

A LIGO harmadszor is észlelt gravitációs hullámokat

Az eredmények a fekete lyukak egy új családjának létezését erősítik meg

A Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory (LIGO) harmadszor is észlelt gravitációs hullámokat - a téridő fodrozódásait -, demonstrálva, hogy a csillagászatnak valóban egy új ága született meg. Ahogy az első két észlelés esetén is, ezek a hullámok akkor keletkeztek, amikor két fekete lyuk összeolvadt, egy nagyobb fekete lyukat hozva létre.

Az újonnan felfedezett fekete lyuk, amely az összeolvadás során keletkezett, körülbelül 49-szer akkora tömegű, mint a Napunk. Ez az érték a LIGO által korábban észlelt két, szintén összeolvadásból származó fekete lyuk tömege közé esik, amelyek 62 (első észlelés) és 21 (második észlelés) Naptömegűek.

"Újabb megerősítést kaptunk olyan, csillagokból keletkezett fekete lyukak létezésére, amelyek 20 Naptömegnél nagyobbak. Ilyen objektumok létezéséről nem tudtunk azelőtt, hogy a LIGO észlelte volna őket." - mondja David Shoemaker az MIT-ről, a LIGO Scientific Collaboration (LSC) újonnan megválasztott szóvivője. Az LSC több, mint 1000 kutató nemzetközi együttműködése, akik a LIGO kutatásait az európai Virgo Kollaborációval közösen végzik. "Figyelemre méltó, hogy az emberiség képes egy elképzelést megalkotni és tesztelni olyan különös és kivételes eseményekről, amelyek évmilliárdokkal ezelőtt és milliárd fényévekkel távolabb történtek tőlünk. A teljes LIGO és Virgo kutatói együttműködés azon dolgozott, hogy ezeket az elemeket összeillessze."

Az új észlelés a LIGO jelenleg zajló, 2016. november 30-án kezdődött megfigyelési időszaka alatt történt, amely a nyár végéig tart. A LIGO egy nemzetközi együttműködés, amelynek a világ minden részéről vannak tagjai. A megfigyeléseket két azonos detektor végzi - az Egyesült Államok-beli Hanfordban (Washington állam) és Livingstonban (Louisiana állam) -, amelyeket a Caltech és az MIT egyetemek működtetnek, a National Science Foundation (NSF) támogatásával.

A LIGO 2015 szeptemberében először észlelt közvetlenül gravitációs hullámokat, az első megfigyelő időszaka alatt, miután a detektorok jelentős fejlesztésen mentek keresztül az Advanced LIGO nevű program keretében. A második észlelés 2015 decemberében történt. A harmadik, GW170104 nevet viselő, 2017. január 4-i észlelésről egy új szakkikk számol be, ami a *Physical Review Letters* folyóiratban jelenik meg.

Mindhárom esetben a LIGO két detektora egyaránt észlelte a feketelyuk-párok nagyenergiájú összeolvadásából származó gravitációs hullámokat. Ezek az ütközések nagyobb teljesítményt bocsátanak ki, mint amekkorát a világegyetem összes csillaga és galaxisa együttvéve fény formájában bármelyik pillanatban kisugároz. A legutóbbi jel érkezett eddig a legtávolabbról: a fekete lyukak összeolvadása tőlünk mintegy 3 milliárd fényévnnyire történt. (Az első és a második észlelés fekete lyukjai rendre 1,3 és 1,4 milliárd fényévnnyire voltak.)

A legújabb észlelés arról is árulkodik, hogy a fekete lyukak milyen irányú tengelyek körül forogtak. Miközben a fekete lyukak egymás körül keringenek, egyúttal a saját tengelyük körül is forgást végeznek - mint amikor két forgó korcsolyázó egymás körül

táncol a jégen. A fekete lyukak esetenként a keringésük tengelyével azonos irányban forognak - amit az asztrofizikusok egyirányú, összehangolt forgásnak neveznek -, néha pedig a keringési tengellyel ellentétes irányban végzik a forgásukat. Mi több, a fekete lyukak forgástengelye akár ferdén is állhat a keringés síkjához képest. Végso soron, a fekete lyukak forgástengelye tehát bármilyen irányba mutathat.

Az új LIGO adatokból nem megállapítható, hogy a legutóbb megfigyelt fekete lyukak forgástengelyei egyértelműen ferdén álltak-e, de jelek utalnak arra, hogy legalább az egyik fekete lyuk forgástengelye más irányba állt, mint a kettős keringési tengelye. Több LIGO észlelésre van szükség ahhoz, hogy egyértelmű kijelentést lehessen tenni a feketelyuk-kettősök forgásáról, de már a jelenlegi adatok is elárulnak valamit a kettősök létrejöttéről.

"Ez az első alkalom, hogy bizonyítékunk van a fekete lyukak nem összehangolt forgására, épp csak apró jelét adva, hogy a feketelyuk-kettősök sűrű csillaghalmazokban keletkezhetnek." - mondja Bangalore Sathyaprakash a Penn State és a Cardiffi Egyetemről, aki a teljes LSC és Virgo Kollaboráció társszerzőségével megjelent új szakkikk egyik szerkesztője.

Két alapmodell létezik arra, hogy a feketelyuk-kettősök hogyan jöhetnek létre. Az első modell szerint a fekete lyukak együtt keletkeznek: egy kettősrendszert alkotó csillagpár mindkét tagja felrobban, amiben, mivel az eredeti csillagok összehangoltan forogtak, a keletkező fekete lyukak forgása is összehangolt marad.

A másik modell szerint a fekete lyukak csak a kialakulásuk után találkoznak egymással, sűrű csillaghalmazokon belül. A fekete lyukak azután alkotnak kettősrendszert egymással, hogy mindketten a csillaghalmaz közepébe süllyedtek. E folyamat eredményeként a fekete lyukak bármilyen irányban foroghatnak a keringés síkjához képest. Mivel a LIGO több bizonyítékát látja annak, hogy a GW170104 fekete lyukjai nem összehangoltan forogtak, az adatok valamivel jobban alátámasztják a sűrű csillaghalmazokban keletkezés elméletét.

"Valódi statisztikát kezdtünk gyűjteni a fekete lyukak kettősrendszereiről." - mondja Keita Kawabe a Caltechről, aki szintén a szakkikk egyik szerkesztője, és aki a LIGO hanfordi obszervatóriumában dolgozik. "Ez azért érdekes, mert a feketelyuk-kettősök keletkezésének egyes modelljeit immár némiképp előnyben részesíthetjük, a jövőben pedig a lehetőségeket tovább szűkíthetjük."

Az észlelés ismét próbának vetette alá Albert Einstein gravitációelméletét. A kutatók például egy "diszperzióknak" nevezett jelenséget is kerestek, amely fényhullámoknak egy anyagi közegen történő áthaladásakor is fellép, mint például üvegben, ahol a fényhullámok a hullámhosszuktól függő sebességgel haladnak át: a prizma ennek segítségével hoznak létre szivárványt. Einstein általános relativitáselmélete kizárja a gravitációs hullámok diszperzióját a forrásuktól a Földig tartó útjuk során. A LIGO - az elmélet várakozásaival összhangban - nem találta ennek a jelenségnek nyomát.

"Úgy tűnik, Einsteinnek igaza volt - még ennek az új jelnek az alapján is, ami körülbelül kétszer olyan távorról érkezett, mint az elsőnek észlelt jelünk." - mondja Laura Cadonati, az LSC szóvivőhelyettese a Georgia Tech egyetemről. "Semmilyen eltérést nem látunk az

általános relativitáselmélet előrejelzéseitől, ez az óriási távolság pedig segít minket abban, hogy a kijelentésünket még nagyobb magabiztossággal tegyük."

"A LIGO műszerei lenyűgöző érzékenységet értek el" - jegyzi meg Jo van den Brand, a Virgo Kollaboráció szóvivője, a holland Nikhef intézet fizikusa, és az amszterdami VU Egyetem professzora. "Arra számítunk, hogy a Virgo, az európai interferométer, ezen a nyáron kibővíti majd a detektorok hálózatát, ami a jelek forrásainak jobb lokalizálásához segít majd minket."

A LIGO-Virgo csapat tovább folytatja a legújabb LIGO adatok átfésülését, a világegyetem távoli régióiból érkező téridő-fodrozódások után kutatva. További technikai fejlesztéseken is dolgoznak a LIGO következő adatgyűjtő időszakára készülve, ami várhatóan 2018 végén kezdődik majd, miután a detektorok érzékenysége ismét tovább javul.

"Az összeütköző fekete lyukakból származó gravitációs hullámok harmadik megerősített észlelésével a LIGO hatékony megfigyelőeszköznek bizonyult a világegyetem sötét oldalának feltárására." - mondja David Reitze a Caltechről, aki a LIGO laboratórium ügyvezető igazgatója. "Miközben a LIGO egyedülállóan alkalmas az ilyen típusú események megfigyelésére, abban reménykedünk, hogy hamarosan olyan, másfajta asztrofizikai eseményeket is meglátunk majd, mint amilyen például neutron csillagok nagyenergiájú összeütközései."

A LIGO obszervatóriumokat a [National Science Foundation \(NSF\)](#) finanszírozza, a tervezésüket, megépítésüket és működtetésüket a [Caltech](#) és [MIT](#) végezték. Az Advanced LIGO vezető pénzügyi támogatója az NSF, további támogató szervezetek Németországból ([Max Planck Társaság](#)), az Egyesült Királyságból ([Tudomány és Technológiai Testület vagy STFC](#)), és Ausztráliából ([Ausztrál Kutatási Tanács](#)) szintén jelentős hozzájárulást adtak a programhoz. A programban több mint 1000 tudós vesz részt a világ minden tájáról a LIGO Scientific Collaboration együttműködésén keresztül, amely a GEO Kollaborációt is magába foglalja. A LIGO partnere a [Virgo Kollaboráció](#), ami további 280 európai tudós konzorciuma, amelyet a [Centre National de la Recherche Scientifique \(CNRS\)](#), az [Istituto Nazionale de Fisica Nucleare \(INFN\)](#), a [Nikhef](#), és a Virgo anyaintézete, a [European Gravitational Observatory](#) támogat. A további partnerek listája itt található meg: <http://ligo.org/partners.php>

Szerző: Whitney Clavin/Caltech

Sajtó kapcsolat:

1. Magyarország

Eötvös Loránd Tudományegyetem

Frei Zsolt

csoportvezető, Eötvös Gravity Research Group LSC tagcsoport

+36-1 372-2767

frei@alcyone.elte.hu

Web: egrg.elte.hu

Raffai Péter
szénior tag, Eötvös Gravity Research Group LSC tagcsoport
+36-1 372-2751
praffai@bolyai.elte.hu
Web: egrg.elte.hu

Szegedi Tudományegyetem

Gergely Árpád László
csoportvezető, SZTE LSC tagcsoport
+36-62 420-154
gergely@physx.u-szeged.hu

MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont

Vasúth Mátyás
csoportvezető, Wigner VIRGO tagcsoport
+36-1 392-2222 / 2729
vasuth.matyas@wigner.mta.hu

2. Nemzetközi

MIT

Kimberly Allen
Director of Media Relations
Deputy Director, MIT News Office
617-253-2702 (office)
allenc@mit.edu

Caltech

Whitney Clavin
Senior Content and Media Strategist
626-395-8586 (office)
wclavin@caltech.edu

NSF

Ivy Kupec
Media Officer
703-292-8796 (Office)
ikupec@nsf.gov

EGO–European Gravitational Observatory

Séverine Perus
Media Contact
severine.perus@ego-gw.it
Tel +39 050752325