

Erradioaktibitatea tratatu nahian

Roa Zubia, Guillermo

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



ARTXIBOKOA

Atomoaren nukleoa puskatuta energia lortzen da. Energia asko. Zoritxarrez, metodo hori arriskutsua da, geratzen diren hondakinek erradiazioa igortzen dutelako. Hondakin horiek lurpera daitezke, eta beste alde batera begiratu, baina hori ez da oso soluzio ona. Zer bestela? Fisikari batzuen ustez, hondakinak manipula daitezke erradioaktibitatea apaltzeko. Beste batzuen ustez, ez da posible.

ARAZOAREN SOLUZIOA NUKLEOAREN BARRUAN EGON LITEKE. Nukleo batzuek erradiazioa igortzen dute eta beste batzuek ez. Horren zergatia ulertuz gero, agian, nukleoa manipulatzeko moduren bat asma liteke.

Nukleoan protoiak eta neutroiak daude. Kimikarientzat, protoiak dira garrantzitsuenak; protoi-kopuruaren arabera da atomoaren kimika, eta, beraz, elementuen izenak atomoaren nukleoan duten protoi-kopuruaren arabera jarri zituzten. Adibidez, 7 protoi dituen edozein atomo nitrogenea da, berdin du zenbat neutroi dituen. Baina fisikarientzat neutroi-kopuruak ere garrantzi handia du. Nitrogeno

batek 6 neutroi izan edo 7 izan oso ezberdina da. Biak nitrogenea dira, baina bi isotopo dira, nitrogeno-13 eta nitrogeno-14, hurrenez hurren (isotopoak adierazteko elementuaren izena ematen da eta nukleoaren partikula-kopurua, protoiak gehi neutroak alegia). Lehenengoa erradioaktiboa da eta bigarrena, aldiz, guztiz egonkorra. Aldea neutroi-kopuruan dago, eta hori garrantzitsua da; azken batean, isotopo jakin bat erradioaktiboa den ala ez jakiteko, protoien eta neutroien arteko proportzioari begiratu behar zaio.

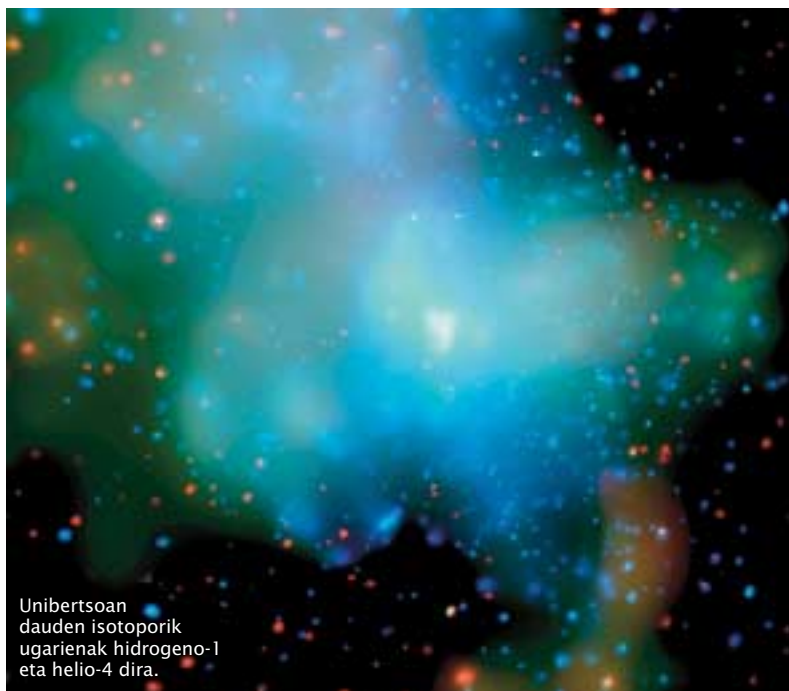
Nukleoa egonkorra izateko, protoiek neutroiak behar dituzte, eta, gainera, kantitate egokian. Ez neutroi gehiegi

ez gutxi. Baina, zenbat da hori? Zenbat neutroi behar ditu nukleoak protoi bakoitzeko erradioaktiboa ez izateko? Ez dago erantzun simple bat. Atomo txiki gehienetan, berdintasunaren legea betetzen da: zenbat protoi, hainbat neutroi.

Berdintasuna

Helio-4 nukleoa (2 protoi, 2 neutroi) adibide ona da. Oso egonkorra da. Are gehiago, helio-4 nukleoaren hainbat unitatez osatutako nukleoak ere oso egonkorak dira: karbono-12a (6 protoi, 6 neutroi, hiru unitate), oxigeno-16a (8 protoi, 8 neutroi, lau unitate) eta abar. Salbuespenak badaude; esate baterako, berilio-8 nukleoa (bi helio-4 unitate) erradioaktiboa da. Baina, oro har, protoi- eta neutroi-kopuru bera duten nukleo txikiak egonkorak dira.

Hala ere, joera hori kaltzio-40 nukleoarekin amaitzen da. Atomo handiagoetan, nukleoak protoi baino neutroi gehiago behar ditu egonkor izateko. Adibidez, burdinaren isotopo egonkor ugariak 26 protoi eta 30 neutroi ditu. Protoi bakoitzeko 1,15 neutroi ditu. Urrearen kasuan, erlazio hori handiagoa da, 1,49, isotopo egonkor bakarrak 79 protoi eta 118 neutroi baititu. Alegia,



zenbat eta atomo astunagoa, orduan eta proportzio handiagoa. Bismutoaren kasuan, 83 protoi eta 126 neutroi dira, eta erlazioa 1,52 zenbakira iristen da. Bismutoa baino atomo handiagoetan egoera larria da; protoi asko dira, eta ezin da sartu nukleoan protoi-kopuru hain handiak egonkortzeko adina neutroi.

handia behar da. Hori gertatu ordez, neutroia desintegratu egiten da. Partikula neutroa denez, desintegrazioak partikula positibo bat eta negatibo bat sortzen ditu, protoi bat eta elektroia bat, hain zuzen. (Gainera, beste partikula bat eta energia askatzen dira prozesu horretan). Protoia nukleoan geratzen da, eta, horregatik, atomoa beste atomo bat bilakatzen da, protoi bat gehiago duelako; karbono-14 isotopoa (6 protoi, 8 neutroi), adibidez, nitrogenu-14 (7 protoi, 7 neutroi) bilakatzen da horrelako prozesu baten bitartez. Elektroia, aldiz, energia handiz kanporatzen da. Erradiazio horri beta deritzo.

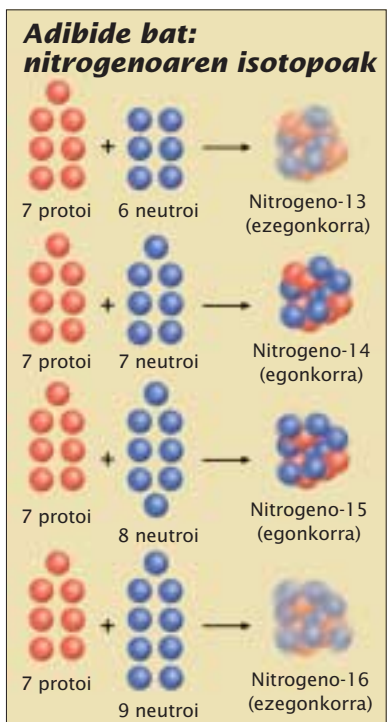
“atomo txiki gehienetan, berdintasunaren legea betetzen da: zenbat protoi, hainbat neutroi”

Erantzun erradioaktiboa

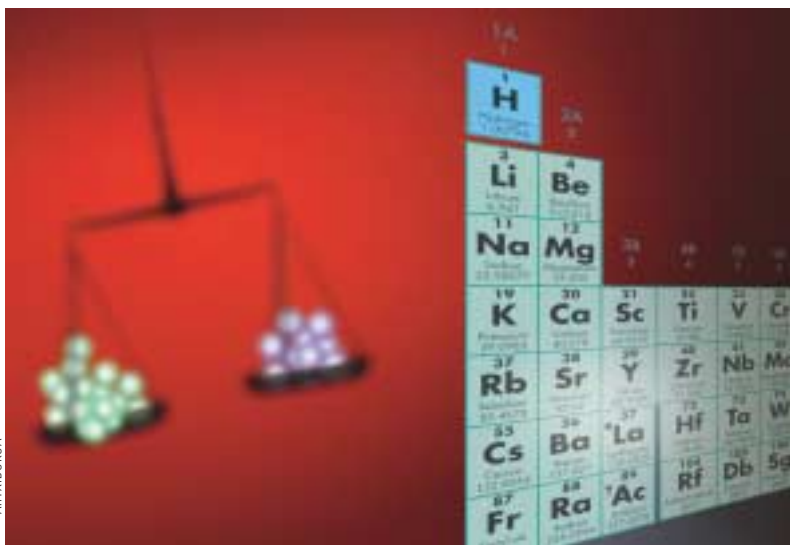
Erradioaktibitatea horixe da, soberan edo faltan dauden neutroiak orekatzeko gertatzen den prozesua. Oso prozesu ezberdina da bi kasuetan. Bietan igortzen dira partikulak eta energia, baina oso modu ezberdinetan.

Neutroi gehiegi daudenean, nukleoak egoera zaila du. Logikoena neutroiak nukleotik kanporatzea izango litzateke, baina ia ezinezkoa da neutroi bat kanporatzea besterik gabe; energia

Neutroi gutxiegi daudenean, nukleoak beste estrategia bat erabiltzen du falta hori orekatzeko: alfa partikulak igortzen ditu. Alfa partikulak 2 protoiz eta 2 neutroiz osatuta daude, hau da, helio-4 nukleoak dira. Aipatu bezala, oso egonkorak dira, eta, beraz, ez da energia handirik behar unitate horiek nukleotik kanporatzeko. Nukleoak bi protoi galtzen ditu (atomo txikiago bilakatzen da), eta, modu horretan, nolabait esateko, neutroien premia ere arintzen du. Ez du hainbeste neutroi behar egonkor izateko. Adibidez, uranio-238 ospetsua torio-234 bilakatzen da alfa partikula bat igorritik. ➡



G. ROA



Isotopoen egonkortasuna protoi- eta neutroi-kopuruaren arteko proportzioaren arabera da.

Hondakinen erradioaktibitatea

Bismuto-209 baino atomo txikiagoek nekez igortzen dituzte alfa partikulak; normalean, nukleo astunen erradiazioa da igorpen hori. Hain zuzen ere, zentral nuklearretako hondakinen arazoarekin zerikusia duten elementuek alfa partikulak igortzen dituzte. Adibide garrantzitsu bat radio-226 isotopoa da,

“zentral nuklearretako hondakinen arazoarekin zerikusia duten elementuek alfa partikulak igortzen dituzte”

uranioaren fisioaren produktu bat baita. Horrelako isotopoetan, erradiazioa tratatzekotan, alfa partikulen igorpena tratatu beharko litzateke.

Bizkortu egin beharko litzateke. Hala, erradiazioa urte askoan emititu ordez, ahalik eta denbora laburrenean agorraziko litzateke. Radio-226 isotopoak berak 1.600 urteko erdibizitza du. Horrek esan nahi du denbora horretan radio-kantitatearen erdia desintegratzen dela; eta beste hainbeste denbora pasatu ondoren, erdi horren erdia desintegratzen dela, hau da, hasierako kantitatearen laurdena geratzen dela oraindik.

Pentsa zenbat itxaron behar den radio guztia desintegratu arte. Horregatik, radioa (eta beste hondakinak) lurperatzea ez da soluzio ona, arazoak ‘betiko’ irauten duelako, lurpean bada ere. Eta horregatik asmatu nahi dute fisikariek erradioaktibitate hori bizkortuko duen prozesu bat. Arazoa lurperatu ordez, desintegratu egingo litzateke. Ustez.

Atomo perfektuaren paradoxa

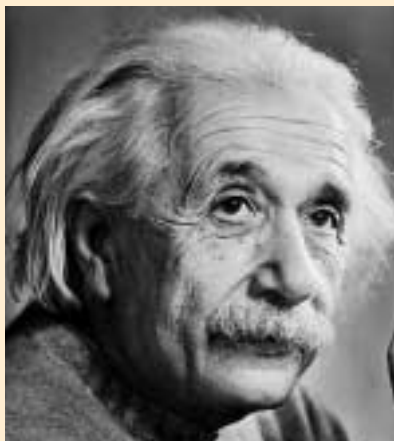
Ez da praktikoa atomoen pisua gramotan ematea. Txikiegiak dira horretarako. Horregatik, unitate atomikoa asmatu zuten fisikariek, eta atomo guztien pisua horren arabera eman zuten.

Unitate berria definitzeko, erreferentzia bat behar zuten, eta atomo perfektu bat erabili zuten, karbonoa. Karbono-12a biziaren oinarria da, eta isotopo ugariena; egitura perfektu batez osatuta dago: nukleoan sei protoi eta sei neutroi ditu. Horregatik erabaki zuten zientzialariek atomo perfektuaren nukleo perfektuaren pisua 12 unitate atomiko izango zela. 12 partikulaz osatuta zegoenez, partikula bakoitzak unitate bat pisatuko zuen, batez beste.

Baina erabaki horrek ezusteko bat ekarri zien fisikariei. Erreferentzia hura oinarri hartuta, protoi aske baten eta neutroi aske baten pisua kalkulatu zituzten unitate atomikotan. Bi neurketen emaitzak 1,00734 eta 1,00867 izan ziren, hurrenez hurren. Beraz, neurketak ondo egin bazituzten (eta ondo egin zituzten), hamabi partikula haiek gehiago pisatzen zuten aske zeudenean (12,09606) atomoaren nukleoan elkarrekin zeudenean baino (definizioz, 12,00000). Non zegoen galdutako masa? Einsteinek ekarri zuen erantzuna.

Sei protoi eta sei neutroi nukleo batean elkartzeko, fusio-erreakzioa egin behar da, eta, prozesu horretan, energia handia askatzen da. Zenbat? Erlatibitatearen Teoria Bereziaren arabera, $E = mc^2$ formulak ematen duena. Zenbat eta masa gehiago galdu, orduan eta energia txikiagoa du nukleoak eta orduan eta egonkorragoa da.

Kalkulu hori atomo guztiekin eginez gero, argi dago bakoitzak masa-kantitate bat galtzen duela nukleoa osatzean, hau da, nukleo batzuk egonkorragoak direla beste batzuk baino.



Albert Einstein.

(Salbuespena hidrogeno-1 nukleoa da, protoi bakar batez (askea) osatuta baitago; beraz, nukleoak eta protoi askeak berdin pisatzen dute).

Nukleorik egonkorrena burdina-56 da. Eta, hortik abiatuta, taula periodikoan gora edo behera joanez gero, ez da topatzen hainbeste masa galtzen duen nukleorik. Horregatik, izarren fusioak askoz burdina gehiago sortzen du taula periodikoan inguruan dituenak baino. Salbuespenak hidrogeno-1 eta helio-4 dira, praktikan izarren fusioaren lehengaiak direlako.

Metalen atomoak sare-moduan antolatuta egoten dira. Sare horretan nukleoak geldirik daude eta elektroi batzuk sare osoan libre mugitzen dira. Beraz, sarea elektroi asko duen ingurunea da, eta alfa partikulen igorpena bizkortzeko erabil daiteke.



ARTXIBOKOA

Elektroien mundua

Alfa partikulen igorpena bizkortzeko, hainbat proposamen egin dituzte. Elektroi asko dituzten inguruneek sortu dute itxaropen handiena. Ideia sinplea da: alfa partikulek karga positiboa dute, bi protoi dituztelako (izenak dioen bezala, neutroiak elektrikoki neutroak dira); horiek elektroi asko duen ingurune batean murgilduz gero, inguruneak 'tira' egingo lieke alfa partikulei nukleotik irteteko, elektroiak karga negatiboak direlako. Beraz, ingurune negatibo horrek alfa partikulen igorpena bizkortu egingo luke.

Kontua da ingurune egoki bat aurkitzea, noski. Azkeneko proposamena Alemaniako Ruhr Unibertsitateko

fisikariek egin dute. Polonio-210 isotopoa metal baten barruan harrapatu, eta temperatura jaitsi egin diote. Metalaren atomo-sarea elektroiz jositako ingurunea da, eta atomoak ahalik eta geldien egoteko hozten da metala. Modu horretan eragin diote isotopo erradioaktiboari.

“elektroi asko dituzten inguruneek ‘tira’ egiten diete alfa partikulei nukleotik irteteko”

Zenbaki magikoak


Nukleoan, protoi- eta neutroi-kopuruen arteko proportzio batzuk bakarrik dira egonkorak. Gehienak erradioaktiboak dira. Horren arrazoia nukleoaren egituran dago: nolabait, geruzaka antolatuta dago, elektroiak orbitaletan dauden bezala. Hain zuzen, fisikariek aurkitu zuten hainbat partikularen kantitate jakin batzuek egonkortu egiten zituztela geruzak, beteta uzten dituztelako eta horrek energia-maila jaisten diolako nukleoari. Zenbaki horiei zenbaki magiko deritze, eta hauek dira:

2, 8, 20, 28, 50, 82, 126

Lehen geruzan bi protoi edo bi neutroi izateak egonkortu egiten du nukleoa (edo bi protoi *eta* bi neutroi, helio-4 isotopoaren kasuan), baita bigarrenean zortzi izateak ere. Eta horrela hurrengoekin ere. Horrek ez du esan nahi beste konbinaziorik ez denik posible, baina neutroi- edo protoi-kopurua zenbaki magikoa denean, nukleoa bereziki egonkorra da.

Fisikarien arabera, emaitzak positiboak dira. Orain, radio-226 isotoporekin gauza bera egiten saiatu nahi dute. 1.600 urteko erdibizitza du isotopo horrek, eta, fisikari alemaniarren ustez, 100 urte ingurura jaits daiteke. Eta ikerketa gehiagorekin, agian, erdibizitza laburragoa ere lor liteke.

Baina fisikari guztiek ez dute hori sinesten. Oxfordeko Unibertsitateko fisikariek egindako probetan, ez dute lortu erdibizitza laburtzea. Gainera, laburtuta ere, metodologia hori zentral nuklearretara egokitu beharko litzateke. Isotopoa nahitaez hoztu behar bada, zaila da prozesu eraginkor bat martxan jartzea, hozteak ere energia handia eskatzen baitu.

Alemanen proposamenak eztabaida handia sortu du ikertzaileen artean eta Fisikako blogetan. Azken batean, erradioaktibitatea kontrolpean izatea utopia izan liteke. 



ARTXIBOKOA

Fisio nuklearrean sortzen diren hainbat isotoporen erdibizitza laburtzea balego, hondakinen arazoa konpontzeko bidean egongo ginatke.