

Pisuzko zaharberritzea

Lakar Iraizoz, Oihane

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa

1889tik, platinozko eta iridiozko aleazio batez eratutako zilindro batek esaten dio munduari zenbat pisatzen duten gauzek. Hala, hegazkin bat egiteko behar den burdin tona kopurutik hasi, eta osagai elektroniko batek izan behar dituen zilar-mikrogramoetaraino, edozer gauzaren masa zehazteko, erreferentzia gisa zilindro hori hartzen dute. Eta zilindro horrek izan behar du erreferentzia, nahitaez, aldatzen ez duten bitartean.

KILOGRAMOA UNITATEEN NAZIOARTEKO SISTEMAREN MASAREN OINARRIZKO UNITATEA DA. Hau da haren definizioa: kilogramoaren nazioarteko prototipoak duen masa. Definizio hori 1889an eman zuten, eta, harrezkero, indarrean dago. Prototipoa % 90 platino eta % 10 iridio den metal-puska bat da. Paris ondoan dago, Neurrien eta Pisuen Nazioarteko Bulegoan: *Le Gran K* izenez ezagutzen da, eta aran baten tamaina du, gutxi gorabehera. Haren masa, noski, kilogramo bat da. Ezin du beste baliorik izan, hura baita, definizioz, kilogramoa.



Kilogramoaren prototipo ofiziala kondizio berezietan gordetzen dute, aldaketarik jasan ez dezan.

Azkenaldian egin dituzten masa-konparazioek, ordea, ez dute gauza bera esaten. Izan ere, kilogramo ofizialaren hainbat kopia daude mundu osoan banatuta, eta, tarteka, konparatu egiten dituzte kilogramo ofiziala eta haren kopiak. Azkenekoz neurtu zutenean, ikusi zuten *Le Gran K*-k 50 mikrogramo galdu zituela kopien masen batezbestekoarekiko. Hau da, kilogramo ofizialak, kilo bat ordez, 999,99995 gramo pisatzen du.

Kilogramoaren definizioak masa-gora-beherak izatea ez da oso zentzuzkoa; konpondu beharreko arazoa da hori. Eta ez horren ondorioz etxe azpiko dendariaren balantzak ez duelako behar bezala neurtzen erosten ditugun sagarren pisua. Arazoa hori baino sakonagoa da, zenbait magnitude fisiko eta kimikoren definizioak, neurri batean edo bestean, masaren mende-koak baitira, hala nola mola (substantzia baten masa atomikoa edo



Gauza txikiak, eta haien osagaiak, pisatzeko balantzak masa-gorabeherak dituen kilogramo batekin kalibratzen dira.

molekularra, gramotan) edo newtona (indarra adierazten duen unitatea, $\text{kg}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ -tan adierazita).

Hainbat zientzialari-taldek urteak daramatate kilogramoaren definizio berriaren bila, neurketa-errore horiek behin betiko alde batera uzteko. Proposamen ugari egin dituzte, baina batez ere bi metodok dute indarra. Oraingoan, dena den, batek ere ez du lehia hori irabazi,

eta urte batzuk pasatuko dira definizio berri bat onartzerako. Kilogramoa zer definizio ordezkatuko duen erabakitzea neurrien eta pisuen nazioarteko batzordeari dagokio. Aldizka elkartzen dira definituta dauden magnitudeei buruz eztabaidatzeko, eta egin beharreko aldaketak egiteko. Kilogramoaren definizio berria aukeratzeko asmoa dute 2011. urtean egingo duten Pisuen eta Neurrien 24. Batzar Nagusian.

“hainbat zientzialari-taldek urteak daramatate kilogramoaren definizio berriaren bila”

Lehenago metroarekin

Ez da lehenengo aldia neurrien eta pisuen nazioarteko batzordeak magnitude bat berriro definitu behar izan duena. Kilogramoaren antzera, metroa ere objektu baten bidez definituta egon zen 1983. urtera arte. Hura ere platino-iridiozko makil-itxurako prototipo bat zen.

Eta, kilogramoak bezalaxe, hark ere neurri-arazoak zituen. Urte hartako Neurrien eta Pisuen Nazioarteko Biltzarrean konpondu zuten arazoa. Lehenengo lana argiaren abiadura zehaztea izan zen; adostu zuten argiaren abiadura segundoko 299.792.458 metrokoa zela. Harrezkero, segundoa guztiz zehaztuta zegoen magnitude bat zenez, metroari balio aldaezina ematen zion definizio bat aurkitu zuten: $1/299.792.458$ segundoa argiak hutsean egiten duen distantzia.

Horixe bera egin nahi dute kilogramoarekin. Indar handiena duten bi proposamenek antzeko konponbidea eskatzen dute. Metroarekin gertatu zen bezala, mugatuta ez dauden konstante batzuk zehaztu behar dituzte, nahitaez. Berez, konstanteek balio zehatz bat izan behar dute, horregatik esaten baitaie konstante, baina, zenbaitetan, magnitude batzuk besteen mendekoak direnez, balio jakin bat izan ordez, balio-tarte posible bat izaten dute.

Aukeretako batek esaten du Avogadroren zenbakia zehaztuta defini daitekeela kilogramoa, eta besteak Plancken konstantea mugatzea eskatzen du, helburu hori bete ahal izateko. Lehenengoari Avogadroren proiektua esaten diote, eta bigarrenari Watt balantza. ➔

Kilogramoaren prototipo-saila

Edozein objekturen masa ezagutzeko, berez, prototipo ofizialarekin alderatu beharko litzateke. Horretan hastea, ordea, ez litzateke inola ere praktikoa izango. Gainera, prototipoa ahal bezain ongi zaindu beharra dago; zer gertatuko litzateke, adibidez, hautsi, hondatu edo galduko balitz? Hortaz, ahal den gutxiena erabiltzen dute eta kondizio berezietan gordetzen dute. Helburu nagusia da kilogramoak aldaketarik ez jasatea, edozein aldaketak masan eragina izan lezake eta. Beraz, garbitzeko protokolo jakin bat dago, ezpurutasunak kendu baina platino-iridio aleazioari eragiten ez diona, atmosfera kontrolatua duen ganbera batean gordetzen dute, eta abar.

Salbuespen-egoera jakin batzuk alde batera utzita, zerbaiten masa ezagutzeko bide ez-zuzen bati jarraitzen zaio. Prototipo ofiziala ez ukitzearren, haren hainbat kopia daude, originalaren konposizio kimiko eta itxura bera dutenak. Prototipoa egin zutenetik hona 90 kopia inguru egin dituzte. Horietako batzuk Neurrien eta Pisuen Nazioarteko Bulegoan gordetzen dituzte, kilogramo ofizialarekin batera. Gainerakoak hainbat herrialdetan banatu dituzte, prototipo nazionalak izan daitezten.



Prototipo nazional horietatik bigarren mailako kopiak egiten dituzte. Kopia horiek herrialdean barna banatzen dituzte, balantzak erabiltzen dituztenek kalibratu ahal izan ditzaten. Azkeneko pauso hori, alegia, balantzak kalibratuta izatearen ardura, zientzian, merkataritzan edo bestelako jardueretan erabiltzen dituztenei dagokie, dena den.



Orain kilogramoarekin duten arazo bera izan zuten metroarekin.

Avogadroren zenbakia zehaztea

Avogadroren zenbakia fisikako oinarritzko konstante bat da. Mundu fisiko makroskopikoa eta atomoen mundu azpimikroskopikoa lotzen ditu. Hau da haren definizioa: 12 gramo karbono-12 isotopok duten atomo-kopurua. Zenbaki hori $6,023 \times 10^{23}$ da, gutxi gorabehera; horiek dira 12 gramo karbonotan dauden atomoak.

Ikus daitekeen bezala, gramoaren mendekoa da Avogadroren zenbakia. Horrek eragiten dio kilogramoaren prototipo aldakorraren mendekoa izatea, hau da, independentea ez izatea. Kilogramo ofizialak 50 mikrogramoko gorabeherak izateak esan nahi du gutxi gorabehera trilioi bat atomoko gorabehera duela!

Avogadroren zenbakia behin betiko finkatuz gero, ordea, kilogramoa definitzeko bidea izango lukete. Definitzeko, zientzialariek uste dute hiru ezaugarri hauek izan behar dituela Avogadroren zenbakiak. Batetik, balioak zenbaki oso bat izan behar du, atomo-kopuru bat adierazten duelako. Bestetik, orain onartuta dagoen balio-tartean dagoen balio bat izan behar du. Eta, azkenik, aukeratutako Avogadroren zenbakiak objektu fisiko batekin lotuta egon beharko luke; azken finean, Avogadroren zenbakiak objektu baten atomo-kopurua adierazten du.

Objektuak zer forma izan behar duen erabakitzeko orduan, iritzi bat baino gehiago dago zientzialarien artean.

Batzuk kilogramo bateko siliziozko esfera perfektu bat egin nahian dabil-tza; egindakoan, X izpien bidez atomo-kopurua zenbatzeko asmoa dute. Beste batzuek, berriz, proposatzen dute objektua kubo geometriko bat izatea. Hala, alde bakoitzean atomo-kopuru jakin bat duen kubo bat izango litzateke, eta alde horien kuboak Avogadroren zenbakiaren balioa emango luke.

“kilogramo ofizialak 50 mikrogramoko gorabeherak izateak esan nahi du gutxi gorabehera trilioi bat atomoko gorabehera duela!”

Objektua kuboia izatearen alde daudenek esaten dute, esfera bat izanda, askoz zailagoa dela atomo-kopurua

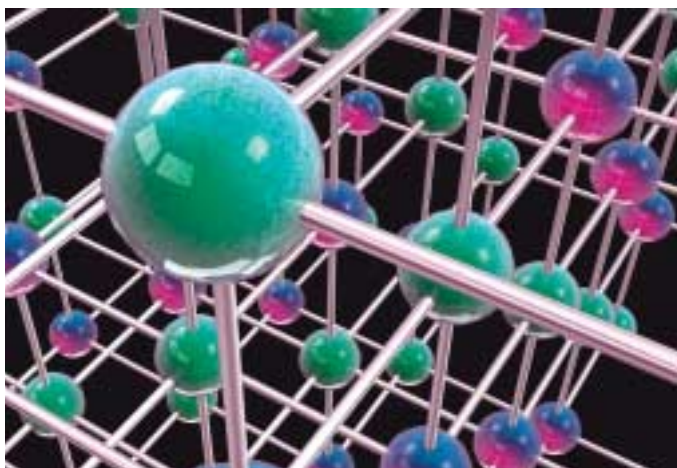
objektuaren bolumenarekin lotzea, bolumena kalkulatzeko π zenbakia sartzen delako, eta, beraz, ezinezko izango litzatekeelako balio oso zehatz bat ematea.

Objektua edozein izanda ere, eta kon-tuan izanda Avogadroren zenbakia 12 gramo karbono-12 isotoporen atomo-kopurua dela, honela definituko litzateke kilogramoa metodo horren bidez: $1.000/12 \times$ Avogadroren zenbakia. Avogadroren zenbakia balio mugatu bat izanik, ez legoke gorabeherarik egoteko arriskurik.

Watt balantza erabiltzea

Kilogramoa berriz definitzeko indar gehien duen beste proposamena Watt balantza deritzon tresnan oinarritzen da. Labur esanda, Watt balantzaren bidez zehazten dute zenbat korrante elektriko behar den kilogramo bateko masa baten pisua indargabetzeko. Izan ere, korrante elektrikoak indar elektromagnetikoa sortzen du, eta azkeneko hori da pisuaren kontrako indarra egiten duena.

Kilogramo bateko masa balantza baten plateran jartzen dute; inguruan kobrezko hariz egindako haril bat dago, eta azkeneko horren inguruan material supereroalez egindako haril bat. Harietan zehar elektrizitatea pasaraziz sortzen da kilogramoari aurre egiteko beharrezkoa den eremu elektromagnetikoa. Zenbait propietate fisikotan oinarrituta eta sistemak behar duen



Objektu jakin baten atomo-kopurua zenbatzea proposatzen du Avogadroren proiektuak.

ARTIBOKOA

korrante elektrikoa eta sortzen duen tentsioa neurtuta, eragiketa batzuen bidez balantzan jarri dugun masaren eta Plancken konstantearen arteko erlazioa lor dezakegu.

Esan bezala, Plancken konstantea ere zehaztu gabe dago, hau da, ez dauka balio finko bat. Plancken konstanteari balio zehatz bat egokituz gero, berriz, objektu baten beharrik ez duen masaren (kasu honetan, kilogramoaren) definizio bat lortuko lukete.

Egia esan, kontraesan bat irudi dezake kilogramoa definitzeko kilogramo bateko prototipoa erabiltzeak, baina, prototipo horren pisuari aurre egiteko beharrezkoa den indarra zehazten den unean, prototipoak ordura arte zuen garrantzia galduko luke, eta ez litza-teke gehiago erabili beharko.

Arazo nagusia, zehaztasuna

Bi metodoen artean zein aukeratuko duten ez dago argi. Dena den, erabakigarria izango da batek eta besteak duten zehaztasuna. Neurtzerakoan

doitasun handiena duena izango da, seguru asko, definizio ofiziala izatera iritsiko dena.

“prototipoaren pisuari aurre egiteko behar den indarra zehaztutakoan, prototipoak garrantzia galduko luke”

Izan ere, gaur egungo prototipoak duen doitasun faltak eragin du kilogramoa definitzeko bide berriak bilatzen hastea. Beraz, ordezkaturiko duen magnitudeak prototipoak baino zehaztasun handiagoa izan beharko du. Prototipo ofizialaren ziurgabetasuna milioiko 0,05 partekoa da, eta beste metodoekin orain arte ez dute horrenbesteko zehaztasunik lortu. Onartu ahal izateko, neurrien eta pisuen nazioarteko batzordeak esan du erroreak, gehienez, milioiko 0,02 partekoa izan behar duela.



©ROBERT RATHKE

Watt balantzaren bidez jakin daiteke zenbat korrante elektriko behar den kilogramo bateko masa baten pisua indargabetezko.

Oraindik lortu ez duten arren, bai metodo baten alde egiten dutenak bai bestearen alde egiten dutenak ziur daude lortuko dutela berandu baino lehen neurketen doitasuna handitzea, eta neurrien eta pisuen nazioarteko batzarrean aurkeztu ahal izateko moduko metodo bat garatzea.

Batzordeak aukeratzen duena aukeratzen duela, gutxi barru kilogramoaren definizio berri bat izango dugu, eta oraingo prototipo argaldua museo bateko pieza oroigarri gisa geldituko da. Ez dakigu definitzen dutenean balantzen erabiltzaile guztiak behartuko ote dituzten haien aparatuak kalibratzera. Segur aski ez; eta, orduan, norberaren erabakia izango da definizio berrira egokitzea esku artean duen balantza, edo prototipo zaharra indarrean zegoenean egindako kalibrazioarekin jarraitzea. **☐**



MEC

ARRASATE
BAIONA
BERGARA
BILBO
DONOSTIA
GASTEIZ
IRUN
IRUÑEA
TOLOSA



baietz
asmatu!



Orain elkar megadendan Opari txartela aurkituko duzu, 20, 40 eta 60€ balioko opari txartela. Zuk txartela oparitu eta berak oparia aukeratu. Baietz asmatu!