

Mostanában szinte mindenki tudja, hogy miről is beszélünk, ha azt mondjuk CERN. Mindenki tudja, hogy az egy fizikai kutatóintézet, ahol nemrégiben építettek egy részecskegyorsítót. Nos, valójában nem egészen erről van szó. A CERN tulajdonképpen egy föld alatti részecskegyorsító-rendszer, ami hosszú évtizedek alatt jött létre (1954 óta létezik), amint a tudósok egyre nagyobb energiájú kísérleteket akartak végezni. Ami az LHC-t (Large Hadron Collider) illeti, nem a semmiből építették fel röpké 8-10 év alatt. Előtte a LEP (Large Electron-Positron Collider) nevű gyorsító állt a helyén, ami a nevéből is láthatóan elektronok és antirészecskék, a pozitronok ütköztetésére szolgált.

A különbség lényegében annyi, hogy az új kísérletekben egy-egy sikeres ütközés alkalmával sokkal több új részecske keletkezik, és ezek rögzítéséhez egészen bonyolult berendezésekre van szükség. A másodpercenkénti ütközések száma is jóval nagyobb lesz, mint a korábbi gyorsítóknál. Minden másodpercben körülbelül egymilliárd proton-proton ütközés történik, ebből egyrészt hardveresen, másrészt egy-egy program segítségével válogatják ki azt a néhány százat, ami majd rögzítésre kerül.

A 27 km kerületű gyűrűben az ütközéseket úgy idézik elő, hogy előgyorsított részecskenyalábokat juttatnak bele. Az egyik nyaláb az óra járásával megegyező, a másik azzal ellentétes irányú pályára áll, ez teszi lehetővé, hogy amikor a két pályát keresztezik, ütközés jöjjön létre. A nyalábok gyorsításához és pályán tartásához nagyjából 1200 dipól- és közel 400 kvadrupól-mágneset használnak fel, melyek mindegyike több méter hosszú. Ezeket folyékony hélium segítségével az abszolút 0 fok közelében igyeksenek tartani, nagyjából 1,9 K-en. A nyalábok igen kis méretűek, így az ütközés előidézése közel sem egyszerű feladat.

Az LHC gyűrű mentén jelenleg négy nagyobb kísérlethez készültek el a detektorok. Ezek az ALICE, az ATLAS, a CMS és az LHCb. Ezen kívül két kisebb kísérleten dolgoznak majd, amik a TOTEM és az LHCf nevet viselik. Feladatuk, hogy az ütközések utáni állapotokat rögzítsék. Speciális berendezésekkel határozzák meg a kirepülő részecskék pályáját, töltését stb., amiből kiderül, hogy mi is volt az tulajdonképpen. Minden egyes tulajdonságot más-más műszer érzékel, ilyenek például az ún. „műon-kamrák”, amik a nehezebben megfigyelhető müonokat detektálják. Valójában arról van szó, hogy az ütközési pont köré koncentrikus hengerekből építik fel ezeket a detektorokat. Azért van több, mert mindegyikkel a részecskék más-más tulajdonságait vizsgálják. Persze a kísérletek között átfedés is van, mivel „Egy detektor nem detektor”. A továbbiakban néhány nagyobb kísérletről szeretnék némi információval szolgálni.

Az ALICE 16 m magas és mintegy 10 ezer tonna. Célja, hogy észrevegye, ha az ütközések során megjelenik az ún. kvark-gluon plazma, ami az elméletek szerint a világegyetem keletkezése utáni pillanatokban volt jelen, mielőtt a szabad kvarkok barionokká és mezonokká, vagy másként hadronokká csoportosultak volna. Ez azért is érdekes, mert ma már nem léteznek szabad kvarkok, mivel a négy kölcsönhatás közül a legerősebb, az erős kölcsönhatás tartja össze őket. Ezen kölcsönhatás közvetítői a gluonok, ahogyan például az elektromágneses kölcsönhatás közvetítő részecskéi a fotonok. Itt jegyezném meg, hogy a gyorsítót azért hívják hadronütköztetőnek, mert alapvetően a működése során az év nagyobbik felében proton-proton, majd egy-két hónapig ólom-ólom (atommag) ütközéseket fog előidézni. A protonokat a gyorsítóba 450 GeV-vel lövik be az SPS-ből (Super Proton Synchrotron), majd az LHC kezdetben 5000 GeV-re, majd – ha már régebb óta megy a kísérlet – 7000 GeV-re gyorsítja fel őket. Ezek az energiák világviszonylatban is rekordnak számítanak.

Láthatjuk tehát, hogy valószínűleg igazán érdekes eredményekkel fog szolgálni a kutatás. Bármi is derül majd ki végül, amiért a LEP-et lecserélték az LHC-ra, az valójában a Higgs-bozon mondanakör lezárásának reménye volt. A CERN-ben ugyanis az eddig zajló kísérletek során néhányszor már észlelni vélték a mindenki által oly gyakran emlegetett Higgs-bozont, de nem merték biztosan kijelenteni, hogy megtalálták. A mostani kísérletek azonban egyértelműen ki fogják mutatni a tényleges elindítástól számított nagyjából egy éven belül abban az esetben, ha a tömege az előre jósolt tartományban van. Mitől ilyen érdekes ez a részecske? Tulajdonképpen a kutatók azt várják tőle, hogy megoldja a „miért van a részecskéknek tömege” problémakört, és végre pontot tegyen a kérdőjelek helyére. Ugyanis a Higgs-bozont (bozonokat) olyan részecskének (részecskéknek) képzelik el, amely(ek) által a körülötte lévő részecskéknek és magának a Higgs-bozonnak is tömege lesz. Ezzel foglalkozik mind a CMS, mind az ATLAS detektor, így mintegy ellenőrizve egymást. A CMS 15 m magas és nagyjából olyan nehéz, mint az Eiffel-torony, ezen kívül tartalmazza a világ legnagyobb szupravezető mágnesét. A neve a Compact Muon Solenoid rövidítése, amiből látszik, hogy a szerkezetet alapvetően a kirepülő müonok észlelésére találták ki, ezért is helyeztek nagyobb hangsúlyt a tervezésnél a müon-kamrákra. Ez azért lényeges, mert a Higgs-részecske megjelenését  $2 \times 2$  müon megjelenésében vélik majd felfedezni. Az elméletiek szinte mindenre felkészültek a felfedezett részecskék számát, illetve tömegét illetően, szóval ha megtalálják, csupán elő kell venni a megfelelő teóriát, és már készen is vagyunk.

Ezen kívül a CMS-nek van még egy célja: egy másik elmélet, az ún. szuperszimmetria elmélet igazolása. Lényegében arról van szó, hogy minden általunk ismert részecskének (és a többinek is) létezik egy „szuper” párja, ez a fermionok esetében bozon lenne és megfordítva, továbbá ha vannak, akkor nyilván nagy a nyugalmi tömegük, különben már felfedezték volna őket.

Ezek után bizonyára sokakban felmerül a kérdés, hogy mire jó ez az egész. Természetesen arra, hogy többet megtudjunk a világunkról, de ezen kívül is hasznosak lehetnek az ilyen alapkutatások, mivel soha nem lehet tudni, hogy mi jön ki belőlük. Erre jó példa, hogy annak idején a CERN falai között látta meg a napvilágot a web, ami nélkül manapság sokan már létezni sem tudnak. Ezen kívül más területek is használják az alapkutatások tapasztalatait, például az

<sup>1</sup>2008. szeptember 19–22. között 24 érdeklődő középiskolás diák tanárunkkal ellátogatott a CERN-be. Ez az írás egyikük szubjektív élménybeszámolója.

orvostudomány. Az intézmény egyébként is a világ élvonalában van technikai fejlettségét tekintve. A számítóközpontban két emeletnyi számítógép végzi a munkát, de ez is kevésnek bizonyult, ezért kitalálták a GRID-et. Mondhatjuk, hogy tulajdonképpen a fizikusok kíváncsiságának kielégítése közben felmerülő problémák megoldása közel sem olyan haszontalan, mint amilyennek sokan először gondolnák.