

LHCa, fisika azeleratu nahian

Roa Zubia, Guillermo

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

Fisikariak zazpi urte eta erdi egon dira zain. 2000ko azaroan itxi zuten LEP azeleragailua, Geneva inguruan lurpean instalatutako sinkrotrona. Azken esperimntua egin ondoren, desmuntatu egin zuten, zuloa hustu. Zulo hartan bertan, beste azeleragailu handiago bat eraikitzeari ekin zioten: LHC azeleragailu berria; munduko makinarik handiena eta ahaltsuena. Iragarri dutenez, orain, 2008ko maiatzean, jarriko dute martxan.

MAKINA BAT BESTE MODERNOAGO BATEKIN ORDEZKATZEA LOGIKOA DA, baina, kasu honetan, oso aldaketa ausarta izan da, LEP azeleragailua, desmuntatu zuten hura, munduko ahaltsuena zelako.

Eta bazekiten ordezkatzeko urteak beharko zituztela. Azkenean, zazpi eta erdi izan dira, eta, ikerketarako, denbora luzea da hori. Partikulen fisikaren ikerketan, proiektu asko gerarazi edo bertan behera utzi behar izan zituzten. Eta horrek talde askoren planak atzeratu zituen. Pentsatzekoa da azeleragailu berriak merezi zuela atzerapen hori.



CERN

Zer espero duten

Ustez, LHC azeleragailuak etenaldia konpentsatuko du: aurrekoa baino askoz hobea da, nahiz eta fisikoki toki bera hartzen duen. Zulo bera erabili dutenez instalazio berria egiteko, tamainaz LEParen berdina da: 27 kilometro inguruko hodi biribila. Suitzaren eta Frantziaren arteko mugaren azpian dago, lurpean, 50 metrora puntu gorenean eta 175 metrora puntu sakonean. LEP zaharraren zulo bera da, eta, hala ere, detektagailu berri eta ahal-

tsua instalatzeko, zabaldu egin behar izan dute zuloa azeleragailuaren inguruko toki batzuetan. Nolanahi ere, funtsean ibilbide zirkularra duen hodi bat da. Hodi-pare bat da, egia esan, puntu batzuetan gurutzatzen diren bi hodi paralelo. Fisikariek partikulak azeleratuko dituzte hodietan, eta elkargu-neetan talka eginaraziko diete.

Izan ere, hori da azeleragailu baten helburua: energia handiko talkak eragitea partikulen artean. Talken emaitzak

detektatu eta analizatuko dituzte fisikariek, jatorizko partikulak ikertzeko. Eta hor dago azeleragailu zaharraren eta berriaren arteko alde nagusia; LHCak askoz energia handiagoa sortzeko ahalmena du LEP zaharrak baino.

Zenbat? Zenbakietan jar daiteke. Fisikariek elektronvoltetan (eV) ematen dute azeleragailuek sortzen duten energiaren datua. Elektroiti bati volt bateko potentzialak ematen dion energia da elektronvolt bat. LEP azeleragailuak lortu zuen energia handiena 209 GeV izan zen (209.000 milioi eV), eta, adituen ustez, LHCa 7 TeV sortzera iritsiko da (7 bilioi eV). Horrek esan nahi du 14 TeV-eko energiara egingo dutela talka partikulek.

Eta energia horrekin, zer? Bada, energia horrekin, oraindik imajinatu ez dituzten esperimenduak egingo dituzte. LEP zaharrean, elektroitiak eta antzeko partikulak azeleratzen zituzten (hain zuzen, hortik datorkio *Large Electron-Positron collider* izena). Baina LHCaren helburua protoiak azeleratzea da. Horrek energia askoz gehiago eskatzen du, elektroitiak baino 1.836 aldiz pisuagoak baitira protoiak. Egia esan, protoiekin gain, beste partikula batzuk azeleratuko dituzte, baina protoiaren tamainakoak edo handiagoak. Partikula-mota horiei hadroi deitzen zaie, eta horregatik eman diote LHCari eman dioten izena: *Large Hadron Collider*.

Ederki dakite zer egingo duten azeleragailu berriarekin, epe motzean behintzat.

Lehen helburua da Higgs bosoiaren ize-neko partikula aurkitzea. Gaur egun, ia inork ez du LHC azeleragailuari buruz idazten Higgs bosoiaren aipatu gabeko. Era berean, inork ez daki Higgs bosoiaren existitzen den ala ez, ez baitute inoiz detektatu. Zientzialari batzuek esaten dute baietz, talka bortitz batzuetan azaldu dela, baina, nolabait, esperimendua egin duten ikertzaileak ez direla konturatu, beste partikula batzuen bila ari zirelako.

“Higgs bosoiaren detektatuz gero, urrats handi bat beteko da partikulen fisikaren ikerketan”

Dena dela, eztabaida hori antzua da oraindik, besteak beste LHC azeleragailua beharko dutelako baiezkotzea edo ezezkotzea frogatu ahal izateko. Beraz, esan daiteke oraindik ez dela Higgs bosoiaren detektatu.

Baina hipotesi baten arabera existitu behar du, eta, hain zuzen, hipotesi



Azeleragailuaren hodia zatika jaitsi zuten lurrazaletik instalatu ahal izateko.

CERN

horrek azaltzen du ondoen zergatik existitzen den masa. Higgs bosoiaren detektatuz gero, urrats handi bat beteko da partikulen fisikaren ikerketan (batzuek ez lukete “Higgs bosoiaren detektatuz gero” esango, baizik eta “Higgs bosoiaren aurkitzen dutenean”, ziur baitaude laster aurkituko dutela; hala ere, hobe da zurrak izatea). ➔

Higgs bosoiaren

Hadroiak 7 TeV-eko energia hartu arte azeleratzea ametsa izan da orain arte. Posible ikusi dutenetik, baina, esperimendu berriak asmatzen hasi dira fisikariek.



LHCa dagoen lurraldea airetik ikusita. Geneva hiritik gertu dago, Suitzaren eta Frantziaren arteko mugan. Hain zuzen ere, bi herrialde horien arteko mugaren puntuzko marraz adierazita dago.

CERN

CERN



CERN

ATLAS detektagailuan lanean.

Hain zuzen ere, LEP azeleragailua ez ixteko eskatu zuten fisikari askok, ustez Higgs bosioa detektatzeko zorian egon zirelako. Urtebetez itxaroteko eskatu zioten CERNeke zuzendaritzari. Zuzendaritzak hilabete bat eman zien Higgs partikula benetan detektatuko zutelako zantzuak aurkitzeko. Hilabete hura pasatuta, fisikariek esan zuten baietz, frogatu zutela detektatzeko gertu zeudela; baina CERNeke zuzendaritzak ezetz esan zien. Eta LEP azeleragailua itxi egin zuten.

Higgs bosioaz gain

Partikula bakar baten bilaketak ez du asetzen fisika modernoaren esperimintatzeko gogoia, partikula hori Higgs bosioa izanda ere. Izan ere, Higgs bosioa alde batera utzita ere, itxaropen handiak dituzte fisikariek.

*“azeleragailuaren
lau kolisio-puntutan
sei instalazio
jarri dituzte, eta
esperimentu izena
eman diete”*

Ustez, oinarrizko fisikaren galdera askori erantzungo dioten esperimintuak jarriko dituzte martxan. Esperimentu-mota bakoitzarentzat, gainera, detektagailu berezi bat (edo detektagailu berezien talde bat) instalatu dute LHCn. Lau kolisio-puntutan sei instalazio jarri dituzte. *Esperimentu* izena eman diete, eta gehienak instalazio erraldoiak dira.

Oinarrizko galderen erantzunak bilatu nahi dituzte. Higgs bosioaren bilaketak lagundu dezake azaltzen zer den

masa. Era berean, karga elektrikoa zer den ere ikertuko dute LHCn, partikula kargadunen oinarrizko osagaiak bilatuko dituelako, eta haien arteko elkarrekintzak aztertu. Gainera, materiaren eta antimateriaren arteko oreka ere aztertu dute. Ustez, unibertsoaren hasieran biak sortu ziren, baina ez kantitate berdinetan; elkarren kontra talka egitean desagertzen direnez, argi dago materia gehiago sortu zela antimateria baino; kolisioetan antimateria guztia desagertu zen, baina materia pixka bat geratu zen, eta horregatik existitzen gara. Prozesu hori ikertuko dute LHC azeleragailuaren bitartez, protoiak eta antiprotoiak sortuz eta elkarren kontra talka eginaraziz.

Beste galdera batzuei ere erantzungo diete; agian ezin dira oinarrizkotzat hartu, baina azken urteetako fisikan garrantzi handia hartu dute. Batetik, unibertsoaren materia eta energia ilunen hipotesiak ikertuko dituzte LHCaren bitartez. Bestetik, supersimetriaren teoria; ezagutzen dugun partikula bakoitzari partikula simetrikoki bat dago (supersimetrikoaren teoriaren arabera), teoria horren arabera Big Bang leherketan biak sortu zirelako. Ustez, ‘superpartikula’ horiek bilatzeko ahalmena izango du LHCak.

Detektagailuak

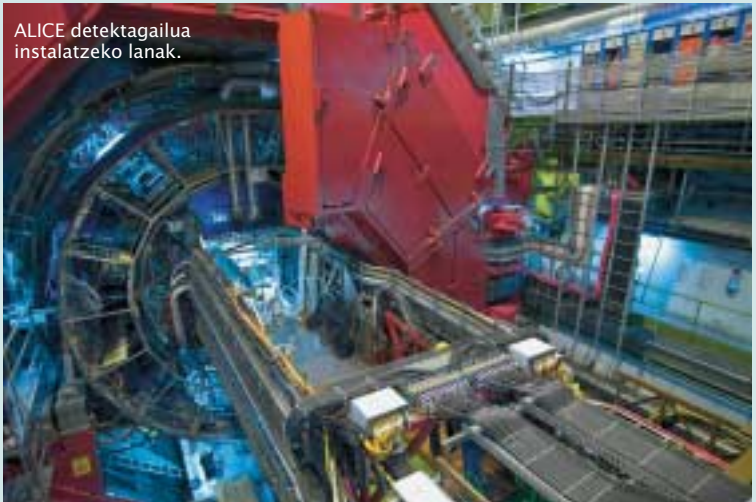
LHCak sei detektagailu izango ditu. Bi detektagailu helburu orokorrak izango dituzte: **CMS** eta **ATLAS** izenekoak. Haietan, Higgs bosioa bilatzeaz gain, beste ikerketa asko egingo dituzte.

LHCb izeneko detektagailuan, protoien arteko talkak erabiliko dituzte materiaren eta antimateriaren arteko oreka ikertzeko.

TOTEM detektagailua CMSaren ondoan instalatu dute, 20 metrora gutxi gorabehera. Haren helburuetako bat da protoien tamaina zehaztasun handiz neurtzea.

LHCf detektagailu txikien multzo bat da. ATLAS detektagailuarekin batera dago instalatuta, hango kolisioetatik ateratzen diren partikula-sortak ikertzeko.

ALICE detektagailua instalatzeko lanak.



CERN

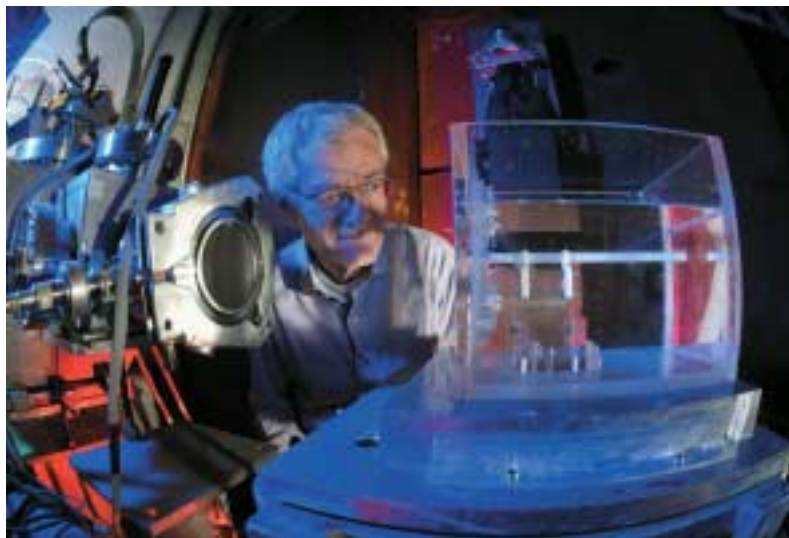
ALICE izeneko detektagailuan, protoiekin ez ezik, atomo handien nukleoeekin egingo dituzte esperimintuak, berun-atomoen nukleoeekin. Quarkez eta gluoiez osatutako plasma bat sortu, eta aztertu ahal izatea espero dute.

Azkenik, LHCak atomo astunen nukleoak azeleratuko ditu, haien arteko talkak eragiteko. Esperimentu horrekin, quarkez eta gluoiez osatutako plasma bat sortu nahi dute, hau da, protoiak osatzen dituzten oinarritzko partikulak aske dituen nahaste bat. Nahaste horrek erakutsiko die, hain zuzen, nolakoa den partikula horiek guztiak lotzen dituen indarra.

Instalazioak

Partikula txiki horiek ikertzeko oso tresneria konplexua behar da, eta, horregatik, azeleragailu guztiak oso tresna konplexuak dira. Eta azeleragailu handiak, gainera, ez dira tresna bakar bat izaten, baizik eta tresna-multzo bat. LHC izeneko hau ez da azeleragailu bat, baizik eta bost azeleragailu, bata bestearen atzean jarrita. Ezinezkoa izango litzateke sortu beharreko energia guztia tresna bakar batez sortzea, eta, horregatik, pausoka egingo dute.

Protoiak azeleragailu lineal batek azeleratuko ditu, eta 50 MeV-eko energia hartuko dute. Handik, PSB (*Proton*



Materia-antimateria kolisioak biologia ikertzeko ere erabil daitezke eta arlo horretako esperimentuak egingo dituzte LHCn. Irudian, ACE esperimentuaren tresneria ikusten da.


Synchrotron Booster) azeleragailura sartuko dira; 1,4 GeV-era iritsiko dira. Handik, PS (*Proton Synchrotron*) azeleragailura; 26 GeV. Handik, SPS (*Super Proton Synchrotron*) azeleragailura; 450GeV. Eta, azkenik, LHCaren azeleragailu nagusira sartuko dira, 7 TeV-eko energia izatera iritsi arte.

LHCaren kasuan, protoien abiadura eta energia hain handiak izanik, eremu horrek izugarri handia izan behar du. Nahitaez, material supereroalez egindako elektroimanak erabili behar dituzte (kobrez estalitako niobio-titaniozko kableekin). Supereroaleek oso tenperatura baxuetan bakarrik funtzionatzen dute. Horregatik, helio likidoaren bitartez hoztu behar dituzte imanak 1,9 kelvinera. Baina elektroimanen kableetatik pasatzen den elektrizitateak berak berotzen du dena. Azkenean, LHCaren hozte-sistemak energia gehiago kontsumituko du esperimentuek baino.

“LHC izeneko hau ez da azeleragailu bat, baizik eta bost azeleragailu, bata bestearen atzean jarrita”

Puntu horretan, protoiak ia argiaren abiaduran mugituko dira (segundoko 293.000 kilometro, gutxi gorabehera). Abiadura eta energia horiekin mugitzen den zerbait kontrolatzea ez da erraza. Azeleragailu zirkularretan, partikulek ibilbide zehatza egin dezaten, eremu magnetiko batez kontrolatzen dira, hau da, zirkuluan mugitzen dira, eta ez zuzenean aurrera, eremu magnetiko batek etengabe desbideratzen dituelako. Eta, zenbat eta azkarrago mugitu, orduan eta eremu handiagoa behar da partikula desbideratzeko.

Hutsa eragiteko sistema ere aipagarria da. Ahal dela, LHCaren hoditik atera egin behar dira traba egiten duten partikula edo molekula guztiak. Guztiz ateratzea ezinezkoa da, baina, LHCaren sistemaren bitartez, 3 milioi molekula besterik ez da egongo zentimetro kubiko bakoitzean.

Ahalegin teknologiko handia egin dute, eta diru asko gastatu LHCa prestatzen. Detektagailuak kontuan hartu gabe, 3.000 milioi euro baino pixka bat gehiago. Eta zazpi urte eta erdi zain egon ondoren, orain hasiko dira erabiltzen fisikariak. Haien lanak erakutsiko du itxarotea merezi izan duen. 



CERN

ATLAS esperimentua prestatzen Estatu Batuetako talde batek hartu du parte.