

## Higgs-bozon, tíz évvel a felfedezése után

A Higgs-bozon éppen tíz évvel ezelőtti korszakalkotó felfedezése, és tulajdonságainak azóta tartó vizsgálata lehetővé tette, hogy a fizikusok óriási lépéseket tegyenek előre az Univerzum megismerésében.

Tíz évvel ezelőtt, 2012. július 4-én a Nagy Hadronütköztető (LHC) ATLAS és CMS együttműködése bejelentette egy új részecske felfedezését olyan tulajdonságokkal, amelyek egyeztek a részecskefizika Standard Modellje által előre megjósoltakkal. A felfedezés mérföldkőnek számít a tudomány történetében és az egész világ figyelmét felkeltette. Egy évvel később François Englert és Peter Higgs elnyerte a fizikai Nobel-díjat azért az egy évtizeddel korábban Robert Brouttal együtt publikált elméletükért, egy új alapvető mező, a Higgs-mező létezéséről, amely áthatja az Univerzumot, Higgs-bozonként nyilvánul meg, és tömeget ad az elemi részecskének.

“A Higgs-bozon felfedezése óriási mérföldkő volt a részecskefizikában. Többévtizedes kutatás végét és egy különleges új részecske vizsgálatának kezdetét jelentette” – mondta Fabiola Gianotti, a CERN főigazgatója, aki a felfedezés idején az ATLAS kísérlet projektvezetője volt. – “Meghatottan emlékszem vissza a bejelentés napjára, amely óriási öröm volt mind a részecskefizikával foglalkozó közösségnek, mind azoknak az embereknek, akik évtizedeken keresztül fáradhatatlanul dolgoztak azon, hogy ez a felfedezés megvalósulhasson.”

Mindössze tíz év alatt a fizikusok hatalmas lépéseket tettek az Univerzum megértése felé, nemcsak azzal, hogy megerősítették, a felfedezett részecske valóban a Higgs-bozon, hanem azzal is, hogy elkezdtek kialakítani egy elméletet arról, hogyan jöhetett létre a Higgs-mező az ősrobbanás utáni tizedmilliárdodik másodpercben.

Az ATLAS és a CMS kísérlet által, 2012-ben felfedezett részecske nagyon hasonlított a Standard Modell által megjósolt Higgs-bozonhoz. De valóban ez volt a régóta keresett részecske? Amint a felfedezés megtörtént, az ATLAS és a CMS elkezdte részletesen vizsgálni az újonnan felfedezett részecske tulajdonságait, mennyiben egyeznek a Standard Modell által számítottakkal. A részecske bomlása két fotonra, az elektromágnesség hordozójára megmutatta, hogy az új részecskének nincs belső perdülete, spinje, amint azt a Standard Modell megjósolta. Minden más alapvető részecske, mind az anyagiak, mint a proton és neutron alkotó kvarkok, mind pedig a közvetítő bozonok rendelkeznek spinnel.

A Higgs-bozon  $W$  és  $Z$  bozonok segítségével való keletkezésének és bomlásának megfigyelésével az ATLAS és CMS kísérlet igazolta, hogy azok valóban a Higgs-mezővel való kölcsönhatásban nyernek tömeget, ahogyan azt a Standard Modell jóslja. A kölcsönhatás erőssége megmagyarázza a gyenge kölcsönhatás rövid hatótávolságát, amely bizonyos fajta radioaktivitásért felelős és a Nap fúziós energiatermelését indítja.

A kísérletek azt is megmutatták, hogy a  $t$ - és  $b$ -kvark, valamint a tau-lepton, a legnehezebb elemi fermionok, a Higgs-mezővel való kölcsönhatásban nyernek tömeget, megint csak a Standard Modellel egyezésben. Ezt egyrészt a Higgs-bozon  $t$ -kvark párral együtt való képződéssel, másrészt a bozon  $b$ -kvark és tau-lepton párra történő bomlásával mutatták meg. Ezek a megfigyelések is bizonyították a Yukawa-kölcsönhatás vagy  $Y$ -erő létezését, amely szintén része a Standard Modellnek, de különbözik a többi kölcsönhatástól, amennyiben a Higgs-bozon közvetíti és az erőssége nem kvantált, azaz nem valamilyen egység többszöröseként jelentkezik.

ATLAS és CMS a Higgs-bozon tömegét energiaegységben 125 milliárd elektronvoltnak (GeV) mérte, 1 milliommódnnyi pontossággal. A Higgs-bozon tömege az olyan természeti állandó, amelyet a Standard Modell nem tud megjósolni. Sőt mi több, a legnehezebb ismert alapvető részecske, a t-kvark tömegével és más természeti állandókkal közösen a Higgs-bozon tömege meghatározhatja, mennyire stabil a világegyetemünk vákuuma.

Mindez csak néhány az elmúlt tíz év eredményeiből a Higgs-bozon tanulmányozása terén a világ legnagyobb és legerősebb ütköztetőjénél, az egyetlen berendezésnél, ahol ez az unikális részecske előállítható és vizsgálható.

"Az LHC óriási adattömege, az ATLAS és CMS kísérletek kivételes teljesítménye és új adatelemzési technológiák tették lehetővé a két együttműködés számára, hogy kiterjesszék a Higgs-bozon mérések érzékenységét amögé, amelyet a kísérletek tervezésekor lehetségesnek tartottak." mondta Andreas Hoecker, az ATLAS vezetője.