

La nunaj alte specialigitaj sciencoj tendencas perdi el la vidkampo de sciencistoj komprenon pri la lastatempaj atingoj en najbaraj disciplinoj, kaj pri la natursciencoj ĝenerale, alivorte pri informaĵoj, el kiuj oni formas sian mondkoncepton (*Weltanschauung*).

Due, la pinto de la alpoj de sciencoj postulas vastan montpiedon, ĝeneralan klarecon de la popolamaso.

Ĉi tiu subtila ekvilibro, ĉi tiu streĉiteco inter la speciala kaj la ĝenerala, eĉ la esotera, estas sekurigilo de la disvolviĝo de sciencoj.

La misio de Scienca Revuo ekzistas en tio. Por atingi tiun celon la eldonkvanto devas esti altigita. En tiu senco oni devas celi varbadon por pli granda membraro en nia Asocio, varbado bazata sur bonkvalita multflanka enhavo.

Speciale, post malapero de esperantologiaj gazetoj, SR povas servi kiel tia, kaj fakte ĝi ofte faras tion. La Japana Esperantologio estis bonvenigita kiel tia je sia debuto en Esperantio, sed neniu dua numero aperis.

Se la eldonkvanto de SR multiĝus, kaj se iuj esperantistoj, ni diru iuj estontaj Nobel-premiitoj, ekhavis audacon au kapricon publikigi malgrandan parton de siaj esplorzultoj en Sci. Rev., tiam ilia renomo donus prestiĝon al tiu ĉi, ne inverse. Kiam Enrico Fermi estis publikiganta unu post alia siajn disertaciojn en la Bulteno de la Universitato de Romo, antaŭ ol li elmigris al Usono, ni audas ke ĉiuj teoriaj fizikistoj en la mondo lernis la italan - se oni subtrahas la troigon - (kaj kiel benita estis la tiama mondo nescianta la akaparon de la scenejo fare de la angla!). Sed kial ne: iam venus tempo kiam tio okazus al esperanto.

Adreso de la aŭtoro:

YAMASAKI Seiko
Higasi KOIGAKUBO 3-18-12
JP - 185 TOKYO, KOKUBUNZI
Fax: +81-3-3285-9969
retadreso: study069@jpnokyo.dokkyo.ac.jp

PRI LA RELATIVECA PRINCIPO

José Lourenço CINDRA (BR)

Enkonduko

La relativeca principo estas unu el la plej gravaj principoj de la tuta klasika fiziko. La koncepto de relativeco, same kiel multaj aliaj fizikaj principoj, pasis jarcentan evoluan procezon. Malgrau tio, por multaj homoj, kiam oni parolas pri relativeco, la unua penso, kiu alvenas al la menso estas asocii tiun koncepton kun la nomo de la mondfama sciencisto Albert Einstein (1879-1955). Tamen estas konate, ke multaj jaroj antaŭ Einstein la relativeca postulato de la movo kelkmaniere jam ĉeestis en la mekaniko. La grandega merito de Einstein estas precipe ke li, pli bone ol liaj antaŭuloj, vidis tiun principon ĉeestanta en la tuta fiziko, ĉar li postulis, ke ne nur la mekaniko, sed ĉiuj fizikaj leĝoj devas konsenti kun la relativeca principo. Verdire antaŭ Einstein ekzistis konflikto inter la relativeca principo en mekaniko kaj la nur ŝajna neado de tiu ĉi principo en elektrodinamiko. Li sukcesis trovi la solvon de tiu ĉi konflikto. Kiel diris Steven Weinberg (1): "La transformita grupo de Lorentz ne estas pli granda ol la grupo de Galileo. Tiamaniere la relativeca principo ne aperis kun la speciala relativecoteorio, sed ĝi estas restaurita per tiu teorio".

Por ke ni povu kompreni tiun ĉi evoluon el historia vidpunkto, necesas ke ni memoru, ke kelka fundamenta nocio de relativeco jam komenciĝis en la antikva Grekio, nome kiam oni ekkomprenis, ke la Tero ne estas ebena. Tiu ĉi fakto permesis, ke oni faru relativa la signifon de alteco kaj malalteco. Aliflanke la koncepto, lau kiu la Tero moviĝas, ankau aperis en la antikva Grekio, ĝi estis akceptita de iuj pensuloj, ĉefe far Aristarko de Samos. Kvankam, ĝis la europa Renesanco, tiu ĉi hipotezo ne fariĝis dominanta, ĝi estis restaurita de

Nikolao Koperniko (1473-1543). Tiamaniere Koperniko multe kontribuis por la akceptado de la koncepto de relativeca movado.

Mi volas prezenti kelkajn aspektojn de la historia evoluo de la relativeca principo. Bedaurinde, por ke la artikolo ne fariĝu tro longa mi ne povas multe diri pri la detaloj de tiu ĉi aventuro. La reala historio estas pli vasta, pli multkolora ol ĉiuj teoriaj priskriboj. Mi nur klopodas prezenti ĝeneralan panoramon de la relativeca principo. Krome jam ekzistas bonegaj verkoj pri tiu ĉi temo. Ekz. mi povus citi la referencon (3) malsupre.

Lau Aristotelo, la movo estas propra al la materio - la naturo estas difinita de li kiel mova kaj ŝanĝa principo. Tamen li pensis, ke por la daurigo de la movo estas necese ia permanenta motoro. La unua motoro estas nemoviĝema. Se unuflanke la aristotela penso havis kelkajn dialektikajn aspektojn, alie ĝi estis esence metafizika. Lau Aristotelo, ekzistis du kvalite malsamaj klasoj de loka movo: la t.n. natura movo de la ĉielaj korpoj laulonge de koncentraj sferoj, havantaj la Teron kiel sia centro, kaj la movo de teraj korpoj, ĉiam direktite al la centro de la mondo au el la centro de la mondo. Ia ajn direkto, lau kiu la teraj korpoj povus moviĝi, estis, lau Aristotelo, ne natura movo, sed perforta movo. Mi pensas, ke necesas diri, ke tuta movspeco en t.n. subluna regiono de la Kosmo estis, lau aristotela vidpunkto, ne relativa, sed absoluta movo, ĉar la movo estas, lau lia opinio, karakterizita per unu komencpunkto kaj unu finpunkto. La koncepto de trajektorio kaj momenta rapideco ankoraŭ ne estis konataj. La fiziko de Aristotelo estis fiziko konstruita surbaze de la absolutaj konceptoj. Senmoveco kaj movo estis konsiderataj kiel kontraŭaĵoj. Krom tio, refutante la ekziston de vakuo, Aristotelo refutis samtempe la inercian principon, sen kiu estis neeble difini la relativecan principon.

La relativeca principo en modernaj tempoj

Oni scias, ke la nocio de relativeco de la movo aperis per la historio procezo de de la klasika fiziko kaj de la klasikaj mondkonceptoj. Galileo Galilejo (1564-1642) estis inter la unuaj, kiu

rekonis la nekonsistencon de la aristotelaj konceptoj de la movo. Ekde la tempo de Galilejo komenciĝis kreski la konvinko, ke oni ne povas detekti unuforman rektan movon, krom se oni prenas alian korpon au korpsistemon kiel referenckadron Tiam ni povas aserti, ke tiel la rapido kiel la spacpozicio de unu korpo estas ĉiam relativaj. Tamen ni devas rimarkigi ke Galileo ankoraŭ havis kelkajn kvazau aristotelajn ideojn, precipe la koncepton, lau kiu la inercia movo estas movo laulonge sferaj orbitoj. Li estis ankoraŭ konvinkita, ke la pezo estas interna eco de la korpoj. A. Kojre (2) skribis, ke la fiziko de Galilejo estas fiziko de la pezaj korpoj. Kaj M. Tonnelat (3) diris, ke li sciis, ke la movo laulonge horizontala ebena estus eterna. Malgrau tio, la vojo al inercia principo ne estis alirebla por Galilejo, pro du motivoj:

- la fakto ke planedoj rondiras la sunon kaj la kredo en la finieco de la universo kaj
- la ekzisto de la libera falo de la korpoj, movo temanta pri akcela kaj natura movo.

Krom tio M. Tonnelat diris, ke estas interese konstati, ke intuicio, tre proksime de tiu, kiu permesis al Einstein aliri al la sojlo de la Ĝenerala Relativeco, ne permesis al Galilejo uzi la inercian principon por malvastigi tiun de la relativeco. Aliflanke, por René Descartes (1596-1650), mondfama samtempulo de Galilejo, la sola atributo de materio estas la etendo. Tiam la inercia movo estus unuforma kaj laureka movo, spite al tio ke li konsideris la spacon entute plena de ia turbulenta materio. Spaco kaj materio kunfandiĝas, lau lia opinio. Tiu ĉi lasta rimarkigo ŝajnas grava kiam oni scias, ke la evoluo de la fiziko depost Descartes ne daurigis la kartezipan tradicion, kiu estis unu kinematika mondkoncepto. Por starigi la dinamikajn fundamentojn estis ankoraŭ necese, ke aperu la verko de Isaac Newton (1642-1727). Newton estis interalie la kreinto de gravaj kvantaj konceptoj, kiel la koncepto de maso, forto kaj akcelo. La apero de tiuj konceptoj profunde kontribuis al la disvolvigo de la fiziko, de tiam akceptebla kiel matura matematika scienco. Tamen estas necese diri, ke el koncepta vidpunkto, restis ankoraŭ kelkaj polemikaj demandoj. Tiuj demandoj, verdire, estis adresitaj al la estonteco. Krom tio ni povas diri, ke unuafoje en la historio estis kreita konsistena fizika

mondbildo. Prenante la relativecon de la inercia movo tra homogenaj absolutaj spaco kaj tempo, la Newton-a teorio reprezentis la triumfon de diferenciala mondkoncepto. Tamen estas notinde, ke la evoluo de fundamentaj fizikaj konceptoj ne estas linia procezo, tiam povis ĝenerale ekzisti samtempe konfliktemaj ideoj. Tio ĉi signifas, ke la superagado de unu au alia koncepto povas esti provizora, mallongedaŭra. Ĉirkaŭ la konceptoj de Newton kaj liaj samideanoj estis iom kaj iom ekestanta ia firma teoria strukturo sufiĉe reflektanta la fizikan mondon. Komence aperis multaj anomalioj en la teorio, sed la senlaca laboro de Newton-aj sciencistoj ŝajnis venki ĉiujn malfacilaĵojn. Sed restis ankoraŭ kelkaj kontraŭdiroj de koncepta naturo. Eĉ en la epoko de Newton, la granda saĝulo Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), kaj poste la filozofo George Berkeley, kritikis la Newton-an koncepton de absolutaj spaco kaj tempo. Tamen necesis pasi pli ol jarcento por ke tiuj ĉi demandoj akiru aktualecon. Ni konsideras, ke en la dua duono de la XIX jarcento James Clerk Maxwell (1831-1879) formulis la elektrodinamikan teorion per ekvacua sistemo en partaj derivadoj, antaŭvidante la ekzistadon de elektromagnetaj ondoj, propagiĝantaj tra la spaco kun konstanta rapido egala al lumrapido. Tiuj ĉi ondoj estis fakte poste, ĉirkaŭ 1888, malkovritaj de Heinrich Hertz (1857-1894). Tamen, el teoria vidpunkto restis ankoraŭ kelkaj konceptaj malfacilaĵoj koncerne la demandon pri la referenckadro, rilate al kiu tiu ĉi rapido devus esti mezurata. Komence ŝajnis, ke la konstanta lumrapido devus esti mezurata rilate al t.n. senmova universala etero, tiel ludanta la rolon de privilegiita referencsistemo.

La relativeca teorio de Einstein

El la vidpunkto de la Newton-a mekaniko, konstruita surbaze de transformoj de Galilejo, la lumrapido devus esti malsama, rilate al diversaj referenckadroj, moviĝantaj inter si kun konstanta rapido. Sed, kontraŭe al ĉiuj atendoj, ĉiuj eksperimentoj por mezuri la relativan lumrapidon malsukcesis. En la vakuo, ĉiuj eksperimentoj nepre donis la saman valoron de la lumrapido. Aliflanke oni konstatis, ke la ekvacioj de Maxwell ne estis nevariaj rilate al la transformgrupo de

Galilejo, sed rilate al alia transformgrupo, hodiaŭ nomata transformo de Lorentz, honore al la nederlanda fizikisto Hendrik Anton Lorentz (1853-1928), kiu unuafoje pristudis tiujn spaco- kaj tempotransformojn ĉirkaŭ la jaro 1904. Krom tio la germana fizikisto kaj filozofo Ernst Mach (1838-1916) jam grave kritikis la Newton-an koncepton de absoluta spaco kaj absoluta tempo. Laŭ la opinio de Mach, ĉiu movspeco, tiel la translacia same kiel la rotacia movoj, estus konsiderindaj ĉiam kiel relativaj movoj. Koncernante la rotacian movon Mach argumentis, ke la relativeco konsistas, ke temas pri movo rilate al la malproksimaj masoj de la universo. Tiu ĉi vidpunkto estas poste nomita de Einstein principo de Mach. Ŝajnas ke tiu ĉi principo havas fizikan enhavon. Verŝajne ĝi povos ludi gravan rolon en la fizika teorio. Kvankam ĝi estas ankoraŭ malkomprenata kaj simple refutata de kelkaj fizikistoj, tamen ĝi estas konsiderata de aliaj kiel grava principo. Malgraŭ tio ĝi restas kiel unu el la plej ĝeneralaj principoj de la tuta klasika fiziko, atendanta taŭgan matematikan formuladon.

La konflikto inter Newton-a mekaniko kaj elektrodinamiko de Maxwell el nevarieca vidpunkto servis kiel motivo por Einstein revizii la fundamentajn konceptojn de absolutaj spaco kaj tempo. Kiel komencpunkto en sia teorio, li prenis la konstanton de lumrapido en la vakuo. Samtempe li postulis la ekvivalenton de ĉiuj inercakadroj por ĉiuj fizikaj leĝoj. Kiel sekvon de tiuj ĉi postulatoj ni havas la relativecon de spaco kaj tempo. La simultaneco de du eventoj fariĝas relativa, ĝi perdas sian absolutecon. Laŭ Holton (4), serĉante restauri kelkajn simetriojn en la fizikaj leĝoj, la ĉefa klopodo de Einstein estis koherecigi de tiujn ĉi leĝojn. Aliflanke Lanczos (5) rimarkigas, ke la frua stilo de la pensado de Einstein ŝanĝiĝis. Kiam li kreis la specialan relativecan teorion li estis vera empiriisto, konsideranta la teorion kiel ĝeneraligo de la observoj, poste Einstein fariĝis iom kaj iom fizikisto klopodanta konformigi al la ĝeneralaj kaj raciaj principoj. La kredo al la racieco de tiu ĉi mondo estis pli kaj pli karakterizaĵo de la agado de Einstein, diris Lanczos.

Krom tio la fruaj rimarkigoj de Mach, koncerne la Newton-an fizikon, servis kiel heŭristika principo motivanta Einstein serĉi relativisman aliron al gravita fenomeno. La unuaj decidaj paŝoj de Einstein al tiu ĉi celo estis faritaj surbaze de la empiria konstato (eksperimento de Eötvös) de ekvivalento inter gravita kaj inercia masoj. Tiun ĉi aliron al gravita fenomeno Einstein komencis en la jaro 1907. Post multaj jaroj da laboro, inter sukcesoj kaj malsukcesoj, li finfine ĉirkau 1915 atingis la celon. En letero de la 10-a de decembro 1915 al sia amiko Michele Besso Einstein esprimas sian ĝojon pri tio. Li skribis: "La plej audacaj revoj estas nun realigitaj. Ĝenerala kunvarieco de la perihelmo de Merkuro estas mirinde preciza" (6). La epokfara Ĝenerala Relativeca Teorio aperis en 1916. La vojo sekvita de Einstein estis tre originala. Aliaj sciencistoj postrestis, kiel en la okazo de speciala relativeco, serĉante gravitan teorion surbaze de transformoj de Lorentz. Aliflanke, Einstein surbaze de ekvivalenteca principo, ekde komenco mem, elektis alian vojon, komence pli au malpli intuitive, poste uzante la Riemann-an geometrion, li alvenis al koncepto de kurba spaco kiel manifestiĝo de gravita fenomeno. La ekvivalenteca principo estas la esenca parto de la ĝenerala relativeca teorio. Sed, klarigante la faktojn el historia vidpunkto, oni devas menci, ke kelkaj fakuloj ne pensas tiamaniere. Lau ilia opinio, la ekvivalenteca principo ne havas fizikan signifon. Inter ili ni povas nomi Max Abraham kaj Gustav Mie, fizikistoj kaj samtempuloj de Einstein, alivoje laborantaj en tiu ĉi temo. Eĉ post la ellaborado de la ĝenerala relativecoteorio, eĉ ĝis nuntempo, kelkaj specialistoj ne konsentas kun la grava rolo de tiu ĉi principo. Verdire la alveno de fundamenta artikolo de Einstein pri ĝenerala relativeco en la fama revuo "Annalen der Physik" estis kelkaj tagoj anticipita de artikolo de la fizikisto-matematikisto David Hilbert, tiam laboranta en Göttingen. Tamen, la verko de Hilbert ne allogis multan atenton flanke de fizikistoj, verŝajne ĉar en ĝi estis uzita tre avangarda (progresema?) matematiko. La verko de Einstein kontraue estis klara kaj relative alirebla al ĉiuj kiuj volis kompreni la novan teorion.

Konkludo

La centra konkludo estas, ke la relativeca principo fakte ekkonis evoluan procezon. Tiu ĉi principo estas fundamenta en la tuta moderna fiziko. Oni povas diri, ke la klasika fiziko, nome la Newton-a fiziko, estas fiziko kiu prezentas la relativecan principon de unua ordo. La speciala relativeca teorio reprezentas la relativecan principon de dua ordo. La ĝenerala relativeca teorio tiel povus esti konsiderata kiel realigo de la relativeca principo ĝis la tria ordo. Intertempe la speciala relativeca teorio, malgrau kelkaj radikalaj ŝanĝigoj, kiel la neado de absolutaj spaco kaj tempo, la kresko de la maso kun la rapido, reprezentas la daurigon de la Newton-a fiziko, signifante ke tiu ĉi teorio, same kiel la Newton-a teorio, akceptas konvenaj por la plenumo de siaj fizikaj leĝoj nur la inerckadrojn.

Aliflanke, la ĝenerala relativeca teorio estas konstruita surbaze de konceptoj aliaj ol Newton-aj. Tiu ĉi teorio rifuzas tiel la absolutan spacon kiel la absolutan tempon. Krom tio, la teorio ne rekonas la ekziston de privilegiaj kadroj kaj diferencon inter fikcia kaj reala fortoj. Ĝi rifuzas eĉ la gravitan forton mem, ĉar el la ĝenerala geometriigo de la fiziko rezultas, ke la gravita fenomeno aperas kiel manifestiĝo de la spaco-tempa kurbiĝo. La spaco-tempo fariĝas kurba per la materio mem. Tiel ĉi ni prenas materion kiel filozofia kategorio, kiel ĝenerala substrato, inkluzive de la kampo kaj partiklojn havantaj nulan mason (7). Ĝenerala relativeca teorio montras, ke ekzistas profunda rilato inter materio, spaco kaj tempo. Tiu ĉi rilato ne estas simple rilato de kialo kaj efiko. Ĝi estas manifestiĝo de esence ne-linia aspekto de la teorio. Malgrau la fakto, ke kelkaj aspektoj de tiu ĉi teorio similas al ideoj proponitaj de Mach, ĝi ne realigas la principon de Mach. Almenau se oni akceptas la vidpunkton de Mach, lau kiu estas necese pli radikala relativeco de fizikaj grandoj. Ĉefe, ĉar lau ĝenerala relativeca teorio inercio kaj akcelo restas kiel antaue: ili estas absolutaj grandoj. Krome restas la fakto, ke la ĝenerala relativeco estas kampa teorio, dum la principo de Mach kontraue enhavas agon per distanco.

Referencoj

1. Weinberg, S., *Gravitation and Cosmology*, John Wiley & Sons, Inc., 1972, p. 19.
2. Koyré, A., *Études Galiléennes*, Ed. Sciences et Arts, Paris, 1939.
3. Tonnelat, M.A., *Histoire du Principe de Relativité*, Ed. Flammarion, Paris, 1971.
4. Holton, G., On the Origins of the Special Theory of Relativity, *Am. Jour. Phys.*, 28, 1960, pp. 627-636.
5. Lanczos, C., Einstein's Path from Special to General Relativity, en: *General Relativity Papers in honour of J. L. Synge*, Clarendon Press, Oxford, 1972, pp. 5-19.
6. Albert Einstein et Michel Besso, *Correspondance 1903 - 1955*, Hermann, Paris, 1972.
7. Eftichios Bitsakis, Mass, Matter, and Energy, A Relativist Approach, *Found. Phys.*, v. 21, n. 1, 1991, pp. 63-81.

Adreso de la aŭtoro:

Prof. Dr. José Lourenço Cindra
 UNESP - Universidade Estadual Paulista
 Dep. de Fiziko kaj Kemio
 Poŝtkesto 205
 BR 12500-000 Guaratinguetá - SP
 BRAZILIO

Centjara esplorlaboro
 en la Perta Observatorio, Aŭstralio

J. MILLS (AU)

Resumo

La Perta Astronomia Observatorio fondiĝis antaŭ cent jaroj, kaj ekde tiam faris kaj faras valoran kontribuon al astronomio. Tiu ĉi artikolo priskribas la historion kaj la pasintan kaj la aktualan laboron de la Observatorio, unu el la plej izolitaj de la mondo. La laboro inkluzivas astrometron, horloĝotempan servon, planedan observadon, serĉadon kaj mezuradon de kometoj kaj asteroidoj, aŭtomatan serĉadon por supernovsteloj, kaj esplorado pri gravitaj lensoj. La Observatorio kunlaboras kun lokaj universitatoj kaj aliaj observatorioj, kaj ankaŭ provizas informajn kaj instruajn programojn por la publiko.

Enkonduko

Aŭstralio, kiel nacio, ekestis nur en tiu ĉi jarcento; antaŭ la 1-a de januaro 1901 ekzistis ses apartaj ŝtatoj kun ses apartaj registaroj. Sed jam en 1896, la ŝtata registaro de Okcidenta Aŭstralio fondis en sia regiona ĉefurbo *Perth* astronomian observatorion, la Perta Observatorion. La celoj estis kaj praktikaj kaj sciencaj. La unua estis provizi informojn por astronavigado, kaj sur la maro kaj sur la tero. Tiu celo instigis la fondon de multaj aliaj observatorioj, ekz. tiuj de Parizo en Francio kaj de Grenviĉo en Britio.

Se oni konas la ĉielan pozicion de taŭga astro, oni facile povas eltrovi la latitudon. Oni povas, ekzemple, uzi la sunon je tagmezo aŭ, en la norda hemisfero, la polusan stelon por la mezurado. Sed la suda ĉielo tiutempe ne estis bone mapita kaj estis bezonata laboro de observatorioj en la suda hemisfero por plenigi la mankon. Plue, por eltrovi la longitudon oni devas scii ne nur la pozicion de taŭga astro, sed ankaŭ la precizan horon - kronometra eraro de 40 sekundoj povas kaŭzi eraron de dek