

Csillagászati hírek

Újabb kísérlet a sötét energia titkának felderítésére

Az Univerzum történetében, illetve jövőbeli fejlődésében igen nagy szerepet játszik a titokzatos sötét energia, ami a modellek szerint Világegyetemünk jelenleg megfigyelhető gyorsuló tágulásáért is felelős.

A sötét energia kutatására irányuló újabb megfigyelések kaptak nemrégiben „első fényt”. Több éves előkészületek után szeptember 14–15-én a Baryon Oscillation Spectroscopic Survey (BOSS) műszer kezdte meg megfigyeléseit a Sloan Digital Sky Survey III részeként. Többézsakás felhős és esős periódus után az első éjszakán a kutatók az Új-Mexikóban található 2,5 méteres Sloan Foundation (a Sloan Digital Sky Survey eredeti távcsöve) távcsövet használták fel több ezer galaxis, illetve kvazár színeképeinek vizsgálatához. A tervekben egyébként összesen 1,4 millió galaxis és mintegy 160 ezer kvazár vizsgálata szerepel 2014-ig.

Az infravörös tartományban működő műszerek segítségével az Univerzum legősibb és legnagyobb struktúráit alkotó objektumok vizsgálata végezhető el. Ennek révén a kutatók a barionoszilláció néven ismert jelenséget figyelhetik meg. A barionoszillációk akkor kezdődtek, amikor a korai Univerzumban még nyomáshullámok haladhattak át. Ahogyan a hanghullámok a levegőben, ezek a nyomáshullámok is összesűrítették az anyagot, amint keresztülhaladtak rajta. A korai Világegyetemben ezek a hanghullámok a fénysebesség felével haladtak, de amint világunk néhány százezer éves korát elérte, annyira lehűlt, hogy a hullámok tovább már nem terjedhettek. Mára ezek kb. 500 millió fényév hosszúságú lenyomatokká fejlődtek, amiket a galaxisok eloszlásából lehet kimutatni.

A barionoszillációk hosszának pontos meghatározásával következtetnek a kutatók arra, pontosan miféle szerepet játszott a sötét

energia az Univerzum tágulása során, ebből pedig talán a sötét energia mibenlétére is fény derülhet. Ezek a vizsgálatok jól kiegészíthetők a szupernóvák segítségével végzett kozmológiai kutatásokat is.

A BOSS spektrográfjai több mint kétezer nagyméretű fémlemezzel működnek, amelyeket a távcső fókuszsíkjába helyeznek. A lemezekre az előzetes térképezéseknek megfelelő pozíciókban apró lyukakat fúrnak, így fedve le közel kétmillió objektumot az északi égbolton. A több ezernyi lyukba illesztett optikai kábelek pedig a megfigyelt galaxis vagy kvazár színeképet továbbítják a spektrográfokhoz.

Az összegyűjtött adatok nyilvánosságra hozatalának első tervezett időpontja 2010 decemberre. A BOSS és a többi hasonló műszerrel készített, és az interneten nyilvánosságra hozott, szabadon elérhető adatbázisok nagyban elősegíthetik a csillagászati közösség fejlődését, valamint az oktatási tevékenységet is, mivel nemcsak a kutatócsoport saját ötleteit, hanem más csillagászok, vagy akár a nagyközönség részéről érkező észrevételeket is figyelembe lehet venni az adatok feldolgozása során.

Astronomy.com, 2009. október 1. – Mpt

Gyöngyök kozmikus szálakon

Szeptember 3-án a nemrégiben üzembe állított Herschel űrtávcső a Dél Keresztje csillagkép irányába fordult, majd a Földtől több ezer fényév távolságban található hideg gázfelhőkről készített felvételeket. Az elkészített képeken igen heves, váratlan aktivitás mutatkozott. A rendkívül alacsony hőmérsékletű tartományokban kisebb, aktív csillagkeletkezési régiók fedezhetők fel: mintha gyöngyszemek lennének felfűzve hatalmas kozmikus szálakra.

A Galaxisunk középpontjától mintegy 60 fokra elhelyezkedő terület lefényképezésére a szonda SPIRE és PACS kameráit használták fel. Az eredeti öt, infravörös tartományban készült felvételen megfelelő színkódolás alkalmazásával a különösen hideg anyag jól elkülönül a valamivel magasabb hőmérsékletű csomóktól. A gondos elemzés révén a kutatóknak lehetőségük van az anyagfelhő tömegének, hőmérsékletének, anyagi összetételének meghatározására, illetve annak eldöntésére, hogy vajon új csillagok formálódnak-e éppen.



Hatalmas száakra fűzött csillagkeletkezési tartományok a Herschel felvételén

A felhőben meglepően heves folyamatokra utaló jeleket sikerült észlelni. A csillagközi anyag folyamatos és egymással kapcsolódó száclakká áll össze, amelyek az újszülött, életük különböző fázisában levő csillagok sugárzásának köszönhetően világítanak.

Általában a Galaxis fősíkjához ilyen közeli, sűrű tartományokban, amelyek irányában számos hatalmas molekulafelhő helyezkedik el, roppant nehéz részleteket észlelni. A Herschel kifinomult infravörös műszerei azonban tulajdonképpen keresztüllátta a felhőn, amely optikai tartományban teljességgel átlátszatlan. Ilyen hullámhossztartományokban végzett megfigyelésekre pedig szinte kizárólag a légkörön kívül elhelyezett műszerekkel van lehetőség. A rendki-

vüli szépségű felvételek szerint Galaxisunk továbbra is fáradhatatlanul ad életet csillagok újabb és újabb generációinak.

ESA Space Science, 2009. október 2. – Mpt

Az élet szigetei térben és időben

Rendkívül fontos kérdés annak vizsgálata, hogy pontosan milyen tényezők járulnak hozzá egy égitest lakhatóságához. A feltételek között első helyen szerepel talán a központi csillag jellemzői és stabilitása, illetve az ebből levezethető ún. lakhatósági zóna helye a csillag körül.

A többi tényező figyelembe vétele azonban egyáltalán nem egyszerű feladat. Abel Mendez (University of Puerto Rico) és kollégái most kidolgoztak egy olyan modellt, amely számszerűsíthető adatokat szolgáltat a bolygók lakhatóságával kapcsolatban. A modell nemcsak a saját Naprendszerünkben levő égitestek tanulmányozása során használható fel, de emellett alkalmazható a Föld lakhatóságának vizsgálatára a távoli múltban és esetleg jövőben, illetve a majd felfedezendő, Földhöz hasonló égitestek tanulmányozása során is.

Megleppő módon nincs általánosan elfogadott definíciója egy bolygó lakhatóságának, bár a bolygó egészére vonatkozóan bizonyos megközelítések alkalmazhatóak. Mendez vizsgálódásainak alapjául a Kvantitatív Lakhatósági Elmélet (QH Theory) kifejlesztése szolgált, amely a jelenlegi földi lakhatósági viszonyokat megvizsgálva alapot ad a múltbeli és jövőbeli viszonyokkal, illetve más, akár Naprendszeren kívüli égitestekkel való összehasonlításra.

A QH elmélet két paraméterre épül. A H a lakhatóság (habitability), amely az adott környezetben az élet lehetőségének relatív mérőszáma, illetve az M betűvel jelzett lakottság, amely lényegében a biodenzitás, azaz az élet által elfoglalt, élhető terület mérőszáma. Mindkét paraméter más és más fiziológiai és környezeti paraméterekkel áll összefüggésben, és élet elsődleges szereplőinek, azaz növények, fitoplanktonok és általában a mik-

robális élet esetében használható. Korábban a lakhatóságot a környezet hőmérséklete és nedvessége alapján modellezték, mivel ezeket a jellemzőket igen könnyű volt mérni bolygók esetében. Ezek alapján sikerült is globális lakhatósági térképeket készíteni a szárazföldek és óceánok vidékeiről igen különböző térbeli és időbeli felbontással. Az új módszer ezekkel a már létező elméletekkel összevethető eredményeket ad.

A munka így lehetőséget ad a lakhatóság számszerű összehasonlítására különböző klíma- és bolygórendszerek esetében. Emellett lehetővé teszi hosszabb időskálán is egy adott bolygón a feltételek változásával párhuzamosan változó lakhatóság elemzését. Mindez pedig napjainkban a globális felmelegedés révén az érdeklődés középpontjában áll mind a tudományos világ, mind pedig a nagyközönség részéről. A biofizikában használatos Standard Elsődleges Lakhatóság (SPH) mérőszámot mint a fent említett elsődleges szereplőkre értett jellemzők teljes felszínre vonatkoztatott összehasonlítási alapját definiálták. Az SPH lehetséges maximális értékét egy adott bolygó esetében különböző tényezők csökkenthetik. Saját Földünk esetében az SPH jelenlegi értéke 0,7, de egyes ősi időszakokban akár a 0,9-es értéket is elérte, például a dinoszauruszok kihalása idején, a késői krétaidőszakban is. Jelenleg a kutatások célkeresztjében az áll, miképpen befolyásolja majd a Föld esetében az SPH értékét a globális felmelegedés.

A módszer természetesen használható a következő évtizedekben felfedezendő bolygók esetében is. A belátható Univerzumban az élet hordozására alkalmas égitestek keresése egyike a NASA Astrobiology Institute és más, rangos nemzetközi szervezetek elsődleges feladatainak, de a modell alkalmazása már a Naprendszeren belül is érdekes eredményekre vezethet.

A Mars, a Vénusz, az Europa, a Titan valamint az Enceladus esetében is már számos különböző modellt használtak fel az élet lehetőségének vizsgálatához. Érdekes módon a modellek szerint a Naprendszerben az Enceladus a felszín alatti élet hordozására

leginkább alkalmas égitest, azonban sajnálatos módon ez a réteg túlságosan mélyen helyezkedik el a közvetlen kutatások számára. A legjobb kompromisszumot pedig az élet lehetősége és a megközelíthetőség szempontjából a Mars és az Europa hold jelenti. A modell további finomítására természetesen még szükség van, például olyan faktorok beépítésével, mint a bolygót érő fény, a légkörben levő szén-dioxid, illetve oxigén mennyisége, valamint a rendelkezésre álló tápanyagok koncentrációja.

Space Daily, 2009. október 7. – Mpt

A piszkos csillagok gazdagok bolygóiban

Némely csillag magányos óriás, melyet nem vesznek körül bolygók, aszteroidák tucatjai. Mások ezzel szemben bolygóestek egész hadát tudhatják maguk körül. Az Astrophysical Journal Letters folyóiratban megjelent tanulmány fényt derít arra, a csillagok összetétele miképpen áll kapcsolatban esetleges bolygórendszerük létezésével.

Miközben egy csillag kialakul, a kezdeti, sűrű gázfelhőből anyag hullik a melegedő, fényes mag irányába. Némely esetben ezek a felhők szegények nehezebb kémiai elemekben, míg mások nagy mennyiségben tartalmazzák a héliumnál nehezebb anyagokat is. Éppen ez utóbbiak azok, amelyek körül naprendszerek alakulhatnak ki. Erre immár bizonyítékok is rendelkezésre állnak: távoli naprendszerek vizsgálata során megállapítást nyert, hogy bolygók gyakrabban találhatóak olyan csillagok körül, melyekben – mint ahogyan a valaha ott volt ősködben is – magasabb a héliumnál nehezebb elemek aránya, amely elemek később a bolygókon a kőzeteket alkotják.

Mac Low, Anders Johansen (Leiden Observatory, Hollandia), illetve Andrew Youdin (University of Toronto) új számítógépes szimulációt fejlesztettek ki, amellyel a bolygók és más bolygószerű testek keletkezését vizsgálták, ahogyan az anyagfelhőből lassan planetézimálökká, bolygócsírákká állnak össze.

Kutatásaik során a 2007-ben már megjelent eredményeikre támaszkodtak, amelyben azt a kérdést vizsgálták, miért nem zuhannak a poranyagban lefékeződő, lassabban keringő, már kialakult kőzettestek a csillagba. A megoldás arra emlékeztet, ahogyan a bicikliversenyek résztvevői is szorosan egymás mögött haladva védekeznek az őket lassító menetszél ellen. A sziklák is viszonylag szorosan haladnak egymás mögött, ennek következtében a több kőzetdarabot tartalmazó pályákon az apró égitestek lassabban hullanak a csillag irányába. Mindez pedig önmagát erősítő folyamat. Ha egyszer már megjelent a hatás, az adott zónába kerülő sziklák nagyobb eséllyel maradnak meg, így az anyag ebben a térségben igen gyorsan gyarapodásnak indul.

A kutatók az eredményeket felhasználva háromdimenziós szimulációkat is futtatnak, amelyben gázanyag és sziklatörmelék keringett csillaga körül. A szimulációk során kiderült, hogy ha a nehezebb kémiai elemek aránya a korongban kevesebb, mint egy százalék, a csomósodás rendkívül gyenge. Amikor azonban az arányt kissé megemelték, a csomósodás gyorsan megindult, és hamarosan kialakulhattak a bolygócsírák, amely planetézimálok összeolvadásával évmilliók-tízmilliók során maguk a planéták is megszületnek, tehát az apró csomók megjelenése kulcsfontosságú a bolygórendszer kialakulása szempontjából. Úgy tűnik, rendkívül éles a határ a bolygórendszert formálni képtelen és képes korong-összetétel között.

Érdekesség, hogy a megfigyelések szerint az ősnapot körülvevő protoplanetáris korongban is a nehéz elemek aránya igen közel állt a fenti kritikus határhoz. Megeshet, hogy ha csak kissé alacsonyabb lett volna a héliumnál nehezebb elemek aránya, nem jöhettek volna létre a Naprendszer ma ismert bolygói, köztük az élet hordozására alkalmas Földünk sem.

Astrobiology Magazine, 2009. október 7.

– Molnár Péter

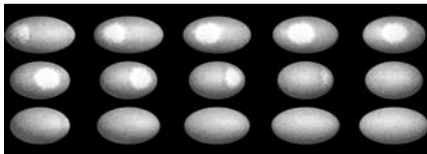
Rejtélyes vörös folt egy törpebolygó jégpáncélján

A Haumea nevű égitest a Neptunusz pályáján túl, az ún. Kuiper-övben rója pályáját a Nap körül. Az itt keringő objektumok (KBOs, Kuiper Belt Objects) közül méretét tekintve az Eris, a Pluto és a Makemake után a negyedik legnagyobb. A fő kisbolygóövezetben található Ceres társaságában ezek az égitestek az ún. törpebolygók osztályának tagjai.

A sötét, vörös foltot a Haumea felszínén fotometriai úton azonosították, mégpedig az égitest fényességében a tengely körüli forgása során bekövetkező változások alapján. A folt eredete még nem tisztázott, a fénygörbe változása azonban nem teljesen ugyanazt a lefutást követi minden hullámhosszon. Kicsiny, de állandóan jelenlévő különbségek utalnak arra, hogy a sötét folt kissé vörösebb a látható tartományban, s kissé kékebb az infravörös hullámhosszakon. A kutatást vezető Pedro Lacerda (Queen's University, Belfast) szerint már a legelső mérések elárulták a folt létét, ugyanis a fénygörbe két fényességmaximuma és két minimuma nem pontosan olyan, mint amilyen egy egyenes visszaverőképességű fényes felszíntől várható lenne. Az infravörös mérések segítségével a kutatók a folt összetételére is próbáltak következtetéseket levonni. Az adatok lehetséges interpretációi szerint a folt gazdagabb ásványi anyagokban és szerves összetevőkben, mint a felszín környező területei, de az is elképzelhető magyarázat, hogy több jégkristályt tartalmaz. Ha a folt egy nemrégiben bekövetkezett becsapódás nyoma, akkor – természetesen a Haumea belső rétegeinek anyagával keveredve – őrizheti a becsapódott égitest anyagának maradványát is.

A Haumea egyik legmeglepőbb tulajdonsága a gyors tengelyforgás. Mindössze 3,9 óra szükséges egy fordulathoz, s ezzel abszolút csúcstartó a Naprendszer nagy égitestjei között. Ennek azonban ára van: a rendkívül gyors forgás olyan elnyúlt ellipszoiddá torzítja a Haumea alakját, melynek fő irányai mentén az égitest mérete 2000 km, 1600 km

és 1000 km. Az elképzelések szerint a felpör-gésért egy több mint 1 milliárd évvel ezelőtt bekövetkezett ütközés a felelős.



Fantáziarajz a kisbolygón levő foltról a forgás egyes fázisaiban (Europlanet Media Center)

Óriási távolsága miatt a Haumea a Földről pontszerűnek látszik. A róla gyűjtött eddigi tudásunk a fénygörbéjén, tehát fényességé-nek változásán alapszik. Gyors forgása és elnyúlt alakja miatt a törpebolygó fénye – a felszíne által visszavert napsugárzás inten-zitása – periodikusan változik. A változás amplitúdója az égitest elnyúltságáról hordoz információt, míg a periódusa az obektum tengelyforgási idejét jellemzi. Az alakra, méretre és rotációs periódusra vonatkozó mérési adatok alapján a Haumea átlagsűrű-sége a vízének 2,5-szöröse. Mivel spektrosz-kópai észlelésekből tudható, hogy felszínét vízjég borítja, a magas átlagsűrűség csak úgy állhat elő, ha a belseje kőzetekből épül fel.

Lacerda és kollégái 2010 tavaszán a VLT teleszkópokkal tervezik további megfigyelé-sek elvégzését, hogy spektroszkópai adatok alapján megállapíthassák a folt kémiai össze-tételét, s így eredetét is tisztázzák.

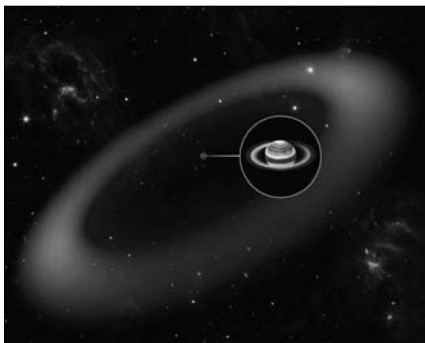
EPSC, 2009. szeptember 16. – Kovács József

Óriási porgyűrűt fedeztek fel a Szaturnusz körül

A Spitzer űrteleszkóp infravörös felvételei alapján óriási, az eddig ismertek méretét messze meghaladó, porból és jégzemcsék-ből álló gyűrűt fedeztek fel a Szaturnusz körül. A porgyűrű belső széle a bolygótól körülbelül 6 millió kilométerre található, míg a külső széle durván 12 millió kilomé-teres távolságig terjed. A Szaturnusz egyik legtávolabbi holdja, a Phoebe a gyűrűben kering, s valószínűleg anyagának forrása

is ez a hold. Az új gyűrű mintegy 27 fokos szögben hajlik a fő gyűrűrendszer síkjához, s vastagsága körülbelül 20-szorosa a bolygó átmérőjének. Méretei alapján 1 milliárd Föld töltene ki az általa elfoglalt térfogatot.

Anne Verbiscer (University of Virginia, Charlottesville) szerint a gyűrű átmérője olyan nagy, hogy ha nem csak az infravörös sugárzása alapján detektálhatnánk, hanem szabad szemmel is látható lenne, akkor a telihold méretének kétszeresét, azaz mintegy 1 fokos területet fedne le az égbolton. Híg anyaga valószínűleg jégzemcsékből és por-részecskékből áll.



Fantáziakép a Szaturnusz új gyűrűjéről. Az insetben a bolygó infravörös képe látható

Az új gyűrű azonosítása talán segít meg-oldani a Szaturnusz Iapetus nevű holdjá-val kapcsolatban nagyon régóta fennálló, már Cassini által is felismert problémát, nevezetesen azt, hogy a hold egyik oldala fényes, a másik pedig teljesen sötét. Mivel az új gyűrű ugyanabban az irányban forog, mint a Phoebe hold, míg a Iapetus, a többi gyűrű és a legtöbb hold ellentétes irányban kering a bolygó körül, ezért a magyarázat az lehet, hogy a gyűrű sötét, poros anyagának egy része a Iapetus felszínére hullik, vagy inkább csapódik, beszenyyezve és elsötétítve annak egy részét, hasonlóan ahhoz, ahogyan a repülő rovarok csapódnak a gépkocsik szélvédőinek. A csillagászok már régóta sejtették, hogy a Phoebe és a Iapetus felszíné-nek sötét anyaga között valamilyen kapcsolat lehet, s a kutatócsoport egyik tagja, Douglas

Hamilton (University of Maryland) szerint ezt a feltételezést az új gyűrű felfedezése meg is erősítette.

Verbiscer és munkatársai a Spitzer egyik infravörös kamerájával (multiband imaging photometer) a Szaturnusztól távol, a Phoebe hold pályájának környékén annak a pornak a nyomát keresték, amely a feltételezések szerint a Phoebe és egy üstökös kisebb ütközése következtében dobódott le a holdról, s amiben a Phoebe azóta is mozoghat. A Spitzer adataira vetett első pillantás azonban azt mutatta, hogy a keresetnél jóval nagyobb porgyűrűt találtak.

A gyűrűt azért nem lehet az optikai tartományban látni, mert diffúz, valószínűleg az infravörösben detektáltnál is nagyobb térrészre kiterjedő anyaga nem reflektál elegendő mennyiségű napfényt ehhez. Verbiscer szerint a gyűrű olyan csekély sűrűségű, a részecskéi olyan távol vannak egymástól, hogy a gyűrűben tartózkodva nem is érzékelnék őket. A 80 kelvin hőmérsékletű port a Spitzer műszerei még azelőtt észlelték, hogy idén májusban kifogyott a hűtésükre szolgáló folyékony hélium, s emiatt azóta az észleléseknek már csak egy szűkebb köre végezhető el.

Spitzer News, 2009. október 6. – Kovács József

Három űrszonda is igazolja a holdi víz létezését

Egybehangzó űrszondás mérések szerint a korábban száraznak tartott Hold felszínén víz is és hidroxil is van, bár mennyiségük közel elhanyagolható: egy liter vizet egy egész futballpálya nagyságú területről kellene összegyűjteni. Ezzel egy több évtizede fennálló kérdésre sikerült megadni a végső választ.

A víz nyomait eddig elsősorban a holdi neutronsugárzás energiaeloszlása alapján próbálták kimutatni, de az első ilyen mérések, amelyeket a Lunar Prospector űrszonda végzett, nem voltak elég meggyőzőek. Több űreszköz Holdba való csapódása alapján sem sikerült kimutatni vizet. Most az LRO

holdszonda már sokkal biztatóbb méréseket véggez, de mégis korábbi űrszondáknak a Hold felszínéről készített spektroszkópiai méréseinek kiértékelése vezetett el a holdfelszíni víz kimutatásához. Most nézzük az egyes szondák eredményeit.

Az indiai Chandrayaan-1 holdszonda M³ („M a köbön”, Moon Mineralogy Mapper) műszere feltérképezte a Hold teljes felszínének nagy részét, és a pólusoknál nagyobb mennyiségben, de alacsonyabb holdrajzi szélességeknél is kimutatható mennyiségű vizet, illetve a vízből származó hidrogént és hidroxilt mutatott ki.



A holdbéli víz eloszlása. A világosabb területeken mutathatók ki a víz nyomai

A Holdról szintén fontos méréseket végzett a már sok éve a Szaturnusz körül keringő Cassini-szonda, még 1999-ben, illetve a Deep Impact űrszonda, 2007-ben és 2009-ben. A Cassini-mérések kiértékelését Roger N. Clark, az amerikai Geológiai Szolgálat (USGS, Denver, Colorado) munkatársa, a Deep Impact színképek elemzését pedig a Jessica Sunshine (Marylandi Egyetem) által vezetett kutatócsoport végezte. A Chandrayaan-1 holdszonda mérési adatainak értelmezését Carle M. Pieters (Brown Egyetem, Providence, Rhode Island), valamint J. N. Goswami (Indiai Űrkutatási Szervezet, ISRO) kutatócsoportjai készítették el.

Felmerül a kérdés: miért nem száradt ki

a Hold felszíne a kialakulása óta eltelt több milliárd év alatt? Ugyanis mai ismereteink szerint a Hold egy kb. Mars méretű égitestnek a Földdel való ütközése következtében keletkezett, vagyis magas hőmérsékletű átalakulások mentek benne végbe, illetve hosszú évmilliárdok alatt a felszínébe rengeteg kisebb-nagyobb égitest csapódott. Rádásul az ősidőkben még vulkáni aktivitással is sok helyen nagyon magas volt a hőmérséklet, ami kifejezetten kedvezőtlen volt a víz megmaradásához. Fontos még, hogy a Nap elektromágneses és részecskesugárzása, valamint kozmikus sugárzás is állandóan érte és éri a holdfelszínt, ami a molekulákat elszakítja a felszíntől, a kőzetalkotó ásványok kristályszerkezetét szétbontja, ugyanakkor a felszínhez is tudja kötni, be is tudja építeni a molekulákat – és épp itt van a probléma nyitja.

A légkör és erős mágneses tér nélküli Hold felszínére akadálytalanul özönlenek a napszél és más kozmikus sugarak részecskéi, ezek közül is a legszámottevőbb. A protonok eléri a felszínt és a kőzetalkotó ásványok oxigénjével az ásványokba kötött vizet hoznak létre (ezeket hidratált ásványoknak hívjuk, amelyekhez víz adszorbeálódott, vagyis hozzátapadt, illetve beépült). A reggeli és esti oldalon alacsonyabb hőmérsékleten a víz a felszínen az ásványokba kötött van, míg a napsütötte nappali oldalon a magas hőmérsékleten, illetve fotodisszociáció következtében kötésekből kiszabadulnak a hidrogén atomok és hidroxil gyökök, amelyeket az űrszondák spektrométerei kimutattak. Az infravörösben 2,8–3,2 mikron között a víz is és a hidroxil is jelen van, tehát egymást zavarják a színekben, ezért a víz sávjának elkülönítése laboratóriumi spektrumok összehasonlításával történt, mert a víz elnyelési sávjá jellegzetes alakú és adott helyen van.

Bizonyos, például vas, kalcium vagy szilícium tartalmú ásványok kristályszerkezetébe beépülhet a víz, ami miatt ezeket víztartalmú vagy hidratált ásványoknak nevezzük. A Deep Impact mérései szerint a holdi mare

bazaltokban jóval erősebb ez a folyamat és intenzívebb napi ingadozást mutat, mint a holdi felföldeken. A fent vázolt folyamat csak egy lehetséges modell és lehet, hogy a jövőben más magyarázata lesz a holdi víz kialakulásának. A Chandrayaan-1 mérései szerint a hidratáció folyamata erős, jól kimutatható a magas holdrajzi szélességeken (pólusvidékeken), illetve a fiatal friss (feldspar tartalmú) kráteres vidékeken, vagyis becsapódási hőhatásnak kitett területeken. Az pedig, hogy nincs összefüggés a neutronsugárzási és színekpi adatok között, a hidrogén/hidroxil/víz mostani és felszíni keletkezésére utal. A mostani mérések szerint a holdkőzetek víztartalma maximum 0,5 súlyszázalék. Egy tonna felszíni holdkőzetben kb. 1 liter víz lehet. Ez nagyon kis mennyiség, mert a felszín 1 milliméteres legfelső rétegében egy molekulányi réteget tesz ki és a legfeljebb egy liter vizet egy kb. futballpálya nagyságú területről kellene összegyűjteni. Másként fogalmazva: a Hold talaja még ezen felfedezések fényében is szárazabb, mint a legszárazabb földi sivatag.

Az elkövetkezendő évek feladata a holdi víz előfordulási helyeinek, felszíni eloszlásának feltérképezése, a holdi napi hőmérséklet-ingadozástól, illetve a napszél erősségétől való függésének nyomkövetése lesz. A holdi víz a jövő holdbázisainak víz, illetve a hidrogén pedig az üzemanyag, rakétahajtóanyag utánpótlását szolgálhatja, bár kis mennyisége nagy mennyiségű holdtalaj összegyűjtését feltételezi, ami nem nagy hatásfokú dolog („többe kerül a leves, mint a hús”). Mindez persze nemzetközi szintű holdi bányászati, űrjogi és űr-környezetkárosítási problémákat, környezetszennyezési kérdéseket is felvet, ami mellett nem lehet szó nélkül elmenni, illetve megfelelő szabályozás nélkül hagyni, szabadjára engedni.

*Science@NASA, Science Express 2009.
szeptember 24. – Tóth Imre*