

Kitekintés

EXOBOLYGÓK ÉS NAPRENDSZERÜNK MÚLTJA

1995. októberben fedezték fel az első idegen bolygót, mára már több mint száz exobolygót, idegen csillag körül keringő bolygót ismerünk. 1999-ben fedezték fel az első idegen naprendszert, ez legalább három bolygóból áll. Az exobolygók felfedezése örömteli tény, mert igazolta azt a régi vártakozást, hogy Naprendszerünk nem egyedülálló a világegyetemben. Ugyanakkor az exobolygók, az exonaprendszerek nagyon eltérnek saját Naprendszerünk bolygóitól, a rendszer felépítésétől. Ezért eddig nem segítettek hozzá a Naprendszer kialakulásának megértéséhez, inkább növelték a megválaszolandó kérdések számát.

Az ismertté vált exobolygók erősen elliptikus pályán keringenek csillagaik körül, míg Naprendszerünkben a pályák a körhöz közeledek. Az exobolygók sokkal közelebb vannak központi égitestükhöz, mint hasonló, Naprendszerbeli társaik. Legtöbbjük két csillagászati egységnyi (CSE) közelebb van csillagához. (egy CSE a Föld-Nap távolság, a Jupiter távolsága több mint, öt CSE). Az eddig megtalált exobolygók tömege a Jupiteréhez esik közel, 0,75-3 Jupiter-tömegnek felel meg. A mai észlelési technika nem is teszi lehetővé sokkal kisebb bolygók felfedezését. A nagy tömegű bolygó hatással van csillaga mozgására, ezért a csillag a megfigyelőhöz képest hol távolodik, hol közeledik. Ennek megfelelően kisugárzott fényének színképe a Doppler-jelenség miatt eltolódik. A színképváltozásokból kiszámítható a bolygó tömege, pályája, központi csillagától való tá-

volsága. Eddig egyetlenegyszer sikerült közvetlenül megfigyelni egy exobolygónak csillaga előtt való áthaladását. Meghatározták az átmérőjét, nagyjából a Jupiterével egyenlő.

A bolygórendszerek lassan forgó gázgömbökből formálódnak ki. A forró, központi részből csillag lesz. A távolabbi részek anyaga forgó, lapos korong alakot vesz fel, ebből alakulnak ki a bolygók. A folytatás leírására több modell született. Az egyik szerint ütközések során parányi szikladarabok, por, homokszzerű részecskék állnak össze. Ezek tömegvonzással újabb por- és gázrészecskéket ragadnak magukhoz a forgó korongból. Ha a kezdeti mag nagyobb néhány földtömegnél, akkor néhány millió év alatt annyi gázt köt magához, hogy Jupiter vagy Szaturnusz jellegű óriásbolygó jön létre. A kisebb kiinduló magokból lesznek a földszerű bolygók. Ezt a modellt már az exobolygók felfedezése előtt is bírálták, mert túl hosszú időt igényel a bolygók kialakulásához. A csillagokból szétrepülő elektromosan töltött részecskék és az ultrabolya sugárzás hatására a forgó korong néhány millió év alatt elpárolog.

A másik modell szerint a forgó gázkorongban az anyagsűrűség nem egyenletes, csomósodások alakulnak ki. A csomók újabb gázrészecskéket vonzanak magukhoz, majd egyes kezdemények összeroppannak, és így jönnek létre a bolygók. Ebben a modellben nincs szükség olyan hosszú időre a bolygók kialakulásához, mint az előbbiben. Számítógépes szimulációk szerint mindössze ezer év is elég lehet egy óriásbolygó kialakulásához.

Az exobolygók, exonaprendszerek leírására egyik modell sem alkalmas. Egyik sem ad választ arra, miért a csillagukhoz közel ke-

ringenek az idegen bolygók. Keletkezésükhöz a korong belső részében nincs elegendő anyag. Lehet, hogy ezek az óriásbolygók távolabb keletkeztek, és később beljebb vándoroltak? Miért állt meg a befelé mozgó bolygó, miért nem zuhant csillagába? Feltételezik, hogy a vándorlás akkor áll meg, amikor az anyagkorong elpárolog. Ez milyen időskálán zajlik, gyorsan vagy millió évek alatt? Más elképzelés szerint a bolygó gravitációs tere úgy módosítja a csillag alakját és ezzel tömegvonzását, hogy az megállítja a befelé igyekvő bolygót. Lehet, hogy az óriásbolygó mégis ott keletkezett, ahol ma is kering. Elképzelhető, hogy a csillag töltött részecske-sugárzása legalább 0,5 CSE távolsáig kisöpörte az anyagot a belső tartományból. Miért erősen elliptikusak a pályák? Jobb magyarázat híján a sokszereplős rendszerben zajló gravitációs kótélhúzásra gondolnak.

A kérdésekre egyelőre nincs válasz, újabb, pontosabb megfigyelési adatokra van szükség. Több észlelőrendszer is épül. Az elektromágneses spektrum milliméteres hullámhossztartományában érzékeny teleszkópokkal bele lehet majd látni a forgó anyagkorongok belsejébe. A milliméteres hullámhosszú sugárzások számára nem jelent akadályt a gáz és a por, akár még éppen formálódóban lévő bolygórendszerre is bukkanhatnak. A Sub-Millimeter Array (Mauna Kea, Hawaii) már idén megkezdí az adatgyűjtést

(<http://sma-www.harvard.edu>). 2005-ben látnak munkához Kaliforniában a következő új rendszerrel: Combined Array for Research in Millimeter-wave Astronomy (<http://www.mmarray.org>) A legnagyobb rendszer Chilében, az Atacama-sivatagban épül európai, japán, USA és kanadai összefogással. Az ALMA (Atacama Large Millimeter Array) hatvan négy darab, egyenként tizenkét méter átmérőjű teleszkópból áll, a rendszer egyetlen, tizen négy kilométer (!) átmérőjű parabolaantennával egyenértékű. Az 1 mm hullámhosszon a földi telepítésű ALMA rendszer olyan érzékeny lesz, mint az űrben keringő Hubble-

teleszkóp a látható fény tartományában. A rendszer tervezett felbontása lehetővé teszi majd, hogy nyomon kövessék egy fiatal bolygó mozgását a forgó anyagkorongban. Az ALMA 2007-ben kezdhet hozzá az adatgyűjtéshez. (<http://www.eso.org/alma>, <http://www.alma.nrao.edu>).

Dan Falk: Planet Formation: Worlds Apart. Nature. 422, 6933, (17 April 2003) 659.

J. L.

KOZMIKUS SUGARAKKAL A CSEMPÉSZEK ELLEN?

Az amerikai Los Alamos Nemzeti Laboratórium kutatói a kozmikus sugárzás müon részecskéit hasznosító összeállítás próbáltak ki elrejtett tárgyak felderítésére. A müonok az elektronnál 207-szer nehezebb, negatív töltésű részecskék, melyek képesek vastag anyagrétegeken áthalolni. Nagy számban keletkeznek a kozmikus sugárzás nagyenergiájú részecskéinek a légkör atomjaival való ütközésekor. Anyagon való áthaladásuk során az anyag sűrűségétől függő mértékben eltérülnek eredeti mozgásirányuktól, így az eltérülés megfigyelt mértékéből következtetni lehet a közeg sűrűségére. Az első próbánál volfrámtárgyat tettek acéltartóra, a minta felett és alatt 60x60 cm aktív felületű részecskedetektort helyeztek el. A felső meghatározta a müon beérkezési irányát, az alsó pedig a mintán áthaladt müonok pályáját. A rekonstruált képen egyértelműen, világosan látszott a volfrámtárgy, az acélszerkezet viszont éppen csak megjelent. (A volfrám fajsúlya 19,3, a vasé 7,86 g/cm³.) Ezután tíz centiméter élhosszúságú uránkockát helyeztek be egy juhokkal telezsúfolt fémkonténerbe. A müonok viszonylag kis száma ellenére egyetlen perc alatt sikerült egyértelmű képet kapni a tárgyról, tehát a vizsgálat gyorsan elvégezhető. (Az urán fajsúlya is nagy, 19,05 g/cm³.) A kutatók szerint a módszer

ígéretesnek tűnik teherautók, autók, konténerek átvizsgálására. Az eddigi, hasonló célokat szolgáló módszerek sugárforrást igényeltek az átvilágításhoz.

Konstantin N. Borozdin et al.: Surveillance: Radiographic Imaging with Cosmic-ray Muons. Nature 422, **6929**, (20 March 2003) 277

A friss hír mellé érdemes felidézni egy régi történetet. A Kaliforniai Egyetem kutatócsoportja az 1960-as években Louis Alvarez (1968-as fizikai Nobel-díjas) vezetésével műonokkal „világította át” Egyiptomban a Khefren-piramist. Több régész feltételezte, hogy ebben a piramisban lehet még nagyobb feltáratlan, ismeretlen helyiség, rejtett sírkamra. A fizikusok a piramis alján levő kamrában építették fel mérőrendszerüket, amely rögzítette, hogy milyen irányból érkeztek az egyes műonok. A műonok egy részét útközben elnyelte a piramis, az észlelt műonok száma tehát attól függött, hogy milyen vastag anyagrétegen hatoltak át. Az 1968-ban indult mérésorozatban mintegy 700 ezer műon beérkezési irányát rögzítették. A piramis geometriájának ismeretében egyértelműen tisztázták, hogy nincs nagyobb rejtett sírkamra a piramisban. A mérés pontossága az ismert kamránál jóval kisebb üres belső tér észlelését is lehetővé tette volna.

J. L.

A MÁGNESES MONOPÓLUS REJTÉLYE

A pozitív és a negatív elektromos töltés egymástól függetlenül is létezik. Mágneses egypólust viszont még nem találtak, az északi és a déli pólus elválaszthatatlan egymástól. A mágneses dipólust mozgó elektro-

mos töltések hozzák létre. 1931-ben Paul A. M. Dirac az elektromos töltés kvantáltóságát egy mágneses töltés létezésére vezette vissza. Számításai szerint a mágneses töltés egysége az elektromos töltés 68,5-szerese. A Dirac-féle mágneses monopólust újra és újra keresték az egyre nagyobb energiájú részecskegyorsítóknál, mindaddig sikertelenül. Az 1970-es években mértékelméleteket dolgoztak ki az erős és az elektrogyenge kölcsönhatás egyesítésére (GUT – Grand Unification Theory). (Az elektrogyenge kölcsönhatás az elektromágneses és a gyenge kölcsönhatás már kísérletekkel is széleskörűen igazolt egyesítése.) A GUT megkívánja mágneses monopólus, méghozzá rendkívül nagy tömegű monopólus létezését. A mai és a tervezett részecskegyorsítóknál az ilyen monopólus keltéséhez szükséges energia nem érhető el. Az eltérés sok nagyságrendnyi, a laboratóriumi előállítás tehát reménytelen. A korai világegyetemben viszont keletkeztek ilyen nehéz monopólusok, a kozmikus sugárzásban ma is előfordulhatnak.

Olaszországban a Gran Sasso Laboratóriumban 1400 méterrel a felszín alatt 1989-től 2000-ig folyamatosan várták monopólusok jelentkezését. (A nagy mélység alaposan megszürté az egyéb kozmikus sugárzást, négyzetméterenként és óránként mindössze egyetlen műont észleltek.) A MACRO detektorrendszer egyetlen „gyanús” eseményt sem talált. Az eredménytelen mérés természetesen nem zárja ki mágneses monopólus létezését, de minden eddiginél szigorúbb felső határt szab meg előfordulási gyakoriságára. A rejtély továbbra is megoldatlan.

Giacomelli, Giorgio – Patrizzii, Laura: MACRO Delivers Its Final Word on Monopoles. Cern Courier. 43, **4**, May 2003, 21–22.
Interneten: <http://www.cerncourier.com/main/article/43/4/11>

J. L.

STOPTÁBLA – DAGANATSEJTEKNEK

A kaliforniai Cedars-Sinai Medical Center kutatói június elején az amerikai klinikai onkológusok chicagói konferenciáján egy olyan kísérleti daganatellenes szert ismertettek, amely többféle rák ellen is ígéretesnek tűnik. A 2C4 jelzéssel ellátott molekulával kapcsolatban David Agus professzor elmondta, hogy egyelőre csak az I. fázisú klinikai vizsgálatokat fejezték be, és ezek célja nem a hatékonyság, hanem az ártalmatlanság tesztelése, az eredmények igen meglepőek voltak. A kezelt tizenkilenc végstádiumú beteg – tüdő-, prosztata-, petefészek- és hasnyálmirigy-tumorokról volt szó – negyvenkét százalékánál a daganat növekedése megállt, vagy mérete akár a felére csökkent, és vannak közöttük olyanok, akik hónapok óta jól vannak.

Hogy a 2C4 többféle tumor ellen hatékonyan tűnik, arra enged következtetni, hogy a ráksejtek egy olyan jelátviteli, kommunikációs folyamatát gátolja, amely többféle rosszindulatú sejtben jelen van, és amely állandóan elhitheti a környezettel, hogy osztódni kell.

Májusban prosztatatarákos betegeken elkezdődött a klinikai vizsgálatok immár hatékonyságot vizsgáló II. fázisa is, amelybe hamarosan petefészek-daganattal küszködő asszonyok is bekapcsolódhatnak.

A daganatok jelátviteli folyamatainak – osztódásra buzdító hazugságjeleinek – blokkolása nagyon modern kutatási irány, az elmúlt néhány évben két olyan nagyon sikeres új gyógyszer is született, amelynek hatásmechanizmusa ezen alapul.

Sokan remélik, hogy a 2C4 is beváltja a hozzá fűzött reményeket, néhány éven belül törzskönyvezett gyógyszert lesz belőle, és betegek ezreinek segít a gyógyulásban, vagy hosszabbítja meg életét. Persze ehhez

még sok-sok klinikai teszten kell eredményesen átmennie.

Early clinical trials show experimental drug shrinks tumors in patients with various cancers. http://www.eurekalert.org/pub_releases/2003-06/cmc-ect052903.php
Cedars-Sinai Health System Prostate Cancer Center For Patients.
Industry Trial; David Agus, MD, Principal Investigator IRB No. 4100.
<http://www.csmc.edu/prostate/1474.asp> a II. fázis ismertetése

G. J.

SZÚNYOGRIASZTÓ SZÁZLÁBÚBÓL

Zoológusok megfigyelték, hogy dél-amerikai csuklyásmajmok meglepő módszert használnak a vérszívó rovarok távol tartására – számolt be a *Nature* internetes hírszolgálata (www.nature.com./nsu) június 4-én a *Naturwissenschaften* című folyóirat cikke alapján. Paul Weldon és munkatársai (Smithsonian Institution in Front Royal, Virginia) felfedezték, hogy különösen a nedves évszakokban, mikor sokkal több a kellemetlen rovar, a majmok százlábúakat dörzsölnék a testükre. A százlábúak mérgező vegyületeket, ún. benzokinonokat termelnek, melyekről a kutatók kimutatták, hogy például a szúnyogokra riasztó hatásuk van. Olyan esetet is leírtak, mikor a majmok körbeadták az előzőleg ütogetéssel és nyomkodással intenzívebb méregtermelésre ösztökélt százlábút, hogy a csapat minden tagja bekenhesse magát.

Nature Science Update: John Whitfield : Bugs Keep Bugs off Monkeys. <http://www.nature.com/nsu/030602/030602-5.html>

G. J.

Jéki László – Gimes Júlia