

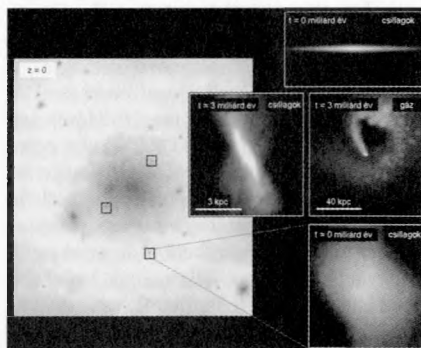
Csillagászati hírek

A legsötétebb galaxisok

A Tejútrendszerünkhöz hasonló nagyobb galaxisok körül számos kisebb törpegalaxis kering. Néhány ezek közül, például a Tejútrendszer Draco és Ursa Minor nevű törpegalaxisai, illetve az M31 Andromeda IX jelű kísérője a szokásosnál is különösebbek. Ezek a rendszerek a törpe sferoidális galaxisok (dSph) csoportjába tartoznak – gázanyagban rendkívül szegények, emellett felületi fényességük is igen alacsony. Különlegessé az teszi őket, hogy a legnagyobb arányban tartalmaznak sötét anyagot a normális, világító anyaghoz képest. Esetükben a tömeg-fényesség-arány 100 feletti (naptömeg/napluminozitás egységben), míg a Lokális Csoporthoz tartozó többi dSph galaxis esetében a hasonló arányszám 10 és 30 közötti. A jelek szerint bennük a csillagkeletkezési folyamatok nagyon régen, közel 10 milliárd éve leálltak – míg a többi, hasonló rendszerben még további évmilliárdokig keletkeztek új csillagok. Központi galaxisuktól való távolságuk is megkülönbözteti őket a jellegzetes kísérőktől: a megszokott, kb. 600–650 ezer fényév távolsággal szemben mindössze 150–300 ezer fényévre keringenek anyagagalaxisuktól. A probléma az, hogy a jelenlegi galaxiskeletkezési modellek egyike sem képes egyidejűleg magyarázatot adni a rendszerek összes megfigyelt tulajdonságára.

L. Mayer (ETH Zürich) és kutatócsoportja a Nature 2007. február 15-i számában számolt be egy új számítógépes szimuláció eredményeiről, melyek új fényt vetnek a rejtélyes objektumok keletkezésére. Ezek szerint a különleges rendszer kezei is gázanyagot nagy mennyiségben tartalmazó törpegalaxisok voltak, amelyek azonban a többiekénél sokkal korábban váltak a központi galaxis kísérőivé. A modell futtatása során a Tejútrendszerünkéhez hasonló méretű

haló kialakulását modellezték. Az induláskor a kísérőgalaxis, amely tömegének 80%-a gázanyagként volt jelen, a központi rendszer körül igen elnyúlt pályán keringett mintegy 1,7 milliárd éves periódussal. A szimuláció 10 milliárd éves időtartama alatt a kísérő ötször haladt át pályájának a központi galaxishoz legközelebb eső pontján. Az eredmények szerint már a legelső áthaladás is drámai hatással volt rá: sötét halójának mintegy 60%-át veszítette el, ami mellett a galaktikus árapályhatások révén kialakuló instabilitások mintegy 100 millió év alatt eltávolították a gázanyagot. A második közelítés alkalmával a kísérő halójának sűrűsége közelítőleg a felére zuhant, ezzel párhuzamosan keringési sebessége is 30 km/s alá esett. A belsejében fellépő átrendeződések miatt az eddig szorosabban kötött anyag is kidobódhatott, ennek megfelelően az első két közelítés után gyakorlatilag nem maradt gázanyag, míg a kezdeti, közelítőleg korong alakú csillageloszlás fokozatosan gömbszerűvé alakul át.



A fenti ábrasarozaton egy szimulált törpegalaxis fejlődése látható. A modell induláskor ($t=0,0$ milliárd év, jobbra fent) egy korong alakú objektumot látunk éléről nézve; $t=3,0$ milliárd évnél a csillagok eloszlása torzul (középső kép), míg a gázanyag eloszlása már jelentős változásokon ment át (jobbra).

$t=10,0$ milliárd évnél, vagyis kb. napjainkban (jobb alsó kép), már egy teljesen diffúz, a törpe sferoidális galaxisokra jellemző csillageloszlás tapasztalható.

A számítások szerint tehát a kozmikus értelemben korán kísérőgalaxisokká vált rendszerekből a gázanyag eltűnik, a csillagkeletkezési folyamatok leállnak, míg a távolabbi kísérőkben még évmilliárdokig folytatódik a csillagok keletkezése. Ez magyarázza például azt is, hogy miért fényesebb kb. tízszer a Fornax-törpegalaxis a Draco-törpegalaxisnál. Az előrejelzések szerint a fényes, nagyobb galaxisok mindegyike körül viszonylag csekély számú, sötét anyag által dominált kísérőnek kell lennie, amelyek igen gyorsan keringenek rendszerük központja körül. Ugyanakkor ezek a törpék igen halványak is, ami magyarázatot ad arra, hogyan kerülhettek el eddig az ideig a felfedezést. A modell által előre jelzett igen sötét kísérőgalaxisok megoldhatják a „hiányzó kísérőgalaxisok” rejtélyét – Tejútrendszerünk körül még három, hasonló tulajdonságú objektum felfedezése már összhangba hozná az elméleteket a megfigyelési adatokkal.

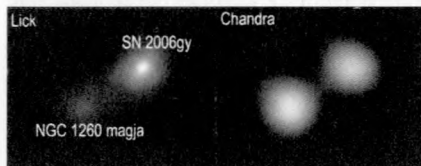
(astro-ph/0702495 – Mpt)

A valaha észlelt legnagyobb szupernóva-robbanás

A „normál” szupernóvák legnagyobb fényességüket néhány naptól pár hétig terjedő időskálán érik el, majd ezután néhány hónap alatt teljesen elhalványodnak. Ezzel szemben az SN 2006gy-nak 70 napra volt szüksége a maximális fényesség eléréséhez, majd ezt követően három hónapon keresztül minden eddigi szupernóvánál fényesebben ragyogott. Még most, majdnem 9 hónap elteltével is fényesebb, mint egy szokásos szupernóva a csúcsfényessége időszakában, s még mindig túlragyogja a Földtől 240 millió fényévre a Perseus csillagképben található, NGC 1260 katalógusjelű galaxisát.

A kaliforniai Berkeley Egyetem két csillagásza, N. Smith és D. Pooley a felrobbant csillag tömegét 100 és 200 naptömeg közé

teszi, azaz a mai tudásunk alapján elméletileg egyáltalán elképzelhető legnagyobb csillagtömegről van szó. Az ilyen óriási csillagok olyan ritkák a Tejútrendszerünkhöz hasonló galaxisokban, hogy egy 400 milliárdos populációban valószínűleg csak egy tucat található belőlük. A becslések szerint a robbanás során felszabaduló energia egy normál szupernóva-robbanásénak körülbelül százszorosa lehetett.



Képünkön a Lick Observatórium adaptív optikával készült infravörös és a Chandra műhold röntgenfelvétele látható az SN 2006gy-ról. Az infravörös felvételen a halványabb forrás a galaxis centruma, a fényesebb maga a szupernóva. A röntgenfelvételen a két forrás erőssége nagyjából megegyezik.

A legalább 10 naptömegű csillagok, miután belsejükben a hidrogénből kiindulva a vasig felépültek az elemek, befejezik aktív pályafutásukat, leáll bennük a termonukleáris fúzió. A folyamat vége felé a csillag belsejében termelődő, s kifelé haladó energia sugárnyomása már nem elegendő, hogy megtartsa a csillag külső rétegeit, melyek ezért bezuhannak, s összenyomják a csillag magját, amiből neutroncsillag vagy fekete lyuk lesz. Az összeroppanás egy kifelé haladó lökéshullámot indít, ami ledobja a külső rétegeket, s ezt a folyamatot látjuk óriási kifényesedésként.

A jóval nagyobb, 140–250 naptömegű csillagok esetében a csillag magjának hőmérséklete a fúziós folyamatok során olyan nagy értéket ér el, hogy még a fúziós végállapot elérése előtt a nagyenergiájú gamma-sugárzás párkeltése következtében anyag-antianyag, tipikusan elektron-pozitron párok keletkeznek. Mivel a csillag egyensúlyát ebben az esetben a gamma-sugárzás tartja fenn, mihelyt ez elkezd csökkenni, a

külső rétegek szintén bezuhannak. A folyamat végén egy olyan termonukleáris robbanás következik be, ami elméletileg bármely normál szupernóva-robbanásnál fényesebb, Univerzum-szerete megfigyelhető végeredményt produkál, ami után mindössze egy táguló forró gázfelhő marad, mindennemű maradvány, pl. fekete lyuk nélkül.

A Chandra mérései is megerősítették azt, hogy egy valóban extrém tömegű csillag halálát láttuk, s nem egy fehér törpe robbant egy hidrogénben gazdag környezetben. Ekkor ugyanis a forrásnak a Chandra által detektáltnál 1000-szer fényesebbnek kellett volna lennie.

Az ilyen új típusú robbanások az elméletek szerint jelentős mennyiségű nehézelemet is létrehozhatnak. A szupernóvák által a robbanás után kibocsátott energia a közben keletkezett 56-os nikkellel radioaktív bomlásából származik. Smith szerint jelen esetben mintegy 20 naptömegnyi nikkellel jött létre, míg egy Ia típusú robbanás során mindössze 0,6 naptömegnyi keletkezik. Az elképzelések szerint a korai Univerzumban nagy számban robbantak ilyen nagyon nagy tömegű csillagok, így jelentős mértékben hozzájárultak a Világegyetem nehéz elemekkel való „beszennyezéséhez”, áttételesen a bolygók, majd az élet létrejöttéhez is.

Az SN 2006gy ún. progenitora, azaz szülőcsillaga tömegének jelentős részét már a robbanás előtt elveszítette, hasonlóan az η Carinae nevű, 100–120 naptömegű ún. LBV csillaghoz (LBV, Luminous Blue Variable, fényes kék változó), amely a Tejútrendszer legnagyobb tömegű csillaga. Az SN 2006gy esete azt is jelezheti, hogy a tőlünk mindössze 7500 fényévre lévő η Carinae is hasonló módon fog felrobbanni, a legújabb „előrejelzések” szerint valószínűleg valamikor a nem túl távoli jövőben. Ha ez bekövetkezik, az η Carinae az emberiség történetének legbriliánsabb jelensége lesz az éjszakai égbolton.

Ha ezek a szuper-szupernóvák valóban olyan fényesek, mint az SN 2006gy, akkor a kutatók reményei szerint az új generációs James Webb Űrteleszkóppal lehetőség nyílik

arra, hogy az Univerzumban legelsőként bekövetkezett hasonló robbanásokat is detektálják, s így közvetve is igazolják ezen nagytömegű csillagok létezését.

(University of Berkeley PR
2007.05.07. – Kovács József)

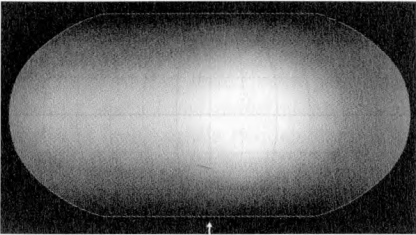
Forró bolygók a Naprendszeren kívül

A NASA Spitzer űrteleszkópjával első alkalommal sikerült kimutatni eltérő hőmérsékletű területeket egy Naprendszeren kívüli gázóriás atmoszférájában. Az adatok alapján a HD 189733b katalógusjelű objektum nem éppen barátságos hely, légkörét valószínűleg állandóan süvöltő szelek korbácsolják. Egy szintén a Spitzerrel dolgozó másik kutatócsoport megállapította, hogy a 2005-ben felfedezett HD 149026b katalógusjelű objektum a legforróbb ismert exobolygó.

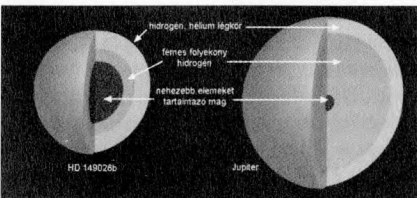
Mindkét bolygó az ún. forró Jupiterek osztályába tartozik, másodpercenként körülbelül húszszerszer több energia éri őket, mint nálunk a Jupiteret. A ma ismert, kétszázánál is több exobolygó körülbelül 25 százaléka tartozik ebbe a csoportba. Ezen objektumok az optikai tartományban működő távcsövek segítségével is detektálhatók, főbb paramétereik (méret, pálya) is megállapíthatók, légköriükről azonban csak infravörös tartományban nyerhető információ, mert itt kisebb a csillag és a bolygó fényessége közti különbség, s a bolygóról érkező jel könnyebben detektálható.

A HD 189733b tőlünk 60 fényévre, a Vulpecula csillagképben figyelhető meg. Csillaga körül 2,2 naponként tesz meg egy keringést, periodikusan elé, illetve mögé kerülve, azaz a jelenleg ismert legközelebbi fedési exobolygó. A Spitzer segítségével a keringés során, ahogyan a bolygó más és más részeit fordította felénk, 33 órán keresztül mérték a planétáról érkező infravörös sugárzást. A mintegy negyedmillió mérési adatból durván rekonstruálták a bolygó egész légkörének hőmérsékleti eloszlását. Az eljárást alapja, hogy az összes forró Jupiter típusú exobolygó keringése kötött lehet, emiatt

egyik oldala mindig a napja felé néz, a másik pedig sötét. A mellékelt ábra a hőmérséklet változását mutatja a HD 189733b óriás gázbolygó felhőzetében a Spitzer Űrteleszkóp infravörös mérései alapján. A világosabb színek magasabb, a sötétebb színek alacsonyabb hőmérsékletű területeket jelölnek. A meridiántól (nyíl alul) 30 foknyira keletre egy óriási forró folt található a bolygó atmoszférájában.



Az eredmények szerint a HD 189733b hőmérséklete 650 °C körüli a sötét oldalon, míg 930 °C a napsütötte oldalon. Mivel a két oldal közötti hőmérsékletkülönbség nem túl nagy, a kutatók úgy gondolják, hogy a bolygó atmoszférájában tomboló szeleknek jelentős szerepük van az energiának a napsütötte oldalról a sötét oldalra történő szállításában. A tombolás kifejezés korántsem túlzás, ugyanis a számítógépes modelleken alapuló becslések szerint a szélső sebesség elérheti a 9600 km/h-t is! A HD 189733b légkörének legforróbb foltja körülbelül 30 foknyira keletre a meridiántól. Ha a bolygó keringése valóban kötött, akkor ez azt jelenti, hogy a légkörében a szelek főleg keleti irányban fújnak.



A másik kutatócsoport a tőlünk 256 fényévre, a Hercules csillagképben megfigyelhető HD 149026b katalógusjelű, szintén fedési exobolygót vizsgálta a Spitzer műszereivel.

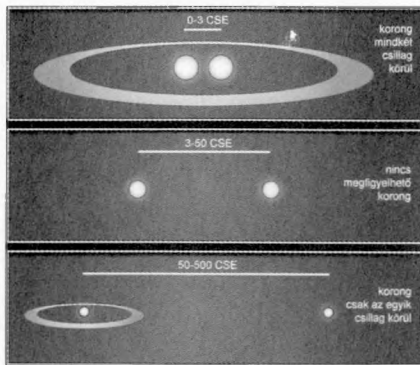
A bolygó napja mögé kerülésekor az infravörös sugárzásban bekövetkező csökkenésből kimutatták, hogy az atmoszféra hőmérséklete meghaladja a 2000 °C-ot, ezzel forróbb, mint néhány kistömegű csillag – ami az elméleti szakembereket is elgondolkodtató feladat elé állítja. A magas hőmérséklet miatt valószínű, hogy a csillagától kapott energia nem terjed szét úgy a légkörében, mint a HD 189733b esetében, így a napja felőli oldala nagyon forró, míg a másik jóval hidegebb. A kutatócsoport vezetője szerint a bolygó légköre valószínűleg az összes ráeső energiát elnyeli, abból szinte semmit nem ver vissza, így nem csak a legforróbb, de egyben a legfeketébb exobolygó címmel is büszkélkedhet. A HD 149026b egyébként a legkisebb és legsűrűbb ismert fedési exoplanéta, mérete a Szaturnuszéhoz hasonló, tömege azonban jóval nagyobb annál, csak a magja tömegét 70–90 földtömegnyire becsülik. Csillagát 2,9 naponként kerüli meg.

(Spitzer PR 2007.05.09. – Kovács József)

Bolygók kettőscsillagok körül

Mivel a csillagok többsége nem magányos, meglepő, hogy a jelenleg ismert 200 exobolygó közül csupán 50 olyan akad, mely egy többtagú csillagrendszer valamely csillaga körül kering. Egy amerikai kutatócsoport arra keresett választ, hogy vajon különbözik-e a bolygókeletkezés valószínűsége magányos és kettős csillagrendszerekben. Ehhez hatvankilenc A3–F8 típusú fősorozati csillagpárt tanulmányoztak a Spitzer infravörös Űrteleszkóp segítségével.

A csillagászcsoporthoz negyven rendszerben talált porkorongót, s ez arra enged következtetni, hogy nagyobb számban fordul elő kettőscsillagokban bolygókeletkezéshez szükséges törmelékcorong, mint magányos csillagok körül. Még nagyobb meglepetést okozott, hogy gyakrabban fordult elő ilyen porgyűrű a szoros kettősöknel, melyek kevesebb, mint 3 CSE-re keringenek egymástól. Három esetben pedig a kutatók olyan korongot azonosítottak, melyek dinamikailag instabil helyen húzódnak.



A vizsgálatok azt mutatták, hogy egymástól 0–3 CSE, ill. 50–500 CSE-re levő csillagpárosok körül alakulnak csak ki korongok. Míg az előbbieknél a két csillag körül egy közös gyűrű jött létre, addig az egymástól nagyobb távolságban keringő párosoknál csupán az egyik csillag körül találtak ilyet. A 3–50 CSE távolságban keringű kettőscsillagok viszont már túl távol vannak egymástól ahhoz, hogy egy nagy, közös gyűrű jöjjön létre körülöttük, azonban túl közeliek ahhoz, hogy bármelyik csillag körül külön kialakulhasson egy. Ez a három eset látható a mellékelt ábrán (NASA/JPL-Caltech/T. Pyle nyomán). A kutatócsoport további kutatásokat tervez, hiszen 69 csillagpáros még nem elegendő minta ahhoz, hogy a vizsgálatukból messzesemenő következtetéseket lehessen levonni a bolygóformálódással kapcsolatban.

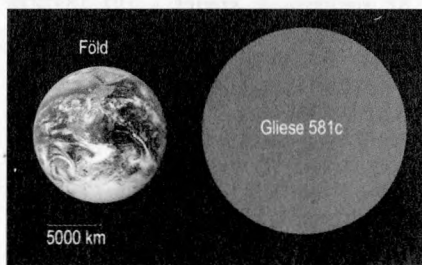
(Spitzer PR 2007.03.29. – Szulágyi Judit)

A Földhöz hasonló exobolygó?

Egy svájci, francia és portugál csillagászközből álló kutatócsoport a La Silla-i 3,6 méteres távcsövével felfedezte a Föld nagytömegű, az eddig biztosan azonosított legkisebb méretű exobolygót. Az új planéta mérete körülbelül másfélszerese a Földének, tömege pedig ötször nagyobb anyabolygónkénál, s a Libra csillagképben található Gliese 581 katalógusjelű vörös törpe körül kering. Az új égitest a Gliese 581c jelölést kapta, utalva arra, hogy a rendszerben ez a második bolygó, ugyanis korábban már

felfedeztek a törpe körül egy kb. Neptunusz tömegű kísérőt, ami 5,4 nap alatt kerüli meg a csillagot – illetve a kutatók bizonyítékokkal rendelkeznek arról is, hogy 84 napos periódussal még egy körülbelül 8 földtömegnyi kísérő is kering a Gliese 581 körül.

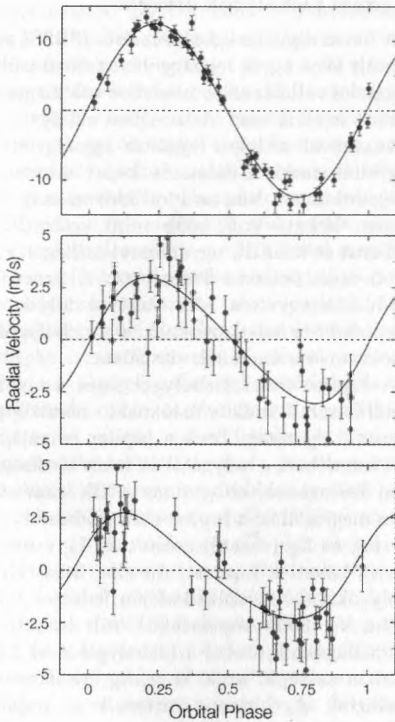
A Gliese 581c pályájának fél nagytengelye 14-szer kisebb, mint a Földé, s mindössze 13 nap alatt tesz meg egy fordulatot napja körül. A tőlünk 20,5 fényévnyre található vörös törpe tömege a Napénak csak harmada, hűvösebb is nála, ennek megfelelően a luminozitása is sokkal kisebb – így az új kísérő még ilyen közeli pályán is a csillag ún. lakhatósági zónájában kering. A modellek alapján stabilan elképzelhető folyékony víz az itt található égitestek felszínén. A kutatók becslése szerint a Gliese 581c felszíni hőmérséklete 0 és 40 Celsius-fok közötti, ha légkört nem feltételezünk körülötte.



A csillagászcsoporthoz a központi csillag rádiósebesség-változásának mérésén alapuló módszert használta a 3,6 méteres távcsőre szerelt HARPS (High Accuracy Radial Velocity for Planetary Searcher) spektrográffal. Ez a műszer 1 m/s (3,6 km/h) pontosságú sebességmérésre képes, a Gliese 581c esetében 2–3 m/s-os változásokat mértek vele, ami egy siető ember sebességének felel meg! Ilyen kicsiny változások kimutatására a legtöbb ma használatos színképelemző eszköz a jelhez adódó zaj miatt nem alkalmas. A HARPS képességeit jól érzékelteti, hogy az eddig ismert 13 darab, 20 földtömegnél kisebb exobolygó közül 11-et ezzel fedeztek fel. A módszerrel meghatározhatók az egyébként láthatatlan kísérő pályájának főbb paraméterei (leginkább a keringési

Féloldalas porkorong egy fiatal csillag körül

A tudomány mai állása szerint nagy valószínűséggel a legtöbb csillag körül található valamiféle törmelék- vagy porkorong, de ezek kimutatásához nagyon érzékeny műszerekre van szükség. Fiatal csillagok esetén szinte mindig, de életük közepén járó csillagok körül is sok esetben találtak már porkorongot. Ezekben a korongokban gyakran éppen bolygókeletkezés folyik, vagy már kialakult bolygók is keringenek csillaguk körül, esetleg kisebb törmelékdarabok (kisbolygók, üstökösök) ütköznek egymással. A központi csillag sugárzása felmelegíti a korongot alkotó részecskéket (hasonlóan ahhoz, ahogyan a Nap is melegíti a Földet), az így nyert energia egy részét azonban a részecskék az infravörös tartományban kisugározzák, s ott plusz sugárzasként ki is mutatható. Illusztrációnk azt mutatja, hogyan változtatják meg a különböző típusú porkorongok egy csillag sugárzásának hullámhossz szerinti eloszlását.

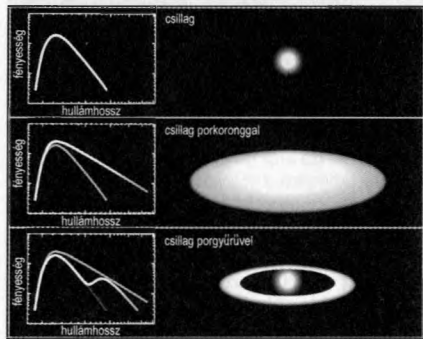


A Gliese 581 radiális sebesség-görbéi a rendszer három bolygójára a másik két kísérő hatásának levonása után. A felső panel a 15 földtömegű, 5 napos keringési idejű, korábban is ismert bolygóra vonatkozik, a középső panel a most felfedezett, lakhatósági zónában keringő kísérőt, míg az alsó panel egy további feltételezett, 8 földtömegű, 84 napos keringési idejű bolygó létére utal

ideje és a csillagtól való távolsága), illetve alsó határ adható a tömegére is.

A kutatók szerint a sokkal kisebb energia-kibocsátásuk miatt a vörös törpék lakhatósági zónája jóval közelebb van a csillaghoz, mint a Napnál, így esetükben a radiális sebesség mérésével könnyebb a folyékony víz hordozására is alkalmas kistömegű bolygókat találni. Hőmérséklete és viszonylagos közelsége miatt a Gliese 581c is fontos célpontja lehet a közeljövő Földön kívüli élet kutatását célzó űrmisszióknak.

(ESO PR 22/07 – Kovács József)



Az első porkorongot 1985-ben, a Vega körül detektálták az IRAS műhold segítségével. A központi csillag fiatal kora miatt eredetileg protoplanetáris korongnak gondolták, később bolygószerű testek jelenlétére utaló jeleket találtak. Hasonló törmelék-korongot fedeztek fel később a Fomalhaut és β Pictoris körül is, amelyekről közvetlenül is sikerült felvételt készíteni. Nagyon sötét helyről Napunk saját porkorongja is látható: ez az állatövi fény.

Amerikai csillagászok egy csoportjának most újabb porkorongot sikerült közvetlenül lefényképezni a Hubble Űrteleszkóp és a Keck adaptív optikája segítségével. A HD 15115 katalógusszámú csillag korongjának érdekessége, hogy rendkívül aszimmetrikus, 1:2 arányban torzult, nyugati oldali sugara minimum 550 CSE, míg keleti sugara kb. 315 CSE. Nagyságát tekintve egyébként az ismert második legnagyobb csillag körüli porkorong a β Pictoris korongja után. A korong jelenléte további bizonyítékot szolgáltat arra, hogy az anyacsillag a β Pictoris kb. 10 millió év korú mozgási halmazának tagja. A viszonylag fiatal csillagokat tartalmazó, nagy kiterjedésű csillagcsoport tagjai térben és időben közel egyszerre keletkeztek, de a laza kötöttség miatt azóta nagyrészt szétszóródtak az űrben. Ma már csak azonos koruk és térbeli mozgásuk vektora árulkodik a csillagcsalád eredetéről. A β Pictoris mozgási halmaznak jelenleg 17 tagját ismerjük.



Hamisszínes kép a HD 15115 korongjáról: a baloldali kép a Hubble Űrteleszkóp, a jobboldali a Keck teleszkóp felvétele (észak felfelé, kelet balra)

A HD 15115 korongjának nagyfokú aszimmetriáját a felfedezőök azzal magyarázzák, hogy azt a csillagtól keletre, meglehetősen közel (kb. kétszeres Nap–Pluto távolságra) elhelyezkedő HIP 12545 számú szomszéd csillag gravitációs hatása okozza. A rendszernek magyar vonatkozásai is vannak: az MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézetének infravörös csillagászati kutatócsoportja (KISAG) mutatta ki először a csillagról, hogy a β Pictoris mozgási halmaz tagja.

(astro-ph: 0704.0645 – Der)

A trójai kisbolygók eredete

A Sloan digitális égboltfelmérés (SDSS) az elmúlt évek egyik legnagyobb szabású csillagászati vállalkozása, amelyben sok magyar kutató is részt vesz. Arizonában elhelyezett távcsövével a teljes éggömb egynegyedét figyelték meg. A felmérés képei mindent megörökítettek, ami az adott időben az égen éppen látható volt: több mint százmillió galaxist és kvazárt, ugyanennyi csillagot, és több mint százezer kisbolygót. A Szegedi Tudományegyetem részvételével folyik a Naprendszer keletkezésének és a kisbolygók titokzatos történetének vizsgálata.

A Jupiter trójai kisbolygói jeges és igen sötét felszínű, inaktív üstököshöz némiképp hasonló égitestek. Ezek a Jupiter pályáján, két csomóban, a bolygótól 60 fokos távolságban keringenek, ahogy már a XIX. században megjósolták: a Jupiter előtt „előresietve” kering az L_4 (vezető) csomó, az L_5 csomó pedig követi a Jupitert. Az első trójai kisbolygókat a XX. század elején fedezték föl, mára kb. 2000 képviselőjük vált ismertté. A csillagászok ezeket a kisbolygókat az Iliászban szereplő trójai és görög hősök után nevezték el – innen származik a „trójai” jelző.

Keletkezésükre korábban három elmélet született: kialakulhattak a Naprendszerrel egy időben, amikor az egyre növekvő Jupiter stabilizálta a kis égitesteket (Peale, 1993). Egy másik elmélet alapján hosszabb időn át alakultak ki a Jupiterrel azonos pályán, vagy a Naprendszer más területeiről szóródtak ki, míg végül a Jupiter „csapdájába estek” (Jewitt, 1996). Egyedül e kisbolygók megfigyelésétől várhatjuk, hogy döntő bizonyítékot szolgáltatnak valamelyik keletkezési elmélet mellett. A korábbi megfigyelések alapján száz-százötven trójai kisbolygóról voltak részletes információink (pl. fényesség, színkép), ám főleg a 30 km-nél nagyobb égitesteket vizsgálták részletesen, és elsősorban a vezető csomó ekliptikához, a Naprendszer fősíkjához közel eső vidékét.

Az SDSS-adatokban 1187 mérést azonosítottunk trójai kisbolygókkal. Kisebb hányaduk már ismert kisbolygót mutat, őket a

pályaelemek alapján lehetett kiválasztani. A többség, 860 megfigyelés még ismeretlen, fel nem fedezett égitestet ábrázol. Itt a mozgás alapján lehetett valószínűsíteni, hogy a kisbolygó a trójai család tagja: a Naptól távol járó kisbolygók sokkal lassabban mozognak, mint a közelebbieket, ez a különbség az SDSS öt perces megfigyelése alatt is szembeötlő volt. Az 1187 mérésből álló minta végül – becslésünk szerint – az SDSS által megörökített felfedezetlen trójai kisbolygók 60%-át tartalmazza, másrészt a minta legalább 97%-a valóban trójai kisbolygó. Így sikerült közel megkétszerezni az eddigi adatok számát, ám a szükséges minőségi kritériumokat tekintetbe véve a részletesen vizsgálható égitestek száma az eddigieknek mintegy ötszörösére nőtt. A minta a kisebb méretű égitestek esetében is bővebb: a korábbi legalább 20–30 km-es átmérőkorlátjával szemben a 10 km-nél nagyobb égitesteket az SDSS-sel már mind azonosítani lehetett.

Az adatok statisztikájából kiderült, hogy a Jupiter trójai kisbolygócsaládjá nagyságrendileg ugyanannyi (mintegy egymillió) 1 km-nél nagyobb kisbolygót tartalmaz, mint ahány ilyen égitest a kisbolygók fővében (harminc népes családjában és a szórt populációban összesen) van! A trójai kisbolygókra tehát nem tekinthetünk úgy, mint egy távoli, pár égitestből álló csoportra, mert ez a Naprendszer egyik legnépesebb tartománya, s csak azért látunk benne kevés tagot, mert a nagy távolság miatt nehezebb őket felfedezni. A vezető, L₄ csoportban egyértelműen több, mintegy 1,6-szor annyi kisbolygót találunk, mint a követő L₅ csoportban. Erre az eltérésre korábban is utaltak megfigyelések, de a szelekciós hatásoktól biztosan mentes SDSS-adatokkal most sikerült egyértelműen megerősíteni. Ez az eltérés vagy abból származik, hogy az L₄ csoportba már kialakulásakor több égitest került, vagy arra kell gondolnunk, hogy a Naprendszer történetének folyamán valamely hatás, például a Szaturnusz pályájának változása az égitestek nagyobb hányadát szórta ki az L₅ csoportból.

Az SDSS-adatokból kimutatható, hogy a

trójai kisbolygók színe nem független a pályahajlástól: magasabb inklináción egyre erősebb égitestek jellemzőek. Úgy tűnik, ez a jelenség közvetlenül a trójai kisbolygók kialakulásával áll kapcsolatban. A nagy pályahajlású trójai kisbolygók magas számát a 2:1 rezonancia elméletével magyarázzák (Morbidei, 2005): amikor a Szaturnusz vándorlása során olyan pályára került, hogy egy keringése alatt a Jupiter pontosan kétszer járta körül a Napot, a két bolygó kölcsönhatása kaotikussá tette és teljesen átrendezte a kisbolygóövet. Később a rezonancia megszűnt, és lassan a ma ismert szerkezetben stabilizálódtak a kisbolygók. Az elmélet szerint a Jupiter ma megfigyelhető trójai kisbolygói külső tartományokból származnak. Ezek ekkor egy rövid időre elnyúlt, a Napot erősen megközelítő pályára álltak, majd végül a Jupiter fogságába kerültek. Ebben a folyamatban a különböző pályahajlású égitestek eltérő ideig tartózkodhattak a Naphoz közel kerülő pályán, illetve különböző mértékben közelíthették meg a Napot, ami elvezethetett a ma megfigyelhető szín-inklináció korrelációhoz. Ha ez az interpretáció helyes, úgy az egész Naprendszer történetének megértéséhez is közelebb kerülhetünk egy lépéssel.

A kutatásokat a Magyar Zoltán Felsőoktatási Közalapítvány és az OTKA T042509 pályázata támogatta.

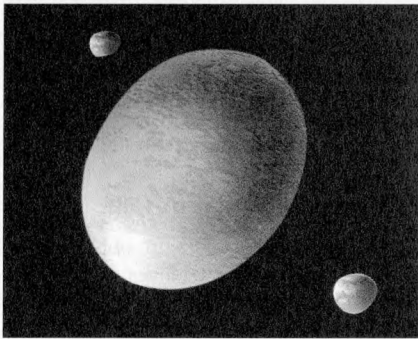
(Szabó M. Gyula)

Égitestcsalád a Kuiper-övben

A Kuiper-övben található objektumokat korábban csak pályájuk jellege alapján sikerült csoportosítani, közülük a leghíresebb a Plútóhoz hasonló dinamikai helyzetű csoport, a plútínók társasága. Összetétel szempontjából azonban eddig nem mutatkoztak hasonlóságok, és így nem tudni, hogy az egyes csoportok azonos szülőégitest szét-törésével keletkeztek-e. A Kuiper-öv tagjait színképük és ebből durván közelített felszíni összetételük alapján három nagy csoportba soroljuk. Az első csoportot a felszínükön sok fagyott metánjeget tartalmazó égitestek

alkotják – ilyen például a Pluto, az Eris vagy a 2005 FY₆ –, a másik osztályt azok az égitestek képezik, amelyek felszíne sok vízjégre utal, míg a harmadik csoport tagjai infravörös színeképükben nem mutatnak semmilyen erős, karakterisztikus jelleget.

A második csoporton belül is elkülönül néhány olyan objektum, amelyek spektrumában feltűnően erős a vízjég jelenléte. Ide tartozik a viszonylag nagyméretű 2003 EL₆₁ és annak egyik holdja, továbbá az 1995 SM₅₅, az 1996 TO₆₆, a 2002 TX₃₀ és a 2005 RR₄₃. Ezek az objektumok térben is aránylag koncentráltan oszlanak el, a Kuiper-öv kisebb zónájában található. A csoport legjelentősebb tagja az 1960×1518×996 km méretű 2003 EL₆₁, ennek tömege körülbelül 100-szor nagyobb, mint a fent felsorolt többi égitesté együttesen. A 2003 EL₆₁ esetében több érdekes jellemző alapján már korábban is feltételezték, hogy egy nagyobb objektum szétadarabolódásával keletkezett. Erre utalt viszonylag nagy, 2,2–3,3 g/cm³ közötti sűrűsége, mindössze 4 óra körüli tengelyforgási ideje, továbbá két, S/2005(136108)1 és S/2005(136108)2 jelű holdja (l. a mellékelt fantázia rajzot).



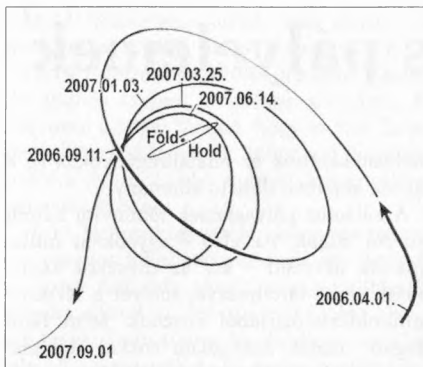
Mike Brown (CALTECH) és kollégái az objektumot részletesebben is vizsgálták. Modelljeik arra utalnak, hogy a 2003 EL₆₁ őse egy olyan, a Plutóhoz hasonló méretű égitest lehetett, amely nem sokkal a Naprendszer kialakulása után szétadarabolódott. Így maradt vissza a sűrűbb mag egy vékonyabb felszíni vízjég takaróval, és kelet-

kezett annak gyors forgása – amitől pedig elnyúlt az alakja. A robbanás nyomán messzebbre repült töredékek pedig a fenti öt égitestet alkotják. A széttörés során az illékonyabb metánjég könnyebben elszökött, míg a H₂O-ból több maradt vissza – ezért mutatnak a csoport tagjai hasonlóan erős, a vízjégre utaló elnyelési vonalakat. A széttört objektumok csoportja egyébként rezonanciában mozog a Neptunusszal, és 7-szer kerüli meg a Napot, míg a Neptunusz 12-szer teszi ezt. A jelenség keretében fellépő gravitációs hatások révén az egykori töredékek többsége mára kiszóródhatott a térségből. A modell viszonylag jól megmagyarázza a fenti megfigyeléseket, ugyanakkor sok megválaszolatlan kérdés is felvetődik kialakulásukkal kapcsolatban. Mindent összevetve feltehetőleg sikerült megtalálni az első olyan Kuiper-objektum családot, amelynek tagjai egy ősi égitest szétadarabolódásával születtek.

(sciencenews.org 2007.03.17. – Kru)

A Föld második holdja

2006. szeptember 14-én egy szokványosnak tűnő, 19,3 magnitúdós földközeli kisbolygót rögzítettek a Catalina Sky Survey 68 cm-es Schmidt-távcsövének felvételein. A megfigyelt koordinátákra azonban nem lehetett Nap körüli pályát illeszteni. Gyorsan kiderült, hogy a néhány méter átmérőjű égitest bolygónk körül kering! Mivel pályája szinte merőleges a Hold pályasíkjára, nem maradhat hosszú ideig a közelünkben. Három keringés után, szeptember elején elhagyja bolygónk környezetét. Mint a mellékelt ábrán látható, a pályára állás utáni első földközelsége január 3-án, a második pedig március 25-én volt. A harmadik, egyben legkisebb távolságú perigeum június 14-én lesz, amely után olyan sebességre gyorsul, ami a Föld–Hold rendszer elhagyására kényszeríti. Felfedezése után mindkét földközelség alkalmával észlelték a 19 magnitúdós objektumot, így minden bizonnyal a júniusi esemény sem marad rejtve előlünk. A mellékelt ábrán az égitest mozgása látható a Föld–Hold rendszerben 2006 áprilisa és



2007 szeptembere között (a Sky and Telescope nyomán).

Fontos kérdés, hogy vajon milyen pályán keringett az égitest, mielőtt befogtuk volna? Annyi bizonyos, hogy közel kör alakú, a Földéhez nagyon hasonló pályán járhatott. Megeshet, hogy a 60-as, 70-es évek egyik űrkísérlete során Nap körüli pályára állt rakétafokozat, bár ekkor a kis tömeg miatt már észlelnünk kellett volna a Nap sugárnyomása okozta pályaváltozást. Mivel ilyen eddig nem tapasztaltak, a kutatók többsége inkább egy természetes eredetű, tömör égitestre gyanakszik. A kérdést a júniusi perigeum idején végzett spektroszkópiai mérésekkel lehetne végérvényesen eldönteni, hiszen egy földközeli kisbolygó és egy speciális festékkel borított rakétafokozat egészen másként veri vissza a napfényt.

(Sky)

Astro Shorts: új csillagászati videómosztó

A közelmúltban megalapított Starlight Learning elnevezésű amerikai vállalkozás célkitűzései között szerepel a csillagászat és űrkutatás népszerűsítése, oktatása, melynek jegyében indult útjára idén márciusban az Astro Shorts, a csillagászat és a világűr szellemeseinek szánt videómosztó közösségi internetes oldal. A videómosztó weboldalak lehetővé teszik felhasználóinknak, hogy kisebb-nagyobb videófájlokat tölthessenek fel az oldalra, melyeket azután az oda látó-

gatók on-line megtekinthetnek. Az Astro Shorts felépítése egyszerű, könnyen átlátható, felhasználóbarát. A tartalom egyelőre még nem túl gazdag, lévén nagyon új a kezdeményezés, de az oldal folyamatosan bővül újabb és újabb videófilmekkel. Érdeemes hát időről időre visszalátogatni.



Casey Dee a TeleVue új Ethos okulárjáról faggatja Al Naglert

Érdekes újdonságnak számítanak a Starlight Learning saját készítésű rövidfilmjei, a News In Space (Űrhírek), mellyel elsősorban a kezdő csillagfűrészeket, a fiatalabb korosztályt célozzák meg. A sorozat lelkes házikisasszonya, Casey Dee, könnyed stílusban, szünni nem akaró lelkesedéssel számol be a csillagászat és az űrkutatás aktuális eseményeiről, vitatott kérdéseiről vagy éppen a legnagyobb észak-amerikai távcsőexpó újdonságairól. Egy gyors és fájdalommentes regisztráción átesve mi magunk is feltölthetjük saját készítésű asztro-videóinkat, közkinccsé téve ezáltal kedvenc hobbinink feledhetetlen pillanatait.

www.astroshorts.com – Sao

Rovatvezetőnk, Kereszturi Ákos május 8-án summa cum laude minősítéssel sikeresen megvédte Vízfolyásnyomok a Marson című doktori disszertációját. Gratulálunk! A szerk.