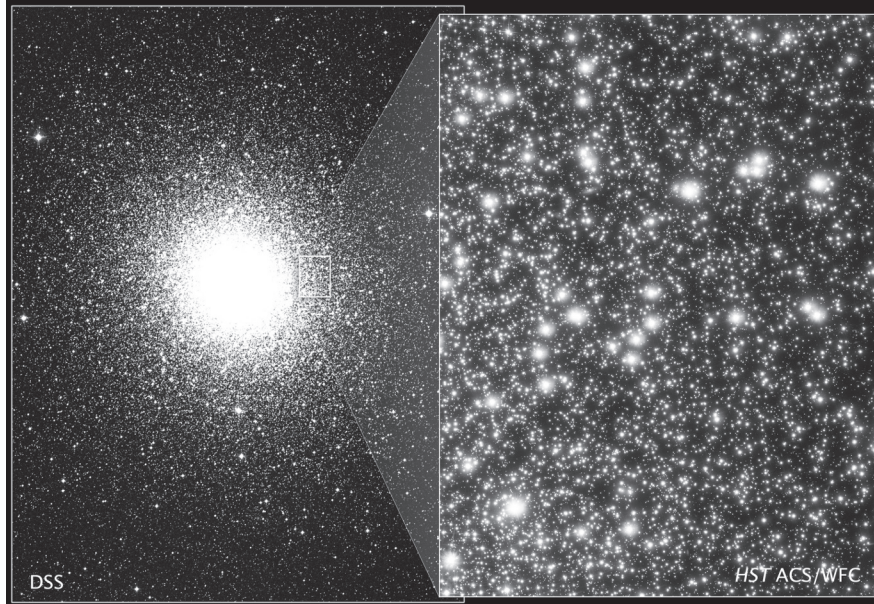
Monthly Notices of the RAS, 2013. július 29.

– Molnár László

Kapcsolat a csillagok kora és pályáik jellemzői között

A 47 Tucanae Tejútrendszerünk mintegy 150 gömbhalmaza közül az egyik legfényesebb, leglátványosabb objektum. A mintegy 16 700 fényév távolságban ragyogó, 120 fényév átmérőjű halmazt vizsgálta meg Harvey Richer (University of British Columbia) és kutatócsoportja. A vizsgálatok eredménye-

Az eredmények szerint a gömbhalmazban egy idősebb, vörösebb, nehezebb kémiai elemekben szegényebb csillaggeneráció található, amelynek tagjai jellemzően véletlen eloszlású körpályákon mozognak a halmaz közepe körül. A második, fiatalabb generáció csillagai kékebbek, fémességük magasabb, és jellemzően elnyúltabb, elliptikus pályákon mozognak. A vörös csillagok a kutatók szerint megőrizték a gömbhalmaz szülőhelyét



A Hubble felvétele a 47 Tucanae gömbhalmazról és a vizsgált csillagok egy részéről

képpen két jól elkülöníthető csillagpopulációt sikerült a halmazon belül azonosítani, amelyek életkorbeli eltérése a jelek szerint kevesebb, mint 100 millió év.

A mintegy 10,5 milliárd éves gömbhalmaz megfigyelési sorozatát 2010-ben kezdték el a Hubble Űrtávcső Advanced Camera for Surveys nevű műszerével, illetve 754 további archív felvételt is felhasználtak mintegy 30 ezer egyedi csillag nyolc év alatti elmozdulásának megfigyeléséhez. A pozícióadatok mellett a kutatók meghatározták a vizsgált csillagok luminozitását és felszíni hőmérsékletét is.

szolgáló gázfelhő eredeti mozgásának jellemzőit. A csillagfejlődés későbbi szakaszában nehezebb elemekben gazdagabb gázfelhőket vetettek le, amelyek a többi gázanyaggal ütközve elindították a második generációs csillagok keletkezését, amelyek születésükkor a középpont közelében koncentráálódtak. A modellek szerint ezek a csillagok később külsőbb és jóval elnyúltabb pályákra álltak.

Nem most sikerült első ízben csillagpopulációkat azonosítani egy gömbhalmazon belül, de most mutattak ki először kapcsolatot az egyes generációk és pályáik jellemzői között. A gömbhalmazokon belüli csillaggenerációk

tanulmányozása rendkívül fontos a galaxisok korai fejlődésének, valamint a fejlődés során az azokat ért kozmológiai hatások vizsgálata szempontjából.

*HubbleSite NewsCenter, 2013. július 18.
– Molnár Péter*

„Kuiper-kavalkád”

„Legutóbb a tavaly [1999] februári Meteorban számoltunk be a Kuiper-öv kutatásának legújabb fejleményeiről. Akkor érintőlegesen megemlítettük egy óriás Kuiper-objektum felfedezését. Az 1998 WH24 jelű objektum csak az egyik új felfedezése volt annak a programnak, amely a Kuiper-objektumok kutatásának új korszakát jelezte. A technika fejlődése [...] egyre több és egyre halványabb égitest megtalálását eredményezi. Az 1998. november és 1999. április között eltelt fél évben annyi Kuiper-objektumot találtak, mint 1992 és 1997 között összesen. Ez utóbbi időszakban a felfedezett égitestek átlagos fényessége 22,9 magnitúdó volt, míg 1998-1999-ben ez az érték már 23,5 magnitúdóra csökkent.

A nagyszámú felfedezést két keresőprogramnak köszönhetjük. Az egyik C. Buie vezetésével a Kitt Peak-i 3,6 m-es WIYN teleszkópot és a 4,01 m-es Mayall-reflektort használja. [...] A másik programot David Jewitt neve fémjelzi [...]. A kutatáshoz használt távcső a 3,61 m-es Canada-France-Hawaii Telescope és a rászerelt 12288x8192-es (!) CCD volt, így 3–4 perces expozíciókkal 24^m alatti kisbolygókat is biztonsággal tudtak azonosítani. A leghalványabb az 1999 CZ118 volt, amely 24,3 magnitúdós fényessége mellett több szempontból is különleges égitestnek bizonyult. Egyrészt ez volt a 100. Kuiper-objektum, másrészt 48,78 CSE-s naptávolságával akkor ez volt a legmesszebb észlelt naprendszerbeli égitest. Harmadik különlegessége 39,07°-os pályahajlása, amely még a rövidperiódusú üstökösök között is rendkívülinek számítana.”

Gerard Kuiper (1905–1973) nevét szinte minden amatőr ismeri, azonban a 13 évvel ezelőtt született cikk kapcsán röviden mégis

érdekes áttekinteni a csillagászat terén elért eredményeit. A legendásan éles szemű, holland származású, később amerikai csillagász fedezte fel az Uránusz Miranda, valamint a Neptunusz Nereida nevű holdját, részt vett a marsi légkörben található szén-dioxid, valamint a Titan légkörének metántartalma kimutatásában. Az infravörös csillagászat egyik úttörőjeként nagy magasságban haladó repülőgépekről végzett számos megfigyelést az 1960-as években.

Nevét leginkább a Naprendszer külső régióiban, a Neptunuszon túl húzódó Kuiper-öv után ismerjük, amely a legkülső bolygó 30 CSE-es pályatávolságától körülbelül 50 CSE-ig terjed. A jól ismert belső kisbolygóövhöz képest ez a „második” kisbolygóöv a modellek szerint jóval kiterjedtebb, egyúttal mintegy 20–200-szor nagyobb tömeget képvisel. Az 1990-es évektől kezdett megfigyelések eredményeképpen az itt keringő égitestek száma ezer fölé emelkedett, bár a modellek szerint 100 km-es mérethatár fölött körülbelül 100 ezerre tehető az itt levő kisbolygók száma. Régebbi modellek ezt a tartományt jelölték meg a 200 évnél rövidebb periódusú üstökösök fő forrásaként, ma már azonban tudjuk, hogy ezek az ún. szórt korongból származnak, amely aktív zónát a Neptunusz kifelé vándorlása hozta létre a Naprendszer fejlődése során, így az itt található objektumok naptávolságát akár 100 CSE-re is kitolódhatott.

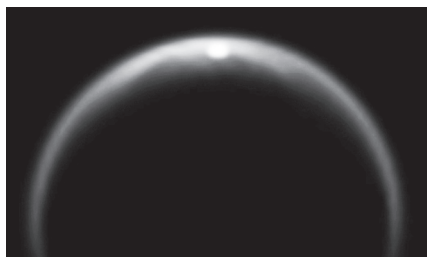
Az idézett, 2000-ben megjelent cikk idején még kilenc bolygóból állt Naprendszerünk, de a Nemzetközi Csillagászati Unió 6 évvel később tartott közgyűlésének eredményeképpen ma már a Plútó bolygót (134340) Pluto néven tartjuk számon mint a Kuiper-öv egyik legnagyobb ismert égitestje, egyúttal a plutinók családjának egyik tagja, amelyek 2:3 rezonanciában állnak a Neptunusszal. Ennek a zónának ismert tagjai például az (50000) Quaoar, a Makemake, a Haumea, amelyek mindegyike méretét tekintve kb. fele a Plútóénak, és felfedezésük jelentősen hozzájárult a kilencedik bolygó átsorolásához, illetve a külső Naprendszerrel alkotott képünk átförnyítéséhez.

Rendkívüli távolsága miatt az övezet kutatása igen nehéz. A remények szerint a 2005-ben indított New Horizons szonda, amely 2015 közepén érkezik majd meg a Plutóhoz, további programja során pedig képes lesz egyelőre még ki nem jelölt, más objektumok vizsgálatára is.

*Meteor 2000/2., Sármecky Krisztián,
Molnár Péter*

Hiányzó hullámok rejtélye a Titanon

Az elmúlt tíz esztendő egyik nagy felfedezése, hogy a Titan sok szempontból hasonló Földünkhöz. A 2004 óta immár 90 közelítő manővert végrehajtott Cassini-szonda, valamint a Titan felszínére nedves talajba érkező Huygens-leszállóegység adatai egyértelműen mutatják, hogy a hold felszínét tengerek, tavak, folyók, szigetek és mocsarak tarkítják, sőt, talán még szivárvány is megfigyelhető lehet. Ezek kialakulásában természetesen a $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os hőmérsékleten nem a víz, hanem az igen alacsony fagyáspontú szénhidrogének, például a metán és az etán játszanak szerepet.



A Cassini-szonda felvétele egy Titan felszínén levő tükörrén megcsillanó napfényről

A Titanon levő tavak radarral végzett megfigyelései alapján azonban eddig megválaszolatlan kérdés, hogy miért látszanak rendkívül nyugodtnak a hold tavai? A jelek szerint nyoma sincs a felszínen kialakuló hullámoknak vagy egyéb, a vízszintestől akár milliméteres skálán jelentkező eltéréseknek a tavak felszínén, holott a holdon fellelhető dűnék világosan jelzik a szelek jelenlétét. Az pedig, hogy a felszíni tömegvonzás

csupán a földi egyhetede, még inkább arra mutatna, hogy könnyebben alakulhatnának ki hullámok a tavak felszínén.

A problémára többféle megoldást is felvették a kutatók. Egyes elképzelések szerint a tavak be vannak fagyva – ez azonban nem valószínű, hiszen bizonyítékok állnak rendelkezésre esők léteire, illetve a felszín hőmérséklete is a metán olvadáspontja fölött van. Előfordulhat, hogy a felszín kátránszerű anyag borítja, amely képes jelentősen tompítani a hullámok létrejöttét. Megoldást jelenthet a szénhidrogének alacsony viszkozitása és a Titan légkörének sűrűsége – ezekből meghatározható, milyen sebességű szelek szükségesek a hullámok keltéséhez. Az eredmények szerint azonban igen alacsony, 1,5–3 km/h-s szelek már hullámokat vethetnének a tavakon.

A legvalószínűbb elgondolás szerint egyszerűen nincsenek ilyen erősségű szelek a tavakkal sűrűn borított északi féltekén, ahol a Cassini 2004-es érkezése óta a téli évszak uralkodott. A hideg, sűrű légtömegek pedig nehezen jönnek mozgásba, így nem keltenek hullámokat. A 2009-ben bekövetkezett napéjegyenlőség után azonban immár közeledik a nyár, amely során jelentősebb fény és hő érheti a felszínre, így a 2017-es napfordulóig haladva a szelek már elérhetik a kritikus sebességet. Erről majd a Cassini által végzett radarmegfigyelések számolnak be, amelyek adatokat szolgáltatnak majd a hullámok sebességéről, kiterjedéséről. Ezekből az értékekből pedig következtetni lehet majd a tavak pontos kémiai összetételére, a szelek valódi sebességére, illetve összességében lehetőséget adnak a titani klímát leíró modellek ellenőrzésére.

*NASA Science News, 2013. július 22.
– Molnár Péter*

Intenzív gázkiáramlás az ISON-üstökösből

A C/2012 S1 (ISON)-üstököst elmúlt év szeptember 21-én fedezte fel Vitalij Nevskij és Artyom Novicsonok az International Scientific Optical Network oroszországbeli

Kiszlovodszkban működő műszereivel. A kozmikus vándor a jelek szerint első alkalommal látogat a Naprendszer belsőbb térségébe a Napot mintegy 0,1 és 1 fényév távolságban gömbszimmetrikus alakban körülvevő, megszámlálhatatlan üstökösmagnak otthont adó Oort-felhőből. A jelek szerint a felfedezés idején a Jupiter és a Szaturnusz pályája közötti távolságban járó kométa megtalálását nagyban elősegítette az égitestből már akkor áramló szén-dioxid jelenléte.



Az ISON-üstökös csóvája

A biztató előrejelzések szerint igen látványos üstökössé fejlődő vándor a Naphoz közeledve egyre inkább melegszik, aminek következtében különféle hőmérsékleteken más-más gázok kezdenek jelentős mértékben kiáramlani. A NASA Hubble és Swift űrtávcsöveivel eddig végzett megfigyelések felső határokat adtak meg a kibocsátott anyag mennyiségére, azonban június 13-án a NASA Spitzer-űrtávcsövének Infrared Array Camera nevű műszerével történt észlelés szerint az üstökös magja valósággal pezseg, folyamatosan áramlik belőle a szén-dioxid, a kiáramló gáz pedig nagy mennyiségű port is szállít magával. Az így kialakuló gáz- és porcsóva a megfigyelés idején mintegy 300 ezer km hosszúságú volt. A pontos megfigyelések alapján a kiáramló anyag mennyisége is meghatározható volt: mintegy 1000 tonna CO_2 mellett körülbelül 55 000 tonna por áramlik ki a magból.

A fenti megfigyelések tulajdonképpen kezdetét jelzik annak az összetett kampánynak, amely során a mintegy 5 km átmérőjű, 3–30

milliárd tonna tömegű magot tartalmazó kométa részletes megfigyelésére készülnek a kutatók a november 28-án bekövetkező 1,2 milliárd km-es napközelség időpontjáig, illetve azon túl is.

Az üstökösök vizsgálata rendkívül fontos, hiszen kémiai összetételük segítségével a protoplanetáris korong kémiai összetétele, a Naprendszer születésének körülményei és fejlődésének története is rekonstruálható.

2013. július 23. – Molnár Péter

Hogyan veszett el a Mars légköre?

Régóta elfogadott tény, hogy külső bolygószoomszédunknak a múltban jóval sűrűbb légköre volt, amelynek révén – és a magasabb hőmérsékletnek köszönhetően – jelentős mennyiségű folyékony víz is jelen volt a bolygón: erre bizonyíték a folyékony víz által kialakított felszíninformációk sokasága. A kezdeti sűrű légkör azonban mára elveszett, a túlnyomórészt szén-dioxidból álló légkör sűrűsége alig százada a földinek.

Számos más vizsgálat mellett a 2012. augusztus 6-án a Gale-kráter közelében leszállt Curiosity is méréseket végzett a légkör változásának követésére. A munkához a Sample Analysis at Mars (SAM) nevű műszert használták fel, amelynek segítségével különféle gázok arányát, illetve ugyanazon gáz különféle izotópjainak arányát mérték meg.

A vizsgálat során a szén-dioxidban mind a szén, mind az oxigén nehezebb izotópjának előfordulási arányát vizsgálták, és úgy találták, hogy mindkét változat a Marsot a múltban kialakított ősi protoplanetáris anyaghoz képest jelentősen feldúsulva fordul elő a légkörben. Hasonló jelenség volt megfigyelhető a hidrogén esetében is. Az a tény, hogy a többféle izotóp közül a nehezebbek dúsultak fel, arra mutat, hogy a légkör elvesztése a felsőlégkörben kezdődött el (ahol a kisebb tömegű, könnyebb izotópok fordultak inkább elő), nem pedig a talaj és az ahhoz közelebb levő nehezebb izotópok kölcsönhatása révén. Hasonló eredményre jutottak a kutatók a Marsról származó meteoritokba

zárt gázbuborékok összetételének vizsgálata során is. Az eredmények arra mutatnak, hogy bár a légkörvesztés pontos oka egyelőre nem ismert, az a bolygó történetének első egymillió évében következett be.

A légkör pusztulásának jelenlegi üteme egyelőre nem ismert. Ezt majd a novemberben indítandó újabb szonda, a MAVEN (Mars Atmosphere and Volatile Evolution Mission) szonda műszereivel lesz lehetséges megvizsgálni.

NASA JPL, 2013. július 18. – Molnár Péter

A fiatal halvány Nap

3,5 milliárd esztendővel ezelőtt Földünkön már nyüzsgött a primitív élet, de ebben az időszakban a fiatal Nap még túlságosan halvány volt ahhoz, hogy bolygónk felszínének hőmérsékletét tartósan a víz fagyáspontja felett tarthassa – ez a fiatal halvány Nap problémája, amelyre már eddig is számos megoldási ötlet született.

Jelenleg központi csillagunk a napállandónak is nevezett, mintegy 1367 W energiával látja el – merőleges beesés esetén – Földünk minden négyzetméterét. Ez az érték igen csekély mértékben, körülbelül 0,1%-ot változik a 11 éves napciklus alatt, és körülbelül 0,5%-ot évszázadok át fogó időskálákon. Ez az állandóság rendkívül fontos az élet fejlődése és fennmaradása szempontjából.

Az újszülött Nap azonban halványabb volt, így csupán a fenti érték körülbelül 70%-ának megfelelő energiát juttatott bolygónkra. Ennek oka, hogy a héliumban akkor még szegényebb mag alacsonyabb hőmérsékletének és kisebb sűrűségének megfelelően az energiatermelés üteme is lassabb volt. 1972-ben Carl Sagan és George Mullen ezt felismerve fogalmazta meg a fenti paradoxont: bár a fiatal Nap alacsonyabb energia-besugárzása miatt a Földön a hőmérsékletnek jóval fagypontra kellett volna lennie, a geológiai és paleontológiai bizonyítékok egyaránt óriási óceánok létezésére mutatnak. Hogyan kerülhette el a földtörténeti archaikumban bolygónk a jégtömbbé fagyást? A leglogikusabb magyarázat szerint a korai

atmoszférában sokkal jelentősebb mennyiségben voltak jelen üvegházhatású gázok. Kérdés azonban, hogy pontosan melyek voltak ezek a gázok? A napjainkban jól ismert szén-dioxid mellett a vízgőz, valamint különösen a metán és az ammónia is kiváló üvegház-gázok. A probléma az, hogy ismeretlen a megfelelő üvegházhatást biztosító légkör pontos összetétele. Egy számítás szerint például a jelenlegi szén-dioxid-szint körülbelül 70-szerese volt szükséges az éppen csak a fagypontra fölért hőmérséklet fenntartásához, míg a mai 15 Celsius-fokos átlaghőmérséklet eléréséhez még ennél is 10-szer több szén-dioxid szükséges. Ugyanakkor a geológiai emlékek arra mutatnak, hogy a CO₂ szintje nem haladta meg a mai érték ötvenszeresét a földtörténet során. A kőzetekbe ágyazott néhány vastartalmú réteg pedig egyenesen arra mutat, hogy a CO₂ koncentrációja alig háromszorosa volt a mai szintnek.

1996-ban bekövetkezett haláláig Carl Sagan ammónia és egy kevés metán alkotta gázkeverék jelenlétét tartotta lehetségesnek a megfelelő üvegház-hatás létrehozásához, annál is inkább, mivel ezek az anyagok kulcsfontosságúak voltak az élet korai fejlődéséhez. Azonban a Nap ultraibolya sugárzása például az ammóniát igen gyorsan lebontja. Ugyanakkor a metán a CO₂-vel elegyedve olyan szénhidrogén-ködöt alkothatott volna, amely inkább visszaverte volna a napfényt, így hűtve tovább Földünket. Minik Rosing és csoportja szerint egyszerűen a korai Földön kevesebb szárazföld volt, általában sötétebb felszíne pedig több napfényt nyelt el.

Egészen napjainkig a legnagyobb problémát az ősi klíma szimulálásával kapcsolatban a hatalmas számítási igény jelentette, amelyek kielégítése csak napjainkra vált lehetővé. Eric Wolf és Brian Toon (University of Colorado) több ezer órán át futtatták – a felhőzet eloszlására, a földterületek méretére, légnyomásra és hasonló jellemzőkre még így is jelentős egyszerűsítéseket tartalmazó – modelljeiket. Eredményeik szerint mintegy 2,8 milliárd évvel ezelőtt, amikor Napunk fényessége mintegy 20%-kal volt alacsonyabb a jelenlegi értéknél, 1,5%-nyi

szén-dioxid-tartalom (kb. a jelenlegi szint 40-szerese) és csekély, 0,1%-nyi metán a maihoz közel azonos hőmérsékletű Földet eredményez. A CO₂ csökkentése 0,5%-ra, valamint a metán eltávolítása légkörből már fagypontra alatti, –13 Celsius-fokos átlaghőmérsékletet eredményez, bár a modell szerint a világoceánok fele még így is jégmentes maradhatott.

A fiatal halvány Nap problémáját teljes bizonyossággal igen nehéz lesz megoldani, hiszen a számtalan jellemző több milliárd évvel ezelőtti pontos értékét gyakorlatilag lehetetlen meghatározni. Érdekes módon a Sagan-féle, ammóniában gazdag keverék sem teljesen elvetendő ötlet: az ammóniamolekulákat az ultraibolya fény lebontó hatása ellen a magasban lebegő, metánból kialakuló szerves köd védhette meg. Amennyiben a primitív bakteriális élet elegendő metánt termelt, a felszín hőmérsékletét elegendő ideig megfelelő szinten tarthatta az ammóniában gazdag légkör. Később mind az ammónia, mind a metán gyakorlatilag eltűnt a légkörből, miután a fotoszintetizáló növények által kibocsátott oxigénnel reakcióba lépett. Ekkor a bolygó hőmérséklete – az üvegházgázok lecsökkent mennyisége miatt – rövid időre lezuhant, ám szerencsés módon rövidesen Napunk már a maihoz hasonló szintű energiakibocsátásának köszönhetően ismét megfelelő hőmérséklet alakult ki a sokszínű élet további fejlődéséhez.

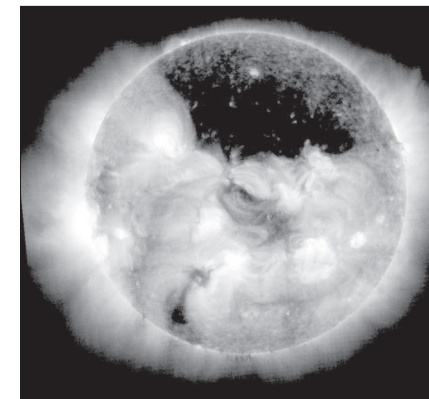
Sky and Telescope, 2013. július 18.

– Molnár Péter

Óriási koronalyuk a Nap északi pólusa közelében

A koronalyukak sötét, jellemzően alacsony anyagsűrűségű és környezetüknél jóval alacsonyabb hőmérsékletű régiók a Nap légkörének legkülső, koronának nevezett rétegében. A koronalyukak teljesen megszokott képződmények központi csillagunkon, a Nap aktivitási ciklusa során eltérő gyakorisággal és különböző helyeken jelennek meg. A jelenlegi ciklus maximumát a modellek 2013 végére jelzik előre, azaz még a felszálló ágon

vagyunk, amikor a megfigyelések szerint a koronalyukak száma általában csökkenő tendenciát mutat. A maximum idején történik meg a pólusoknál a mágneses polaritás váltása, ekkor ellenkező polarítású koronalyukak jelennek meg a pólusok közelében. Ezt követően a koronalyukak mind számukban, mind kiterjedésükben növekedésnek indulnak, a pólusoktól távolabb is megjelennek, ahogyan az aktivitás a minimum felé haladva.



Ilyen periódusokban még a mellékelt felvételen bemutatott, hatalmas kiterjedésű koronalyuknál nagyobbak is előfordulhatnak, bár az ESA és a NASA által üzemeltetett SOHO-szonda 2013. július 18-án készített felvételén megfigyelhető koronalyuk is hatalmas kiterjedésű.

A koronalyukak vizsgálata igen fontos az űridőjárás vizsgálata szempontjából, mivel a koronalyukakból áramló napszél sebessége átlagosan háromszorosa a máshonnan érkező részecskék sebességének. Mindemellett pontos természetük és működésük mechanizmusa továbbra sem ismert.

Science Daily, 2013. július 19. – Molnár Péter

A csillagászat hírei:

www.csillagaszat.hu

Az űrkutatás hírei:

www.urvilag.hu