

Physica Berriaren Problemat Batzuei Buruz

Federiko Krutwig

I. TAT-TVAM-ASI

Indiako Philosophian hitz hauietaz *azken-egia* formulatuta ediren dezakegu. Mundua guk geuk egin dugun bezala begien aitzinean agerten zaiku, geronek geure irudipenaren egileak baikara. Lekhoreko mundua, hala egina da, nola geuk egiten baitugu, barnako mundua gure egilea dateke ber huntan geu zathi bat baizen ezpaikarateke.

Egungo Physikak ere kanpoko mundutik guganatzan diren impulsuak symbol batzu bailiren interpretatu behar ditugula irakasten derauku. Physika Berriaren Historian, bertze Kulturaren alhorretan bezala, paradoxa bat ethorri zitzaikun. Einsteinek Physika klasikoa subiektuaren kondizionetatik libratu nahi ukhan zuen. Askatasun hunen bilha ioan zen... eta ondorioa Physika subiektuaren mundua baizen etzela ikhusi behar zuen. Zio hunengatik ere Sir Arthur Eddington famatuak egungo Physika Berria Kanten "Razoin Soilaren Kritikan" fundatuta zegoela erran zezakean, bainan limitazio batetaz, Schopenhauerek bere "Mundua Gogoa eta Irudipena bezala" izeneko liburuan, Kanten kritikari egin zeraukon irazitaz.

Kantek bere Kritekez Philosophia berriro Idealismuaren bideetarak ekharri zuen. Egiazko Philosophia Idealismua dela erran dirogu egun dudatzeke.

Aristotelen giblean sorthu zen Akademismua eta Skholastikak gure Mendebal-aldeko Philosophiari tinkotasuna eta iakintzako mugak eman derautzate. Hortakotz ere, egun Europako Philosophia Indiako Philosophiaz erkatzen baldin ba dugu, Mendebaleko Filoso-

phiak iakintzazko zehaztasuna erakusten duela ikhusten dugu. Motivu hunengatik Indian ere, Philosophiari buruz egun agerten diren liburuak tinkotasun horri datxizko.

Hemen hasten naizen paragraphu huntan, Indiako Philosophiaren egia batzu, Europako Mendebaleko tinkotasunak irakurlearen begien aitzinean ibeni nahi ditut.

Zoritzarrez! gure Ekhisargiko Philosophia egun Materialismuz betherik dago; eta gizonak materialismuaren konzeptuez pentsatzen, gogoratzen eta interpretatzen dute. Batzuen aburuz Materialismua pentsatzen duenaren kondizino primaria dela uste dute. Haur ezta egia. Edozein humek gurasoak ganik eta bizi den Gizartea ganik pentsatzeko moldeak hizkuntzaz eta kulturaz bereganatzen ditu. Mendebaleko Kultura materialista izaiki-eta, gure Kultur-Obu huntan Materialismuaren bidean barna ezagumenak guganatzen ditugu. Geroz Materialismua, gure Materialismua, bigarren Natura bilhakutzen zaikegu. Nola gazteak direno, zuhamuei forma artifizial bat eman baitiezakeegu, halatan ere gizakiek Kulturaren bidez bigarren Natura izan dakidikeen eredia har dezakete. Hunelako formak beraz ez dira "naturalak"; alegia: Naturak emanak. Hunen arauz ere, Physika Berriaren basia zein den eta haren muina zetan datzan erakhutsi nahi den guztietan, Physika Klassikoaren bidez antolatu gizonak gaizkienik hulerturen dutela ikhusten da. Hekiek Physika Klassikoaren bidez spiritua eredutu baitute, eta Idealismuak Physika Berriari emanikako konzeptzinoa beretzako etzezakete; konzeptzino zaharra heien bigarren Natura bilhakatu da-ta. Hemen ere "Tat-tvam-asi" delakoaren aspektu bat genedukake, ezen batbederak bere norberatasuna eratu baitu eta hura heina baita.

Beraz, Europako Mendebaleko Kultur-Obuan iaio garenok Idealismuaren guganatzekotz menderik-mende guganat jin diren aurrephaiak khendu behar ditugu. Anhitzetan aldaratze haur galtzai handia bailizen sentitzen dugu. Hauxe alpherkeria baizen ezta, zeren-eta ohidurak eta inertiak gugan antxinadanik ekharrirako eskurantzak reklamitzen baititute, gure gaztaroko bideetan gainti eta methoduez ibilli nahi ukhaiten baitugu.

Philosophiaren Historian Theoriak eta Skholak taldeka antolatzen ikasi genituen. Huntarat, alde batetan Empeirismua ezarri genuen eta bertzean —huntaz kontrakoa bailizen— Idealismua. Emperismuaren maxima "Nihil est in intellectu quod prius non fuerit in sensu" argi ta garbi ikhusi genuen. Zentzuen bidez iakintza ta ezagutza guztia guganatu zatekean eta empeiria intelektuaren bidez antola genezakeen. Kanten aburuan Ezagutzaren muina empeiritik dator, bainan empeiri hunek ezta zentzurik, bertzaldean dagozen kategoriek antola

ezpalezate. Kategorien bidez mundua interpretatzen dugu. Lekhoretik ethor zekiguna muina zatekean, bainan muin haur, interpretatzearen gabe ezer ere ezlizateke; behain, interpretazino huntaz haraindian zer legoken eztazagugu, ez eta nehoiz ere eztirogu iakin. Hunen arauz, Physika subjektuaren ezagupenen interpretatzea baizen ezlizateke, Ezagupen haukiez harandian legokeanaren iakitea ezina dateke. Hunelako iakintza bat Erdi-Zaroko Ontologia lizateke. Beraz hitz hauk bereizi behar ditugu eta aurkaz-aurka ezarri, zeren batzuetan heien erran-nahia Philosophi-Skholetan nahasten baita. Ontologia, beraz, Ezagumenaz haraindiko legeen iakitea lizateke; Metaphysika, aitzitik, Physikaren phainomenei zentzun emaita da.

Buddhak Indian irakatsi zuen (Yânâ delako) bidean gainti mundua subjektuaren irudipena baizen eztelakoaren ikhustea mundu hunen lokarien eta uzkalduen ezerezteko lehen urratsa da. Mundua lilura ta hoila baizen ezte la ikhus dirogunean hari datxizkon lokariak valio-gabeko gauzak bezala iaurtikiten baititugu.

Idealismuan basia duen Gnoseologi haur ere Physika Berriaren oinharria da. Lehen materia *berex* zegoen zerbait zela onhartzen zen. Haren berez-egoiteak anhitz problemat ezarten zituen. Materia berez-izaitte batetaz izan ba dadi bethikorra ala egina bide da. Aristotelek Peri phúseo:s akroáseo:s izeneko liburuan problemat huni soluzino dialektiko bat eman zeraukon. Higitzen denak high baldin ba dadi —zioen— bertze motor batetik bere movimendua hartu bide du. Hunen araura motor bakhoitzak bere aurrean legokeien bertze motor batetik higikuna hartzen duke. Erran dudanez, Aristotelen soluzino haur soilki eta thipilki dialektikoa izan zedin. Gure pentsaketan —eta hauietan soilki— lehen motor bat ibeni behar genuen. Bainan Logikan dena ezta berez Physikan eta Logikazko froga bat ezta metaphysikoa edo fisikoa. Behain lehen Motor delakoaren froga Theologian sarthu zen. Kantek bere Kritikan dathorzen Antinomietan froga huni aitzintz mintzo zen eta haren bidez ezer ere erakhuts eztekelera erakhutsi zuen. Zio logiko baten bidez, huntaz kontrako soluzinoa ere zilhegi baita, gure pentsaketen motoren aitzinean bertze motor bat ere bethi egon litekelakotz.

Materialismuaren konzepezinoaren bidez bertze problemat batzu sortzen ziren. Kanpoko mundua hylezkoa, materialezko baldin ba dadi, nola egon liteke sprituzkoa den hulertzea galde egiten zeraukon Malebranchek bere buruari. Eta hunen argitzekotz soilik soluzino bat ediren zezakean. Iainkoak hulertearen lipar bakhoitzean mirari bat egiten zuen. Etzekien bertze athera-biderik. Egiaren erraiteko Materialismu zaharrak bertze athera-biderik eztaduka. Nola bada Gnosia aitzinatzen da? Nola bada, Kanpoko munduaren ezagupena gugaratzen dugu?

Hinduek izaike guztietan bi azal ditugula dioite. Barnako aurpegia ta Lekhoreko aurpegia. Barnako aurpegia *âtman* hitzaz iakin-arazten dute, kanpoko aurpegia *mâyâ* dela dioite. *Atman* hitzaren erran-nahia sankritaratik bertze hizkuntzetarat hunla itzuli izan zen: autós, self, selbst, svoistvo... etc. Hitz haur orain dano ere, Indiako hizkuntza berrietan erabilten da, euskaraz *buru* hitzaz expresatzen dugun konzeptuarentzat, haur da reflexivuaren erakustekotz. Adibidez, hindustaniz “Main âpto dekhta hun” phrasia euskaraz hunla itzultzen da: “Nik burua ikhusi dut”. *Ap* pronomen haur *âtman* hitzaren evoluzinoan baizen ezpaita. Persaraz hunentzat *khud* erraiten da (Phrasis hura persaraz: *Man khud-râ dide-am* lizateke). Beraz atman konzeptua, izaike bakhoitzaren norberetasunaren expresatzekotz erabilten da.

Atman hunen ikhertzea “upanixad” izeneko liburuetan aurkitzen dugu, zeintan egiazko izaita gure barnan dugun egia dela erraiten baita. Kanpoko mundua hoilaz bertze ezta. *Mâyâ* higitzen den kanpoko mundua da, nehoiz ere forma berdinek eztuen irudia, berez lilura den ezagutza. Bethikozko tankera atman-gan dago, atman izaita batbederaren batasuna da, izaike guztiek, halarik ere beren artean bertze orobatasuna dute, *brahman* hitzez iakin-arazten dena. Brahma eta atman izaita bat eta berdina direlakoaren ezagutza eta ikhustea Hinduen Philosophiaren io-muga gorena da.

Ekhisargiko Mystiko girstinoek ia-ia berdina zioiten. Mystikoek iainkoagazko batasun mystiko bat bilhatzen zuten. Iondoni Ioanes Gurutzekok ere hunela kontatzen derauku. Halarik ere, Indiako mystikoak Europako mystikoakaz erka baldin ba ditzagu, differentzia bat nabari izanen zaiku. Europako mystikoentzat batasun mystiko huntan iainkoa (barnako gauza guztien Batasun gorena izaike-arren) eta mystikalaria gauza bi geratzen dirade. Hulerbiderik askotan gainti derrakute haur. Mystikoa ur-xortha bat dateke, zeina iainkozko itsasoan satzen baita, bere norberatasuna galtzekotz. Hunen erkatzean Indiako Mystikan *atman* eta *brahma* gauza berdintsua dela erraiten da, heien arteko differentziarik ezlegoke. “Ni Brahma naiz” phrasian Indiako Philosophi mystikoaren helburua iben dezakegu.

Itzalgiko Idealismuan Schopenhauerek berdina zioen, zoinentzat izaike guztien norberetasuna itu den Gogoia baita. Maya, alemanarazko *Vorstellung* hitzaz itzuli zuen. Egitan mundua itsuki aitzinaten dateken Gogo (nahiz Guraria=*Wille*) bat baizen ezta. Gurari hunen katibuak *Mâyâ* sortu diren humeak gara. Gurari hunek —Kronosek bezala— munduan ezarten dituen semeak bata bertzearen atzean, iaten eta ezerezten ditu. Parabola haur gehitzen zuela, zioen, ezen Kronosi seme bat sorthu zitziola munduari gizonaren Razoina sorthu zaiketon bezala, eta razoin hunek Zeusek Kronosen erreinua bukatu zuen bezala

zentzugabeko egokeraren urhentbururaino ethorri den Mâyâ ezaba lezakela.

“Tat-tvam asi” phrasiâz beraz, mundua batbederaren sentimenak ikhusten eta sentitzen duen arauetako dela erran nahi genuen. Ber lagina Physika-Berriak diosku, eta puntu huntan Hinduismuaren egia eta irakaspenak beretzakotzen ditu. Gure sentzuek koloreak sentitzen dituen lekhuetan, formak ikhusten dituten tokietan berez, indar-relazinoen aldatzeak baizen ezlegezke. Geuk *alkhia* hitzez gure buruari representatzen deraukoguna berez nehoiz ere eztago. Hitz huntaz fikzino bat baizen eztagu eratzen. Lekhune huntan ezpaitago indar-relazinoen aldatze bethikoa baizen; lekhune huts bat da, eta huntan tarte phantastikoetan energi-quantak elkharganutzen eta elkharganditzen dira. Relazino haukien adirazteko formula matematikoak darabiltzagu, halarik ere formula haukien baloreek atomuen kopuru handi-handientzat baizen ezteute baliorik, nehoiz ere ez atomu bakharrentzat. Kausalitatearen legea eztagoke, ezteute zigurtasunik. Orain arte ukhan genuen munduaren representazinoa aldatzen zaiegegu; haur baino gehiago, Atomu-Physikaren bidez mundua medeatu behar dukegu. Planu philosophikoan ere, galdara importatagoa iaikitzen zaiku, ea orain-arte erabili ditugun matematikazko formulak egiazkoak direnz. Problemant hunen araura Buddhismuak ere galde egiten zuen, ea objektu batetik egiazko representazino bat har zitekenz, subiektua representazino hunen eratzean egon ba dadi. Haur da, gure intelektuak bere funtzinoak ikher ditzazkenz.

Halakotz, Physika Berriak gizonaren adimenari buruz skepsis handia daduka. Haur da, subiektu-objektu relazinoan zer den egia; ala hulertzearen bilhakatzea transzendentala denz, kausalitateko lege haraindian ibeni behar dugunz.

Beraz Atomu-Physika Buddhismuaren *Sunyata* (hutstasuna) delakoaren erakhistekotz ethorri zaiku.

Hemen ere bertze paradoxon bat dathorku. Physikaren bidez kat' exokhen idealista den Philosophiari ethorri gatzakio. Idealismu hunek materialismua ukhatzen du. Materialistek orain dano bethi heien laguntzarako iakintzak deitzen zituten... eta iakintza haukiek orain materialismua ukhatzen dute.

Bertze sentzu batetan Materialismua eta Idealismua bateratzen dira, khidetzen dirade. Materialismuak bethiereko legeak ezagut gennitazkela zioskun. Bainan orain lege hau kanpoko munduaren hylea bezala, gure ikhertzeetan gainti lanhoa baino guttiago bilhakatu dira. Egokera huntan orain mundu berrian gaude. Behar bada egokera huntatik ere Ethikaren bidez soluzino bat ediren genezake.

II. MIKROKOSMUAREN PHYSIKA

Gure ikhertzetan munduaren azken oinharrien bilha ioan ginenean, materia ikhertu nahi genuenean, gorphutzen azken elementuak molekula izeneztatu genituen korpuskulak zirela ikhus genitzakean. Behain azken molekula haukiez haratago, atomuak zegozen, haur da korpuskul ezin-ebakizkoak. Physika berriak atomu hauk ere azken zathiak ez tirela erakhutsi derauku, eta atomuak baino ttipiangoak diren oinharriak dagozela irakatsi derauku.

Atomuaren zathi hauk neutronak, elektronak, protonak eta positronak dira. Heien definizioeak hauk lirateke:

- a) Neutronak: Massa, elektrikazko zamaren gabe
- b) Patronak: Massa, elektrikazko zama positivuaz
- c) Elektronak. Haukiez ez tute massarik. Heien elektrikazko zama negatibua da. Hortakotz batzuetan ere negatronak izeneztatzen dira.
- d) Positronak: Elektron positivuak.

Hauk izan zitezken materiaren azken oinharriak. Hunla uste genuen. Hauien bidez atomuen harmoni admiragarri batetarat heldu ginela uste ukhan genuen. Ba zegoen atomuetan nukleu bat, neutron eta protonez egina. Atomuaren nukleu inguruan bira-biraka proton bezainbertze elektron zebiltzan. Atomuaren pisua nukleutik zethorren, elektrikazko zama axalezko elektronetatik. Bohr fisikolari danimarkarren aburuz elektronen bideak obuak ziren. Nukleua obuaren erdiko-punktuan zegoen. Hemen ere Makrokosmotik hartzen genuen representazino bat generabilan, nukleua iguzkia zen eta elektronak planetak. Bainan gauzak hurbiletik ikhustenago eta ikhertzenago, hemen pintatu genuen taulak hutsegite batzu zeduzkan; atomuak hoin obuak gyratzen ezpaitziren. Sommerfeld-entzat elektronen traiektoriak elliptikoak ziren, eta ellipsisiko erdi-puntu batetan atomuaren nukleua zegoen. Ellipsis haur, huntaz gainera, etzegoen geldirik, traiektori guztiak ere obuak, erdi-puntu hunen inguruan gyratzen baitziren.

Atomua astunago eta traiektorien kopurua handitzenago zen. Taula huntan argiaren phainomenoek ere bere explikazinoa zuten. Argia atomuaren barnatik zethorren. Motivu ez-ezaguetatik traiektori batetan gyratzen zen elektron bat, barnago dagoen traiektori batetarat iausten zenean, atomuaren barnatik argi-izpi bat agerten zen. Argiaren komponente tipiena photona izeneztatatu genuen.

Eta argia zer da? Argiaren problemat haur Physika berriaren problemat erdikoa bilhakatu zen. Ioandako mendeetan Physika Klassikoan bi teori ukhan genituen, Newtonena eta Huygensena. New-

ton-ek argia korpuskulak zirela erran zuen. Huygens-ek ozkak. Lehenik Newton-en izen handia zela-ta, fisikariek korpuskulen teoriiaz geratu ziren, baina geroz phainomenon batzu ozkaren teoriaren bitartez hobeki explikatzen baitziren, Huygens buruzagitu zen.

Physika berrian, phainomenon batzuek ozken teoriaren bidez eta bertze batzuek korpuskulen teoriaren bidez azalpen hobea zutela ikhusi behar genuen. Hemen berriro harzaratzen ginen-a?

Hunen araura Indeterminazioaren Theoria sortu zen. Argiaren egiazko izateak bethi iges egiten derauku. Hoin poliki antolatu genuen atomuaren taula, orain zer zen? Eta materia, nahiz hylea, zer zen? Argia elektronaren barnatik iaotzen zen ozka zirudien. Haren naturaren araura energi-alhorren desplazamendua zen. Egitan ozka berez etzegoen... baina hunela izanaz gero, nola aitzinat ziteken Kosmosko lezeetan?

Einsteinen Teoriaren araura lehen hoin aiphatua izanikako aithera (*aithé:r*) gezurrezko irudipena bilhakatu zitzaikun. Atomuen barnatiko influentzia hau lekhune infinitukiro-ttipietan ekhintzen zuten; baina heien ekhinta etzioan lekhune infinitukiro-ttipiez harantz. Atomuak, ezer-ezaz betheak dagozela ikasi genuen... Erdian puntu batetan biltzen zen atomuaren bortxa-pisu-emaila guztia... baina atomuaren handiera elektronen traiektorien rhadioaz kontaktzen zen, behain elektronak pisugabeko ekhintzak baizen etziren.

Orai-arte antolatu genuen atomuaren taula bakhunak, bere bakhuntasuna galtzenegi zuen; haur baino gehiago, lehen materiaren oinharriak bilhatu genituen... eta materia ezer-eza bilhakatu zitzaikun.

Schroedinger fisikariak, ozka teoriaren eredu berria ekharri zuen. Physikaren ozkak gure adimenduaren sostenguak baizen ezpaitziren; atomuaren ozkak probabilitatearen ozkak dirade eta hunelako probalitateaz geuk geure mundua ordenatzen eta eratzen dugu. Matematikan iadanik ezagutzen genuen "Matrixen kalkularen" bidez probabilitate haien erakhusteko forma polita genuen.

Eta gure representazinoko azken-oinharria zatekean materia zer bilhakutzen zen? Hyle haur ez-othez-en Aristotelentzat eta geroagoko philosophuentzat munduko lekhortasunaren sostengua? Zerbait zela uste ukhan genuen materia, gure eskuetan ezereztu zen; materia etzegoen nabaski.

Huntaz berriro Buddharen irakaskintzarat itzultzen gara. Buddhak 2.500 urthe duela kanpoko mundua Ni-ideiaren aurkhezpena baizen etzela ba zuen erran. Geuk ere orain, Physika Berriaren bidez, munduan guztia gure sentzuez egina zela ikhusi behar genuen. Physikako lege guztiak subiektuaren pentsamenduaren legeak dirateke. Hunela

izanaz gero aihar gara mundua gure pentsamenduak egina dela erraiteko.

Physika Berria azken-oinharrien bilha zioala Kritikaren bidez aitzinatu zen... eta gure problematen soluzinoen gibelean bertze problematak agerten zitzaizkigun, eta problemat hauk geroago ta are handiago ziren.

Europar hobekien Buddhismuaren ideiak hulertu zituen dudarik gabe Schopenhauer izanik da. Philosophu alemano hunek, problemat huni soluzinoaren emaitetekoz munduak bi aspektu zituela erran zuen. Barnakoa egiazkoa, iakintza mystikoaren bidez ardiets dezakeguna... eta kanpotiko fitskeriak, bertzea.

III. QUANTEN THEORIA

Planck fisikariaren energi-quantuaren deskubrimentua mende hunen hastapenean egon da. Geroztik, lehenik ikhertzeak astiro zioazen, bainan geroago bethi laisterrago ioan ziren... eta ikhertze hauien bidez Physika-Berria sorthu zen.

Planckek "bero-ozken" emissinoen ikhertzeetan Naturak iauzika ekhiten zuela ikhus zezakean. Hola, Physikaren Historian lehen aldiz Makrophysikaren eta Mikrophysikaren artean dagoen differentzia guztiz argiro nabari zitzaikun. Ordudano Natura interruptzinoen gabe aitzinatzen zela uste ukhan zuten fisikariek, bainan ekiz, Mikrophysikaren legeak bertzelakoak zirela admittitu behar zen. Mykrophysikaren enthelegatzekotz konzeptu berriak eratu ta eredutu behar ziren.

Atomuaren legeak hoin bakhunak etzirela nabari zitzaikun. Bohrek bere korrespondentziaran printzipiaz, halarik ere, Makrophysikaren eta Mikrophysikaren bitartean dagoen differentziak hoin handiak etzirela eta ahantza zutela erakhutsi nahi ukhan zuen. Prinzipi hunen araura, Physika klassikoaren exemplua argibide bezala uzten zen, bainan Theori berriarentzat iarraibide bat bezala onhartzen zen.

Programmat haur Quanten-mekhanikan bethe izan zedin. Theori hunen egilea Heisenberg izan zedin. Matematikazko matrixen bidez atomu-Physikaren regularitate quantitativua formalismu abstraktu batetan ezarten da. Matrix haukien bidez simbolikokiro kalkula diteke, haur da, bi matrixetatik produktu bat edo summa bat athera diteke. Hunla Mekhanikako ozken-legeak aequazino simbolikoetan formula litezke, Mekhanika klassikoaren korrespondentzia hertsienaz.

Schroedinger, ia helburu berdinerat bertze bidetan gainti heldu zen. Hunen bidearen hasteko punktua De Broglieren Materia-ozkak ziren. Planckek atomuen radiazinoaren emissinoa iauzika zebilela erakhutsi

zuenez geroztik argiaren izakeran etzegoen dudarik, halarik ere Einsteinen argi-quantak izeneko zathitto ezin-ebakizkoak ere ba zirela ikhusi behar zen eta hunen bidez argiaren dualismua ikhusi zen. Hemen ere Physika klassikoaren bidez ezin enthelega ditekzen exemplu bat dugu Mikrophysikan, De-Broglieren aburuz materialek —adibidez katoduen-orzmeak— hunelako natura bikhoitza zedukaten. Haur da korpuskulezko kharakterez batera, ozken qualitateak zeduzkaten, Schroedinger aburuen aruara atomuen mekhanikan elektronen ozka-qualitateak forma exaktu batetan ereduta dagotzi. Mekhanika haur ozken mekhanika izeneztatu zen. Haren resultatuak eta quanten Mekhanikarenak ia bethi berdinak ziren.

Bi theori haukien ondorioa bezala, Mikrophysikan kausalitate zehatza eztagoela ikhusi dugu, Atomuen ekhintzak bethi statistikaren bidez interpretatu behar ditugu. Makrophysikan hunelako interpretazioak bethi kausalitate zigurraren araura hala ere nabaritzen zaizkigu.

IV. GALAXIAK

Gau batetan gure buruaren gainean zeruari behatzen deraukoguean izarrez bethea dakhusagu. Gure begiez ikhus ditzakegun izarretan gehienak halarik ere gure izar-systemarenak dira, gure galaxiarenak. Berhain, konstellazino batzuetan “izar-lanhoak” ikhus ditzirugu. Izar-lanho hauk urrun-urrun dagozen izarren taldetzak dira, gure galaxia bezalakoak. Galaxi hurbilena Andromedako galaxia da. Galaxi hauk teleskopuaren bidez sorozten ditugunean, forma geometriko batzu ditutela ikhus dezakegu, gehienetan spiralak baitira. Hunelako izar-lanhoek spiraleko forma dutenean spiral-nebulosa izeneztatzen dira.

Nebulosa hauk gyratzen dira. Erdian nukleua dago eta gero erdi-punktutik lekhorantzago besoak formatzen dira. Beso hauk rotazioaren bidez kreaturik ziren. Nebulosa hauk photographiaren bidez hatzemaiten dirade. Berhauiek spektometroan lerro-spektru bat dagite. Iakina denez, zein ere elementuk bere spektru berarizkoa daduka. Horrexegatik ere spektruaren lerroen bidez izar urrunen konposizinoa hauteman dezakegu, bai eta spektruaren Doppler-efektuarien bidez ere argiaren emisionearen ithurria guganutzen ala guganditzen denz. Iakina den bezala, efektu hunen bidez, haur da, lerroen desviazioaren bidez argia lekhoratzen duen ithurriaren egokerari buruz zenbait puntu hauteman ditzazkegu. Spektruaren lerroak gorri-alderat buruz ioaiten direnean, emissinoaren ithurburua guganditzen dela

dakigu, lerro-spektru karakteristikoak oztin-lekhurat desbiatezen de-
nean, emissinoaren ithurburua guganutzen dela baiets dezakegu.

Andromedaren spektruaz landa, galaxietatik guganaño ethorri
diren lerro-spektruak, guztiak, infra-gorri arloan dagotza, urrunago
eta desbiazino handiagoaz, beraz urrunago dagozen galaxien abiadura
gure sorozle-lekhuari buruz handiago dela dakhusagu. Halakotz galaxi
guztiak gugandik (eta elkhargandik ere) igeska dioazela ikhus diteke.
Haur bertze experientzien bidez ere affirma dezakegu.

V. LEKHUNE KURVATUA

Grekoak herri admiragarria izan dira. Herri ttipi huni munduko
kultur guztiak eta gizakume guztiak zor deraukotena izari gabekoa
da. Herri huntan ezta sorthu gure mentalitatea bakharrrik, huntaz
gainera ere mentalitate huni aberastasun paregabekoa eman zerauko-
ten grekoek. Grekoen pentsamenduaren sarkortasuna ezin-ustezkoa
zen. Geroagoz ezein herrik eztu hunelako mentalitateko qualitateen
superioritaterik ukhan. Beraz mundu guztiak lehen eta orain herri
ttipi huni zor deraukonaren aitortzea, ongileari eta onura-emaileari
zor zaion esker-onaren erakhustea baizik ezta.

Grekoek paregabeko sarkortasunaz geometria fundamentatu zuten.
Heien aitzinean egon ba ziren geometriaren ikhertzetan ari izan zi-
renak. Aigyptutarrek ba zekiten lurra neurtzen, Babilondarrek iza-
rren gyroak sorotzi ukhan zituten. Berhain Mathematikaren barnako
legeak Logikaren bidez antolatzea grekoen gauza izan zedin.

Euklidek geometriko lege guztiak batzu bertzeetatik atheratzekotz
ordinatu zituen. Ordina huntan lehen oinharriak axiomatak izenez-
tatu zituen. Axiomatak berez enthelega ditzazkegun legeak dira.
Axiomat hauietan bethi danik paralleluen axioma konsiderazione
spezialaz iujatu izan zedin.

Iakina denez, axiomat hunek dio: "lerro bati, lerro hunen berhu-
nen gainean eztagoen bertze punktuan barna, lerro parallelu bat bai-
zik ezlekidikeo egon".

Berhain, laister ikhusi zenez, axiomat hunen valioa soilik lekhune
mugatueta zegoela. Axiomat huntatik ere geroz triangulen zokhoen
summaren legea atheratzen da. Lege hunen araura triangul baten
hirur zokhoen summa berdin bi zokho zuzen da.

Triangulen zokhoen summaren legeak, halabainan, lekhu ttipietan
baizen eztu valorik. Triangul baten alboak milimetru, metru edo kilo-
metru batzu baino handiagoak eztirenetan, lege hauien valioa bethi
sorosten da, bainan triangul baten alboak bezala meridianuak eta

aequatorea har ba genitza, heien zokhoen summa bertzea dela ikhusi-
ren dugu, bai eta izarren arteko triangul baten zokhoak summatzen
direnetan ere.

Irakurlea, geometra baldin izan ezpa dadi, berehala erranen de-
rauku: "zuok triangul hauien iraitza kurvatzen baituzue!" Eta geure
erantzura hauxe izan dateke: "eta nundik dakigu izarren arteko
lekhunea kurvatua eztenik?" Beraz geometriaren azken oinharria ere
empeirian dagoela ikhusten dugu. Gure Geometriaren legeek, razoi-
namenduez eginak izan-arren, heien oinharria praxian dute, praxiaren
bidez egiaztatu behar ditugu... eta praktikak ere gezurrezkoak izan
ba litez egotziren dituzke.

Einsteinen Relativitatearen Theorian izar-arteke lekhunea eukli-
dikoa etzela, kurvatua baizen affirmatu izan zedin, eta geroz prakti-
kana affirmazino haur egiaztatu zen.

Hirur izarren artean dagoen triangul baten alboak ezтира zuzenak,
kurvatuak baizen. Einsteinen iritzien araura izar-arteke lekhunea
materiaren bidez kurvatzen da eta humelako kurvatuta bat batez
ere materia biltzen den tokietan dago, horrexegatik bertze iza-
retatik guganatzen diren argi-izpiek materiaren konzentrazioneko
toki. baten barna pasatzen direnean, beuren traiektoria kurvatzen
dute. Einsteinen affirmazino haur, iguzki-ilhuntze batzuetan konfir-
matu izanik zen.

Einsteinen Theoriaren bidez ere, lekhune absoluturik ere etzegoela
onhartu behar zen. Newtonen Mekhanikak beren explikazinoendako
huelako lekhune absolutu bat praesuposatzen zuen, horrexegatik ere
baldin lekhune absolutu bat egon ezpa dadi, gure Mekhanikako legeak
bertzelakoak izaiten dirade.

Iraitz bat konsideratzen dugunean, Eukliden Geometriaren arau-
ra, iraitz haur albo guztietatik luza dezakegu infinituraino. Bainan
iraitz huntan kurvaturako ardatz bat ba lego, alde batetik urruntzen
diren lerroak bertzaldetik urruntzen direnekin bilduko dirateke. Haur
bi dimensionetako iraitz zelarta batetan gerthatzen da, bainan, eman
dezagun, iraitz hunek hirur dimensionetakoa eduk ditzan, orduan ere
kurvaturako radio baten bidez albo batetik luzatzen den planu bat
bertzaldetik dathorkeon planuaz bilduko da.

Gure mundua laur komponentetako kontinua bat da. Huntan den-
porako koordinatua, lekhuneko hirur koordinatuez batasun bat dira.
Einsteinen universuak mugarik eztuke, behain ezta izarigabekoa,
Sphaira baten gainean edozein direkzinotan ioan gaitzke eta mugak
edukiren eztitugu, behain, sphaira baten iraitza erraz kalkula deza-
kegu, sphairaren iraitza izarigabekoa ezpaita. Hunen eredura, gure
Universuko kurvatura radio baten bidez determinaturik dago.

Lehenago ikhusi genduen bezala laur dimensinotako Kosmos hunen iraitzean dagozen galaxiak elkharganik urruntzen dira, haur lizateke, laur dimensino hauk determinatzen dituen kurvatura-rhadioa handiagotzen da. Galaxien systematak mugimenduan dagozta, igeska dioaz. Hortakotz, egunoro, geroago ta are handiago Kosmosko rhadioa bilhakatzan baldin ba da, Kosmosko rhadio haur lehenago ere ttiptiago izanik da.

Horrexegatik problemat huni behatzenago ba deraukogu, gure galaxiaren dimensinoak konsideratu behar ditugu. Distantzia astronomikoak argi-urtheen bidez kontatzen dira, Argi-urthe bat neurri bat baizik ezta. Argiak bere abiaduraz urthe batetan egiten duen bidea, alegia.

Iguzkitik lurrerainoko bidea argiak zortzi minututan egiten du; Neptunuraino hogeita-hamar bider gehiago behar du. Gure galaxia iguzkien elitzea da, gora-behera 100.000 miliun izar-iguzki dira, gure galaxiaren diamentru tipiena 20.000 argi-urthe eta diamentru handiena 100.000 argi-urthe dirade. Berhain izar-eli haur universuaren eskualde ttipi bat baizen ezta. Holako izar-iguzkien elitzeak Univer-suan miliunka dagoz. Haukietan begi soli on batek soilik Andromeda-dako nebulosa ikhusi dezake. Bainan teleskopuaren bidez lekhunearen sakonguetan anhitzak ikhusi ditzazkegu. Gure galaxiaren eta hurbilen dagoen nebulosaren artean ba dago, gora-behera, miliun argi-urtheen distantzia; bainan geroago eta nebulosa gehiago ikhusearen ditugu lekhunearen sakonguetan; hekiek gehienetan spiralaren ahantza baitute spiral-nebulosak izeneztatzen dira. Nebulosa hauk lekhune kurvatuaren iraitzean sakabanatuta dagozta. Lekhune haur, ezta Euklidek uste zuen anzokoa, Riemann-ena baizen. Spiral-nebulosen kopurua hamar miliarda da kosmosean.

Erran dugunez, spiral nebulosak elkhargandik igeska dioaz, haur da, igeskako higikune batetan dagoz. Higikune hunen abiadura Doppler-efektuaren bidez neurt dirogu.

Munduko rhadioa hantzen da, Orain —dirudienez— haren izaria zenbait miliun argi-urthetako da.

Kosmosko rhadioa, lehen, ttiptiagoa izan zela rhadioaktivitatearen bidez ere konfirmatu dugu. Rhadioaktivitatearen ikhertzeez, munduko lehen-Historiaren aztertzeo possibilitate handiak ditugu, h.d., haren Historia zehatzagotzekotz. Elementu rhadiaktivu baten utzikin ttipien bidez lurreko maila geologikoak zehaz ditzazkegu. Methodu huntaz ere meteoriten zaharzaroren determinatzeko hel gaitezke. Hauien bidez, Kosmosko adina determina dirogu eta ikhuse genezakeanez, Munduko lekhunetan hamar miliarda urthe baino zaharragoa den gorputzik eztago eta behar-bada adinaren determinatze haur ere

luzeegia dateke, Kosmosko gorputz guztiek laur miliarda urthe baino zaharragoak ezpaitira. Methodu haien bidez ere elementu batzuen behaiuen adina determina zitezkean, hortakotz Lurraren gainean eta Meteoritetan dadukagun Uran elementua duela hirur miliarda urthe sorthu zen.

Resultatu hauk Nukleu-Physikaren bidez ardiets zitezkean. Ia berdina spiral-nebulosen ikhertzeek dioskute. Orain hirur ezpa laur miliarda urthe duela egon zen Kosmos askozaz ttipiagoa zen.

KOSMOSEN ADINAREN DETERMINATZEA

Hydrogen-atomu baten oinharrien artean, h.d., Proton eta Elektronaren arteko attrakzioaren indarrak bi dira. Lehena elektrikazko zamaren bidez egiten den attrakzioa; protona positibua eta elektrona negatibua baita. Bigarrena Newton gravitazioarena da. Attrakzio indarrak beuren izarian distantziaren quadratuari okherretara-poporzionalak baitira, bi bortxa haien arteko proporzioa numero zehatz bat da, distantziari eztatxekon zifra alegia. Halabainan bi indar haukien arteko razioneko zifrak handiera berarizkoa du, gravitazioaren elkharganatzeko indarra elkharganatzeko indarrak baino anhi-tzetan tipiagoa baita, bien arteko multiplikatzeo faktorea 10^{40} (hamar/garai berrogei!)

Diracek, razione hunen giblean bertze zerbait ezkututzen zela uste ukhan zuen. Geuk, neurtzekotz darabiltzagun unitateen ez-egokitasuna zela uste ukhan zuen. Beraz Kosmosko izari neutralen bilhan ioan zedin. Haietan elektron baten diametruaren izaria izari-elementaria bezala onhartu zuen, haur da 2×10^{-13} cm., (bi bider hamar; garai minus hamairur) nahiz: $2/10^{13}$ cm. Geroz denpora elementaria aukeratu zuen, haur zatekean argiak izari elementari baten egitekotz behar duen denpora, 10^{-23} sek. (hamar; garai minus hogei-ta-hirur sekundu).

Unitate haien bidez, Kosmosko adina expressa ba dezagu, oraiko Kosmosko rhadioa, izari elementari hunen multiplua den 10^{40} (hamar; garai berrogei) faktorea dela ikhusten dugu. Beraz huntaz ere Kosmosko adina neurt dezakegu; haur da, 10^{40} denpora-elementaria baita, bertze hitzez, Kosmosko sortzea danik orain dano 10^{40} denpora elementariren unitateak iragan dira. Hortakotz Diracek phrasis haur formalatu zuen: "Gravitazionezko konstantea Kosmosko adinari okherretara-proporzionalkiro tipiagotzen da."

Eddingtonek kalkulatu zuenez oraiko Kosmos guztiaren protonen eta elektronen kopurua 10^{80} (hamar; garai laurhogei) da. Eddingto-

nen kalkuluan: 2^{256} . Diracek problemat huni erantzun haur eman zeraukon: Elektronen eta protonen kopurua orain hoin handi den bezalakoa da, oraiko kopurua delakotz, bainan kopuru haur ere handiagotzen ari da Kosmosaren expansinoaz batera. Pascual Jordanen aburuz, Kosmosean tarterik gabe massa berria kreatzen da. Eta haur galaxietan agerten diren Novaen bidez dakhusagu. Novae izenez lehen "izar-berriak" izeneztazen ziren; askotan periodu batetan agerten eta itzaltzen ziren izarrak. Dirudienez, izar haukiek beren volumina handiagotzen dute, bider askotan. Bertze izar batzu ere ba dagoz, supernovak izeneztatuak. Gure galaxian behintzat denpora historikoetan hirur supernova ukhan ditugu, Tycho Brahek eta Keplerek ikhusiak, 1572 eta 1602-garren urtheetan relativukiro. Tycho Brahek erraiten duen bezala, astebethe batzuetan izarrezko argietan argiena izan zen, geroz ia itzali zen eta begi normalaz etzitekean gehiago ikhus. Hirugarren exemplua txinarren ithurri historikoetatik ezagutzen da; 1054 urthean gerthatua. Supernova hunen hondakina orain Karramarroaren Lanhoa bezala harzaratu da. Hunelako exemplu batzu bertze galaxietan ere ikhus ginitiroke, holako supernova bat, bere argi-handienaren denporan galaxiaren bertze izar guztiak bezainbertze argi da. Unsoeld astrofisikalari alemanoak hauteman zezakeenez, gure galaxiko izar guztiek, zenbait miliardetako adina baino gehiago eztute, batzuk hamar miliun baizik ere eztute; haur lizateke gure lurra sauriez bethe zelarik sorthu ziren. Beraz izar-berrien sortzea tarterik eta tairik gabe gerthutzen den ekhintza dateke. Hunen araura hypothesis haur egin genezake Munduaren bilhakatzean barna harzara baldin ba gaitzez Unifersua lehenago ttiptiagoa izen zela ikhusi behar genduke. Orduan ere iaio mundu berriak ttiptiagoak ziren. Kosmosko bilhakatze huntan lehen maila Riemann-lekhunean egonikako *hazi* bat baizen etzen, haren rhadioa denpora elementari lehenengoan izari-elementari bat baizik etzen.

Beraz munduaren iathorria atomu primitivu bat izan zatekean. Atomu huntatik eta hondakinak bezala Kosmosko-izpiak orain legozke; rhadiazzino fosiliak bezala dagoz, indar sarkor-sarkorraz. Izpi hauk Unifersuko edozein aldetatik guganatzen dira. Atomu primitivua lehertu zenean sorthu ziratekean, eta galaxi urrunetaz haraindian dagozken lekhunetatik dathorzkikegu. Batzuen aburuz, Shiva Nataraddaren dantzaren arauz, expansino haur arhina dateke eta are arhinagotzen; berhain geroago gelditukoago da, eta galaxiak berriro elkharganatukoago dira. Sua berriro izanen da... eta ezerezko diametro batetaz urhent liteke. Fisikalari batzuen aburuz munduaren entropia bukatuko da, behar bada, entropi haur negativua bilhakatuko da.