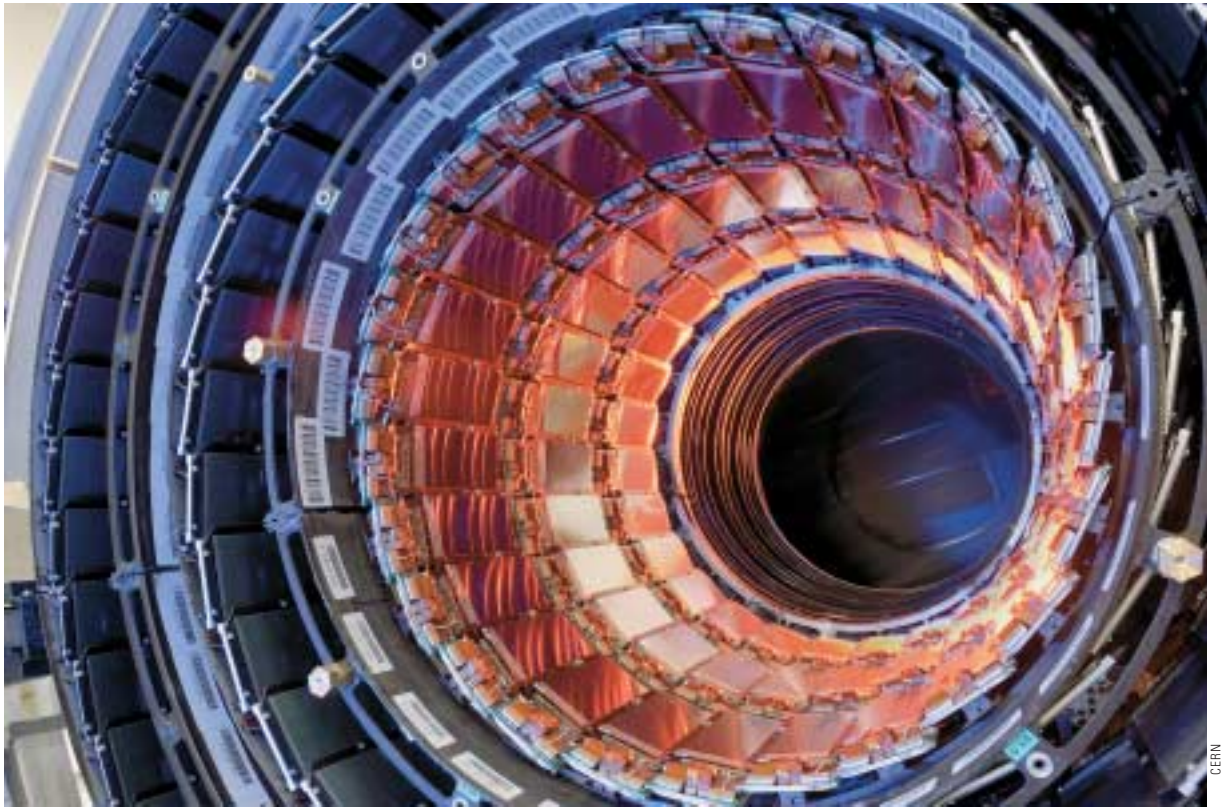


Higgs bosoaia, hor zaude?

Roa Zubia, Guillermo

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



Higgs bosoaia detektatzea da LHC azeleragailu berriaren lehen helburua. Batzuek ziurtzat ematen dute partikula hori laster detektatuko dutela, baina, egia esan, inork ez daki existitzen den ala ez. Existitzen bada, masa existitzen dela azaltzen duen teoria sendo bat izango dute. Existitzen ez bada, auskalo.

UNE HONETAN, HIGGS BOSOAIA DETEKTATUKO DUGULA ESATEA etorkizuna iragartzea da, eta hori arriskutsua da. Inork ez daki zer emango duen fisikak etorkizunean.

Ez fisikak, ezta beste edozein giza esparruk ere. Fisikari askoren ustez, Higgs bosoiaren kasua epe laburrera egindako iragarpena da; badirudi epe laburreko iragarpenak egitea ez dela epe luzeoak egitea bezain zaila. Hala ere, zaila da.

Baina Higgs bosoaia hitzetik hortzera dabil fisikarien artean. LHC azeleragailuak bosoaia detektatzeko behar adinako energia sortuko du (edo sortu ahal izango du), eta, horregatik, itxaropen handia dute. Ustez, Higgs bosoaia azalduko da, eta masaren jatorria azalduta geratuko da.

Eredu estandarra

Kontua da zergatik uste duten fisikariek Higgs bosoaia existitzen dela, ez badute inoiz *ikus*i. Egia da ez dutela

inoiz ikusi, baina egia da, baita ere, ez dutela ikusi behar partikula bat haren existentziaz jabetzeko. Haizea bezalako da: haizea ez da ikusten, baina zuhaitzen adarrak mugitzen ikusten ditugunean badakigu haizea dabilela. Eta haize horren ezaugarriak (abadura, norabidea eta abar) neurtu egin daitezke.

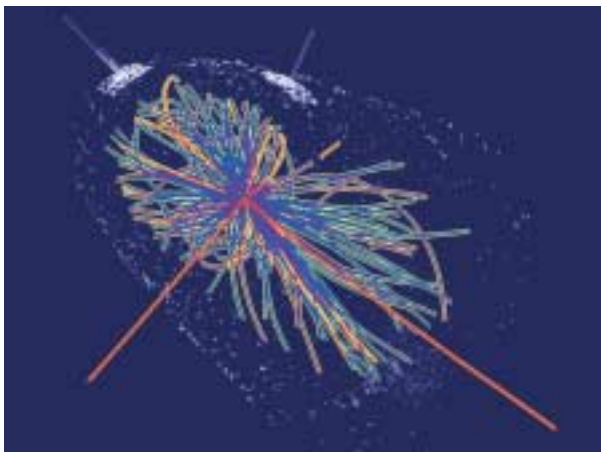
Higgs bosoiaren kasuan, zuhaitzen adarrak bezain gauza sinplerik ez dago. Teoria handi baten akats baten ondorioz iragarritako partikula bat da. Teoria handi hori eredu estandarra da, partikulen fisika ordenatzen duen teoria. Kimikako elementuen taula periodikoaren antzekoa da, baina partikula subatomikoena da. Partikulak hiru familian ordenatzen ditu, eta zentzu fisikoa ematen die eredu estandarrak.

Ez da teoria perfektua, unibertsoan dauden oinarrizko lau indarretatik hiru besterik ez baititu barne hartzen: indar elektromagnetikoa, nuklear bortitza eta nuklear ahula azaltzen ditu ereduak, baina grabitatearen indarra ez da teoria horretan sartzen. Nolanahi ere, eredu estandarra oso teoria ona da partikula txikien fisikaren ikuspuntutik. Existitzen diren partikulak aurkezteaz gain, partikulen arteko elkarrekintzak nolakoak diren iragartzeko balio du. Hain zuzen ere, azeleragailuetan egiten diren esperimientuen emaitzak diseinatzen dira eredu estandarrean oinarrituta.

“eredu estandarra oso teoria ona da, baina arazo handi bat du: ez du iragartzen partikulen masa”

Hala eta guztiz ere, eredu estandarrek arazo handi bat du: ez du iragartzen partikulen masa. Eta fisikariek badakite partikula askok masa dutela, jakina. Elektroiak, protoiak eta neutroiak, adibidez, masa dute; quark guztiek ere badute, protoiak eta neutroiak osatzen baitituzte. Beste askok ez, fotoia kasu. Baina, eredu estandar klasikoaren arabera, partikula guztiak masarik gabekoak dira, eta argiaren abiadura mugitzen dira.

Higgs bosoa detektatzeko esperimentu baten simulazioa. Azken batean, protoien arteko talka baten simulazioa da.



CERN

Demokritoren atomoaren bila

Zer da materia? Filosofo greziar batzuek galdera horri heldu zioten, eta erantzun batzuk proposatu zituzten. Demokritok modu honetan ikusi zuen: materia-puska bat zatituz gero, eta sortzen diren puskek zatituz gero, eta puska horiek berriz zatituz gero... non bukatzen da zatiketara? Planteamendu harekin, Demokritok atomoaren kontzeptua plazaratu zuen. Ez zekien zer zen edo nolako zen, baina harentzat zatitu ezin zen azken zatia zen atomoa.



G. ROA

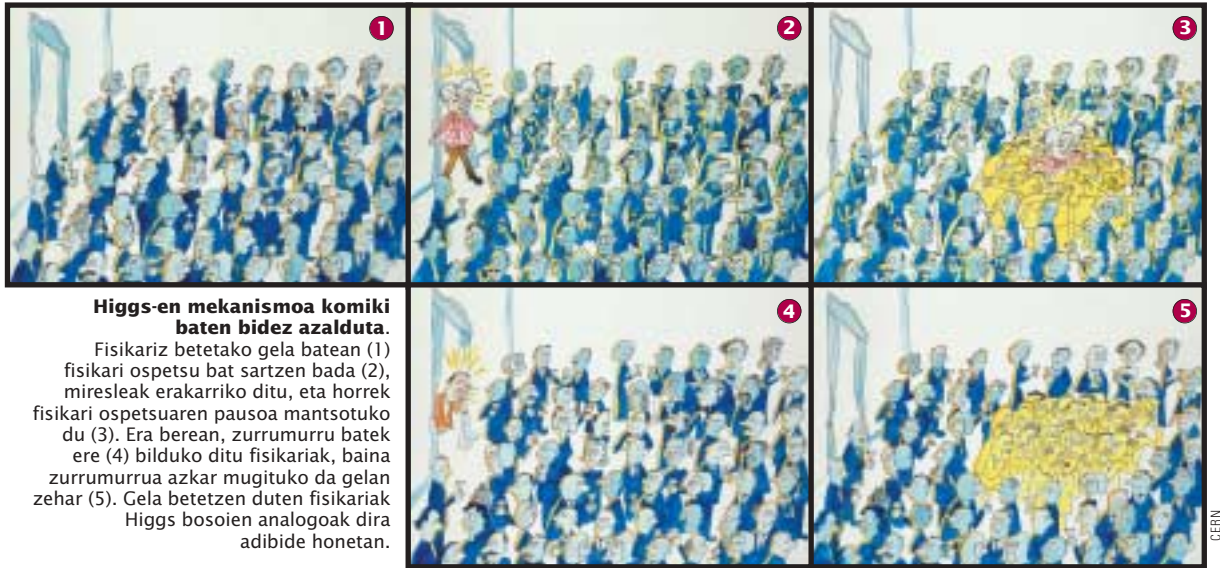
Sagar bat hartu, adibidez, eta zatitu; erditik hasieran; gero, erdiaren erdia eta abar. Hogeita bederatziz zatiketa nahikoak dira gaur egun atomo deitzen dugun hori izateko (zatiketa guztiak norabide berean eginda, goitik behera adibidez). Kontua da XIX. mendean gizakia konturatu zela atomo izeneko hori ez zela Demokritoren atomoa, partikula txikiagoz osatuta dagoelako. Pixkanaka, fisikariek elektroia (1895), protoia (1918) eta neutroia (1932) aurkitu zituzten.

Elektroiak Demokritoren ideia betetzen du ikuspuntu batetik, guk dakigula ez baitago partikula txikiagoz osatuta, baina arazoa da elektroiak ez direla materia-puska guztien osagaia. Fisikariek aurkitu zuten protoia eta neutroia, adibidez, beste partikula batzuek osatuta daudela, eta partikula txikiago horiek ez dira elektroiak edo elektroien taldeko partikulak. Protoiak eta neutroiak quarkez osatuta daude. Eta ez hori bakarrik; quark horiek elkarrekin lotzen dituzten beste partikula batzuk ere aurkitu zituzten protoien eta neutroien barruan, gluoiak (ingeleseko glue hitzak itsasgarria esan nahi du, eta hortik datorkie izena). Eta oinarrizko beste partikula batzuk ere aurkitu zituzten. Oinarrizko partikulen mundurako ataria irekita geratu zen. Ustez, Higgs bosoa ere mundu horretako bat da. Azkenean, ez dago Demokritoren atomo bakar bat.

Higgsen teoria

Masa ezin azalduta, egoera larriaren zeuden fisikariak XX. mendearen erdialdean. Teoria oso ona zuten aurkitutako partikulak ulertzeko, baina ez zuen azaltzen partikulen masa. Nahitaez, aintzat hartu behar zen akats hura, eta konpondu.

Baina nola? Hainbat teoria berri garatu zituzten fisikariek eredu konpontzeko. 1964 inguruan, teoria haietako bat nagusitu zen besteen aurrean: Higgsen teoria. Peter Higgs eskoziarraren izenarekin gogoratzen dugu, baina nabarmendu behar da jende askok hartu zuela parte teoriaren garapenean; alegia, ez zen kasualitate bat izan. Hiru taldek landu zuten ideia bera, bakoitzak bere bidetik: batetik, Robert Brout estatubatuarra eta Francois Englert belgikarra; bestetik, Gerald Guralnik eta Carl Richard Hagen estatubatuarrek eta Tom Kibble ingelesak; eta, azkenik, Higgsek berak, Yoichiro Nambu japoniarren lanean oinarrituta. ➔



Higgs-en mekanismoa komiki baten bidez azalduta.

Fisikariz betetako gela batean (1) fisikari ospetsu bat sartzen bada (2), miresleak erakarriko ditu, eta horrek fisikari ospetsuaren pausoa mantsotuko du (3). Era berean, zurrumurru batek ere (4) bilduko ditu fisikariak, baina zurrumurrua azkar mugituko da gelan zehar (5). Gela betetzen duten fisikariak Higgs bosoiaren analogoak dira adibide honetan.

Teoria horrek suposatzen du partikula guztiak eremu batean sartuta daudela, Higgsen eremuan. Ustezko eremu horrek izaera berezia du: partikula batzuk inongo trabarik gabe mugitzen dira eremu horren barruan, eta beste batzuk ez, elkarrekintza bat dutelako eremuarekin.

Pertsonak artasoro batean ibiltzea bezalakoa litzateke. Arto-landareak lerroetan landatuta daude, eta, beraz, hainbat norabidetan mugituz gero, ibiltariak ez du trabarik aurrera egiteko. Baina ibilbidearen angelua pixka bat aldatuz gero, hau da, nolabait trabeska mugituz gero, arto-landareekin egingo du talka etengabe. Higgsen eremua

“partikula batzuek eremu fisikoak transmititzen dituzte; Higgs bosoiak da haietako bat”

partikulentzat artasoroa ibiltarientzat bezalakoa izango litzateke: partikula batzuk trabarik gabe mugitzen dira, eta beste batzuek talka egiten dute eremuarekin.

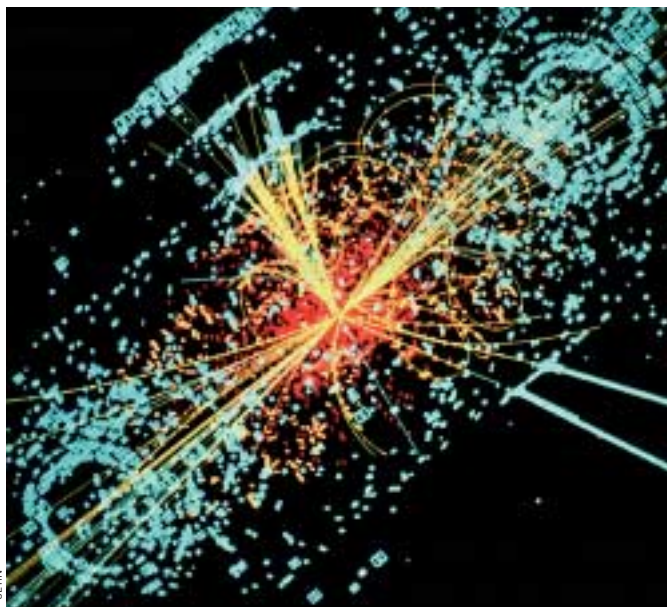
Adibideak balio dezake eremuaren kontzeptua ulertzeko, baina azpimarratu behar da Higgsen eremua ez dela espazialki eragiten duen zerbait. Aitzitik, balio du partikulen eta eremuaren arteko elkarrekintza azaltzeko. Elkarrekintzarik ez duten partikulak argiaren abiaduran mugitzen dira, eta ez dute masa; eta ‘talka’ egiten dutenak mantsotuko mugitzen dira, eta badute masa. Esate baterako, fotoia trabarik gabe mugitzen da Higgsen eremuan, eta elektroia ez.

Eremu bat, partikula bat

Higgsen teoria zuzena bada, zergatik bilatu behar dute partikula bat eta ez eremu bat? Kontua da fisikan gauza bera direla bi horiek. Nolabait, hainbat partikularen bidez transmititzen da eremu-mota bakoitza. Fotoiak eremu elektromagnetikoa transmititzen du: hori da adibiderik argiena. Eta beste indarrak ere partikulen bitartez transmititzen dira. Z eta W bosoiak indar nuklear ahula transmititzen dute, eta quark-multzo batek indar nuklear bortitza. Era berean, Higgsen eremua partikula batek transmititzen du. Teoriaren arabera, partikula hori bosoi bat da, eta, beraz, detektatu beharrekoari Higgs bosoiak deritza.

Azkenean, bosoiak aurkitzen badute, eremua bera aurkituko dute, eta partikulei masa ematen dion mekanismo teorikoa baieztatuta geratuko da.

Kolizio bakoitzean partikula-mota asko askatzen dira. Bakoitzak berezko ibilbide eta irismen jakin bat du; detektagailuen lana da ibilbide horiei antzematea, datuak ordenagailuetan aztertu ahal izateko.



CERN

Teoriak bosoi horren ezaugarriak ere iragarri ditu. Existitzekotan, partikula pisutsua behar du. Eta horrek esan nahi du partikula hori detektatzeko eragin behar duten talka oso energia handikoa dela. Hortaz, bi azeleragailu daude gaur egun munduan horrelako esperimentu bat egin ahal izateko: Tevatron izenekoa eta orain martxan jarriko duten LHC ospetsua.

Lehenengoa, Tevatron, Fermilab erakundearena da, Estatu Batuetan partikulen fisika ikertzeko zentro erraldoiarena. Bigarrena, LHCa, CERN laborategiarena da, helburu bera duen Europako erakundearena. Neurri batean, Higgs bosoa detektatzea lehia-keta bat bilakatu da Europaren eta Estatu Batuen artean. Hori ez da guztiz egia, Estatu Batuetako Fermilabeko zientzialari asko ari direlako parte hartzen LHC berriaren prestakuntzan, eta esperimentuak egingo dituztelako han. Baina, bestalde, Higgs bosoa 'etxean' aurkitzeak garrantzi handia izan dezake, eta, ikuspuntu horretatik, lehia-keta handia da. Itxaropen handiena LHCan dago, Europa azeleragailu erraldoirik gabe egon den zazpi urte hauetan ez baitute aurkitu Tevatronen.

Eta ez bada existitzen?

Azkenean, litekeena da Europak detektatzea Higgs bosoa. Edo Estatu Batuek. Edo estatubatuarrek Europako azeleragailuarekin edo, zeinek daki,



CMS detekttagailua instalatzeko lanak. Detekttagailu honetan saiatuko dira nagusiki Higgs bosoa detektatzen.

“erraza da jakitea noiz detektatu den partikula bat, baina oso zaila da erabakitzea partikula hori ez dela existitzen, ez badute detektatzen”

europarrek Estatu Batuetako azeleragailuarekin. Lehia irekita dago. Baina, jakina, beste aukera bat ere badago: inork ez aurkitzea Higgs bosoa. Orduan, zer?

Erraza da jakitea noiz detektatu den existitzen den partikula bat, baina oso zaila da erabakitzea partikula hori ez dela existitzen, ez dutelako detektatu. Ez badute detektatzen, pentsa liteke esperimentua hobetuta baietz, azalduko dela. Hortaz, ez dago amaierarik (hobeto esanda, amaiera diru-iturria ixtea izango litzateke).

Hainbatek esaten dute Higgs bosoa dagoeneko azaldu dela hainbat esperimentutan, baina zientzialariak ez direla konturatu, ez baitzuten horrelakorik espero. Hala ere, hori egia bada, erraz diseinatuko dute Higgs bosoa harrapatzeke esperimentu bat aurrerantzean.

Eta, agian, beste teoria baten zain egon beharko dute fisikariek. Gauza bat behintzat argi dago: masa existitzen da, eta, lehenago edo geroago, azaldu beharko dute zergatik. ■



ATLAS detekttagailua instalatzeko lanak LHC azeleragailuaren tunelean. CMSarekin batera, ATLAS detekttagailua erabiliko dute Higgs bosoa harrapatzen saiatzeko.