

Kitekintés

A TERMÉSZET IGAZOLJA A RELATIVITÁSELMÉLETET

3,5 milliárd fényév távolságban egy szupernehéz fekete lyuk környezete pontosan úgy fényesedett fel, ahogy azt az általános relativitáselmélet egyenleteiből kiszámították. A szupernehéz fekete lyuk egy távoli galaxis magjában helyezkedik el, hatalmas, forgó, gázból és porból álló korong övezi. Húsz éve fedezték fel régi, 1891-től kezdve készített felvételeken, hogy az anyagkorong tizenkét évenként felfényesedik, ilyenkor fénye a szokásos százezerszeresére (!) nő. A jelenség minden ciklusban kétszer jelentkezik, a két fényesedés között egy év telik el.

A jelenség periodikusságából arra következtettek, hogy kettős rendszerről lehet szó, a szupernehéz fekete lyuknak van egy jóval kisebb társa. A számítások szerint ez a kisebb társ nagyon elnyúlt és a forgó koronggal nagy szöget bezáró pályán mozog. Tizenkét évenként, amikor a központi fekete lyukhoz legközelebb kerül, kétszer áthalad a korongon. Felhevíti a közelében lévő anyagot, ez okozza a felfényesedést. A fényesedés megjelent 1994/95-ben, majd 2005. novemberben. Pályaszámítások alapján a következő fényesedést 2007. szeptember 13-ra várták. A jelenség pontosan bekövetkezett, fényesen igazolva az általános relativitáselméletet. A számítások szerint a szupernehéz fekete lyuk rendkívül erős gravitációs tere olyan módon torzítja a téridőt, hogy a kísérő társ pályájának irányultsága gyorsan megváltozik. Az is kiszá-

mítható, hogy a gravitációs hullámok kibocsátása miatti energiavesztés következtében kisebb, szűkebb lesz a pálya. Ha a téridő nem görbülne, akkor a fényesedés tíz nappal korábban, gravitációs hullámok nélkül pedig húsz nappal később következett volna be.

A megfigyelési adatokból meghatározták a szupernehéz fekete lyuk tömegét: 18 milliárd naptömegnek adódott, ez hatszor nagyobb az eddigi csúcstartó tömegénél. Társának tömege mindössze százezer naptömegre tehető. A két fekete lyuk várhatóan tízezer éven belül összeütközik, és egymásba olvad.

Schilling, Govert: Most Massive Black Hole Confirms Relativity Rules the Universe. Science. 18 January 2008. **319**, 271.

J. L.

A JÖVŐ NAPELEMELI

A napenergia hasznosítása, a fényből elektromos energiát előállító napelemek gyártása hatalmas iparág, üzlet. 2007-ben a napenergia-cégek közel 12 milliárd dollárt vontak be tőzsdéken, hitelekből és kockázati tőkealaptól. Az iparág évente átlagosan 40 %-kal nő. A napenergia költsége folyamatosan csökken, az 1980. évi 21,8 dollárcent/wattrol 2005-re 2,7 cent/wattra csökkent, a következő évtized közepén a hálózatra termelő nagy erőművek áraival fog versenyezni. A piac 90 %-ban szilícium napelemeket használ. A szilícium napelemeknél már nem lehet jelentős határfokjavulásra számítani, csúcsteljesít-

ményükhöz közel működnek. A szilícium napelemekkel befedett háztetőről nem lehet a háztartás összes energiaigényét kielégíteni.

Ígéretes laboratóriumi kísérletek folynak más anyagokkal, a szilíciummal elért hatásfok megduplázását remélik. Műanyag napelemekkel a mai költség töredékéért lehet majd energiát termelni.

A napsugárzás különböző energiájú (hullámhosszú) sugárzások egyvelege. Különböző hullámhosszakon más-más félvezetők alakítják leghatékonyabban elektromossággá a beeső fényt. Ezért építenek szendvicsszerkezetű, többrétegű napelemeket, de az eltérő kristályszerkezetű anyagok pontos egymásra illesztésének nehézsége korlátozza az optimális szerkezet kialakítását (lásd *Magyar Tudomány* 2007/11, *Kitekintés*). Az egyik cella például a kék, a másik a sárga fotonokat nyeli el. Ezek a tandem cellák egyelőre drágák, egyelőre csak különleges, például űrrepülési alkalmazásaik vannak.

A szilícium napelem rendszerint egyetlen fotont nyel el, és ezzel egyetlen elektron nyerhető. Sokan foglalkoznak olyan anyagok keresésével, amelyekben egyetlen foton elnyelését több elektron kilépése, tehát erősebb áram követi. A folyamat megvalósulhat kvantum-pöttyökben, nanoméretű félvezető rézszeccskékben. Többszörös elektron-lyuk párok (excitonok) keletkeznek, ha a töltéseket sikerült egymáshoz nagyon közel tartani. A kutatók 44 % elméleti hatásfokot számítottak ki, de még nem sikerült módszert találni a többtelektronok kivonására. Ólom-szele-
nid, indium-arszenid kvantum-pöttyökkel kísérleteznek, az utóbbiban 2007-ben sikerült egy fotonnal két excitont kelteni.

A technológiák nagy része drága anyagokkal dolgozik. A fényelnyelő műanyagok és más szerves anyagok olcsó megoldást ígérnek.

Sajnos csak nagyon keskeny frekvenciatartományban nyelik el a fényt. Ha a napelemet ezüst vagy más fém nanorészecskék rétegével vonják be, akkor felületi plazmon rezonancia jön létre, a fény az elektronok kollektív gerjesztését idézi elő a fémfelületen. A nanorészecskék antennaként működnek, további energiát vesznek fel, és továbbítanak az anyag aktív rétegébe. A nanorészecskés bevonás 40 %-kal megnövelte a hatásfokot, de az még így is 1 % alatt maradt.

Service, Robert F.: Can the Upstarts Top Silicon. *Science*. 8 February 2008, **319**, 718–720.

J. L.

A NAPRENDSZERRE HASONLÍTÓ, IDEGEN BOLYGÓRENDSZERRE BUKKANTAK

Közel kétszázötven exobolygót azonosítottak már, és huszonöt olyan rendszer ismeretes, amelyben egynél több bolygó kering csillaga körül. (Az exobolygókról lásd *Magyar Tudomány* 2006/7, *Kitekintés*) Az észlelési technikák korláta miatt túlnyomó részben csak a Jupiterhez hasonló, nagy tömegű óriás gáz-bolygókat sikerült eddig azonosítani, ezek rendszerint csillagukhoz nagyon közel keringenek. Az új felfedezés a gravitációs mikrolencsetechnika segítségével született. A csillag gravitációs tere lencséhez hasonló módon kissé elteríti a mögötte lévő, távolabbi csillag fényét. A csillag körül keringő bolygó pedig kissé módosítja a fény útját, ezt a perturbációt észlelik földi távcsövekkel. Az új felfedezés a déli féltekén működő tizenegy obszervatórium összehangolt megfigyeléseinek köszönhető.

Az új bolygórendszer csillagának tömege fele a Napénak. A belső bolygó tömege a Jupiter tömegének 71 %-a, a külső bolygóé a Szaturnusz tömegének 90 %-a. A belső bolygó 2,3 csillagászati egységre (cs. e.), a külső 4,6 cs. e.-re kering. A Jupiter, illetve a Szaturnusz megfelelő adatai 5,2 és 9,5 cs. e. Az újonnan felfedezett rendszer meglepően hasonlít a Naprendszerre, csak kisebb méretekben. A bolygók és a csillag tömegének aránya, a keringési távolságok aránya, a felszíni hőmérsékletek hasonlóak a Jupiter és a Szaturnusz megfelelő adataihoz.

A Szaturnuszhoz hasonló bolygók keresésére ma a gravitációs mikrolencse az egyetlen technika. A Merkúrt kivéve a módszer alkalmas a naprendszerbeli bolygók hasonmásainak keresésére is. A gravitációs mikrolencse-technika gyors azonosítást tesz lehetővé, nem kell a bolygó keringését hosszan követni.

Kerr, Richard A.: Alien Planetary System Looks a Lot Like Home. *Science*. 15 February 2008. **319**, 885.

Gaudi, B. S. et al.: Discovery of a Jupiter /Saturn Analog with Gravitational Microlensing. *Science*. 15 February 2008. **319** 927–930.

J. L.

PARANOIA A VIRTUÁLIS VILÁGBAN

Brit kutatók (Kings' College, London) egy olyan számítógépes szimulációt fejlesztettek ki, amelynek segítségével tanulmányozható a paranoia. A kétszáz önkéntes egy virtuális valóság-sisak segítségével a londoni metróban utazott, még hozzá nem egyedül. Egy számítógépes ember társaságában. A virtuális ember lélegzett, körülnézett, újságot olvasott, esetleg

ránézett a kísérleti személyre. Dr. Daniel Freeman és kollégái azt találták, hogy bár többnyire kedvesnek vagy semlegesnek értékelték a résztvevők a virtuális embert, csaknem negyven százalékuknak legalább egyszer volt paranoid gondolata vele kapcsolatban. Többször volt ilyen jellegű gondolata azoknak a kísérleti személyeknek, akik rettegnék a terrortámadástól, és a bezártság érzése is erősíti az ilyen késztetések megjelenését, de a kutatók szerint a jövőben a paranoia kezelésében új eszközzé válhat a virtuális valóság terápiája. A számítógépes világban ugyanis a betegek megtanulhatják tesztelni félelmeiket.

Freeman, Daniel et al.: Virtual Reality Study of Paranoid Thinking in the General Population. *The British Journal of Psychiatry*. Apr 2008. 192, 258–263.

G. J.

GÉNEK ÉS TÜDŐRÁK

Három független kutatócsoport is azt találta, hogy a 15-ös kromoszóma egyik génjének mutációja jelentősen növeli a tüdőrák-kockázatot. Ha valaki egy mutáns kópiát hordoz, rizikója 30 %-kal, míg ha kettőt, 80 %-kal nő. A kutatók eredményeiket olyan genetikai vizsgálatok során kapták, melyekben tüdőrákban szenvedő és egészséges emberek örökítőanyagát hasonlították össze.

Fontos kérdés, hogy a mutáció és a dohányzás között milyen összefüggés áll fenn, azaz az illető génvariánsok jelenléte növelheti-e annak esélyét, hogy egy dohányos tüdőrákot kapjon. Paul Brennan (International Agency for Research on Cancer, Lyon) egy olyan tanulmányt vezetett, amelyben 2000 európai rákos beteg örökítőanyagát vizsgálták meg. Brennan kutatócsoportja azt találta,

hogy a genetikai hatás független a dohányzástól, azaz a mutáció a dohányzástól függetlenül növeli a rák kockázatát.

Egy hatezer beteg genetikai adatait feldolgozó másik tanulmány során (vezetője Christopher Amos, University of Texas) is ugyanerre a következtetésre jutottak a kutatók, míg a harmadik vizsgálat vezetője, Stefansson szerint azért növekszik a rák kockázata, mert ez az állapot érzékenyebbé tesz a nikotinfüggőségre. Ezt az elméletet alátámaszthatja az a tény, hogy az agy nikotin kötőhelyeinek génjei a 15-ös kromoszómának ugyanabban a régiójában vannak, mint a most azonosított mutációk.

Thorgeirsson, Thorgeir E. et al.: A variant Associated with Nicotine Dependence, Lung Cancer and Peripheral Arterial Disease. *Nature*. 3 April 2008. **452**, 638–642.
Hung, Rayjean J. et al.: A Susceptibility Locus for Lung Cancer Maps to Nicotinic Acetylcholine Receptor Subunit Genes on 15q25. *Nature*. 3 April 2008. **452**, 633–637.
Amos, Christopher I. et al.: Genome-wide Association Scan of Tag SNPs Identifies a Susceptibility Locus for Lung Cancer at 15q25.1. Online: *Nature Genetics*. 2 April 2008. doi:10.1038/ng.109

G. J.

Jéki László – Gimes Júlia

