

Ymmärryksen luonteesta

■ Kari Enqvist

Dosentti Juha Himanka hämmästeli populaarikirjassani *Monimutkaisuus. Elävän olemassaolomme perusta* (WSOY 2007) esittämäni väitettä, jonka mukaan lausetta ”Maapallo kiertää Aurinkoa likimäärin ellipsinmuotoista rataa” voidaan käytännön kannalta pitää totuutena, jota parempaan ihmiskunta ei pysty (*Tieteessä tapahtuu* 3/2010). Himankaa ei tässä lausunnossa häiritse se, että kaikki empiiriset lauseet ovat tosia vain jollakin todennäköisyydellä vaan se, että hänen mielestään puolustan aurinkokeskisen mallin absoluuttisuutta ja tällä tavoin olen ristiriidassa suhteellisuusteorian kanssa.

Yleinen suhteellisuusteoria perustuu kahteen postulaattiin, joista toisen mukaan kaikki (matemaattisesti säännölliset) koordinaatitot ovat samanarvoisia. Fysiikan lakien muoto ei saa muuttua koordinaatistomuunnoksessa (lakien sanotaan tällöin olevan kovariantteja), mutta laeista johdetut liikeyhtälöt voivat sisältää koordinaatiston valinnasta riippuvia efektejä. Eräs esimerkki on Himangan mainitsema Foucaultin heiluri, jonka heilahtelutaso näyttää vuorokaudessa kääntyvän täydet 360 astetta, kun sitä tarkastellaan sen suhteen pyörivästä maapallon pinnan koordinaatistosta.

Himanka ei ole oikeassa todetessaan, että suhteellisuusteorian mukaan ei ole olemassa absoluuttista liikettä. Jokainen universumin fotonin on absoluuttisessa liiketilassa; ne liikkuvat kaikkien hetkellisten inertiaalikoordinaatistojen¹ suhteen valon nopeudella. Suhteellisuusteoria sanoo pikemmin, ettei ole olemassa absoluuttista

¹ Inertiaalikoordinaatisto on kappaleen suhteen vakionopeudella liikkuva koordinaatisto; ekvivalenssiperiaatteen mukaan, joka on yleisen suhteellisuusteorian toinen postulaatti, jokaista koordinaatistoa voidaan pitää hetkellisesti ja paikallisesti inertiaalikoordinaatistona.

tisen levon käsitettä. Selvästi väärässä Himanka on kirjoittaessaan, että ”Einsteinin teorian voikin nähdä antavan tukea pikemminkin maakuin aurinkokeskiselle mallille”. Suhteellisuusteoriassa kaikki koordinaatitot ovat periaatteessa samanarvoisia, eikä Maan pintaan kiinnitetty koordinaatisto ole sen parempi kuin ilmakehän yläkerroksista avaruuteen karkaamassa olevaan happimolekyyliin kiinnitetty koordinaatisto tai mikä tahansa luvuttomista mielivaltaisissa liikeiloissa olevista koordinaatistoista.

Vaikka suhteellisuusteoria ei tunne absoluuttista lepoa, se tuntee suhteellisen levon. Mielivaltaisesta koordinaatistosta katsottuna Aurinko–Maa-systeemillä on liikemäärä, joka siis on koordinaatiston valinnasta johtuva efekti (liikemäärä on vektorisuure). Voimme kuitenkin määritellä myös koordinaatiston, jonka suhteen Aurinko–Maa-systeemillä ei ole lainkaan liikemäärää. Kyseessä on massakeskipistekoordinaatisto, lyhenteenä CMS. Sekä Aurinko että Maa liikkuvat sen suhteen, mutta kokonaisuudessaan Aurinko–Maa-systeemi on levossa sen suhteen. Kun haluamme tarkastella mitä tahansa systeemiä, on tietenkin järkevää mennä koordinaatistoon, joka on sen suhteen levossa; kaikissa muissa koordinaatistoissa näemme efektejä, jotka johtuvat vain omasta liikkeestämme kyseisen systeemin suhteen.

Triviaali laskutoimitus osoittaa, että CMS:n origo sijaitsee noin 450 km etäisyydellä Auringon keskustasta eli syvällä Auringon sisällä, sillä Auringon säde on noin 700 000 km. Käytännön kannalta siis CMS:n origo on Auringon keskipiste. Syy on Auringon suuri, 333 400 kertaa Maata suurempi massa. Tämä onkin seikka, joka Himangan suhteellisiin nopeuksiin ankkuroituneessa filosofijattelussa jää puuttumaan:

(luonnontieteilijälle) on intuitiivisesti selvää, että Auringon ja Maan massaeron täytyy jollakin tavoin näyttäytyä Aurinko–Maa-systeemin dynaamisessa ymmärryksessä. Maa ja Aurinko eivät ole symmetrisessä suhteessa toisiinsa: Maa putoaa (lepokoordinaatistostaan katsottuna) Aurinkoa kohti kiihtyvyydellä $0,593 \text{ cm/s}^2$, Aurinko (lepokoordinaatistostaan katsottuna) Maata kohti kiihtyvyydellä, joka on 333 400 kertaa pienempi.² Täsmällinen lasku edellyttäisi luonnollisesti kaikkien planeettojen huomioimisen, ja esimerkiksi Jupiterin vaikutus Auringon liikkeeseen on paljon suurempi kuin Maan; itse asiassa aurinkokunnan dynamiikan kannalta Maan liike on lähes irrelevanttia.

Mikä tahansa havaitsija, joka lähestyisi aurinkokuntaa sen ulkopuolelta, näkisi Maan kiertävän Aurinkoa. Voisimme myös kiinnittää universaaliksi CMS-koordinaatistoksi alkuräjähdyksen jälkikäiun eli kosmisen taustasäteilyn lepokoordinaatiston³, jonka suhteen paikallinen galaksiryhmämme – ja Maa ja Aurinko sen mukana – liikkuu nopeudella 622 km/s suuntaan $(l, b) = (276^\circ, 30^\circ)$. Jokainen kosmisen mikroaaltosäteilyn foton kulkee valon nopeudella, mutta on siis olemassa koordinaatisto, jossa niiden liikemäärien summa on nolla. Myös tästä koordinaatistosta nähtynä Maa kiertää Aurinkoa.

Tämä on se mieli, jonka mukaan Maan voidaan ajatella kiertävän Aurinkoa. Se on myös mieli, jonka mukaan Stadionin tornista hypäävä fenomenologi putoaa maahan pikemmin kuin Maa ja sen mukana Kuu, Aurinko, Andromedan galaksi, Neitsyen galaksijoukko ja kosminen mikroaaltotausta liikahavat fenomenologia

2 Euklidisessa avaruudessa Maa ja Aurinko eivät siis liiku toistensa suhteen vakionopeudella vaan ne ovat kiihtyvässä liikkeessä. Yleinen suhteellisuusteoria selittää kiihtyvyyden siten, että itse asiassa liike tapahtuu vakionopeudella, mutta massat käyristävät avaruutta niin, että suoraviivaisissa koordinaateissa liike näyttää ei-vakioiselta. Käyristyneisyyttä kuvaava geometrinen invariantti on Ricci-tensorin jälki (ns. skalaarikurvatuuri), joka kaikissa koordinaatistoissa on suurimmillaan CMS:n origossa.

3 Koska kosminen mikroaaltotausta ei ole täysin homogeeninen, lepokoordinaatisto ei ole täysin universaali. Käytännön kannalta se kuitenkin on sama monien miljoonien valovuosien skaalassa.

kohti.⁴ On myös syytä huomata, että päinvastoin kuin Himanka tuntuisi ajattelevan, tilanne ei ole symmetrinen tornista hyppääjän ja hänen tornin juurella odottavan kollegansa koordinaatistojen suhteen, sillä toinen heistä tulee vaihtaneeksi koordinaatistoaan.

Koordinaatiston vaihdon tärkeys tulee selkeästi esiin suhteellisuusteorian kuulussa kaksosparadoksissa. Siinä kaksonen A jää maapallolle, ja kaksonen B lähtee avaruusmatkalle ja palaa sitten Maahan. Koska aika – kellojen käynti – riippuu suhteellisesta nopeudesta, avaruusmatkan aikana A näkee B:n kellon jätättävän, kun taas B:n mielestä A:n kello jätättää. Näennäinen paradoksi on tämä: kun B on palannut Maahan ja A ja B jälleen vertaavat kellojaan samassa koordinaatistossa, kumman kello on oikeasti jätättänyt? Vastaus on, että sen, joka on vaihtanut inertiaalikoordinaatistoaan, eli tässä esimerkissä B:n. Hän on kokenut kiihtyvyyksiä jarruttaessaan ja kääntäessään raketkinsa takaisin Maata kohti, ja tämän hän myös pystyy todentamaan vaikkapa mukaansa ottamallaan jousivaa'alla. Tämä ratkaisu on matemaattinen tosiseikka, ja sen seuraamukset ovat fysikaalisesti todelliset: jos A on matkan aikana vanhentunut sanokaamme 50 vuotta, B on voinut (matkanopeudesta riippuen) vanhentua vain sanokaamme 50 minuuttia. Kun Himanka kirjoittaa auktoriteetteihinsä vedoten, että ”kokemus Maan liikkeestä voidaan aina tulkita minun omaksi liikkeekseni”, auktoriteetti on selvästi ollut poissa luennolta, jossa on kerrottu kaksosparadoksista. Nopeudet ovat suhteellisia; liike laajasti ymmärrettyä ei.

Stadionin torniin kavunnut fenomenologi vaihtaa myös koordinaatistoa. Tornin huijulla hän on levossa tornin juurella odottavan kollegan suhteen; hypättyään hän on vapaasti putoavassa koordinaatistossa, jossa painovoima kumoutuu. Tämän tosiseikan hän pystyy kokeellisesti varmentamaan, aivan kuten tornin juurella oleva havaitsija tietää kokeellisesti, ettei hän koko prosessin aikana vaihda koordinaatis-

4 Ongelmaksi saattaa koitua myös kausaalisuus: mistä Andromedan galaksi tietää liikahata, kun tieto fenomenologin salto mortalesta saavuttaa sen vasta yli kaksi miljoonaa vuotta tapahtuman jälkeen?

toa. Lisäksi hyppääjän kello käy tornin huipulla jo lähtökohtaisesti eri tahtiin kuin tornin juurella, sillä aika riippuu myös gravitaatiopotentiaalivaimakkuudesta⁵. Mikäli kello selviää hypystä rikkoutumatta, sitä voidaan vertailla tornin juurella odottaneen havaitsijan kelloon, mielenkiintoisin tuloksin.

Mitään absoluuttista todistusta Maan kiertoliikkeestä Auringon ympäri ei tietenkään ole eikä voi olla olemassa; itse asiassa empiiriset tieteet eivät tarjoa filosofien oudosti himoitsemia täsmällisiä todistuksia mistään, mutta jos tämän tunnustamme, voimme vapautua turhan todistelun taakasta ja pitää sekä fenomenologin putoamista maahan että Maan ellipsinmuotoista rataa käytännön totuuksina. Niitä parempiin emme pysty. Hybris-syytösten sijaan Himanka olisi voinut lainata kirjaani, jossa totean myös: ”Wittgensteinilaisittain fysiikan voi sanoa määrittävän elämänmuotomme raamit, jota meidän on järjestöntä epäillä filosofisin perustein.”

Fysiikan lait sallivat meidän valita näkökulmamme vapaasti, mutta näkökulman voi valita viisaasti tai vähemmän viisaasti, tavoilla, jotka generoivat turhaa monimutkaisuutta ja pseudo-ongelmia sekä vähentävät ymmärrystä. Niinpä ymmärrämme maailmaa paremmin todetessamme, että oikeasti Maa kiertää Aurinkoa ja vain meille ihmisille luontaisen koordinaatistovalinnan ansiosta asia näyttää päinvastaiselta.

On kiinnostavaa, että teoriavapaana markkinoitua fenomenologiaa puolustaessaan Himanka joutuu vetoamaan suhteellisuusteoriaan, jolla ei ole mitään suoraa yhteyttä arkihavaintoon, jota hän käsittääkseni pitää jonkinlaisena kokemuksen fundamenttina. Esimerkiksi ihmishavainnon primäärisyydestä Himanka nostaa lämmön käsitteen. Hän kirjoittaa, että ”lämpö ilmenee minulle, kun laitan käteni lämpöpatterin päälle... tätä on lämpö”.

Eri ihmisillä on erilaisia tuntemuksia; on myös kädettömiä, jotka joutuvat kokeilemaan pattereita jaloillaan ja ihmisiä, jotka hermovaurioiden vuoksi eivät tunne lämpöä; jotkut kokevat harhoja. Juuri tätä inhimillistä varianssia

5 Tämä huomioidaan mm. GPS-paikannuksessa.

luonnontiede pyrkii minimoimaan pyrkiessään määrittelemään fysikaaliset suuret ilman viitauksia inhimillisiin toimijoihin.

Tiede pyrkii jalostamaan arkihavainnot mahdollisimman tarkoiksi ja ristiriidattomiksi ja on tässä mielessä vain arkiajattelun jatke. Himangan käsitys, jonka mukaan ”moderni luonnontiedehän nimenomaan sivuuttaa kokemuksen ja lähtee sen sijaan liikkeelle kokeista” ei pidä paikkaansa: monet tieteenalat – tähtitiede, kosmologia, suuri osa biologiaa – tekevät pelkästään havaintoja, eivät kokeita.

Äärimmäiseen tarkkuuteen, yksiselitteisyyteen ja täsmällisyyteen pyrkiessään luonnontiede on kuitenkin ylittänyt välittömän kokemuksen. Kaikki nykytieteessä ei ole lähtenyt liikkeelle arkihavainnoista. Mihin käsi pantaisiin jos haluttaisiin sanoa: ”tämä on antiainetta”? Mihin silloin, kun sanottaisiin: ”tätä on kosmisen mikroaaltotaustan lämpö”? Kun fyysikko kertoo, että lämpö on nimitys, jolla tarkoitetaan hiukkasten satunnaisliikettä, se lisää ymmärrystä. Sen ansiosta ymmärrämme esimerkiksi, että kosmisen mikroaaltotaustan lepokoordinaatiston suhteen tapahtuvan liikkeemme vuoksi fotonien liikemäärä näyttää meistä suunnassa (276°, 30°) hieman keskimääräistä suuremmalta, ja juuri siksi kyseisellä taivaanpallon suunnalla mikroaaltotaivaan lämpötilaksi mitataan 3 mK:n keskiarvoa suurempi arvo.

Välitön kokemus ei ole täsmällisesti tai universaalisti määritelty, kuten myös kirjassani huomautin. Tämä on mielestäni oleellinen kysymys, jonka Himanka täysin sivuuttaa. Saako pieniä asioita katsoa läheltä? Saako pitää silmalaseja? Jos saa, saako käyttää myös suurennuslasia? Saako mitailla peukalolla? Jos saa, saako käyttää myös mittanauhaa? Missä ”inhimillisen kokemuksen” raja kulkee? En usko, että mitään järkevää vastausta on olemassa.

Myös lauseeni ”todellisuuteen ei liity välttämättömyyttä” tuntuu hiertävän. Himanka olisi voinut lainata tekstiäni, joka selvittää missä mielessä: ”Yksisarvisia voisi olla olemassa; niitä nyt ei vain ole. Mikään jumalallinen mahti ei vaadi, että elektroneja tai sähköä on pakko olla olemassa. Mutta maailmassa nyt vain sattuu olemaan

sähköä. Kosmoksen suuressa suunnitelmassa planeetta Maan ei tarvitsisi olla olemassa ja kiertää Aurinkoa sadanviidenkymmenen miljoonan kilometrin etäisyydellä.” Maailmassa asiat voisivat olla niin tai näin, mutta vain empiirinen tiede voi kertoa, miten ne todella ovat.

Himangan ihmisen arkista kokemusta ylikorostava, äärimmäinen kanta ei mielestäni ole hyödyllinen eikä lisää ymmärrystämme fyysisestä maailmasta. Sen filosofista arvoa en kykene punnitsemaan; esimerkiksi taiteen keskustomikunnan kirjani tekemiseen myöntämän tuen nivominen argumentaatioon osoittaa sellaista filosofisen sofistikaation lentoa, jota luonnon-

tieteilijä voi vain seurata mykistyneenä. Selvä on, että Himangan viittaus maapallon ainutlaatuisuuteen ja näkökantansa implisiittiseen moraaliseen yliveraisuuteen ei vakuuta kuin jo valmiiksi samanmieliset. Luonnontieteilijän katsannossa Himangan retoriikka näyttyy lisäksi lähes antiteesinä selkeyttä johtotähtenään pitävälle pohdinnalle. Niinpä jos vetoa pitäisi lyödä, itse panisin rahani sille vaihtoehdolle, että sadan vuoden kuluttua Husserl on alaviite filosofian historiassa, mutta Maa kiertää edelleen Aurinkoa likipitään ellipsinmuotoista rataa.

Kirjoittaja on akatemiaprofessori.