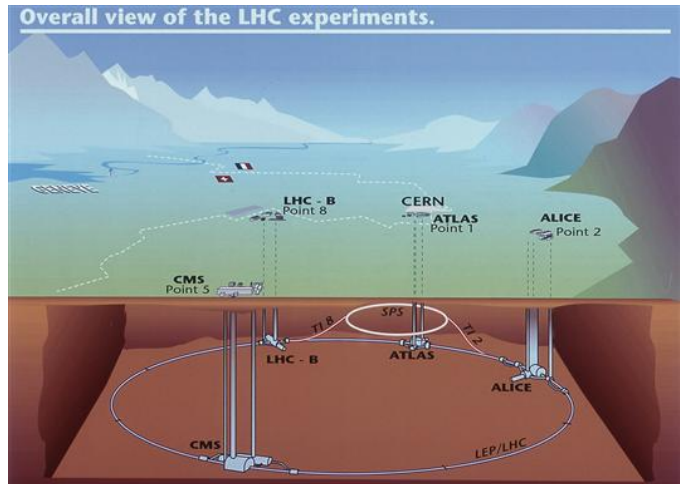


CYNOLTER GÁBOR: LHC FIZIKA

2009-ben megkezdődnek a kísérletek az LHC-ban. Az LHC, Large Hadron Collider, magyarul Nagy Hadron Ütköztető a világ jelenlegi legnagyobb részecskegyorsítója Genf mellett a svájci-francia határon helyezkedik el. A gyorsító átlagosan száz méterrel a felszín alatt húzódó 27 km kerületű gyűrű alakú alagútban halad. Az elnevezésben szereplő hadronok az erős kölcsönhatásban részt vevő részecskék, a leggyakoribb töltött hadron a proton. Az alagútban 1232 szupravezető mágnes gyorsítja fel a protonokat saját tömege 7000-szeresének (2009-ben várhatóan még csak 5000-szeresének) megfelelő energiára. Az egymással szemben, közel fénysebességgel haladó két protonnyaláb ütközései során keletkező nagy számú részecskét két nagy detektor, az ATLAS és a CMS vizsgálja majd. Az alagút további ütközési pontjaiban még két speciális detektor helyezkedik el, az LHC-b és az ALICE.



Az LHC szerkezete

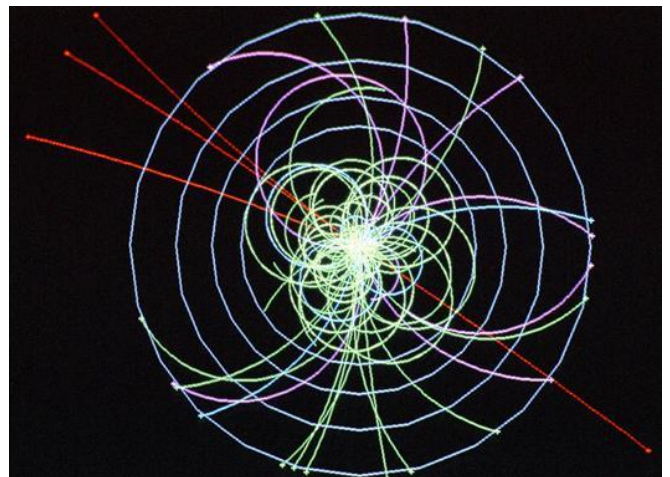
A kísérletek detektorainak, észlelőberendezéseinek feladata, hogy a felgyorsított részecskék kis térrészbe koncentrált ütközéseiben keletkező több ezer részecske tulajdonságait, tömegét és impulzusát azonosítsák. Legtöbb magyar fizikus a CMS, a Compact Muon Solenoid kísérletben dolgozik. A CMS detektor 12500 tonna, 21 méter magas és 15 méter átmérőjű, belsejében rendkívül erős (közel 4 Teslás) mágneses teret hoznak létre, amely a nagy energiájú részecskék impulzusának pontos méréséhez szükséges. A CMS az óriási méretek ellenére is kompakt, mert a szolenoid belsejében mérik a részecskék pályáját és az ismert részecskék energiáját külön-külön kaloriméterben. A CMS egyik fő feladata a detektor belső elemein áthaladó müonok detektálása, ez a négy



A CMS detektor belseje

részből felépülő müon rendszer feladata. A müonok kulcsszerepet játszhatalnak új részecskék felfedezésében, például a Higgs bozon egyik legtisztább kísérleti jele, amikor a Higgs a négy müonra bomlik.

Mi a Higgs skalár-bozon? A világunkat alkotó anyag szerkezetének egyre mélyebb megismerése az emberiség régi vágya. Ennek a kutatómunkának kiemelkedően sikeres állomása az 1967-ben megfogalmazott



Szimulált Higgs keltés és bomlása 4 müonba (piros vonalak) az LHC-n

Standard Modell. A gravitáció kivételével a modell egységes keretben írja le a részecskék közötti három kölcsönhatást (az erős, a gyenge és az elektromos kölcsönhatást). A CERN-ben igazolták az elmélet jóslatait, majd 1983-ban szintén a CERN-ben fedezték fel a gyenge kölcsönhatást közvetítő nehéz mértékbozonokat is. A Standard Modellben az anyagterek feles spinű (saját impulzusmomentumú) fermionok, ilyenek az egy családba tartozó elektron és neutrínója, továbbá a protonok és neutronok alkotóelemei az up és down kvarkok. Ugyancsak a CERN-ben a LEP, Nagy Elektron Pozitron Ütköztetőben mutatták meg, hogy az anyagterek pontosan három családban ismétlődhetnek. A második család elemei a kozmikus sugárzásban felfedezett müon és neutrínója, a ritka és a bájos kvark. A harmadik család tagjai csak nagyenergiás folyamatokban vesznek részt. A Standard Modell segítségével értjük az összes mai nagyenergiás kísérletet egészen 10^{-16} cm távolságig. A kísérletekben közvetlenül felfedezték egy híján a Standard Modell összes részecskéjét. Az egyetlen hiányzó részecske az elmélet matematikai teljességéhez szükséges Higgs skalár részecske, amellyel a részecskék már megfigyelt tömegét tudjuk megmagyarázni. Az eddigi kísérletekben nem láttuk a Higgs, vagy „isten” részecskét, ezért tömege legalább 115, de a precíziós mérések alapján legfeljebb 185 proton tömege lehet. Az LHC egyik fő feladata a Higgs bozon és kölcsönhatásainak felfedezése. Ugyanakkor a Higgs bozonhoz hasonló elemi skalár részecskéket még sosem láttunk a kísérletekben, és feltételezésük elméleti problémákhoz vezet egy a negyedik, a gravitációs kölcsönhatást is magában foglaló egységes elméletben.

Elméleti megfontolások azt mutatják, hogy az LHC kísérletei mindenképpen felfedik az ismert részecskéknek tömeget adó mechanizmust; vagy megtalálják a Higgs bozont, vagy pedig az ezt helyettesítő fizikai elméletet. Éppen ezért nagyon fontos a Standard Modell Higgs szektorát kiváltó, alternatív elméletek vizsgálata. Csoportunk az elemi Higgs skalár bozon és Higgs szektor helyettesítésére ismert típusú, de új részecskéket, fermionokat javasolt. Megmutattuk, hogy a fermionok önkölcsönhatásai a paraméterek széles tartományában természetes módon generálják a kezdetben szimmetrikus elméletből a szimmetriasértő, tömeges részecskéket, ezt nevezik spontán szimmetriasértésnek. Ezáltal sikerülhet a Standard Modellben alapvető jelenséget jobban megérteni, mint a Higgs skalár bozonos elméletben. A hasonló, úgynevezett dinamikai szimmetriasértést alkalmazó elméletekkel szemben a csoportunk által javasolt modell királis helyett vektor típusú fermionokra épül. Így modellünkre a jelenlegi kísérletek csak gyenge megszorításokat adnak. Megmutattuk, hogy az LHC-n és az azt követő gyorsítókon az új típusú fermionok nagy számban keletkezhetnek, az általunk javasolt modell tesztelhető. Az új modell érdekessége, hogy a javasolt részecskék adhatják a Világegyetem hiányzó sötét anyagát.