

Megtörtént, amire két évtizede vártak a világ fizikusai: elindultak az első protonnyalábok a jelenlegi legnagyobb teljesítményű részecskegyorsítóban, a Large Hadron Colliderben (LHC). Megtörtént, amire két évtizede vártak a világ fizikusai: elindultak az első protonnyalábok a jelenlegi legnagyobb teljesítményű részecskegyorsítóban, a Large Hadron Colliderben (LHC). Ezzel elkezdődött az emberiség egyik legizgalmasabb tudományos kalandja, ami megerősíthet néhány kvantumfizikai elméletet, és még többet megcáfolhat. Ha sikerül is fekete lyukat létrehozni, az nem szippantja magába a Földet, viszont megpillanthatjuk az űsanyagot és végre megtudhatjuk, mitől van tömegünk.

Az LHC-t valójában már augusztusban beindították: az első teszteken megvizsgálták, hogy a legnagyobb gyorsítógyűrűn rendben mennek-e a protonnyalábok egyik, illetve másik irányba. Így az elsőnek nevezett protonnyalábok, amelyek a hivatalos megnyitón, a részecskegyorsító első munkanapján, szeptember 10-én indultak el, valójában nem az elsők voltak (a két nyalábot eddig még nem eresztették össze, ütközés tehát eddig nem történt az LHC-ben). Az első nyaláb magyar idő szerint délelőtt 10 óra 27 perckor körbeért, az LHC-t építő szervezet, a részecskefizikai kutatások európai hivatala, a CERN egész nap élő webcaston közvetíti a nap eseményeit. Mivel az protonok mélyen a föld alatt száguldanak és kamerák számára nem látványosak, a műsor eddig kissé egyhangú: európai tudósok ujjonganak a gyorsító különböző helyszínein.

Egyedül nem ment volna

A vállalkozás még úgy is roppant költséges volt, hogy nem kellett új körgyűrűt fúrni. Pontos összeget a CERN sem tud mondani, de a büdzsé valahol 3 és 6 milliárd euró között állt meg, a pénz nagy részét a detektorok illetve az 1200 új szupravezető mágnes vitte el – ez utóbbiak darabonként félmillió svájci frankba (körülbelül 75 millió forint) kerültek. Az üzemeltetésnek és a kísérleteknek további horribilis költségei lesznek (az LHC annyi áramot fogyaszt, mint egy kisváros), egyetlen ország vagy cég valószínűleg nem is bírta volna megépíteni és fenntartani a gyorsítót.

Kudarcra jó példa az amerikai Superconducting Super Collider: a 87 kilométer területűre tervezett, minden eddiginél nagyobbnak szánt gyorsítót 1991-ben kezdték építeni Texasban, két év alatt 23,5 kilométert ástak ki az alagútjából. Addigra a 4,4 milliárd dollárosra tervezett költségvetés 12 milliárdra kúszott, ezért a kongresszus lelőtte a projektet. Az LHC azonban több ország összefogásával készült és így el is készült. Magyarország is a CERN tagja, így mi is kivettük a részünket a sikerből és a számlákból: a GDP-nk arányában, azaz 0,76 százalékban járultunk hozzá a költségekhez, tavaly 7 839 950 svájci frankot (körülbelül 1,18 milliárd forint) utaltunk át a CERN-nek.

Szuperhideg szupermágnesek

A költségek az LHC méreteiből adódnak, a méret pedig a részecskegyorsítók működéséből. A részecskeütközések annál érdekesebbek, minél nagyobb energiaszinten történnek, a részecskék sebességét és energiáját pedig annál könnyebb növelni, minél nagyobb a gyorsító. A részecskék energiáját gigaelektronvoltban (GeV), illetve teraelektronvoltban (1 TeV = 1000 GeV) mérik, ezek gyakorlatilag a Joule-nak megfelelő mértékegységek. Egy TeV elhanyagolható mennyiség, ha emberi mértékkel nézzük, az LHC-ben azonban igen kicsi térfogatra sűrűsödik ennyi energia. A 27 kilométeres ciklikus gyorsító elődje, a LEP a legszebb napjaiban 200 GeV-ra volt képes, az LHC

csúcsteljesítménye már 14 TeV, ami úgy jön össze, ha két 7 TeV-os energiájú, a fénysebesség 99,9999991 százalékaival száguldó proton ütközik a gyorsítóban.

A nagy különbség fő okai az LHC új mágnesei. A részecskéket úgy lehet körpályán tartani, ha mágneses térrel eltérítjük őket. Minél nagyobb egy részecske energiája, annál nehezebb eltéríteni, illetve annál többet fog kisugározni az energiájából, hogy eltérülhessen. Tehát az egész körgyűrű mentén szükség van mágnesekre, illetve olyan alkatrészekre (úgynevezett üregrezonátorokra), amelyek visszapótolják a részecskék elvesztett energiáját. A LEP-ben még hagyományos vasmágnesekkel dolgoztak, az LHC mágnesei (összesen mintegy 50 ezer tonnányi) azonban már szupravezető elektromágnesek. A szupravezetés (amikor az elektromos ellenállás gyakorlatilag nullára csökken) azonban olyan fizikai jelenség, aminek irgalmatlan hideg a környezeti feltétele. Ezért a mágneseket 1,9 Kelvinen, azaz -271 Celsius-fokon kell tartani.

Emiatt bármilyen javítási munkálat tízhetes folyamat az LHC-ben: először ugyanis fel kell melegíteni az alkatrészeket, ami öt hét alatt történik meg, majd a javítás után vissza kell hűteni az egész rendszert, ez pedig újabb öt hét. A hűtőrendszerben mindeközben tízezer tonna folyékony nitrogén és 130 tonna szuperfolyékony hélium kering – ez utóbbi nagyon drága, minden cseppje kincs. Nem csoda, hogy a legszigorúbb minőségi előírások mellett építették az LHC-t.

A hiányzó bozon nyomában

És hogy miért jó, hogy 80-150 méter mélyen tudósok protonokat ütköztetnek? Azért, mert az elméleti fizika teóriáit csak ilyen módon lehet ellenőrzött körülmények között próbára tenni. Csak az ütközések során fellépő nagy energiakoncentrációban lehet felfedezni új részecskéket és igazolni feltételezett jelenségeket, végső soron pedig jobban megérteni az univerzum keletkezését és működését. Minél nagyobb az energiakoncentráció, annál nagyobb az esély az új felfedezésre – az LHC pedig minden eddigi gyorsítónál nagyobb teljesítményű. A korábbi legnagyobb protonütköztetőnek, a Fermilab Tevatronjának a maximális energiája 1,96 TeV volt, tehát az LHC a 14 TeV-jával több mint hétszer nagyobb energiakoncentrációra képes. Ha pedig a nehézionok ütközését nézzük – merthogy ilyenek is lesznek majd az LHC-ben –, a gyorsító harmincszor erősebb, mint a Brookhaven National Laboratory által 2000 óta működtetett RHIC.

Egy népszerű, a tudatlanság és a média táplálta hisztéria szerint még olyan fekete lyukat is sikerülhet előállítani, ami magába szippantja a Földet. Az LHC-ben azonban nem lesz világvége: ha keletkeznek is fekete lyukak – aminek nagyon kicsi az esélye –, picik lesznek és instabilak, egy pillanat alatt elpárolognak majd. A későbbi nehézion-ütközésekben kvark-gluon plazmát is megpróbálnak majd előállítani, vagyis olyan ösanyagot, ami közvetlenül az ősrobbanás után alkotta az univerzumot.

A kísérletekben magyarok is részt vesznek. A nehézion-ütközésekre konstruált ALICE detektornál az MTA KFKI RMKI egy kutatócsoportja [17] közreműködik majd, a Higgs-bozont vadászó CMS-hez pedig az RMKI mellett a Debreceni Egyetem Kísérleti Fizika Tanszéke [18] is delegál majd szakembereket.

Idén csak tesztelnek

Az LHC első hónapjai azonban még csak a tesztről fognak szólni. "Először még csak az

előgyorsítók energiaszintjén, 900 GeV-on folynak a kísérletek, utána fokozatosan elkezdik bekapcsolni a gyorsítómodulokat és a pályán tartó mágneseket" – magyarázza az Alice-csoport feje, dr. Lévai Péter, az RMKI Elméleti Fizikai Főosztályának vezetője. "Október közepére tervezik a kerek 10 TeV-os ütközést, vagyis azt az eseményt, amikor mindkét ütköző protonnak már 5 TeV az energiája, és szeretnénk december elejéig elérni a 14 TeV-os csúcst."

A 2008-as időszak tehát a gyorsító felfuttatása, ekkor kell kiderülnie, hogy a mágnesek pályán bírják tartani a protonokat, és a gyorsítófokozatok, detektorok is jól működnek. December eleje után egyhónapos szünet következik, ilyen minden évben lesz, egyrészt takarékosági okok miatt (decemberben legdrágább az áram), másrészt a karbantartás végett. Aztán 2009-ben megindul a nagyüzemi adatgyűjtés (rengeteg ütközést kell elvégezni, hogy a ritka jelenségek megmutatkozzanak), 2010-ben pedig protonnyalábokkal való kísérletek mellett nehézion-ütközéseket is végeznek majd.

Hogy mikorra lesz mindebből bizonyítható tudományos eredmény, nem tudni pontosan, de a következő három évben jó eséllyel lesz bejelentenivaló felfedezés, és kis szerencsével akár már 2009 végén elkezdhetjük átírni a fizikatankönyveket.