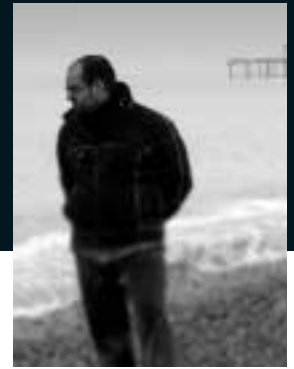


JON URRESTILLA

Fisikan doktorea eta Sussexeko Unibertsitateko ikertzailea

UNIBERTSO JAIOBERRIA ezagutzeko mugak

Betidanik izan dugu gizakiok unibertsoa deskribatzeko irrika: zein da unibertsoaren etorkizuna, nolakoa izan da haren eboluzioa? Estatikoa da, ala denborarekin aldatu egiten da? Infinitua da? Orain dela mende bat gutxi gorabehera, unibertsoa estatikoa zela uste zuten; Einsteinek, bere ekuazioak aztertzean, unibertsoa dinamikoa zela ikusi zuen, eta, sinesten ez zuenez, ekuazioak orokortu egin zituen, unibertso estatiko bat lortu ahal izateko!

Gaur egun unibertsoari buruz dugun ideia oso ezberdina da. Azken urteetan, eredu teorikoek aurrerapauso izugarriak eman dituzte, eta esperimendu kosmologiko oso zehatzak egin ditugu. Horrekin guztiarekin, eredu kosmologiko estandarra lortu dugu. Eredu estandarraren arabera, unibertsoa orain dela 14 mila miloi urte sortu zen (gutxi gorabehera), eta oso dentsitate eta tenperatura altuak zituen. Harrezkero, unibertsoa handitzen eta hozten joan da, eta, hoztu ahala, fase-trantsizio kosmologikoak gertatu dira, dentsitate altuko unibertso berotik, pixkanaka-pixkanaka, gaur egun behatzen dugun unibertsoa iritsi arte.


Saia gaitezen unibertsoaren bizitza alde-rantziz ikusten: gaur egungo unibertsoetik hasi, eta denboran atzera joan gaitezen, hasierako unibertso jaioberrira heldu arte. Zenbat eta atzerago joan denboran —unibertso geroz eta gazteagoan— orduan eta handiagoak dira dentsitatea eta tenperatura. Imajinatu izotz-puska bat sartzen dugula kaxa batean, eta berotu egiten dugula: lehenengo, izotza urtu egingo da, eta, gero, lurrin bihurtu; hortik aurrera, tenperatura handituz gero, beste zerbaite gertatuko zaio lurrinari? Gure

eguneroko sukalde-esperientziak esaten digu 100 °C-ra ura lurrin bihurtzen dela, eta, agian, 200 edo 300 gradura ez dela ezer gertatuko... Baina 1.000 gradura, edo 1.000.000 gradura?

Unibertsoa aztertzean, antzeko egoera sortzen zaigu. Gure laborategietan lor ditzakegun tenperaturetan lortutako informazioak unibertsoa gazteago zenean nolakoa zen auresaten laguntzen digu. Baina tenperatura oso altuetarako (unibertso oso gazte baterako) ez dugu jakintza esperimentalik.

Unibertsoaren historia hiru arotan sailkatzeko ohitura dago: gaur egungo unibertsoa, unibertso gaztea eta unibertso jaioberria. Gaur egungo unibertsoak guztiok buruan dugun irudiarekin bat egiten du: gehienbat hutsik dago, eta, noizbehinka, izarrak, quasarrak, galaxiak eta galaxialdeak daude. Unibertso hori zuzenean beha dezakegu, izarrek, galaxiek eta abarrek bidalitako argia aztertuz.

Unibertso gaztea (100 miloi urte baino gazteagoa, gutxi gorabehera) zailagoa da imajinatzen. Unibertso horrek ez du izarrik, ez galaxiarik, ez horrelako objekturik;

 Unibertso jaioberrian
zer gertatu zen esateko,
Einsteinen erlatibitate
orokorra eta fisika
kuantikoa bateratu behar
ditugu.

elektroiak, protoiak eta neutroiak lehen aldiz eratu dira. Baina imajinatzen zailagoa izan arren, prozesu horiek guztiak esplikatzen behar dugun fisika ezaguna da, hein handi batean. Lehen erabili dugun analogiaren arabera, unibertso gaztearen tenperatura gure laborategietan lor dezakegun tenperatura-maila bera da.

Are gehiago, unibertso gaztean, bi gertaera oso garrantzitsu jazo ziren, eta orduan gertatutakoaren ondorio zuzenak neur ditzakegu gaur egun. Alde batetik, unibertsoak 3 minutu zituenean, nukleosintesia gertatu zen; hau da, lehenengo aldiz, atomo-nukleoak eratu ziren. Nukleosintesiari buruzko gaur egungo teoriak egiten dituen iragarpenak bat datoz neurtutakoarekin. Bestalde, unibertsoak 300.000 urte zituenean, errekonbinazioa ere gertatu zen; hau da, atomo-nukleoek aske dauden elektroiak harrapatu, eta atomoak eratu ziren. Garai haren argazkia zuzenean lor dezakegu hondoko mikrouhin-erradiazioa neurtuta (CMB, Cosmic Microwave Background, ingelesez). Beraz, unibertso gaztean jazotakoa nahiko kontrolpean dugu.

Unibertso jaioberrian zer gertatu zen esatea askoz ere zailagoa da. Garai hartan (gutxi gorabehera, unibertsoa 10^{-36} segundo baino gazteagoa zenean), tenperaturak eta dentsitateak oso altuak ziren. Puntu horretatik behera, eskala oso handien eta oso txikien fisika elkarrekin hitz egiten hasten dira edo, beste hitz batzuk erabiliz, garai hura azaltzeko, Einsteinen erlatibitate orokorra (eskala handiak) eta fisika kuantikoa (eskala oso txikiak) bateratu behar ditugu. Eta oraindik ez dakigu nola formulatu erlatibitate orokor kuantikoa. Eredu teorikoak baditugu esku artean, eta oinarrizko ezaugarri batzuk ezagunak dira, baina, gehienetan, funts ona duten susmoak baino ez dira.

Noski, ikuspuntuaren arabera, esan genezake gezur hutsa dela esatea unibertsoa 10^{-36} segundo baino zaharragoa zenean garaia ulertzen dugula; zeren eta, ulertzen al dugu gaur egungo unibertsoa? Eredu kosmologiko estandarren arabera, unibertsoaren osagaiak hauek dira: % 4 materia normala (atomoak, argia,

elektroiak...), % 22 materia iluna eta % 74 energia iluna. Ondo ezagutzen dugun bakarria materia normala da. Materia iluna zer den ez dakigu oso ondo, baina nahiko

argi dago zer ez den: ez da materia “normala”, ez da (gaur egun) gure laborategietan neur dezakegun ezer. Eta energia iluna are misterioitsuagoa da.

Hala eta guztiz ere, unibertsoaren eboluzioari buruz dugun jakintza oso sakona da, eta, hainbat esperimenteren bidez, eskala eta egoera desberdinetan gertatzen dena azaldu dezakegu. Benetan miresgarria. Eta etorkizuna are interesgarriagoa datorrela dirudi. Beraz, adi egon! ●



NOAO