

BOSTGARREN INDARRA. AMESKAIZTOA

J. A. Legarreta

Big Bang teoriaren arabera, unibertsoaren masa eta energia guztia puntu batean kontzentratuak zegoen aldiunea (“zero unea”) izan zen garai batean eta gaur egun ezagutzen ditugun lau indarrok (grabitatorioa, elektromagnetikoa, nuklear ahula eta bortitza) bateratuak zeuden orduan. Egoera honen ezegonkortasunaren ondorioz, sekular izandako leherketarik handiena suertatu zen, unibertsoa hedatzen hasi eta 10^{-11} segundotara lau elkarrekintza edo indarren bateratasuna hautsiz. Hain denbora gutxian bereizturiko lau indarren teoria bateratua lortzean bide datza fisikarien gaur egungo erronkarik nagusiena. Bateratze-prozesu hau berez oztopotsua da, baina bostgarren indarraren eragina frogatzekotan are zailtasun handiagoa gainditu beharrean izan-

Pardue-ko Unibertsitatean fisika-irakasle den Efrain Fischbach-ek 1986.eko urtarrilean unibertsoan bostgarren indarraren existentzia iragarri zuenetik hona, saio asko egin izan da bostgarren indar hori aurkitzearen edo zentzugabekeria dela frogatzearen. Zertan gelditu da auzia?

go dira fisikariak unibertsoa zuzentzen duen indar bakarra aurkitzeko. Adituen ustez, indar bakar hau unibertsoaren oinarritzat har daiteke. Are gehiago, indar bakar honek unibertsoa sortzeko ahalmena izan zuen, hots, Leherketa Handiaren eragile izan zen eta unibertsoaren argia, materia, energia, egitura eta espazio/denbora beraren menpe egon ziren unibertsoaren jaiotze-unean. Ametsa baino ez ote?. Ikus dezagun, bada.

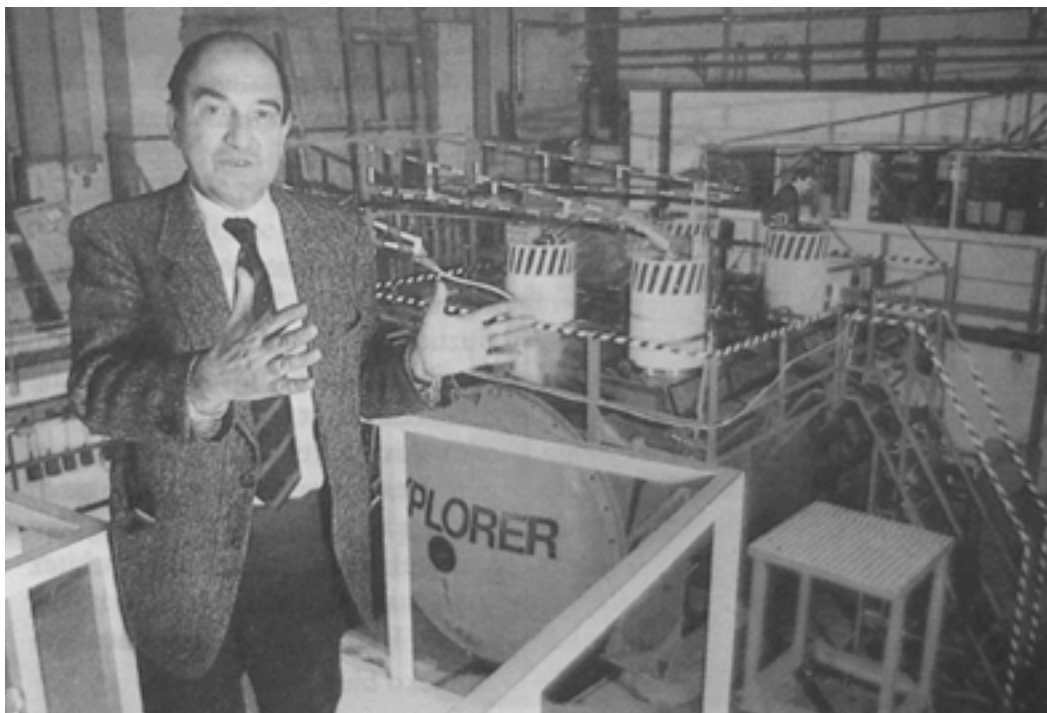
Gaurregun lau elkarrekintza ezagutzen ditugu. Esan dezagun 300en bat urte eta ahalegin handiak behar izan direla denak ondo ezagutzeko.

Fisikarien kezketako bat, besteak beste, unibertsoa gobernatzen duten lau elkarrekintzen teoria bateratua lortzea da. Baina teoria bateratua lortu nahiak oso

astindu latza jaso zuen, E. Fischbach-ek 1986ko urtarrilean bostgarren indarraren existentzia iragarri zuenean. Baina zertan datza bostgarren indar hori?

Jakina denez, gorputz material guztietarako masa-mota bi definitzen dira. Masa inertziala, indar baten eraginpean dagoen gorputzak higi-

Altuera batetik lurrerantz eroritako masa bereko gorputz bi ez lirateke aldi berean helduko zolura gorputzok protoi- eta neutroi-kopuruak desberdinak izatekotan. Bostgarren indarra aldaratzailea bada, protoi eta neutroi gehiago duen gorputza geroxeago iritsiko litzateke, eta alderantziz.



Denbora (s)	Temperatura (K)	Energia (eV)	
0	1,5.10 ¹⁰ urte		Leherketa Handia. Indar bakarra izan ote zen?
10 ⁻⁴⁵	10 ³²	10 ²⁸	Fisikarien aburuz, grabitate-indarra gainerakoetatik bereizi egin zen. Dena den, ez dago erabat frogatuta.
10 ⁻³⁵	10 ²⁷	10 ²⁵	Hiru indarron bateratasuna hautsi egin zen eta indar bortitza bereizi beste bietatik.
10 ⁻¹¹	3x10 ¹⁵	3x10 ¹¹	Elkarrekintza ahula eta elektromagnetikoa bereizi egin ziren, bateratasuna erabat hautsita gelditu zelarik.

duraren aldaketari kontrajartzen diona da. Masa grabitatorioa, bi objekturen arteko indar grabitatorioa adierazten duena da. Hitzarmenez, masa inertziala eta grabitazionala berdintzat jotzen dira. Baina Lorand Eötvös baroi hungariarrak Lehen Mundu-Gerraren aurretik argitara eman zuen ikerlanean, masa grabitatorio eta inertzialaren arteko baliokidetasunari dagokionez aldaketa batzuk azaldu zituen. Bere esperimentueta material diferentek erabili zituen eta masa-mota bien arteko diferentzia txikiak neurtu zituen. Dena dela, masa-mota bien arteko baliokidetasuna oso errotuta zegoen, L.



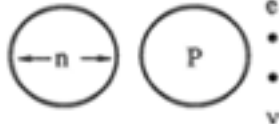


Eötvösek lortutako emaitzei garrantzi handirik eman ez eta esperimentueta neurketak gaizki egitearen ondorio baino ez zirela pentsatu zuen.

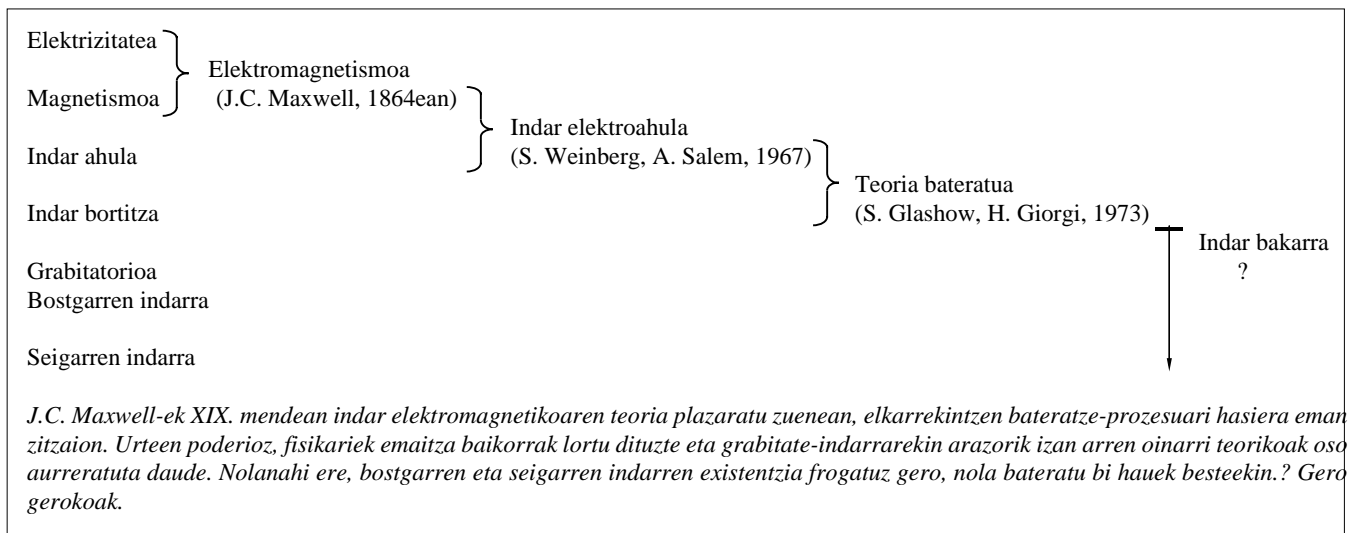
Queensland-eko Unibertsitateko Frank D. Stacey fisikari australiarra izan zen 1980.eko hamarkadan auzi honi berriro ekin ziona. Lurraren zentzurantz joan ahala gertatzen diren grabitazio-aldaketak neurtzeko esperimentuak egin zituen eta 2.000 m-raino jaitsi zen. Newtonen legeak aurrikusten duena baino azkarrago txikiagotzen zen grabitatea. Areago oraindik, grabitazio unibertsalaren konstantea (konstante unibertsaltzat

hartzen dena) sakonera honetan lurr-zalean baino %1 txikiagoa zen. F. Staceyk diferentzia horiek bere neurketetan egin zituen okerre leporatu zizkien edo, agian, ingurueta zeuden metal hobiek eragindako anomalia grabitatorioek faltsotu egin zituzten beren esperimentueta emaitzak.

Baina, E. Fischbachek 1985ean L. Eötvösen emaitzak zein F. Staceyrenak zuzenak zirela esan zuen eta bostgarren indarrari (zeinak masa grabitatorioa inertziala baino txikiagoa izan dadin sorterazten bait du) leporatu zizkion. Bere esperimentu grabimetrikoek erakutsi zuten, indar aldaratzailea litzateke eta bere intentsitatea grabitazio-indarrarena baino 100 bider txikiagoa. Eta bitxiena hauze izango litzateke: gorputzen masaren funtziopean izan beharrean, grabitate-indarraren kasuan bezala, beren egitura atomikoaren funtzio izango litzatekeela; materialen zenbaki barionikoarena alegia. Gogora dezagun, zenbaki barionikoa nukleo atomikoaren neutroi- eta protoi-kopuruen batura dela.

Izan ere, bostgarren indar honen existentzia frogatuko balitz, hutsean 1 kg berun (82 protoi, 125 neutroi) 1 kg aluminio (13 protoi, 13 neutroi) baino astiroxeago eroriko litzateke. Beraz oso

	ELKARREKINTZAK	INTENTSITATE ERLATIBOA
	Grabitate-indarra. (Newton. XVIII. mendea). Unibertsoko planeta, galaxia eta izarren higidura zuzentzen du. Erakarlea da. Eta nabaria da distantzia handietan.	1
	Indar elektromagnetikoa. (Culomb, Maxwell...) XVIII eta XIX. mendeak). Beroni esker atomo eta molekulen kohesioa segurtatua dago. Erakarlea edo aldarazlea da.	10 ⁻²
	Indar ahula. (E. Fermi. 1934. urtea). Oinarrizko partikula askoren desintegrazio-prozesua eragiten du eta nukleoen erradioaktibitate-prozesuen eragilea da. 10-15 cm-ko distantzian nabarmentzen da.	10 ⁻¹³
	Indar bortitza. (H. Yuhawa. 1935. urtea). Nukleoen kohesioa segurtatzen du. Indar bortitzari esker protoiak elkarrekin mantentzen dira nukleoan. Erakarlea da.	10 ⁻³⁹
	Bostgarren eta seigarren indarrak. Indar grabitatorioaren osagai dira eta distantzia txikitik eragiten dute; 500 eta 200 metrotan hurrenez hurren.	2.10 ⁻⁴¹ - 3.10 ⁻⁴¹ Bostgarren indarra ? Seigarren indarra



tresneria ona erabili beharko genuke bostgarren indarraren eraginari antzeman nahi izatekotan, zeren eta grabitate-indarraren intentsitatea 100 bider handiagoa denez esperimentu guztietan nagusitu egingo bait litzateke.

Fisikarien artean eztabaida handia sortu bide da, batzuk alde eta beste batzuk kontra agertu direlarik. Baten batek aldaratzailea izan ordez erakarlea dela dio. Baina, azken batean, teoria bat baieztatu edo ezeztatu egiten duena esperimentazioa da eta kasu honetan bi frogabide daude: ikerkuntza grabimetrikoa, F. Stacey darabilena, eta ikerkuntza diferentziala. Ikerkuntza diferentzialaren bitartez bostgarren indarraren eta beronek eragiten dion materiaren konposizioaren arteko erlazioa jakin daiteke.

1985. urteaz gero egindako esperimentu gehientsuenak bigarren motakoak izan dira eta emaitza kontraesankorrak lortu omen dira. Izan ere, bostgarren indarrak desberdin eragiten die konposizio atomiko desberdineko gorputzei, eta zen-

bait materialekin egindako esperimentuetan emaitza baikorrak lortu diren arren, beste batzuekin ez da gustoko emaitzarik lortu. Are gehiago, bostgarren indarraren existentzia frogatzen omen duten esperimentuetan lorturiko emaitzak ez datoz bat intentsitateari eta eragite-eremuari dagokienez.


Berriko Estatu Batuetako ikerlari batzuek Groenlandian bostgarren indarraren inguruko ikerketa batzuk burutu dituzte eta izotz polarretan berregin dute F. Staceyren esperimentua, beronen antzera sakoneraz grabitatea Newtonen teoriak aurrikusten duena baino azkarxeago txikiagotzen dela ohartu direlarik. Fisikariek emaitza hauek bostgarren indarrari leporatzen dizkiote. Bere intentsitatea grabitate-indarrarenaren %2 edo %3 da eta eragite-eremua 500 m-rainokoa da. Edozelan ere, esperimentuaren zuzendari den Mark Ander geofisikaria ez dago oso gustora eta zuhur jokatzeko du ikusitako gorabeherak aipatu baino ez eginez, aldeko eritzirik eta kontrakorik plazaratu barik.

Gaur egun esperimentu berriak burutzen ari dira eta horietako bat Hegoburuan; Hegoburuko izotza Groenlandiakoa baino bi aldiz konpaktu eta uniformeagoa bait da. Ikerlariak 4.000 m-ko sakoneraraino jaisteko asmoa dute eta esperimentu fidagarriak (Groenlandian eginak baino bi aldiz fidagarriagoak) egin ahal izango dituztelakoan daude. Beste esperimentu interesgarri bat Genevako CERNen (Ikerkuntza Nuklearrerako Zentrua) egiteko asmoa dago. Protoi eta antiprotoien erorketa ikertzen ari dira, eta bostgarren indarra existituko balitz, antiprotoia protoia baino azkarrago eroriko litzateke.

Egia esan, bere existentzia zalantzazkoa den indar misterioitsu baten aurrean gaude. Edozelan ere, ez da baztergarria eta ikerlari aditu askok sinesten dute badagoela.

Amaitzeko, Estatu Batuetako Massachusettseko Geofisika-Laborategian diharduten fisikariek beste indar bat aurkitu omen dutela esango dugu. Seigarren indar honek 200 m-raino eragiten omen du eta erakarlea omen da. Frank Staceyren aburuz bostgarren eta seigarren indarrak grabitate-indarraren osagai izango lirateke eta beraien intentsitatea eta eragite-eremua txikiak direnez ez lukete Newtonen legean eraginik.

Baina lau elkarrekintzen teoria bateratugintzan diharduten fisikarientzat gauzak zaildu egiten dira. Izan ere, lau indarrok bateratzen zailak badira, orain bostekin askoz erronka korapilotsuagoari egin beharko diote aurre, bostgarren eta seigarren indar hauek galdutako kate-mailak ez badira (Einstein indar elektromagnetikoa eta grabitatorioa bateratzeko posibilitatea eman ziotenak).



Lurrak 4×10^{31} en bat protoi eta neutroi dituen, indar bariotropikoa- ren (bostgarren indarra) eragile ona litzateke. Beraz Lurrak masa bereko gorputzei ez die berdin eragingo, protoi- eta neutroi-kopuru desberdinak baldin badituzte. Dena den, Frantziako Ars herrian mundu osoko fisikariek gai honetaz egindako kongresuan bostgarren indarraren aldeko eta kontrako ikerlanak aztertu dituzte. Ondorioa bostgarren indarrak ez dagoela eta ego- tekotan oso ahula dela izan da.