

Segundoa

GUILLERMO ROA ZUBIA
Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

koatrilioi

Yoctosegundoa da oraingoz denboraren azpiko muga, neurri horretako pultsuak sortu baititu Max Planck Institutuko fisikari-talde batek.

Yoctosegundoa da gaur egun dagoen denbora-tarte txikiena, segundo baten koatrilioiren bat, alegia. Erraz defini daiteke tarte txikiago bat, matematikoki behintzat, baina praktikan hori da gizakion muga.

Ez da ezer; argiak atomo baten nukleoa alderik alde zeharkatzeko behar duen denbora. Eta, hain laburra izanik, denbora-tarte hori gure intuiziotik harago dago. Carl Sagan astronomoak esaten zuen: “Munduaz jabetzeko dugun ahalmena —sen ona deitzen diogu—, gizakioi dagozkigun tamaina-, abiadura- eta denbora-eskala jakin batzuen araberakoa da. Gai gara milimetro baten hamarren batzuetatik zenbait kilometrorainoko luzera duten gauzez jabetze-

ko, segundo baten zati txikiagoetatik bitzta oso baterainoko iraupena dutenez jabetzeko, eta abar”.

Hala ere, gizakioi dagozkigunak baino eskala gehiago badaude, laburragoak eta luzeagoak. Hasieran, gizakiak esploratu egin ditu. Denborarekin, esplorazio horretan aurkitutakoa erabiltzen hasi, eta azkenik, denbora-tarte haiek kontrolatzeko beharra izan du.

bat zatitan banatuta

ERLOJURIK EZ

Dagoeneko, esplorazioa yoctosegundoaren lurraldera iritsi da, baina erabilera milioi bat aldiz luzeagoak diren denbora-tarteen eremuan dago, attosegundoetan. Yoctosegundoaren ikerketa oso hasieran dago (yocto aurizkia bera 1991n onartu zuten Unitate Sistema Internazionallean, duela hogeit hamar urte, besterik ez), eta attosegundoaren eskalan funtzionatzen duten laserrak, aldiz, badaude fisikarien laborategietan.

Esplorazioa yoctosegundoaren lurraldera iritsi da, baina erabilera milioi bat aldiz luzeagoak diren denbora-tarteen eremuan dago, attosegundoetan.

“Gaur egun, ez dago yoctosegundoa neurtzeko teknika. Baina egoera hori ohikoa da”, dio Jörg Evers fisikariak, Max Planck Institutuaren Fisika Nuklearreko zentroan yoctosegundoa ikertzen ari den taldeko buruak. “Adibidez, detekzio-teknika berriak asmatu behar izan dituzte azken laserrek igortzen dituzten attosegundo-pultsuak neurtzeko. Gu orain yoctosegundo-pultsuak neurtzeko dituzten teknikak garatzeko ideien bila ari gara. Pultsu horiek yoctosegundo batzuk besterik ez dutela irauten pentsatzeko arrazoi nagusia da quark-gluon plasma batek igortzen dituela pultsu horiek, eta plasma horrek berak yoctosegundo batzuk bakarrik irauten ditu”.

Baina sorgin-gurpila ematen du argudioak. Nola dakite plasma horrek zenbat irauten duen, ezin bada neurtu? Erantzuna fisikari teorikoek dute.

Eversen plasma quarkez eta gluoiez osatuta dago, naturan libre —edo plasma moduan— ez dauden partikula batzuk. Hain zuzen ere, quarkak protoien eta neutroien osagaiak dira, eta elkarriz lotuta daude gluoien eraginari esker. Beraz, partikula horiek atomoen nukleoaren oinarrizko osagaiak dira. Nukleotik askatuz gero, ez dute osorik irauten; beste partikula batzuetan desintegratzen dira. Gertaera horren iraupena da, hain zuzen ere, fisikari teorikoek kalkulatu dutena. Zehaztasun handiz, gainera; horregatik daki Eversek quark-gluon plasmaren bizitza zenbait yoctosegundotakoa dela.

ENERGIA-ARAZO BAT

Denbora-tarte horretan lan egitea oso mugatua da; oraingoz, interes teorikoa du, besterik ez. Ez dago egiterik quark-gluon plasma batean oinarritutako laser bat, adibidez.

“Une honetan munduko ioi astunen azeleragailu handiena behar da plasma hori sortzeko”, dio Eversek. “Proposamen teoriko batzuk daude laser-pultsuak zeptosegundoen eskalan sortzeko (yoctosegundoak baino mila aldiz luzeagoak). Baina praktikan, oraingoz, ez da lortu. Proposamen horiek indar nuklear ahulean oinarrituta daude, eta gure teoria pauso bat harago doa: indar nuklear bortitzean dago oinarrituta”.

Eta posible balitz, zertarako balioko luke? Zaila da imajinatzea. Gaur egun, pultsurik laburrenak dituzten laserrak, attosegundo-pultsuak igortzen dituztenak, elektroien mugimenduak denbora errealean ikertzeko erabili dituzte. Eta yoctosegundoaren eskalako laser batek milioi bat aldiz azkarragoa den zerbait jarraitzeko balio lezake.



Jörg Evers

Max Planck Institutuko Fisika Nuklearreko zentroko fisikaria, Heilderbergen. Quarkez eta gluoiez osatutako plasmaren oso esperimendu berritzaileak egin ditu, eta yoctosegundoetako pultsuak sortu dituen ikerketa-taldearen burua da. ARG.: MAX PLANCK INSTITUTUA.

Dena den, teknikoki zaila izateaz gain, fisikariak beste arazo bati egin beharko liokete aurre. “Heissenbergen ziurgabetasun printzipioarengatik, yoctosegundotan lan egiteak, oso zehaztasun txikia ekartzen du energiaren neurketan”, dio Pedro Miguel Etxenike DIPCko fisikariak.

Argi-izpi baten energia, adibidez, zehaztasun handiz neurtzen da segundo bateko epe batean. Segundo batean “batez beste” izan duen energia neurtzea bezalakoa da. Baina mikrosegundo jakin batean duen energia neurtuz gero, errorea handiagoa da. Askoz handiagoa. Eta denboratarte askoz laburragoa aztertzean, errorea are handiagoa izango da. Yoctosegundo jakin batean izpiak izan duen energia jakitea ia ezinezkoa da. “Kalkuluak eginez gero, errorea 662 MeV-koa da”, dio Etxenikek. Alegia, ezin da jakin argi-izpi horrek irati-frekuentzien energia txikia edo izpi kosmikoen energia erraldoia duen denbora-tarte ñimiño horretan.

Ziurgabetasun printzipioarengatik, yoctosegundo jakin batean sistema batek duen energia jakitea ia ezinezkoa da.

Ez da zailtasun tekniko bat, baizik eta naturaren lege bat. Horrek esan nahi du printzipio unibertsala dela. Printzipio horren ondorioz, oso mugatuta dago sistema batetik jaso daitekeen informazioa. Denbora eta energia bikotea da adibide bat (beste bikote batzuk ere badira). Bataren azterketa finduz gero, bestearen pertzepzioa galtzen da. Beraz, yoctosegundoaren eskalan lan egiteak ez ditu nahitaez abantailak ekartzen.

Hala ere, fisikariak ez diote atea ixten denboratarte laburragoekin lan egiteari. “Inork ez daki non dagoen muga”, dio Eversek. Baina oso zaila da bide horretan aurrera egitea. “Gure proposamenean, argiak quark-gluoi plasma zeharkatzeko behar duen denbora bera muga bat da pultsuak sortzeko garaian. Beraz, uste dut ez dela egongo pultsu laburragoak igortzen duen iturririk etorkizun hurbilean”.

Argiak egiten duen distantzia



Segundo bat
300.000 kilometro,
ia Lurretik Ilargirako distantzia.

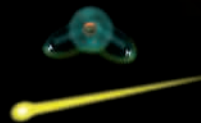
Mikrosegundo bat
(segundo baten milioirena)
300 metro.



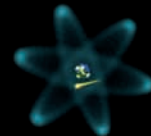
Pikosegundo bat
(segundo baten bilioirena)
0,3 milimetro.



Attosegundo bat
(segundo baten trilioirena)
0,3 nanometro, bi ur-molekula zabalera.



Yoctosegundo bat
(segundo baten koatrilioirena)
0,3 femtometro, atomo baten nukleoaren zabalera.



IRUDIA: GUILLERMO ROA

Hala eta guztiz ere, bada arrazoi bat denborarteen muga gehiago txikitzen saiatzeko; yoctosegundoak eragin duen gogoeta bera eragin zuen zeptosegundoak (10^{-21} s), attosegundoak (10^{-18} s), eta femtosegundoak (10^{-15} s). Eta, gaur egun, zeptosegundo-laserra proiektuan da, attosegundoena laborategietan dago, eta femtosegundoena komertzializatzeko bidean da. Azken hori, gainera, dagoeneko erabili dute konbustioaren mekanismo atomikoa aztertzeko, eta motor eraginkorragoak egiteko. Beraz, zergatik ezin da gauza bera gertatu yoctosegundoarekin etorkizunean? Denborak esango du. ●