

RAMAN:

EFEKTUA ETA ZIENTZILARIA

M.J. Barandiaran
&
I. Irazabalbeitia

1988.ean bi urteurren garrantzitsu ospatu ziren: Raman efektuaren 60. urteurrena eta Chandrasekhara Venkata Ramanen jaiotzaren mendeurrena. Bi urteurren horiek gogoratu nahi ditugu guk artikulu llabur honen bidez. Gainera, aurten beteko dira hogei urte zientzilari indiar handia hil zela.



Raman 17 urte zituenean

GURE arteko gehienontzat India lurralde misteriotsu eta exotikoa da; behi sakratuen eta filosofia bitxien herria hain zuzen ere. Irudi eta topiko guztiek bezala, aipatutakoak Indiako errealitatearen zati bat islatzen du, baina, aldi berean, beste zati handiagoa estaltzen du. Topiko horiek, India gaur egun zientzi aldetik potentzia handia dela (polimeroen munduan esaterako) ezkuta-

tzen dute. India zientzi alorrean potentzia bilakatzea posible egin zuen aitzindaritako bati buruz arituko gara. Raman-ek Fisikazko Nobel Saria eskuratzeaz gain (Asiako zientzi arloko lehen Nobel Saria bera izan zen), lan handia egin zuen Indiako zientzia eta teknologia bultzatzen eta suspertzen.

Hautzaro eta gaztaroa

Chandrasekhara Venkataraman 1888.eko azaroaren 7an jaio zen In-

diako Tamil Nadu estatuko Tirugua-naikagual herrixkan. Zortzi seme-alabetan bigarrena zen. Chandraekhara bere aitarena eta Venkataraman berari ipinitako izena ziren hurrenez hurren. Geroago, berak Venkata Raman idatzi zuen bere izena eta ondorioz Raman efektua daukagu eta ez Venkataraman efektua.

Bere ama Parvati Ammal zen; familia ezaguneko alaba. Aita, Chandrasekhara Iyer, lurjabe-familia batekoa zen eta fisika eta matematikazko irakasle zen.

ZER DA RAMAN EFEKTUA?

Raman efektua argiaren sakabanaketa berezia da. Raman efektua edo Raman espektroak ikusteko, lagina argi monokromatiko indartsuz argiztatzen da eta sakabanatutako argia iturriarekiko elkartzut aztertzen da. Raman espektroaren lerroen intentsitatea iturriarenaren %0,01 da gehienez eta ondorioz Raman lerroak detektatzea eta neurtzea zaila da.

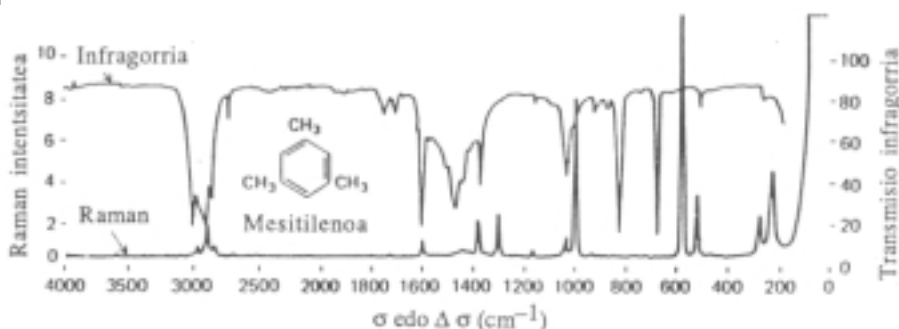
Raman espektroek zera adierazten dute: molekula baten funtsezko egoera eta lehen bibrazio-egoeren artean dauden energi trantsizioak. Hau da, funtsean Raman efektuak eta xurgapen infragorriak jatorri bera dute eta ondorioz Raman espektroak eta espektro infragorriak oso antzekoak izango dira. Hala ere, desberdintasunik badago. Xurgapen infragorriak molekula baten bibrazio-moduak dipolo- edo karga-banaketaren aldaketa asoziatuak egotea eskatzen du. Raman

efektuak ez du birbanaketa hori behar eta sakabanaketaren deformazio elastikoan gertatutako aldiuneko polarizazioa da erradiazio-igorpenaren kausa.

Laserra agertu arte korrante handiko eta presio txikiko merkurio-arkua erabiltzen zen argi-iturri moduan. Gaur egun, helio/neonezko laserrak erabiltzen dira.

Raman espektroak infragorri-espektroen modu beretsuan erabiltzen dira; molekulen egitura identifikatzeko alegia. Izan ere, molekula bakoitzak, oro har, espektro berezia du. Alabaina, molekula organiko konplexuen kasuan Raman espektroak ez dira hain ezaugarritsuak eta kasu horietan molekulak identifikatzeko ez dira horren erabilgarriak.

Bestetik, Raman espektroskopiak abantaila nabarmena du infragorritzakoarekin konparatuz. Raman espektroak arazorik gabe lortzen dira ur-disoluzioan.



Mesitylenoaren Infragorria (goian) eta Raman espektroak (behean). Ikus daitekeenez, bi espektroetan bandak antzeko tokitan agertzen dira nahiz eta desberdintasunik egon.

Ramanek bere aitarengandik jaso zituen zientzia eta musikarekiko zaletasunak. Bere aita irakasle zen eskoletan jaso zuen oinarritzko hezkuntza eta Madrasede *Presidency College* delakoan egin zituen unibertsital ikasketak. Oso ikasle azkarra zen eta 1904.ean, 16 urte zituelarik, BA maila lortu zuen.¹

Ikasketak osatzera Ingalaterra joan zedin gomendatu zioten bere irakasleek (Indiako ikaslerik onenek Britainia Haundian osatzen zuten beren ikaskuntza, garai hartan), baina ezin izan zuen joan; medikuak bertako klima hezeak hil egingo zuela esan bait zion. Beraz, *Presidency College*an segitu zuen ikasten masterra lortu arte.

Urte horietan ikerketa-lanetan aritu zen eta *The Philosophical Magazine (London)* aldizkari ospetsuan bi artiluku argitaratzea lortu zuen. Gertaera handia izan zen hura. Alde

batetik, hemezortzi urte bete gabe fisikazko bi arlo desberdinetan artikulua bana aldizkari ospetsu batean inoren laguntzarik gabe argitaratzea ez zen erraza. Bestetik, zientziak ez zuen oso egoera ona Indian eta esaterako *Presidency College*an ikerketarik ez zen egiten.

1907.eko urtarrilean lortu zuen Ramanek masterra 18 urte zituelarik. Bere ikasketa guztiak Indiatik irten gabe egin zituenez, oso zaila zen zientzilari-lana aurkitzea eta bere irakasleek Finantz Sailerako funtzionari-azterketa egin zezan gomendatu zioten. Examinatu egin eta lehen postua eskuratu zuen.



Raman eta Raman espektrometro bat

¹ Hezkuntz sistema britainiarrean, BA maila unibertsitatean hiru urte egin ondoren lortzen den titulua da. Bost urte eginda masterra lortzen da.

Kalkutan

Garai hartan Indian zeuden ohituraren aurka jokatu, berak aukeratu zuen emaztea eta ezkontzarako pres-takuntzak egin zituen. Hamairu urte t'erdia zituen Lokasundari Ammal-ekin ezkondu zen.

1907.eko ekainean joan ziren ezkonberriak Kalkutara eta Raman Finantz Sailean hasi zen lanean. Egun batean etxerako bidean *The Indian Association for the Cultivation of Science* zioen txartela ikusi zuen ate batetik zintzilik. Atea jo zuen eta 25 urtez bere laguntzaile izango zen Ashuntosh Dey-k zabaldu zion atea. Ramanen begien aurrean hautsez betetako ikasgela bat eta laborategi bat agertu ziren. Ramani zeruko atea ireki zitzaizkion hura ikusi zuenean; bere ametsa, ikerketa egitea alegia, betetzeko modua ikusi bait zuen.

Bertan ikerketa egiteko baimena eskatu zuenean, besoak zabalik hartu zuten eta laborategiko giltzak eman zizkioten. Ramanek ikerketa-lan oparoari eman zion hasiera eta urte askotan *210 Bowbazar Street* helbide ezaguna izan zen zientzilarientzat.

Asto moduan egin zuen lan. Hau zen eguneroko bete ordutegia: goizaldeko 5,30etan Elkartera joan; 9,45etan etxera itzuli; bertan bainatu eta gosaldia; ondoren taxi bat hartu eta lanera joan arratsaldeko 5ak arte; lanetik Elkartera joan eta bertan lan egin 9,30 edo 10ak arte. Igandeak oso-osorik laborategian igarotzen zituen.

Hamar urte egin zituen Ramanek Elkartearen laborategian lanean eta denbora-tarte horretan 30 artikulua argitaratu zituen zientzi aldizkari desberdinetan. Soinua ikertzen ihardun zuen batez ere.

Unibertsitatean irakasle

1917.ean Kalkutako unibertsitatean fisikazko katedra eskaini zioten. Nahiz eta postu berrian Finantz Sailean irabazten zuenaren bostena bakarrik irabazi, oso gustora hartu zuen eskainitako katedra. Katedra hartan 16 urtez aritu zen.



Raman Nobel Saria jaso zuen urtean

1921.ean Ingalaterrako Oxforden Britainiar Inperioko unibertsitateen bilera egin zen eta Ramanek bertara joatea erabaki zuen. Bere ikerketa-karreraren mugarri izan zen bidaia hura. Oxforden garai hartako britainiar zientzilaririk handienak (J.J. Thompson, E. Rutherford eta W.H. Bragg besteak beste) ezagutzeko aukera izan zuen. Ingalaterran argiaren sakabanaketan (dispertsioan) lanean hasteko erabakia hartu zuen eta erabaki hori oso zuhurra izan zen, Raman efektua aurkitzera eraman zuelako.

Indiarako itzulera-bidaian hasi zen ikerketa-lerro berrian lanean. Itsasoaren kolore urdina atmosferaren kolorearen isladaren kausa zela uste zen garai hartan. Indiarra zerman itsasuntzian eginiko esperimentu erraz baten bidez Ramanek itsasoaren kolore urdina urak eragindako argiaren sakabanatzearen kausaz sortzen dela frogatu zuen. Aurkikuntza-

ren berri *Nature* aldizkarira ohar baten bidez bidali zuen. Oharrak postaleriazorako helbide xelebrea zuen: *S.S. Narkunda, Bonbaiko Portua*.

Raman bestalde nahikoa harrokoa zen eta esaterako Londreseko *Royal Society*ko partaide egin zutenean, Kalkutan egin zitzaion zorionte-festan, bost urteren buruan Nobel Saria eskuratuko zuela esan zuen. Gutxigatik huts egin zuen.

Raman efektua

Indiara itzuli zenean argiaren sakabanaketa aztertzeari buru-belarri lotu zitzaion. Lan horren fruitu artikulua-mordo handia eta Raman efektuaren aurkikuntza izan ziren. 1928.ean egin zuen bere aurkikuntza itzela.

Raman sakabanaketa (efektua) oso ahula da (ikus errekoadroa) eta ikusten zaila. Gaur egun, argi-iturri indartsuak (laserra), oso detektagailu sentikorrek eta oso optika oneko espektrometroak erabiltzen dira. Rama-

nek ordea, oso tresneria simple eta erraza erabiliz egin zuen lan. Argiturria eguzkia zen; espektrometroa poltsiko-bertsio simple batekoa eta detektagailua giza begia.

Honelakoa zen esperimentua. Eguzki-argia laborategiko sapaian zegoen heliostato baten bidez biltzen zen eta oso ondo purifikatutako likido kolorega zuen anpulu batean fokuratzen zen. Argia laginera iritsi aurretik argi urdina bakarrik zeharkatzen uzten zuen iragazki batean



Raman bisitarietako Raman espektrometroa erakusten bere laborategian

zehar pasarazten zen. Anpuluari albo batetik begiratzen zitzaionean, argi-izpiaren ibilbidea ikusten zen likidoan utzitako arrasto urdinagatik. Laginetik zetorren argiari argi urdina zurgatzen duen iragazki batean zehar begiratzen bazitzaion, arrasto urdina desagertu egiten zen, baina artean uhin-luzera luzeagoko oso kolore-arrasto sotila ikusten zen.

Zenbait urtetan oso arrasto sotil hori ezpurutasunen batek sortzen zuela pentsatu zuen Ramanek. Dena den, bi gauzek konbentzitu zuten Raman horren ezintasunaz. Alde batetik, arreta handiz purutatutako 80 likido desberdinetan geratzen zen eta oso harrigarria izango zen ezpurutasun bera likido guztietan egotea. Bestetik, glizerina erabiltzen zenean sakabanatutako argia berdea zen eta

oso polarizatuta agertzen zen.

Ramanek honakoa ondorioztatu zuen: sakabanatutako argiaren zati batek uhin-luzeraren aldaketa pairatzen zuela sakabanatze-prozesuan zehar.

1928.eko otsailaren 27an, Ramanek argiaren ibilbidea espektroskopio batean zehar ikustea erabaki zuen. Tresneria prestatu zutenerako eguzkia ezkutaturik zegoen eta biharamunerako utzi behar izan zuten saioa. Otsailaren 28an Raman efektuaren lehen behaketa egin zen. Argiaren

ibilbideari espektroskopioan zehar eta bigarren iragazkia erabili gabe begiratu zion. Sakabanatutako argiak argi erasotzailearen kolore urdina zuen, baina espektroan banda ilun bat ere agertzen zen. Egun berean, eguzkia baino argi-iturri indartsuagoa erabiltzea pentsatu zuen. Horretarako merkurio-arku bat prestatu zuten.

Merkurio-arkuak nahikoa argi indartsua sortzen du eta espektro-lerro gutxikoa gainera. Arkuak erabili zutenean, bentzenozko laginaren espektroak argi erasotzailearen espektroak ez bezalako lerro erakusten zituen. Argia uhin-luzeraz aldatzen zen beraz.

Biharamunean, Kalkutako egunkari baten bidez eman zuen aurkikuntzaren berri. Aurkikuntza zientifikoaren berri prentsaren bidez za-

baltzea ez da, beraz, gauza berria.

Nobel Saria

Raman efektua aurkitzeagatik eman zioten saria 1930.ean; aurkikuntza egin eta berehala beraz. Egoera hori ez da ohizkoa Nobel Sarien kasuan. Ondorioz, berehala-kotasun horrek aurkikuntzaren garrantzia azpimarratzen zuen.

Ramanen harrokeriaren beste zertzelada bat honako hau da. Nobel Sariak azaroan iragartzen dira normalean eta abenduaren 11n banatu. Indiatik Europara itsasuntziz etortzeko oso denbora-tarte txikia zen; txartelak lortzeko zailtasunaren kausaz batez ere. Urte hartan, saria emango ziotela seguru zegoelako edo, uztailan erreserbatu zituen Europarako untzi-txartelak.

Bangaloren

1933.eko apirillean Kalkutako unibertsitatea utzi eta Bangaloreko Indiar Zientzi Institutuko zuzendari moduan hasi zen lanean. 1937.ean zuzendaritza uztera behartu zuten, baina irakasle moduan 1947ra arte egon zen bertan.

Urte horretan, Institutua utzi egin zuen eta Bangaloren bertan Raman Institutua sortu zuen. Arazo ekonomiko larriak gainditu behar izan zituen, baina handik eta hemendik dirua lortu zuen bere ideia martxan jartzeko. Bere institutua mantentzeko diruak ez zituen gobernutik lortu nahi, horrela ikerketa independenteago aurrera eraman zezakeela uste zuelako. Institutuaren arazo ekonomikoak aurre egiteko, bere ikasle baten aholkuari jarraituz, kerosenezko lanparentzako atorrak egiten zituen lantegi bat sortu zuten. Lantegi horrek ematen zituen etekinekin mantentzen zuten institutua.

Bere bizitzaren azken urteak oso ilunak izan ziren. Bere baitara asko itxi zen eta kanpoko munduarekiko erlazioak utzi egin zituen. Azkenik, 1970.eko azaroaren 21ean hil zen Bangaloren. N