

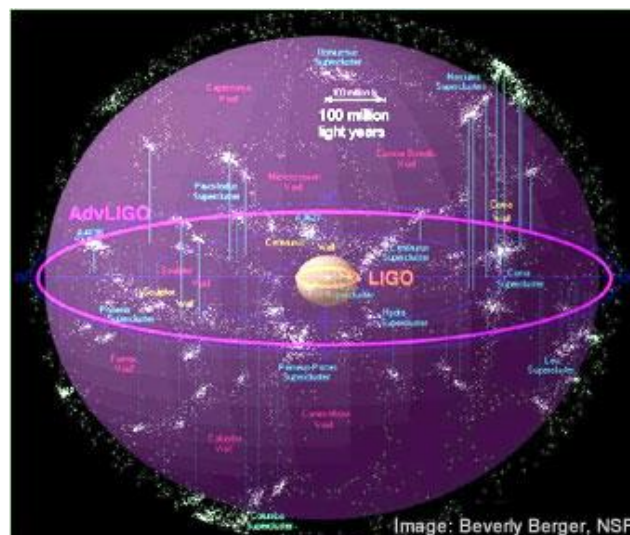
Gravitációs hullámok keresése az Advanced LIGO detektorral

Gergely Árpád László, Tápai Márton
(SZTE Fizikus Tanszékcsoport)

Az elektromágneses hullámok, az őket felhasználó eszközök mindennapjaink nélkülözhetetlen részeivé váltak. Létezik-e másféle hullám is a természetben? Albert Einstein általános relativitáselmélete szerint a másik hosszú hatótávolságú kölcsönhatás, a gravitáció szintén terjedhet hullámok formájában. A gravitációt a téridő görbületeként jellemezzük, így a gravitációs hullámok a görbületben terjedő periodikus perturbációk. Olyan információkat hordoznak keletkezésük körülményeiről, mely más csillagászati eszközök számára rejtve maradnak.

A gravitációs hullámok létezését közvetett módon, de igen nagy pontossággal erősítette meg a kettős pulzár rendszerek periódusváltozásának több évtizedre kiterjedő megfigyelése. A neutroncsillagok keringési idejének a gravitációs hullámoknak tulajdonítható csökkenését elsőként Russel Hulse és Joseph Taylor igazolták nagy pontossággal, munkájukért 1993-ban Nobel Díjat kaptak.

A hullámok közvetlen, lézerinterferometriás módszerrel történő detektálása az 1980-as években merült fel, melynek nyomán megépült a két LIGO („Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory”) berendezés az Egyesült Államokbeli Hanford és Livingstone helyszíneken. A detektorok egyenként 4 km hosszúságú karjainak hossza megváltozik az áthaladó gravitációs hullám hatására, az interferenciakép megváltozását okozva. A két detektor együttes méréséből, akár a hanghullámok sztereó vételéből, megbecsülhető a forrás helyzete, mely további detektorok üzembe helyezése esetén tovább pontosítható. A LIGO érzékenységét dicséri, hogy képes a protonátmérő ezredének megfelelő karhosszváltozást kimutatni (a detektor méretét figyelembe véve ez 10^{-21} rendű relatív hosszváltozásnak felel meg). A különböző eredetű környezeti zajok azonban még így is elnyomják az érkező gravitációs hullámokat, hacsak azok forrása nincs nagyon közel.



Az elmúlt két évben ezért a California Institute of Technology és a Massachusetts Institute of Technology vezetésével a detektorban használt lézer, az optika (a tükrök), a szeizmikus izoláció és a próbatömegek elmozdulását mérő rendszer jelentős fejlesztéseken esett át, melyek nyomán a detektorok érzékenysége egy teljes nagyságrenddel javul. Ez azt jelenti, hogy ezerszer nagyobb tértartományból érkező jelek, azaz ezerszer több forrás észlelésére lesz képes, valamint a fénysebesség véges volta miatt tízszer távolabb nézhet a múltba.

A két interferométer 2015 őszén Advanced LIGO néven indul újra. A későbbiekben egy harmadik LIGO interferométer is megépül Indiában, illetve az észlelést segítik a 3 km, illetve 600 m karhosszúságú európai Virgo és GEO600 detektorok által felvett adatsorok. Japánban a Kamioka bányában épül a zajcsökkentés céljából -250 °C hőmérsékletre hűtött KAGRA gravitációshullám-detektor, mely szintén beépül majd az Advanced LIGO detektorok mérőrendszerébe.

Az észlelést, az adatok feldolgozását és a források modellezését a LIGO Scientific Collaboration nemzetközi kollaboráció végzi, ebben több mint 950 kutató vesz részt, 16 ország egyeteméről. A Szegedi Tudományegyetemről Dr. Gergely Árpád László egyetemi docens és Tápai Márton predoktori ösztöndíjas, a Fizikus Tanszékcsoport munkatársai tagjai a kollaborációnak. Feladatuk a forgó fekete lyukak összeolvadásakor keletkező gravitációs hullámok jellemzése és ezek megtalálásához szükséges forráskódok programozása.

Az Advanced LIGO berendezések a források becsült előfordulási gyakorisága esetén képesek lesznek a gravitációs hullámok első közvetlen észlelésére. A kollaboráció hosszú távú célja a gravitációs hullámokon alapuló csillagászat meghonosítása, mely új ablakot nyit a világegyetemre, információt szolgáltatva olyan nagy energiájú folyamatokról, melyek a szupernóvák robbanását, a neutroncsillagok és fekete lyukak összeolvadását kísérik. Lehetőség lesz a gravitációs kozmikus háttérsugárzás mérésén keresztül az Ősrobbanást mindössze nanoszekundummal követő történések és az ezeket leíró elméletek összevetésére is. Mint ahogyan a múltban minden jelentős új csillagászati eszköz esetén megtörtént, a gravitációs hullámok mérése kapcsán is előre nem sejtett, új jelenségekre bukkanhatunk.

Kapcsolódó angol nyelvű anyag:

<http://astronomynow.com/2015/05/20/newly-dedicated-observatory-to-search-for-gravitational-waves/>