

## FISIKAREN ZENBAIT OINARRIRI BURUZ

Luis M. Bandres

Lanabes fisiko emankorrenak gure gorputzan daukagu. Munduari buruzko informazio gehiena begien bidez lortzen da. Ikusmea bezain garrantzitsua ia entzumena daukagu: bere bidez entzun dezakegu. Sailkatze honetan hirugarrena ukimena dator, hemen alor oso zabal bat daukagu: hatzamarren puntan edo erkainen ukimen zehatza, giharren trakzio edo konpresio sensazioak hotza eta beroaren sensazioa edo gure barneko oreka-zentzua. Azkenik, bai usaimena eta dastamena ere gure inguruko berezitasunen berri-émaile garrantzitsuak dira. Informazioa ematen diguten lanabes hauek denok dakinigun bezala, gorputzaren zentzuek dira.

Baina inguruko unibertsoarekiko daukagun jarrera ez da jarrera pasibo bat soilik, hau da, zentzuen bidez informazioa jasotzea, baizik eta gure esku bizkar, eta oinen bidez gauzak ukitu eta aldatzen ditugu.

Esandako bost zentzuekin ez dira Izadiak eman dizkigun lanabesak bukatzen. Gure burmuinean eta nerbio-sisteman beste lanabes-multzo askoz fin eta delikatuagoa daukagu: hauen funtzionamendua oraindik ez da zeharo ezauna. Gainerako lanabes hauen paxpera nolabait ulertzeko guk daukagun ahalmenen arteko bat edo beste faltatzen zaion animalia sinpleago baten jokaera aztertu

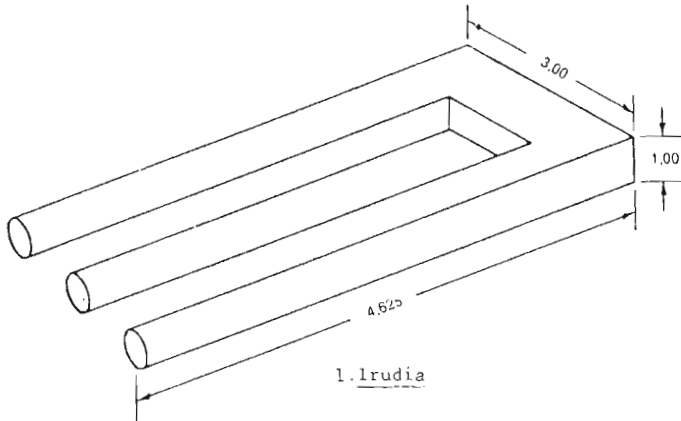
behar dugu. Har dezagun olagarroa adibidez. Animalia honek zortzi beso dauzka eta ariketa bat edo beste oso erraz erakus diezaiokegu: here aurrean gauza txiki eta higikor bat ipintzen badugu olagarroak eraso egingo dio berehala. Ondo asmatzen duenean sari bat ematen bazaio, janari puska bat, adibidez, eta gaizki asmatzen duenean zigortzen bada, deskarga elektriko arin batez, adibidez, gauza batzuk erasotzen eta beste batzuk ez erasotzen ikasiko du laister. Olagarro itsu batek bere ingurua ezagutzeko bere besoen ukimena erabiltzen duela pentsa daiteke: oso aguro ziri lehun eta ez-lehun bien arteko edo bola baten eta kubo baten arteko bereizketa egin dezake, Aldiz, ziri arin baten eta itxura eta tamaina berdineko baina hamar aldiz pisu handiagoko beste ziri baten artean bereizketa egitea ez du sekulan ikasten. Nahiz eta bere giharrek egin behar duten indarra oso desberdina bada ere, bere burmuinean indar horrek ez du aztarnarik edo informaziorik uzten. Olagarroari guk daukagun barneko transmisio-sistema hori falta zaionez gero bere inguruko mundua, gehienbat, behintzat, begien bidez bereizten duela frogatua gelditzen da.

Halaz ere, gure zentzuek sarri askotan engainatzen gaituzte. Ilusio optikoak, esate baterako, oso ezagunak dira. Horien artean ezagunenetako bat zinearen oinarria daukagu. Film-xingola bat aztertzen badugu, diferentzia txikiko foto finkoen segida batez osaturik dagoela ikusiko dugu. Foto hauek behar den azkartasunez higitzen baditugu, begiek zenbait kontinuo bezala hartzen ditu eta higiduraren sensazioa agertzen zaigu. Temperaturaren sensazioa ere oso irristakorra da: ur beroa duen ontzi batetan esku bat sartzen badugu eta ur hotza duen beste ontzi batean beste eskua, gero biak batera ur epela duen ontzi batetan sartzerakoan ur berotik datorren eskuak hotza sentitzen du; aldiz, ur hotzetik datorrenari beroa irudituko zaio. Ilusio honek jaiotzetikoa dirudi, hots, burmuinaren eta nerbioen egiturari dagokion zenbait bezelakoa. Baina beste ilusio batzuk ez dira hain jaiotzetikoak eta munduan ikasten ditugun erregela eta erregularitate batzuek baldintzatzen dituzte. "Urkula espaziala" adibide horietako bat da (ikus 1. irudia)

Kasu honetan ilusioaren oinarria zera da: lerro bera bloke solidu baten ertz bat eta solido baten eta airearen arteko muga dela.

Lerro berarekin bi jokaera horiek batera kontsideratzea da esandako ilusioaren iturria. Ilusio hori desagertarazteko hiru adarren eguzian hatzamarra jartzea aski da.

Ilusio hau ez da jaiotzetikoa: gure ikusmenaren, baina baita ere marrazkigintzaren erregela bidez baldintzatuta dago.



Gure zentzuak bezala, Fisikan erabiltzen diren neurgailu eta tresnek, nahiz eta oso zehatzak badira ere huts egin dezakete: zehatz-balantzak, neurgailu elektronikoa e.a. Denek beren mugak dauzkate. Horrengatik Fisikariek behin eta berriz beren neurgailuen zehaztasuna egiaztatu behar dute. Baina egiaztatze horrek segurtasun handi bat ematen dio Fisikariari; gure egunoroko bizitzan geuk ere segurtasun hori lortzeko sarri askotan begiek ematen diguten informazioa ukipenaren bidez egiaztatzen dugu.

Fisikan erabiltzen diren tresnen ilusio-arriskuak, dauzkate, urkula espazialaren antzera, eta beraz fisikariek izugarritzko arretarekin lan egin behar dute erroreak ahal diren neurrian, baztertu nahiz badira, behintzat.

Halaz ere, guztiz zehatzak ez diren lanabes horien bidez piskanaka piskanaka Mundu fisikoa-ren datu gehiago jasotzen dugu. Datu guzti horiek teoria bat eraikitzeko posibilitatea ematen digute eta teoria horretan murgiltzen dira. Teoria hori Fisika,

bere esangura zabalenean da. Bai na edozein teoria batek oinarri batzuk ditu, oinarri hauek teoriatik at daude, beren bidez teoria egiten bait da eta, **besteen** artean, Fisikan dauzkagun oinarri batzuk hauek dira : denbora, espazioa eta materia. Hauek ez dira definitzen eta zerbait ezagun bezala onartu behar dira. Azter ditzagun banan bana.

biltzen diren magnitudeak tarte oso handi batetan hedatuta daude, eta guk zuzenki tarte oso mugatu batetan hatzeman ditzakegu. Ondoko taula honetan denboraren aldetik zenbait gertakuntza fisikoen irautea emango dugu (hauek hurbiltze bat baino gehiago ez dira izango, hots, beren magnitude-maila)

## denbora

Denbora-aldetik Fisikan era-

Iraupena (segundotan)	Gertakuntza
$10^{18}$	Eguzkiaren bizitza
$10^{17}$	Haitz zaharrenen adina eta Lurraren gaineko biziaren lehen aztarnak
$10^{16}$	Galaxiaren inguruan Eguzki-sistemaren erreboluzio-epea
$10^{15}$	Dinosaurioen garaitik pasatutako denbora
$10^{13}$	Lehen gizonen garaitik pasatutako denbora
$10^{11}$	Kristau Aroaren hasieratik pasatutako denbora
$10^9$	<b>Giza-bizitzaren</b> bataz-besteko iraupena
$10^8$	Jaiotzetik eskolara joan arte pasatutako denbora
$10^7$	Urtebetea
$10^6$	Hilabetea
$10^5$	Eguna

Iraupena (segundotan)

Gertakuntza

$10^3$	Eguzki-argiak behar duen denbora Lurre-raino iristeko
$10^2$	Minutu bat
$10^0$	Bihotzeko bi taupaden arteko denbora-epea
$10^{-1}$	Bola batek behar duen denbora football-zelai bat zeharkatzeko
$10^{-3}$	Euli baten hegalen bibratze baten denbora-epea
$10^{-4}$	Entzun daitekeen soinu zorrotzarenen periodoa
$10^{-5}$	Triki-trake baten lehertze-denbora
$10^{-7}$	Elektroi-sortak bere iturritik telebista pantailaraino iristeko behar duen denbora
$10^{-8}$	Areto bat zeharkatzeko argiak behar duen denbora
$10^{-9}$	Atomo batek argia emititzen duen denbora-epea
$10^{-11}$	Leiho baten beira zeharkatzeko argiak behar duen denbora
$10^{-15}$	Hidrogeno atomoan protoiaren inguruan elektroiak bira bat osatzeko behar duen denbora
$10^{-20}$	Atomo pisuenaren barneneko elektroiak nukleoaren inguruan bira bat osatzeko behar duen denbora
$10^{-23}$	Nukleo bat zeharkatzeko argiak behar duen denbora.

Esan dugun bezala hemen eman dako zenbakiak hurbilduak dira (areto guztiak ez dira berdinak edo hilabete batzuk besteak baino luzeagoak dira, adibidez). Hori dela eta, ez ditugu zehaztasun guztiarekin eman, baina asko

tan magnitude baten bere magnitude-maila ezagutzea oso komenigarria da. Beste aldetik, taulan eman dako balioak oso desberdinak dira, hots, handiena  $10^{18}$  segundo eta txikiena  $10^{-23}$  segundo. Magnitude oso desberdinak alderatzeko beren

magnitude-maila alderatzea aski da gehienetan.

Denborarekiko gure esperientziak oso tarte txiki bat hartzen du: hamar bateko magnitude-maila edo, hasi  $10^{-1}$  segundotatik, gutxi gora behera, hau da geuk zuzenki neur dezakegun denbora-epe txikiena eta  $10^9$  segundotaraino, hau gure bizitza osoaren iraunpena da. Beste bi magnitude-maila gehiago, hots,  $10^{11}$  segundoko iraunpena historia osoa da; beraz, historiak ehunka belaunaldi batzutatako adina besterik ez du.

Giza-bizitza edo denbora historiko luzeena neurtzeko, gizonak Lurrak Eguzkiaren inguruan zenbat bira eman duen kontatu ohi du oso aspalditik. Denbora-unitate txikiago bat edukitzeko gizonak, Eguzkiaren sorreratik sartu arte iragandako denbora hartu zuen, hots, eguna. Eguna ordutan, minututan eta segundotan, hau da beste unitate txikiagotan banatu zuen; azkeneko hauek ohizko ordulariz neurtzen ditugu. Baina epe oso oso luzeak ala oso oso laburrak neurtzeko bide ez-zuzen batzuk asmatu behar izan dira.

Haitz zaharrenen, fosilen edo

antzinako zibilizazioen adinak neurtzeko desintegrazio erradioaktiboaren legeak erabil ditza-kegu. Elementu erradioaktiboak oso ongi zehaztutako abiadura batez desintegratzen dira beste elementu desberdin batzuk emanez; abiadura hauek desberdinak dira elementu desberdinetan. Uraniozko zati batek adibidez, bere pisuaren erdia desintegratzeko  $4,5 \times 10^9$  urteko denbora behar du. Beraz, haitz batetan dagoen uranio-kopurua neurtuz eta baita uranioaren desintegrazioaren hondarrak ere, haitz zaharrenen adina lor dezakegu.

Segundo baten hamarrena baino txikiagoak diren denbora-epeak neurtzeko kronometroa ez da erabilgarria izaten eta beste bide edo tresna batzuk erabili behar ditugu; horien artean estroboskopia da errazenetako bat, baina honek ere bere muga du eta  $10^{-10}$  segundoraino iristeko oszilatzaile elektronikoak erabili behar dira, hauetan elektroiek oso arinak direnez gero, ordularien "pieza higitkorren" antzera jokatzen dute. Denbora hau baino txikiagoak eta Fisikan esan nahi bat dutenak mundu atomikokoak dira eta arrazonamendu ez-zuzenez antzeman daitezke soilik.

Ordulari batek denbora zehazki neurtu ahal izatea oso gauza sakona da. Ez da ohizko ordularietan ikusten diren engranai korapilotsuengatik, denboraren gure kontzeptuari dagokion zerbaitengatik baizik. Oraingoz zera onar dezakegu: oso ondo paratutako pendulu-ordulariek edo ordulari elektronikoen (hauetan funtsa kuartzoen ko xaflatxo mehe baten bibrazioak dira) denbora zehazki neurtzen dutela; baina hau onartze bat beste

rik ez da. Zehaztasun horrekin zer esan nahi da? Urte-mordo bat iragan ondoren holako ordulariak alderatzen badira ados daudela. Gaur egun beste ordulari berriagoak daude; hauek bibrazio atomiko erretan oinarritzen dira. Inork ez daki denbora-neurketaren bide desberdin guzti hauen artean diferentzia txiki bat ote dagoen ala ez. Baldin balego ere, ez da hatzemana izan, oraingoz behintzat.

(jarraitzeko)