

Kitekintés

HAMAROSAN INDUL AZ LHC A CERN-BEN

A terv szerint a protonnyalábok szeptemberben elején teszik meg az első köröket a világ legnagyobb energiájú új részecskegyorsítójában. Az LHC (Large Hadron Collider – *nagy hadron ütköztető*) neve először is a berendezés *nagy* méretére utal: a gyorsítót magába fogadó földalatti alagút kerülete 27 km. A *hadron* szó a részecskék egy családját jelöli, a gyorsítandó részecskék, a protonok ebbe a családba tartoznak. A hadronok még kisebb egységekből, kvarkokból állnak. Az *ütköztető* a gyorsító típusára utal: két részecskenyaláb kering körpályán egymással szemben, ellentétes irányban, majd a gyorsító négy pontján összeütköznek, ezeken a pontokon zajlanak a tanulmányozandó részecskeátalakulások. A részecskegyorsítók, a mellettük végzett kísérletek évtizedek óta az adott kor műszaki csúcsmegoldásait igényelték, sokszor a fizikusok igényei kényszerítették ki megoldásokat.

Mindkét nyalábban 7 TeV (teraelektronvolt) energiára tesznek szert a protonok, a két nyaláb ütközésénél tehát 14 TeV energia áll rendelkezésre. (Az első hónapokban csak 5+5 TeV-en kísérleteznek majd.) Ekkora energiájú folyamatokat még sohasem figyeltek meg laboratóriumban. Az LHC egy korábbi gyorsító, a nagy elektron–pozitron ütköztető (LEP) alagútjában épült meg, miután a LEP-et 2000-ben leszerelték.

A részecskék akkor tudnak egyre nagyobb sebességre szert tenni, ha útjuk során nem

ütköznek akadályba, más atomokba, részecskébe, ezért a gyorsítócső egész térfogatában igen nagy légritkítást kell elérni. Az LHC-ben 10^{-13} atmoszféra lesz a légnyomás, vagyis a normál légköri nyomás tízbilliomod része. A műszaki feladat nagyságát mutatja, hogy ezt a fantasztikus légritkítást hatalmas, kb. 6500 köbméter térfogatban kell elérni, ez körülbelül egy nagy katedrális térfogata.

A részecskék pályáját összesen 9300 különböző típusú mágnessel alakítják ki. A nagy mágnesek testébe építették be a kisebb, korrekációs célokat szolgáló mágneseket. Az LHC-ben szupravezető mágnesekkel hozzák létre a 8,3–8,4 tesla erősségű mágneses teret, hagyományos megoldásokkal nem lehet ilyen nagy térerősséget létrehozni. (Ez a tér kétszázszor erősebb a földmágneses térnél.) A mágnesekben nióbbium–titán ötvözetből készített kábeleket használnak, ez az anyag az abszolút nulla fölött 10 fokkal válik szupravezetővé. Egy kábel 6300 darab, egyenként 0,006 mm vastag szálból áll. A szálak tízszer vékonyabbak az emberi hajnál! A mágnesekben 11 700 amper erősségű áram folyik, ez hozza létre a szupererős mágneses teret.

A mágneseket szuperfolyékony héliummal hűtik 1,8 kelvinre, vagyis $-271,4$ °C-ra. A távoli világűr ennél melegebb, $-270,5$ Celsius-fokos (2,7 K)! A mágnesek folyékony hélium fürdőben ülnek. A rendszerben 96 tonna hélium van, ennek 60 %-a a mágnesekben, 40 % pedig az elosztó- és hűtőrendszerben. Az egész LHC-gépezetet (36 800 tonna tömeget) több lépésben hűtik le. Az előhűtés

során 10 ezer tonna folyékony nitrogénnel 80 kelvint (-193,2 °C) érnek el, ezután a héliumot lehűtik 4,5 kelvinre és a mágneseket feltöltik 60 tonna folyékony héliummal. A mágnesek feltöltése után folytatódik a hűtés, lassan mennek le 1,9 kelvinre.

A részecskéket rádiófrekvenciás térrel gyorsítják. A nyaláb nem folyamatos, hanem ún. csomagokból áll. Normál üzem esetén minden nyaláb 2808 csomagból áll, egy-egy csomagban százmilliárd darab proton van. A két nyaláb találkozásakor a két találkozó csomagban lévő összesen 200 milliárd proton közül mindössze húsz ütközés megy végbe. A csomagok átlagosan másodpercenként 30 milliószor ütköznek, az LHC-ben tehát mintegy 600 millió ütközés következik be másodpercenként.

Négy hatalmas detektorrendszerrel rögzítik a részecskeütközéseket követő folyamatokat. A következő évtizedben alapvető kérdésekre keresnek választ. Milyen volt az anyag a világegyetem történetének kezdetén, az ősrobbanás után? Miért nincs számottevő mennyiségű antianyag az ismert világegyetemben? Keresik a részecskefizika általános elmélete, a *Standard Modell* szerint még hiányzó részecskét, a Higgs-bozont. Igazolják vagy cáfolják a szuperszimmetrikus részecskék létezését, ezeket az ún. nagy egyesítő elméletek alapján várják.

<http://www.cern.ch>

J. L.

VÍZ A MARSON

A NASA által a Marsra juttatott Phoenix Mars Lander mérései egyértelműen igazolták víz jelenlétét a talajban. Korábban már vízjég jelenlétére utaltak a bolygó körül keringő

Mars Odyssey mérései is, így arra következtek, hogy északon télen vízjég, felette szén-dioxid-jég fedi a felszínt, ezek tavasszal szublimálnak. A hidrogén jelenlétét kimutató neutronspektrométeres mérések alapján kiderült, hogy nyáron is van vízjég a talajban, több centiméter mélyen. A Phoenix május 25-i leszállása utáni első mérések, felvételek is vízjég jelenlétére utaltak. Az első néhány próbálkozás során azonban nem sikerült a felszínről kiasott mintát bejuttatni a műszerekbe. Július 30-án egy két nappal korábban kiemelt mintával sikerült a vizsgálat. A kb. 5 cm mély árokból kiemelt talajdarabot két napig a kaparókanálban hagyták, ezalatt a víz egy része elpárolgott, a minta könnyebben kezelhetővé vált. A mintát végül a TEGA (Thermal and Evolved-Gas Analyzer) műszer elemezte. A TEGA felmelegíti a mintát (max. 1000 °C-ig), és tömegspektrométerrel méri a pára összetételét. Az eredmény a NASA kutatói szerint teljesen egyértelmű: víz jelenlétét mutatták ki. A Phoenix eredetileg kilencven napra tervezett küldetését öt héttel meghosszabbították, szeptember 30-ig.

Továbbra is nyitott kérdés, hogy a vízjég felolvad-e úgy, hogy esetleges biológiai folyamatok számára rendelkezésre álljon. A kutatók a mintákban széntartalmú vegyületek után is kutatnak.

NASA News. Release 08-195, 31 July 2008.

<http://www.nasa.gov/phoenix>

J. L.

KÉMIAI IRÁNYTŰ MADARAKBAN?

Legalább ötven állatfajról bizonyosodott már be, hogy a Föld mágneses terét használják tájékozódásra. A biofizikai mechanizmus

még nem tisztázott. Két alapvető mechanizmust javasolnak: vagy mágneses vasásványok, vagy mágnesesen érzékeny fotokémiai reakciók játszanak szerepet. Most első ízben sikerült igazolni, hogy a Föld mágneses terével összemérhető gyenge tér kimutatható változást idéz elő egy fotokémiai reakció sebességében vagy a termékek hozamában. A kutatók egy karotenoid-porfirin-fullerén csoporton igazolták, hogy a fény hatására keletkező szabad gyökök spinállapota megváltozik a mágneses tér hatására, e miatt megváltozik a modellrendszer élettartama, kimérték az anizotrop kémiai választ. A modellkísérlet egyelőre távol van a valódi biológiai rendszerektől, hiszen csak -150 Celsius-fokon működik a rendszer, az elvet mindenesetre sikerült igazolni.

Kiminori, Maeda et al.: Chemical Compass Model of Avian Magnetoreception. *Nature*. 2008. 453, 387–390

J. L.

EGYÉL KEVESEBBET – TOVÁBB ÉLSZ

A szabad gyökök, amelyeket az élet negatív biokémiai szereplőjeként mostanáig csak az öregedéssel és a sejtpusztulással hoztak kapcsolatba, igen fontos szerepet játszanak az étvágy szabályozásában – állítják a Yale School of Medicine kutatói a *Nature*-ben. A hipotalamusz nevű agyterület éhségközpontjának sejtjei szabad gyökökön keresztül alakítják ki magát az éhségérzetet és a táplálékkereső magatartást is. Az éhségközpont tehát sok szabad gyököt termel, de amikor már nincs rájuk szükség, egy másik mechanizmus megvédi az éhségért felelős sejteket ezektől az agresszív molekuláktól – mondja Horváth Tamás, a

Yale tanszékvezető professzora. Ugyanakkor a jóllakottság központ is sok szabad gyököt használ fel a teltség érzésének közvetítésére, ennek védelmére azonban nem alakultak ki speciális folyamatok, jelezve, hogy az evolúció során a táplálékszerzés volt az elsődleges.

Horváth Tamás szerint az eredmények alátámasztják az ismert statisztikai, illetve kísérletes tényt, hogy a csökkentett kalóriabevitel meghosszabbítja az életet, hiszen a jóllakottságközpont által termelt szabad gyököktől a továbbiakban nem védi a szervezetet semmi.

Ugyanakkor az új felismerés számos kérdést vet fel azzal kapcsolatban, hogy a ma étrendkiegészítőként divatos, és sokak által megvásárolt antioxidánsok befolyásolják-e, és ha igen, hogyan, az éhség–jóllakottság szabályozását. Elképzelhető például, hogy az éhesen bekapott pirulák tovább növelik az étvágyat, míg étellel együtt segítik a teltségérzet kialakulását.

Nature. 31 July 2008. 454, 7204,

G. J.

ÖSSEJTVONALAK BETEGEKBŐL

Egy nemzetközi kutatócsoport munkatársai George Q. Daley vezetésével (Harvard Medical School) betegek bőrének, illetve csontvelőjének sejtjeiből hoztak létre összejszerű sejtvonalakat. Ilyen sejtek létrehozása az összejsétkutatások újabb iránya: lényegében arról van szó, hogy felnőtt sejteket programoznak vissza embriószerű állapotba (iPS – induced pluripotent stem cells, ez az angol terminológia), majd próbálják őket különböző fejlődési utakra „rábeszélni”, azaz belőlük különböző „szakosodott” sejteket, például máj- vagy idegsejteket előállítani.

A *Cell* online változatában, augusztus 6-án Daley-ék beszámoltak iPS sejtvonalaikról, melyek egyebek között Down-szindrómás, Huntington-, illetve Parkinson-kóros, 1-es típusú cukorbetegségben, illetve valamilyen örökletes izomsorvadásban szenvedő egyének sejtjeiből származnak, és szerintük jó lehetőséget biztosítanak új betegségmodellek kialakítására, valamint az egyes kórképek okainak, gyógyítási lehetőségeinek felderítésére.

Daley-ék az általuk létrehozott ún. betegség specifikus sejtvonalat más kutatók számára is hozzáférhetővé kívánják tenni.

doi:10.1016/j.cell.2008.07.041 (2008)
nature.com 08.08.07.

G. J.

ELKÉSZÜLT A NEANDERVÖLGYI EMBER MITOKONDRIÁLIS GENOMJA

Egy 38 ezer éves csontból német és dán kutatók megfejtették a neandervölgyi ember mitokondriális DNS-ének betűsorrendjét – írta a *New Scientist Online* augusztus 7-én. A sejtek energiaháztartását biztosító sejtservecske, a mitokondrium örökítőanyaga sokkal ki-

sebb, mint a sejtmag DNS lánc, hiszen amíg az utóbbi 3 milliárd bázispárt tartalmaz, addig ez kb. 16 500-at.

A csak anyai ágon öröklődő mitokondriális DNS-t régóta használják régészeti, származástani kutatásokban, és segítségével a kutatók most azt állapították meg, hogy a *Homo sapiens* és a neandervölgyi ember fejlődése kb. 600 ezer évvel ezelőtt vált el egymástól.

A neandervölgyi ember mitokondriális DNS-ét főemlősök DNS-ével összehasonlítva pedig megállapították, hogy a neandervölgyi faj tagjai igen fiatalon érték el ivarérettségüket és kis csoportokban éltek, ami csökkentette a genetikai változatosság esélyeit.

A lipcsei Max Planck Intézet kutatói most a leletből a neandervölgyi ember sejtmagban lévő teljes örökítőanyagát akarják „leolvasni”. Ígéretük szerint a teljes genom néhány hónap alatt elkészül, és új ismeretekkel szolgálhat például azzal kapcsolatban, hogy milyen genetikai különbségek vannak a 25 ezer évvel ezelőtt kihalt neandervölgyi, és a 250 ezer évvel ezelőtt Afrikában létrejött modern ember között.

Cell. 08. 08. 2008. 134, 416–426.

G. J.

Jéki László – Gimes Júlia

