

# AZ AKADÉMIAI ÉLET HÍREI

## Rekordenergia az LHC-ben, magyar közreműködéssel

Befejeződtek a Nagy Hadronütköztető (LHC) júniusi indulásának előkészületei, amelyekben magyar kutatók is komoly szerepet vállaltak. Az LHC történetének újabb mérföldkövéhez érkezett: ezúttal minden eddigénél nagyobb, 13 TeV-es energiával ütköztettek protonokat egy tesztkísérletben.

Május 20-án 22.30 körül a CERN Nagy Hadronütköztetője fejlesztésének 2. fázisa újabb mérföldkövéhez érkezett: először ütköztek benne protonok 13 TeV-es rekordenergiával. Ez újabb fontos lépés abban a folyamatban, amelyben a berendezést felkészítik a részecskenyalábok ütköztetésére. Sok rend-

szert – főleg a nyalábkollimátorokat – kell még összehangolni ahhoz, hogy júniusban biztonsággal elindulhassanak a fizikai mérések. A nyalábkollimátorok távolítják el a nyalábból a széttartó részecskéket. Precíz beállításukkal biztosítják a gyorsítós szakemberek a megfelelő védelmet az LHC mágnesei és észlelőrendszerei számára az adatgyűjtés június elején várható kezdetére.

A mostani, rekordenergiájú ütközés a 2. fázishoz vezető út kulcsfontosságú pillanata, és rengeteg ember kemény munkájának eredménye, köztük számos magyar szakemberé. Jó néhány magyar mér-

nök, fizikus és informatikus dolgozik a gyorsító és észlelőrendszerei fejlesztésén, karbantartásán, üzemeltetésén.

Az LHC két detektora, az ALICE és a CMS magyar résztvevői az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpontból, az MTA Atommagkutató Intézetből, a Debreceni Egyetemről és az Eötvös Loránd Tudományegyetem-

ről mind résztvettek a másfél éves előkészítő munkában. A detektorok készenlétben várják a protonok ütközését. Az LHC előkészületi munkája alatt a szét-szórt részecskék, illetve a részecskegyorsítás szünetében a kozmikus sugarak észlelésével folyamatosan ellenőrzik a detektorok működését a szakemberek.

([http://mta.hu/tudomany/\\_hirei/](http://mta.hu/tudomany/_hirei/))

## HÍREK A NAGYVILÁGBÓL

### A lézer felfedi az őskori leletek korábban nem észlelt részleteit

Egy új, lézeres szkennelő technikát fejlesztettek ki amerikai tudósok, amely segíthet abban, hogy a kutatók régészeti leletek vizsgálatával új információhoz jussanak. A nem költséges és roncsolásmentes módszer kereskedelmi forgalomban kapható lézereket használ, hogy a leletben fluoreszcenciát váltson ki, amely olyan részleteket tár fel, amelyek a hagyományos módszerekkel, mint az UV-fénnyel való besugárzás, nem láthatók. A paleontológiában már régóta használnak olyan megvilágítási módszereket, amelyekkel a leleteket megvilágítva azok vizsgálhatók vagy fényképezhetők. Egy érdekes technika UV-fényt használ, amely látható fluoreszcenciát hoz létre bizonyos ásványokban, mint például a hidroxipatit (a csontok szervesen összetevője) – és bizonyos esetekben még láthatóvá teszi a megkövesedett lágy szöveteket is. A legtöbb ásványt a kövületekben nem lehet fluoreszkálásra készíteni, ezek UV-fényben sötétek maradnak.

A fluoreszcencia intenzitása azonban megnövelhető, ha nagyintenzitású fényforrást használunk, mint a lézer, amely detektálható fluoreszcenciát hoz létre a minták szélesebb választékánál. Míg a lézeres gerjesztést hagyományosan részletes vizsgálatokra használják mikroszkopikus skálán – vagy konfokális lézer szkennelő mikroszkóppal, vagy Raman-spektroszkópiával – a legújabb fejlemények és a költségsökkenés a kereskedelmi lézertechnológiában lehetővé tette, hogy *Tom Kaye*, a Seattle városában lévő Burke Múzeum paleontológusa és kollégái makroszkopikus szinten is alkalmazzák a lézer kiváltotta fluoreszcenciát.

A módszer egyszerű – egy besötétített szobában a leleteket lézerefénnyel gerjesztik és megfelelő szélessávú szűrőn keresztül nézik. A szűrő blokkolja az intenzív lézerefényt, ugyanakkor átengedi a leletből származó

fluoreszcens jelet, ami egy digitális kamerával hosszú expozíciós idő beállításával lefényképezhető. A különböző hullámhosszak más-más módon gerjesztik a különféle kövületeket és fossziliákat. Még ha egy bizonyos kövület nem is fluoreszkál, akkor is besugározhatjuk a környező kőzetet, háttérvilágítást adva mintának.

A minták részleteinek láthatóvá tétele mellett a lézerefény elég intenzív ahhoz, hogy behatoljon bizonyos kőzetekbe korlátozott mélységig, és láthatóvá tegye azokat a részleteket, amelyek a minta felszíne alatt részlegesen vagy teljesen rejtve maradnak. A lézertechnika használatával a kutatóknak sikerült azonosítani egy 120 millió éves, beágyazott „titokzatos fossziliát” – egy halat – amikor a minta fogai és csontváza nagyobb intenzitással fluoreszkáltak, mint a környezetük.

A lézeres szkennelés segít a hamisítványok leleplezésében is – olyan maradványoknál, amikor a lelet különböző példányokból lett összeállítva. „Az emberek megpróbálják a leleteket »kicsinosítani«, hogy jobban el lehessen adni őket” – magyarázza a kutatócsoporttag *David Burnham* a Kansas Egyetemről. Néhány művész olyan ügyes, hogy nem lehet megállapítani, hol végződik a valóság és hol kezdődik a csalás. A lézerekkel most már tudni fogjuk.”

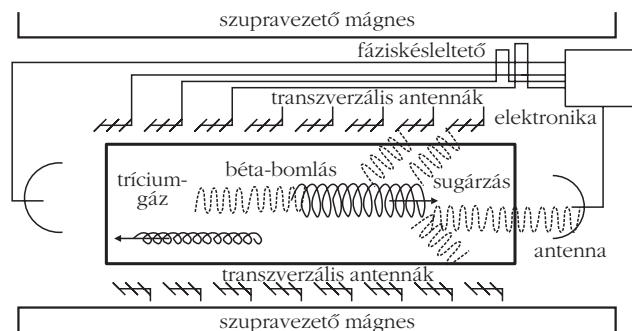
Miután demonstrálták a lézer kiváltotta fluoreszcencia lehetőségeit, Kaye és munkatársai az új eszközt a korábban vizsgált mintákra is alkalmazzák, hogy új részleteket tárjanak fel. Azt is vizsgálják, hogyan alkalmazható a módszer egy terület szkennelésére leletek felderítéséhez 100 méter körüli távolságból, összekapcsolva a lézert egy telefontól kamerával.

(<http://physicsworld.com/>)

### Először mérték meg az egyetlen elektron által kibocsátott ciklotronsugárzást

Amerikai és német fizikusok egy kutatócsoportjának először sikerült megmérnie egyetlen elektron szinkrotronsugárzását. A kutatás lehetővé teszi egy új és várhatóan az eddiginél pontosabb eljárását a béta-sugárzás vizsgálatának, amelynél egy elektron és egy neut-

rínó kibocsátása történik. A részleteket illetően lehetővé teszi a fizikusoknak a neutrínó tömegének az eddiginél sokkal pontosabb meghatározását, ami kulcsfontosságú a standard modellen túli fizika megértéséhez.



A tervezett kísérlet sematikus rajza. A tríciumgázzal töltött kamra állandó mágneses térben van. A béta-bomlással keletkező elektronok ciklotronmozgást végeznek és ezzel ciklotronsugárzást bocsátanak ki, amelyet az antennarendszer detektál.

A részecskefizika standard modellje feltételezi, hogy a neutrínó tömege zérus, de 1998-ban Japánban a Super-Kamiokande detektor azt az eredményt adta, hogy a részecskék oszcillációt szenvednek, következésképpen kell, hogy tömegük legyen. A háromféle neutrínó tömegének ismerete kulcsfontosságú az új fizikában, de a tömegek tényleges megmérése rendkívül nehéz feladat. „Jelenleg sokkal többet tudunk a Higgs-bozon tömegéről, amit két éve, mint a neutrínó tömegéről, amelyet hatvan éve fedeztek fel” mondja *Patrick Huber*, az amerikai Virginia Tech kutatója.

A neutrínóoszcilláció vizsgálata csak annyit mond, hogy az átlagos neutrínótömeg legalább  $0,01 \text{ eV}/c^2$ , ezért a kutatók a tömeget a béta-bomlásnál az energiamegmaradásából próbálják meghatározni. Ez egy olyan magfizikai folyamat, amelynél egy elektron és egy neutrínó – szigorúan véve egy elektron antineutrínó – kerül kibocsátásra. A neutrínókat igen nehéz detektálni, ezért a fizikusok inkább az elektron energiáját mérik, és azt használják fel, hogy kiszámítsák a neutrínó tömegét.

Az eddigi legjobb mérések által az elektron antineutrínó tömegének felső határára a  $2,05 \text{ eV}/c^2$  adódik. A tudósok egy új, KATRIN elnevezésű detektort szerelnék össze Németországban a Karlsruhe Institute of Technology-ban. Ez akár olyan kis tömeget is tud mérni, mint  $0,2 \text{ eV}/c^2$  – amely még mindig egy húszszoros bizonytalanságot jelent a tömeg értékében. De

a KATRIN detektor épület nagyságú, és a mérés pontosságának növelése egy még nagyobb és drágább spektrométert igényelne.

A fizikusok Karlsruheban és több amerikai egyetemen megindították a Project 8 együttműködést, amely másfajta és elegánsabb módszert használ a neutrínó tömegének megmérése. Amikor egy elektron mágneses téren halad keresztül, pályája körpálya lesz, és emiatt a mikrohullámú frekvenciatartományban ciklotronsugárzást bocsát ki. E sugárzás tulajdonságai az elektron energiájától függenek, ezért ezen effektus mérése egyszerűbb és pontosabb technikát tesz lehetővé, mint a KATRIN által használt módszer. A nagy kihívás azonban az, hogyan lehet detektálni az egyetlen elektron által kibocsátott, rendkívül gyenge, fém-tovattos jelet.

A Project 8 csapat fontos lépést tett abban az irányban, hogy az első legyen, amelyik ciklotronsugárzást képes detektálni. A berendezés kis méretű, asztali prototípusa Seattle-ben, a University of Washington laboratóriumában van, és egy centiméter méretű, kripton-83-mal töltött gázcellát használ; a kripton-83 ugyanis béta-sugárzó. A tényleges neutrínótömeg-kísérletekben a kripton tríciummal helyettesítik, de ehhez további technikára és biztonsági intézkedésekre van szükség. A cellát egy szupravezető tekercs által keltett mágneses térbe helyezik. A béta-bomlásban kibocsátott elektronok a cellában hosszú, kör alakú pályán fognak keringeni mikrohullámú ciklotronsugárzást kibocsátva, amit lehűtött, rendkívül alacsony zaj háttérű detektorokkal fognak detektálni.

A kutatók  $30 \text{ eV}$  pontossággal mérték az egyes elektronok energiáját. Bár ez túl alacsony ahhoz, hogy megbízható számításokat végezzenek a neutrínótömegre, a csoport most azon dolgozik, hogy javítsa a berendezés felbontását. „Az általunk épített berendezés nagyon kicsi, és ez leegyszerűsíti az elektronikát. Most a kiolvasás, az antenna és az erősítő berendezés tervezésén dolgozunk, és a megfelelő szoftveren, hogy a méreteket meg tudjuk növelni” – mondta *Benjamin Moreal*, a University of California, Santa Barbara fizikusa, a csapat egyik tagja.

(<http://physicsworld.com/>)

## EURÓPAI ÉRDEKESSÉGEK A *EUROPHYSICS NEWS* VÁLOGATÁSÁBAN (2015. március–április)

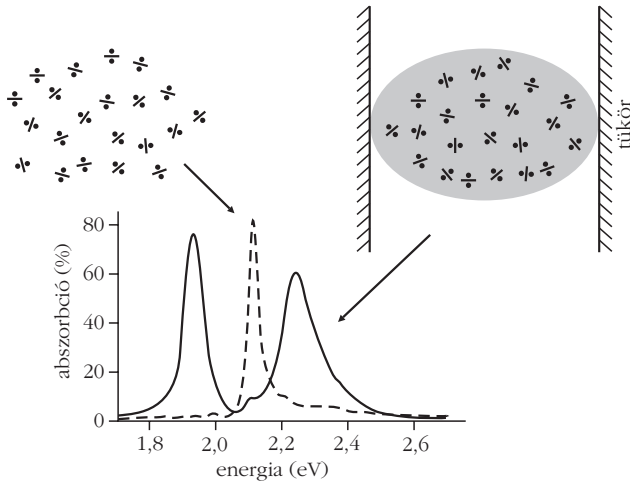
### A fény-anyag csatolás hatalma

A. Canaguier-Durand, C. Genet, A. Lambrecht, T. W. Ebbesen, S. Reynaud: Non-Markovian polariton dynamics in organic strong coupling. *Eur. Phys. J. D* 69 (2015) 24.

Ez az elméleti tanulmány azt demonstrálja, hogy a fény és szerves anyag között nanoskálán kialakított

csatolás utat nyit ezen erősen csatolt rendszerek optikai, elektronikus és kémiai tulajdonságainak módosításához.

Az anyag és a fény közötti csatolás olyan erős is lehet, hogy tulajdonságaik elválaszthatatlanokká válnak. Ezt a fény-anyag csatolást hívják polaritonnak. Energiája folyamatosan oszcillál a két alrendszer között, amely érdekes új fizikai jelenségekre vezet. A



Az ábra a molekulák és egy 145 nm vastagságú Fabry–Perot-üreg optikai alapl módusának csatolását illusztrálja. A csatolatlan (szaggatott vonal) és a csatolt (folytonos vonal) molekulák abszorpciós spektrumának menete lényegesen eltér (ábra az eredeti cikk nyomán).

szerzők megindokolják, miért maradnak e polaritonok szokatlanul hosszú ideig alapállapotukban, ami egyben alkotórészeik mikroszkopikus és makroszkopikus tulajdonságait egyaránt alapvetően megváltoztatja. Új elméleti eredményei összhangban vannak a tapasztalati tényekkel, kikövezve az utat az optikai, elektronikus és kémiai alkalmazásokhoz.

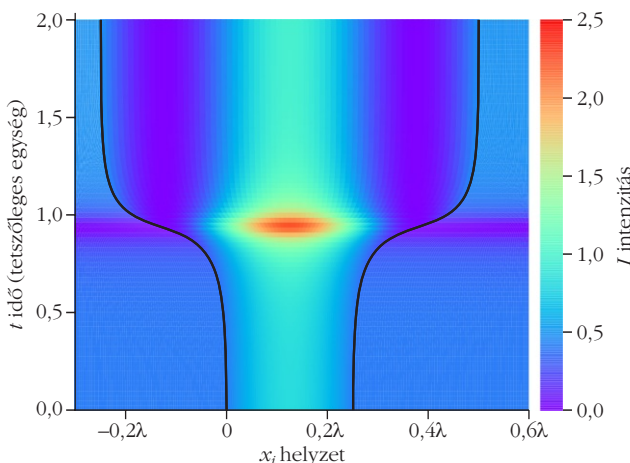
### Precíziós mérések céljára fényel kristályosított atomok

D. Holzmann, M. Sonnleitner, H. Ritsch: Self-ordering and collective dynamics of transversely illuminated point-scatterers in a 1D trap. *Eur. Phys. J. D* 68 (2014) 352.

A közlemény nanoszálban haladó fotonokhoz csatolt megvilágított atomok kollektív dinamikáját tanulmányozza.

Elméleti fizikai vizsgálatok feltárták a hosszú hatótávolságú atom-atom erővel kölcsönható és megvilágítás hatására kristályt alkotó atomok önszerveződő

Két nyalábosztón áthaladó trajektóriák és intenzitásviszonyok (ábra az eredeti cikkből).



dinamikáját. A szerzők által a közelmúltban elért eredmények elősegítik az újfajta anyagok kristályosodásának megértését, a fotontárolás hatásfokjavításának és az atomokon végzett nagy pontosságú méréseknek jobb megvalósítását.

Vizsgálatuk egycsöves optikai nanoszálból „kiszivárgó” fényben kötött atomokra koncentrál. Ezek a szálok túlságosan vékonyak ahhoz, hogy a fényt teljesen magukba zárják. Az atomokat transzverzális lézertérrel világítják meg, amely fény részlegesen irányt változtat, beleszóródik a nanoszálak az egyes atomokhoz közeli szakaszaiba és csak ezt követően terjed az atomi lánc mentén. Ez a jelenség erős effektív atom-atom kölcsönhatást hoz létre. Eredményként stabil, a fény által kötött atomlánc alakul ki, amely kristályt alkot.

### Ultragyors lézerrel megmunkált rekord vékonyságú napelemek

A. Gurizzan, P. Villoresi: Ablation model for semiconductors and dielectrics under ultrafast laser pulses for solar cells micromachining. *Eur. Phys. J. Plus* 130 (2015) 16.

A napelemek hatásfoka függ a megmunkálás során létrehozott rétegvastagságtól. Egy új, a femtoszekundumos lézereket használó eljárás nagyobb hatásfokot ígér alacsonyabb költséggel.

A jobb hatásfokú és olcsóbb napelemekért folyó verseny a megmunkálás lehetőségeit feszítő igényeket támaszt. Egyre vékonyabb fotovoltaiikus napelemeket kell gyártani, miközben azok belső szerkezete egyre bonyolultabb. A szerzők e munkájukban modellt alkottak azokra a fizikai folyamatokra, amelyekben ultragyors lézereket használnak a megmunkálás során.

A szerzők az ultragyors lézereket abban az ablációs folyamatban használják, amely során a fémérintkezéseket alakítják ki. Ez a fotovoltaiikus cella felső rétegének szelektív eltávolítását igényli, miközben az alatta elhelyezkedő félvezető réteget nem érheti károsodás. A korábbi módszerekhez képest az új eljárás sok előnyt ígér – csökkenti a hőkárosodást, hatékonyabb energiaszétvitelt eredményez, növekvő pontosságot tesz lehetővé, miközben gyorsítja az eljárást.

Az ultrarövid lézerimpulzus és a céltárgy kölcsönhatása (ábra az eredeti cikkből).

