

FISIO NUKLEARRA; ESPERANTZATIK ETSIPENERA

M.J. Barandiaran & I. Irazabalbeitia

Aurten ospatzen dugun urteurrenetako bat, pertsona askok ez du gogoko izango. Izan ere, Hiroxima, Nagaxaki eta Txernobileko gertakizunak orduko lorpenen ondorioztat jo daitezke. 1939.eko otsailaren 11ko *Nature* aldizkariaren alean, uranioa neutroiz bonbardatzean Otto Hahn eta bere lankideek lortutako emaitzez Lise Meitner eta O.R. Frisch-ek izandako burutazioak argitaratu ziren. Fisio nuklearra jaio zen eta aldi berean munduaren egitura sozial eta politikoak aldatu dituen energi iturri itzela ere bai.



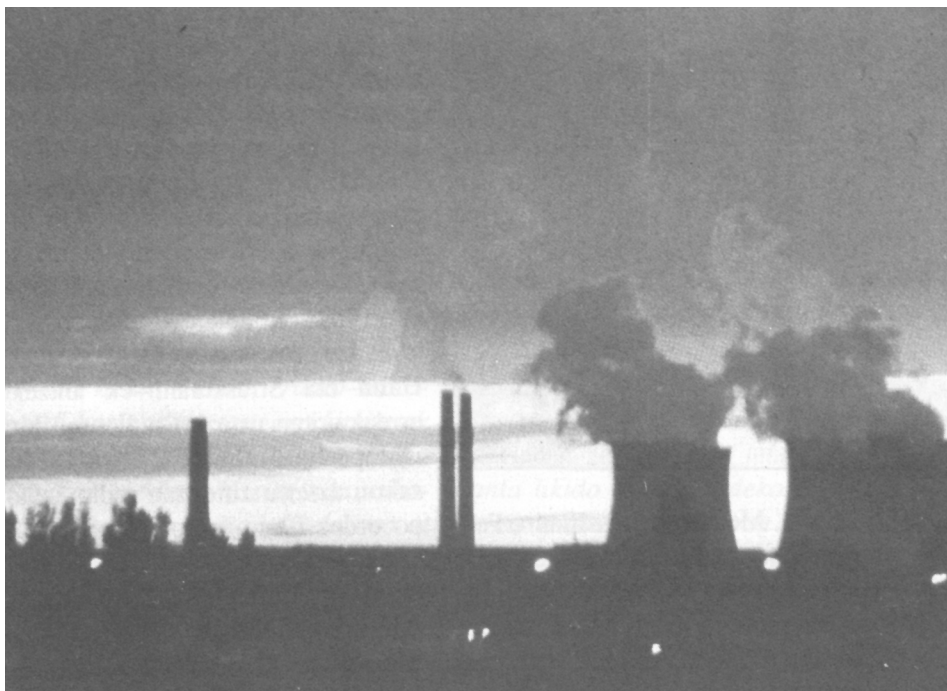
Otto Hahn

Artikuluaren mamira sartu aurretik, fisio nuklear eta fusio nuklear kontzeptuak argitu beharko ditugu, fusioaren sukarradagoen garai honetan. Fisio eta fusio nuklearrak, atomoen nukleotan dagoen energiaren baliatzen dira; nukleo

atomikoak loturik mantentzen dituzten indarrez alegia. Fisioaren kasuan, masa handiko nukleo atomikoak (uranioa) masa txikiagoko nukleo bihurtzen dira. Fusioan, masa txikiagoak (deuterioa) masa handiagoak osatzeko bat

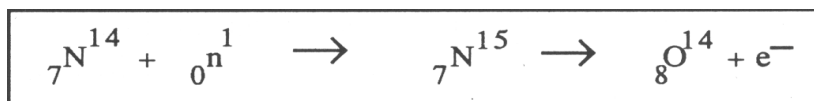
egiten dira. Bi kasuetan xahutzen den energiaren kantitateak ez du parekorik.

Fisioaren aurkikuntza bideratu zuten lanen hasiera, 1930.eko hamarkadaren erdi aldera kokatu behar da. Enrico Fermi fisikari italiar ezaguna uranioa neutroiz bonbardatzen orduan hasi zen. Fermiren ideia oso



Esperantza...

sinplea zen: neutroiek kargarik ez dutenez, erraz sar daitezke nukleo atomikora bertako karga positiboen aldarapena jasan gabe. Ideia nagusi honen ondorioz, Fermi eta bere lan-kideak sistema periodikoko elementu guztiak bonbardatzen hasi ziren isotopo erradioaktibo berriak lortu asmoz. Isotopo erradioaktibo hauek hurrengo elementua emanez desintegratzen ziren β partikulak igorritik. Esaterako:

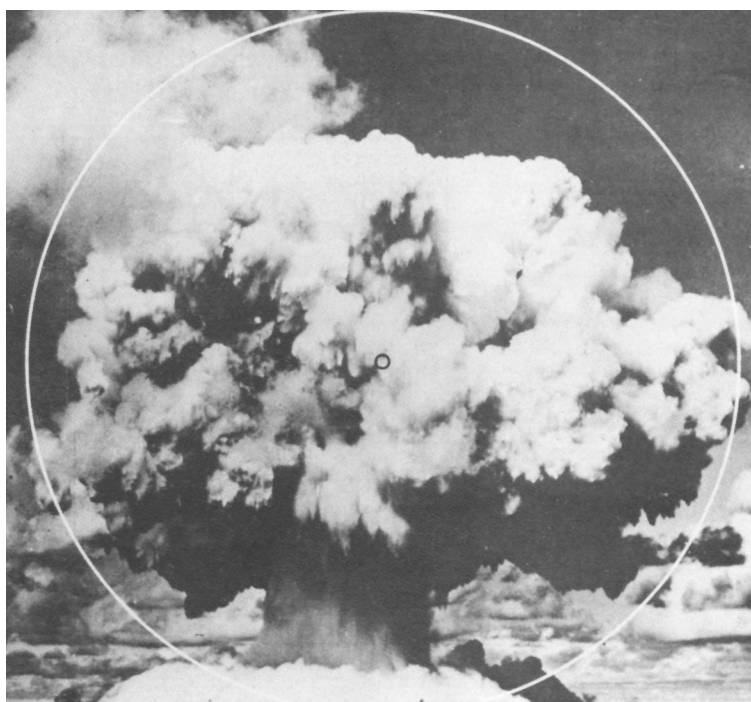


Taula periodikoan egiten ari zen azterketan Fermi uranioraino (92 zenbaki atomiko du) iritsi zen. Uranioa bonbardatzean produktu erradioaktiboak lortu zituen; desintegratzean β partikulak (elektroiak) igortzen zituztenak. Fermik desintegrazio-produktuak elementu transurani-

doak⁽¹⁾ zirela pentsatu zuen. Artean uranioa zen ezagutzen zen zenbaki atomiko altueneko elementua.

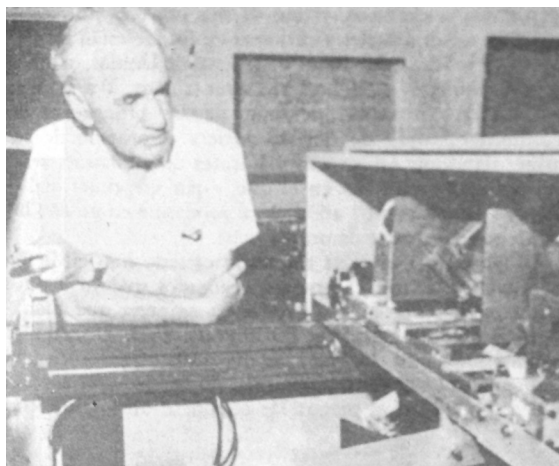
Dena dela, fisikari guztiak ez zeuden ados Fermik uranioa neutroiz bonbardatuta lortutakoak elementu transuranidoak zirela onartzeko. A von Grosse-k, protoaktinioaren

eta etsipena



(1) Elementu transuranidoak, uranioa baino zenbaki atomiko handiagoa dutenak dira.

O.R. Frisch

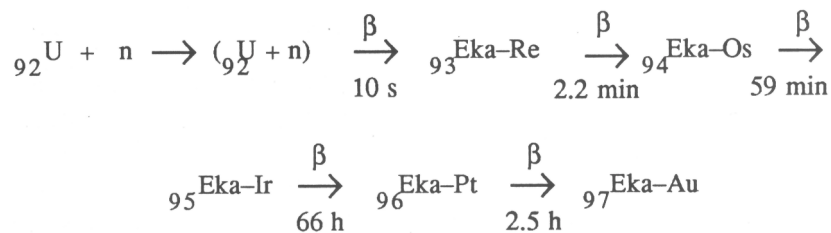


isolatzaileak, lortutako produktuak protoaktinioaren isotopoak zirela uste zuen eta Ida Noddack ere eszeptiko agertu zen.

Giro honetan, Lise Meitnek eta Otto Hahn-ek Fermi-ren lana errepikatu eta lortutako produktuak identifikatzea erabaki zuten. Izan ere, biak protoaktinioaren aurkitzaileak zirenez, auzian zeresanik bazuten. Bi ikerlari hauek von Grosse oker zegoela frogatu zuten; lortutako produktuak protoaktinioaren isotopoak ez bait ziren.

Hurrengo urteetan Lise Meitner eta Otto Hahn-ek, Fritz Strassmann-en laguntzaz uranioa eta torioa neutroiz bonbardatzen segitu zuten hainbat urtetan, elementu transuranidoen bila. Hala eta guztiz ere, benetan gertatzen ari zen fenomeno ez zen 1938. urtearen bukaera arte argitu.

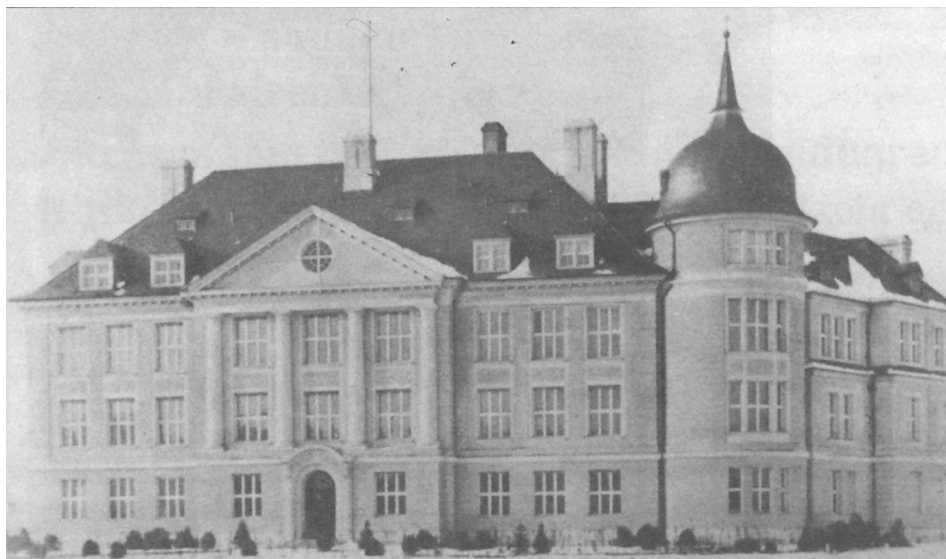
Hahn, Meitner, Strassmann, Fermi eta beste batzuen lanen ondorio gisa eka-renio, eka-osmio, eka-iridio, eka-platino eta eka-urre elementu transuranidoak⁽²⁾ definitu ziren eta baita hauek sortzeko gertatzen ziren katea erradioaktiboak ere. Hauek esaterako:



Uranioaren bonbardaketari buruzko lan hauetan sakondu ahala, arazoak konpondu ordez korapilatu egiten zitzaizkien eta emaitza ulertezinak ugari ziren.

1937.ean eta 1938.ean Joliot-Curie-ren taldea Parisen eta Hahn-en taldea Alemanian zalantzatan murgilduta zeuden. Alde batetik, Parisen uranioa neutroiz bonbardatzean kimikoki lantanoa zirudien elementu erradioaktiboa lortu zuten. Orduko ezagumenduen arabera elementu berri horrek transuranidoa izan behar zuen, baina taula periodikoan nola kokatu ez zen ikusten. Bestalde, Otto Hahn eta Strassmann-ek antzeko erreakziotan ustezko radioaren hiru isotopo lortu zituzten, baina arazoa sakon aztertu zutenean radio-isotopo ordez bario-isotopo zirela ikusi zuten. Aurkikuntzak ezinezkoa zirudien; erradioaktibitateaz ordurarte ezagutzen zena apurtu egiten bait zuen. Honela zioten Hahn eta Strassmann-ek *Die Naturwissenschaften* aldizkarian 1939.eko urtarrilean argitaratutako artikuluan:

“Zalantza-izpirik gabe “radio-isotopo” izeneko substantzien izaera kimikoa ezagutzeko, bario-gatz aktiboen kristalizazio zatikatua eta



Kaiser Wilhelm institutua. Bertan egin zuten lan Hahn, Meitner eta Strassmann-ek.

(2) Eka aurrizkiak, taula periodikoan izen horretako elementuaren azpian kokatzen dela esan nahi du.

hauspeaketa zatikatua egin ditugu. Bario-gatz hauek radioz aberastuta daude.

Kristalizazio zatikatuan zehar bario-gatzak radioz aberasteko bario bromuroa erabiltzen da... Hauetako esperimenduak guk prestatutako bario-prestakin erradioaktiboekin egiten zirenean emaitza negatiboa zuten. Erradioaktibitatea berdina zen bario-zati guztietan; gure metodo esperimentalen mugen barnean behinik behin... Gure "radio-isotopoek" barioaren ezaugarri kimikoak dituztela ondorioztatu behar dugu. Kimikari moduan hitz eginda, substantzia berriak barioa direla, eta ez radioa, esan behar dugu."

Datuak argitaratu aurretik Hahn-ek, Suediara erbesteraturik zegoen Lise Meitner-i idatzi zion (Lise Meitner-ek Alemania utzi behar izan zuen 1938.eko udaberrian Hitler-ek Austria bereganatu zuenean judu austriarra zelako). Hahn-ek kontatutakoak asko aztoratu zuen Meitner eta honek Danimarkan erbesteratuta zegoen bere iloba O.R. Frisch fisikariari haren eskutitza erakutsi zion. Honela kontatzen du Frisch-ek hortik aurrera gertatutakoa "What little I remember" liburu autobiografikoan.

"Akatsa?. Lise Meitner-ek ezetz uste zuen. Hahn oso kimikari ona zen, horrelakorik egiteko. Baina, nola sor zitekeen barioa uraniotik? Ordurarte nukleotatik protoiak edo helio-nukleoak (alfa partikulak) baino zati handiagorik ez zen erauzi eta honelako asko erauzteko ez zegoen nahikoa energiarik. Uranio-nukleoa berez, bi zatitan banatzea ez zen posible. Nukleoa ez zen hauts edo puska zitekeen solido hauskorra. George Gamowk, zenbait urte lehenago, tanta likido horren aldeko argudioak eman zituen. Tanta ez al zen gradualdi bi txikiagotan zatituko (hasiera batean luzatuz, eta erdialdetik hestutuz eta azkenik bi zatiak emango) bapateko haustura gertatu gabe? Prozesu honen aurkako indar handiak zeudela (ur-tanta bi tanta txikiagotan erdibi dadin eragozten duen gainazal-tentsioaren modukoa), bagenekien. Baina nukleoketa likido-tantek funtsezko desberdintasuna dute: nukleok karga elektrikoa dute eta gainazal-tentsioari kontrajarri egiten zaizkio.

Une honetan zuhaitz-enbor batean eseri ginen (aurreko eztabaida elurtutako basoan genbiltzala izan



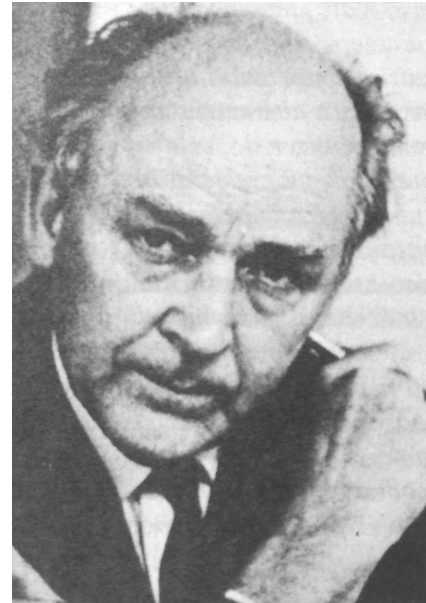
Lise Meitner

genuen; nik eskiak jantzirik neramatzan eta Lise Meitner-ek ez, eskiekin edo gabe abiadura berdinez ibil zitekeenaren tesia frogatuz) eta paper-puxka batean kalkuluak egiten hasi ginen. Uranio-nukleoaren karga, gainazal-tentsioa ia osorik gaintzeko adinakoa zela ikusi genuen. Beraz, uranio-nukleoa, kanpo-eraginik txikiak erdibitu eraziko duen tanta dardarkari eta ezegonkorrekin konpara daiteke.

Baina beste arazo bat ere bazegoen. Bi tantak banandu ondoren, elkarrengandik urrunduko lirateke aldarapen elektrikoaren kausaz eta abiadura handia hartuko lukete; energia handia alegia. Energia 200



E. Fermi



F. Strassmann

MeV-ekoa izango litzateke. Non zuen energiak iturburua? Zorionez Lise Meitner-ek nukleoaren masa kalkulatzeko formula enpirikoa gogoratu zuen. Uranioaren erdibiketaz osatutako bi nukleoak batera harturik, uranio zatigabea baino arinagoak izango zirela ikusi zuen. Diferentzia protoiaren masaren bostena izango litzateke. Einsteinein-en formularen arabera, $E = mc^2$, masa desagertzen den bakoitzean energia sortzen da eta protoiaren masaren bostena 200 MeV-ekoa da. Hortik ateratzen zen energia. Guztia bat zetorren!”

Frisch-ek bi egun geroago Niels Bohr-engana jo zuen eta Hahn-en esperimenduak eta Meitner-ek eta berak ateratako ondorioak ezaguterazi zizkion. Bohr txunditurik gelditu zen. Frisch-i gaiari buruzko artikulua argitaraturik egon arte fitxik ere ez zuela esango agindu zion. Dena den, Bohr hurrengo astean EEBBtako fisikarien bilerara joan zen eta bertan, ixilik ezin egonik, European gertatutakoa azaldu zuen. Orduantxe hasi zen eromena eta Europa eta Ameriketako laborategietan fenomeno berria ulertzeko su eta gar hasi ziren lanean.

Aurki, fisio nuklearra itzelezko energi iturri izan zitekeela bururatu zitzaion bati baino gehiagori. Betirako energia izango zuen gizarte berri bat hasi ziren amesten fisikariak eta fisikari ez zirenak. Baina laster baino lasterrago errealitatearen laztasunak amets beroak epeldu egin zituen eta Manhattan proiektuaren alaba izan zen Hiroximako bonba atomikoak esperantza etsipen bihurtu zuen. Fisika nuklearraren jaiotzan parte hartu zuten fisikari askori, Hahn berari ere bai, erraiak kiskali zitzaizkion sumindurik eta hartan lan egiteak merezi zuen ala ez galdetu zion bere buruari. Energia nuklear komertzialak ez zituen, hala ere, kezka lasaitu. Baina hori beste historia bat da.