

al, ez vízzel nátrium-galláttá alakul, aminek vizes oldatát acél-elektrodok között elektrolízálják. A katódon leválik a nyers Ga, amit tovább tisztítva kapják a félvezető technológiához szükséges tisztaságú fémeket, mely kékesfényű, ezüsthöz hasonló. Nagyon jól nedvesíti az üveget, porcelánt, amelyeken csillogó tükörfelületet képez.

A galliumról bebizonyosodott, hogy nyomelemként jelentős szerepe van az élő szervezetben. Egy 70kg-os ember vérében 0,7mg Ga-t találtak (nem bizonyított még, hogy ez a környezeti szennyezés eredményeként a vízzel, táplálékkal jutott-e a szervezetbe, vagy szükségesen építi az be az élettani folyamatok során). A gallium hiánynak kóros következményei is lehetnek (agykárosulás). Más kutatások bizonyították, hogy a gallium bizonyos sejtekben (pl. a gyulladt sejtekben a tüdőben, pajzsmirigyben) halmozódik fel jobban, ezért ⁶⁷Ga-radioaktív izotóp citrátját intravénás injekcióba adagolva diagnosztikai célokra használható. Tapasztalták, hogy számos Ga-vegyület mérgező (pl. halogénidek)

Állatkísérleteknél jelentős eredményeket értek el oldható Ga-vegyületeknek daganatsökkentő hatásával. Egyes amerikai klinikákon kemoterápiás emberi kezeléssel is kísérleteznek. A biokémikusok a katalizátor mérgek és félvezető anyagok szerkezetének és tulajdonságainak jobb megismerésével próbálják felderíteni ezeknek az anyagoknak hatásmechanizmusát az élő szervezetben, s ezáltal tisztázni a még rejtélyes okait egyes betegségeknek, s megoldani azok gyógyítási módját.

Forrásanyag

- 1] N. N. Greenwood, A. Earnshaw: Az elemek kémiája, Nemzeti Tk., Bp. 1999
- 2] www.lymphomainfo.net

Máthé Enikő



Vajon a nemrég felfedezett E8-as szimmetria csoporttal sikerülhet-e a világegyetem egységes modelljének a leírása?

„A mindenség kivételesen egyszerű elmélete” (An Exceptionally Simple Theory of Everything) címmel került fel 2007. november elején az internetre A. Garrett Lisi tanulmánya. A tanulmány a szakma mellett a sajtó közvetítésével hamar felkeltette a laikus közvélemény érdeklődését is. Ebben szerepet játszott a sokat ígérő cím, amely egyszerű választ ígér egy évtizedeken át sikertelenül ostromolt kérdésre, a világegyetem egyetlen átfogó elmélettel való leírására. Az érdeklődés felkeltésében a téma mellett a szerző nem szokványos egyénisége is szerepet játszott.

Garrett Lisi Los Angelesben a Kaliforniai Egyetemen tanult fizikát és matematikát, majd ugyanezen egyetem San Diego-i karán doktorált 1999-ben fizikából. Tanulmányai során számos szakmai elismerést kapott. Azóta időnként fizika alaptárgyakat tanít Ha-

waui szigetén, ideje jórésztében azonban szörfözik és szörfözést tanít. Télen a hegyekbe megy, sziklát mászik Coloradóban és a hődeszkázást oktatja. Matematikai algoritmusokat dolgoz ki bonyolult problémák megoldására, számos programozási nyelvben járatos. Valószínűségszámítást végzett póker videojáték tervezéséhez, máskor vizes habok elnyelését vizsgálta légszűrőkben. Vitathatatlanul színes egyéniség.

A világmindenség egységes elméletének megalkotása régi törekvés. Einstein, Heisenberg és sok más neves fizikus eredménytelenül fáradozott ezen. A négy alapvető kölcsönhatás közül háromnak (elektromágneses, gyenge és erős) van már egységes elmélete, ez a Standard Modell (SM). Ez az elmélet sem teljes még, vannak nyitott kérdések és kísérleti igazolásra váró feltételezések. A negyedik kölcsönhatás a gravitáció, ennek a másik háromhoz való csatolását viszont nem sikerült eddig megoldani. A standard modell és az általános relativitáselmélet egyesítésére dolgozták ki a húrelmélet különböző változatait. Ezekben a részecskéket hurok rezgésállapotaiként jelenítik meg, és sok, pl. 11 térdimenzió létezésével számolnak. Az ismert részecskék leírásán túl ezek az elméletek további részecskék létezésével is számolnak, a szuperhúrelméletek szerint minden ma ismert részecskének létezik egy szuperszimmetrikus párja. Az eddigi kísérleti lehetőségek között azonban nem volt mód annak ellenőrzésére, hogy valóban léteznek-e. 2008-ban kezdik meg a kísérleteket a világ legnagyobb új részecskegyorsítójánál a genfi CERN-ben. A Nagy Hadron Ütköztető (LHC) lehetőséget teremt majd legalább a feltevések egy részének ellenőrzésére. Itt remélik megtalálni a Standard Modellből nagyon hiányzó részecskét, az elmélet szerinti, a többi részecskének tömeget adó Higgs-bozont is.

A húrelmélet bonyolult világgépével szemben a Lisi által felvetett megoldás szép és elegáns. Alapja egy friss felfedezés. 2007 márciusában tette közzé egy amerikai matematikusok által vezetett nemzetközi csoport, hogy sokévi munkával, szuperszámítógépekkel végzett hatalmas számításokkal sikerült leírniük az ún. E8 rendszert. A munka nagyságát az emberi genom feltérképezéséhez hasonlították.

Az E8 az egyik legnagyobb és legbonyolultabb matematikai struktúra, a Lie-csoportok közé tartozó szimmetriacsoport. (A 19. században Sophus Lie norvég matematikus írt le először ilyen csoportokat.) Minden szimmetria egy Lie-csoporttal írható le. Az E8 nyolcdimenziós, 248 ponttal írható le. Az áttörést nagy lelkesedéssel üdvözölte a tudományos közösség, arra számítottak, hogy az E8 segít majd számos algebrai, geometriai, számelméleti, fizikai és kémiai probléma megoldásában. Érdekes, hogy már a legelső, az E8-ról hírt adó tudósításokban felmerült a mindenség elmélete. „Ez a világegyetem egyik legszimmetrikusabb matematikai szerkezete. Ez lehet az alapja a Mindenség Elméletének, amellyel a fizikusok a világegyetemet akarják leírni.” – írta Kenneth Chang tudományos szakíró 2007. március 20-án a The New York Times tudományos rovatában. Az E8 programot vezető Jeffrey A. Adams matematikaprofesszor szerint „az E8 határozhatja meg az univerzum mély belső szerkezetét.”

Ezekben a felvetésekben a húrelmélettel kapcsolták össze az E8-at, a húrelmélet egyes részei ugyanis építenek más Lie-szimmetriacsoportokra. A nagy egyesítést célzó törekvések döntő többségének a húrelmélet vagy annak valamelyik továbbfejlesztett változata az alapja. Az egyéni utakon járó Lisit ez viszont nem érdekelte. Őt is ilyen kutatósokra akarták rávenni, ezért hagyta ott doktorálás után a hagyományos egyetemi-kutatói pályát. 2006-ban kutatási ösztöndíjat nyert a jótékonysági adományokból működő Alapvető Kérdések Intézetétől. Önállóságát megőrizve dolgozott különös egyenletein, itt írta le pl. a gravitációs és az elektroyenge kölcsönhatást egyesítő gravi-elektroyenge egyenleteit. A leíráshoz egy egyszerűbb Lie-csoportot használt fel és két új, közvetítő részecskét vezetett be. Lisi semmit sem használt fel a húrelméletből.

Lisi az E8 publikálásakor döbbsent rá arra, hogy az ő egyenletei és az E8-at leíró egyenletek egy része azonos. Elkezdte az E8 szerkezetbe beírni az ismert részecskéket, kölcsönhatásokat. A nyolcdimenziós struktúrát számítógépes szimulációval különböző módokon megforgatva kétdimenziós metszetek sorát állította elő, ezek nagyon jól visszaadták az ismert részecskecsaládokat, az ismert kölcsönhatásokat. Például visszakarta a kvark-gluon kapcsolatokat és az általa korábban felírt gravi-elektrogyenge erőket.

Lisit nem foglalkoztatja, hogy miért pont E8 szerkezetű a világegyetem. „Úgy vélem, hogy a világegyetem tiszta geometria, alapvetően egy gyönyörű forma, amely körbekerül, táncol a tér-időben”.

Elmélete egy mindent vagy semmit elmélet. Vagy beigazolódik egészében, vagy teljesen el kell vetni. Lisi is elismeri, hogy elmélete nagyon merész. 2008-ban talán már döntés közelbe kerülhetünk, ugyanis Lisi az E8 struktúrában üresen maradt 20 helyre feltételezett részecskéket írt be. Most azon dolgozik, hogy kiszámítsa ezeknek a részecskéknél a mérhető tulajdonságait, például a tömegét. A CERN-ben az LHC-nél ezeket a részecskéket is kereshetik majd a fizikusok.

Eljárása természetesen nem előzmény nélküli a modern fizikában, szimmetriacsoportba rendezés illetve kölcsönhatások egyesítése korábban is elvezetett már új részecskék feltételezéséhez. Ha a kísérletek igazolták az elméleti jóslatokat, akkor Nobel-díjjal ismerték el az eredményt. Az 1950-es években M. Gell-Mann az ún. SU(3) szimmetriacsoporttal írta le az akkor ismert erősen kölcsönható részecskéket, a csoportosításból azonban hiányzott egy részecske. A Gell-Mann által megjósolt omega-hiperont hamarosan felfedezték, Gell-Mann 1969-ben fizikai Nobel-díjat kapott. Az 1970-es években az elektromágneses és a gyenge kölcsönhatás egységes elméletén dolgozó fizikusoknak új közvetítő részecskékre volt szüksége. Az elméletileg levezetett W és Z bozonokat rövidesen fel is fedezték a kísérleti fizikusok, így fényesen beigazolódott az elektrogyenge elmélet. (Az elmélet megalkotásáért S. Weinberg, A. Salam és S. L. Glashow 1979-ben, a közvetítő bozonok kimutatásáért C. Rubbia és S. van der Meer 1984-ben kapott fizikai Nobel-díjat.)

Lisi ezekkel a gondolatokkal zárta tanulmányát: „Ennek az elméletnek egyes vonásait még nem értjük teljesen, a teljes megértésig megfelelő kételkedéssel kell kezelni. Azonban a standard modellel és a gravitációval való egyezés jelenleg nagyon jó. További munkával erősíteni kell az ismert fizikával való korrelációt és sikeres előrejelzéseket kell tenni az LHC-hoz vagy az elmélet végzetes összeütközésbe kerül a természettel. ... Ha az E8 elmélet valóban a mindenség elmélete, akkor világunk alakja különlegesen szép.”

Jéki László

a fizikai tudomány kandidátusa, szakíró

Tények, érdekességek az informatika világából

Programozási nyelvek kulcsszavai

- ☐ Egy programozási nyelvben – úgy, mint a beszédben – szavakkal vagy szótövekkkel fejezünk ki valamit, ezen szótöveket kulcsszavaknak (fenntartott, lefoglalt szavaknak) nevezzük, és a legtöbb programozási nyelvben nem lehet másra használni őket. A kulcsszavak fogalmát az ALGOL nyelvbe ve-