

Kirja-arvio, Tarja Kallio-Tamminen

Fysiikan kestävä keveys

Arto Annila: Kaiken maailman kvantit. Luonnontieteen maailmankuvan tarkistus. Vastapaino 2019. 472 s.

Tämä on kirja, joka saa ajattelemaan. Tietokirjaksi se voi herättää myös poikkeuksellisen vahvoja tunteita. Kirjoittaja ei tutkijanuransa alussa uskonut psykologisten ja sosiologisten kysymysten liittyvän täsmällistä matematiikkaa edellyttäviin luonnontieteisiin. Todellisuuden luonnetta pidemmälle tutkiessaan hän kuitenkin joutui luopumaan kuvitelmastaan – ja lopulta myös professuuristaan. Matemaattinenkin malli edellyttää käsitteellisen tulkinnan. Vaikka todellisuus olisi ongelmaton, ajattelemattomuus vaikeuttaa tieteen edistymistä.

Helsingin yliopiston biofysiikan professoriksi vuonna 2001 nimitetty Arto Annila otti tehtäväkseen ymmärtää ne fysiikan peruseriaatteet, jotka selittävät myös elollisen. Sanallisen kertomuksen tasolle jäänyt Darwinin kehitysoppi oli kirjoitettava matemaattiseen muotoon. Täsmällinen yhtälö voisi selittää, mitä luonnonvalinta oikeastaan on, kenties jopa sen, miten elämä on syntynyt. Tieteenalat yhdistävän professuurin haltijalle evoluution yhtälön etsiminen oli sopivan kunnianhimoinen tavoite.

Muutaman vuoden haeskeltuaan Annila löysikin etsimänsä, tai enemmänkin. Koko maailmankaikkeus, niin elollinen kuin elotonkin, näytti noudattavan samaa kaavaa. Esiin nousi biologista evoluutiota yleisempi säännönmukaisuus, tapahtumisen liikeyhtälö, jonka nojalla kaikkeuden kehitys oli havainnollisesti kuvattavissa. Todellisuus saattaisikin koostua lukemattomista vaikutuskvanteista, alkeistapahtumista, jotka aikaa ja energiaa kuljettaessaan summautuvat vähitellen kaikenkattavaksi evoluutioksi. Mittakaavasta riippumatta kaikki luonnon itsestään organisoituvat järjestelmät näyttävät noudattavan säännönmukaisuutta, jota voidaan kuvata pääpiirteissään samanmuotoisilla jakautumilla. Tarjolla oli yhtenäinen selityspöytä kaikelle tapahtumiselle, selitys itse syy-seuraussuhteelle.

Annila alkoi tiedemiehen perinpohjaisuudella tutkia yhtälönsä kattavuutta ja perusteita. Sopiiko uusi liikeyhtälö todella kaikkien tilanteiden kuvaamiseen, vai löytyykö luonnosta ilmiötä, jotka eivät sen avulla selity? Yrittäessään falsifioida tapahtumisen peruseriaatetta mitä moninaisimmissa yhteyksissä, biofysiikan professori astui oman erikoisalansa ulkopuolelle. Poikkiteollinen ja kokonaisvaltainen tutkimusote johti kymmeneen innovatiivisiin julkaisuihin hiukkasfysiikasta kosmologiaan. Hän ei aavistanut sitä problemaattiseksi yhteisössä, jossa oli totuttu teoreettisen fysiikan yksityiskohtien tutkimiseen.

Evoluutiolla on suunta

Annilan havainnollisessa kuvauksessa niin tyhjiö kuin aineelliset hiukkaset ja niistä koostuvat rakenteet esitetään viime kädessä koostuvan erilaisissa tiloissa olevista valokvanteista. Hän katsoo opin edustavan atomismia, mutta ei tarkoita tällä yleisesti tunnettua Leukippoksen ja Demokritoksen atomismia, jossa hiukkaset törmäilevät toisiinsa tyhjiössä. Termi viittaa Parmenideen holistiseen oppiin, jossa myös tyhjiö koostuu samoista jakamattomista osasista, joista kaikki muukin voidaan rakentaa. Aine ja fotoneista koostuva tyhjiö ovat pohjimmiltaan yhtä ja samaa ja ne voivat muuntua toisikseen. Kaikkeuden kehitys on yhden ja saman substanssin evoluutiota aineesta avaruudeksi. Tämän tarkastelutavan myötä niin painovoima kuin kaksoisrakokoekin voidaan selittää uudella tavalla.

Avaruuden tyhjiö on meille näkymätön, koska vastakkaisissa vaiheissa olevat fotoniparit kumoavat siinä toistensa sähkömagneettiset voimat. Rakenteiden muuttuminen ja ajan kulku kytkeytyvät energian virtaan,

mikä on epätasapainon voimasta etenevien kvanttien virtaa. Jokainen tapahtuma on pohjimmiltaan kvanttien kulkua. Järjestys siinä missä epäjärjestyskin seuraa kehityksestä kohti tasapainoa. Järjestelmät yhdessä ympäristönsä kanssa etsiytyvät kohti tasapainoa, kun kaikki energiaerot pyrkivät mahdollisimman nopeasti tasoittumaan. Esimerkiksi lämpötilaero, korkeusero ja tiheusero ajavat kvantit liikkeelle. Energiaeroja voi kutsua myös kentiksi.

Tässä valossa nykytieteen näkemys siitä, ettei evoluutiolla olisi suuntaa, on helppo nähdä virheelliseksi. Emme ole tunnistaneeet luonnonvalinnan johtoajatusta, pyrkimystä tasapainoon. Kvanttien virrat valitsevat kaikkialla luonnollisen kulkunsa vallitsevien voimien suuntaan. Ihminen tavoitteellisena toimijana ei tässä eroa muusta luonnosta. Intentionaalisuus ei liity yksinomaan tietoiseen, vaan kaikki luonnon järjestelmät hakeutuvat tasapainoon. Otsikkoonkin nostettu 'Tieteen maailmankuvan tarkistus' tarkoittaa myös sitä, että biologisen evoluution periaatteen ymmärretään olevan sama kuin kaiken muunkin tapahtumisen. Biosfääri on globaali energiansiirtojärjestelmä, jossa kasvillisuus, ilmakehä ja meret kytkeytyvät toisiinsa siten, että tasapaino voitaisiin lyhimmissä ajassa saavuttaa.

Vuosisatoja totena pidetty klassisen fysiikan mekanistis-deterministinen maailmankuva on jättänyt jälkensä niin tieteeseen kuin kulttuuriinkin. Newtonilaisen metodologian uskottiin toimivan myös biologisten ilmiöiden selittämisessä. Ihmisen kehitys ja toiminta pyrittiin pitkään palauttamaan geneettiseen determinismiin, mutta nyttemmin epigeneettistä epädeterminismia ei enää voi kiistää. Epigeneettinen tarkoittaa sitä, että geenit eivät yksin määrää eliön ilmiänsä. Myös ympäristö vaikuttaa ja jopa muuttaa geenejä. Epädeterminististä kehitystä taas ei voi periaatteessakaan ennustaa tarkasti. Sytogenetiikan uranuurtaja Barbara McClintock löysi jo 1940-luvulta alkaen viitteitä epävakaasta perimästä, kuten hypyvistä geeneistä, mutta kollegat suhtautuivat hänen tutkimuksiinsa epäuskoisesti, jopa vihamielisesti. Tiedeyhteisö, jolle edistysaskelten varmentaminen on uskottu, havahtui vasta vuonna 1983 palkitsemaan silloin 82-vuotiaan edelläkävijän Nobelilla.

Yksi keskeinen syy Annilankin tutkimusten kohtaamalle torjunnalle saattaa olla se, että uusi liikeyhtälö kuvaa säännönmukaista, mutta silti seurauksiltaan ainutlaatuista tapahtumista. Näin toki evoluution käsittelemisessä tuntuu luontevaltakin ajatella, eikä voida kiistää etteikö jo kvanttimekaniikkakin olisi indeterministinen teoria. Fysiikka on kuitenkin perinteisesti pyrkinyt ennustettavuuteen; tutkinut tasapainossa olevia suljettuja systeemeitä. Liikkuessaan ne vain toistavat vakioista rataansa, jolloin niiden kehitys on tarkasti laskettavissa. Tasapaino voidaan ilmaista täsmällisesti: lineaarinen, euklidinen, deterministinen, säilyvä, kommutatiivinen ja laskettava. Niiden vastakohta on epämääräinen ja vaikeasti käsiteltävä: epälineaarinen, epäeuklidinen, epädeterministinen, jotakin joka ei säily, jossa operaatioiden järjestystä ei voi muuttaa, ja joka ei ole ratkaistavissa. Vakioiseen kaavaan tottuneelle tapahtumisen yhtälö on outo, koska sen kuvaamassa todellisuudessa myös ympäristö on otettava huomioon. Tällöin mukaan voi tulla jotakin yllätyksellistä ja ennakoimatonta, joka ei mahdu laskettavissa olevaan algoritmiin. Modernin fysiikan ajan suhteen käännettävät mallit eivät monista saavutuksistaan huolimatta kuvaa ajan etenemistä tai historian karttumista. Kun ne eivät tunnista ajan suuntaa, ne eivät tavoita varsinaista muutosta, uutta luovaa tapahtumista. Kehityksen päämäärähakuisuuden huomioiva tapahtumisen liikeyhtälö tavoittaa luonnosta enemmän kuin pelkkää satunnaisuutta. Kausaalisuus on teleologista.

Ontologian merkitys fysiikassa

Annala jäljittää säännönmukaisuuden syyn siihen, että kaikki olemassa oleva koostuu samoista perusosista, valon kvanteista, jotka kuljettavat aikaa ja energiaa. Näin hän esittää perustavan ontologisen teorian. Ontologia ei ole kuitenkaan muodissa abstraktia matemaattista mallintamista suosivan

nykyfysiikan piirissä. Todellisuuden perimmäistä luonnetta ei yleensä edes kysytä, kun standardimallit eivät tarjoa siihen selkeitä vastauksia. Yhtenäinen ymmärrettävä todellisuuskäsitys katosi fysiikasta jo 1900-luvun alussa suhteellisuusteorian ja kvanttimekaniikan myötä. Erilaisten perusoletustensa takia näitä modernin fysiikan tärkeimpiä teorioita ei ole saatu mahtumaan samaan käsitteelliseen viitekehukseen. Abstrakti vaikeataajuisuus onkin yleisesti tulkittu hyveeksi. Vain matemaattisen mallintamisen asiantuntijoiden uskotaan ymmärtävän todellisuuden luonnetta – silloinkin kun he abstraktien analyysiensä pohjalta päätyvät yltiöpäisiin kuvauksiin avaruuden madonrei'istä tai rinnakkaisista maailmankaikkeuksista.

Jos joku pystyisikin löytämään tosiasioihin perustuvan selkeän ontologisen kuvauksen, joka ymmärrettävällä tavalla kuvaisi kokonaisuuden kehitystä, asia ei etene ilman fyysikkoyhteisön vahvistusta. Ilman huippuluokan asiantuntijoita ei voida puolueettomasti selvittää, kuinka pitkälle uusi lähestymistapa kantaa. Omiin erikoisaloihinsa keskittyvät specialistit saattavat kuitenkin edustaa Thomas Kuhnin kuvaamaa 'normaalitiedettä'. He pitäytyvät vallitsevaan paradigmaan, eivätkä perustavanlaatuisista ongelmista huolimatta näe tarvetta sen uudistamiseen. Kollektiivisen epäuskon myötä oikeana pidetystä opista poikkeavat ajatukset voidaan niitä sen tarkemmin tutkimatta naiivin ylimielisesti ohittaa. Uudistajan osa on epäkiitollinen, vaikka tosiasioita vastaava ehjä ja ymmärrettävä maailmankuva olisi globaalien haasteiden ratkaisemiseksi enemmän kuin tarpeen.

Laaja-alainen, fysiikan eri osa-alueita yhdistävä kuvaus ei luonnollisestikaan sellaisenaan mahdu nykyfysiikan standardimalleihin. Syvälle käyvänä perusperiaatteena Newtonin alkuperäiseen toiseen liikelakiin pohjautuvaa tapahtumisen yhtälöä on kuitenkin vaikea kumota. Mikään Annilan valtavirrasta poikkeavassa katsantokannassa ei hänen nähdäkseen ole ristiriidassa havaintojen kanssa. Kirjoittaja epäilemättä osaa asiansa ja tuntee käytössä olevat teoriat perusteineen. Hän ei tyydy pelkkään matemaattiseen mallintamiseen, vaan perää selkeää ja havainnollista käsitystä todellisesta tapahtumisesta: miten kaikenkattava muutos, rakenteiden synty, elinkaari ja häviäminen voidaan olemassa olevien havaintojen ja tietämyksen valossa parhaiten selittää. Vaikka tarkkaa matemaattista kuvausta suosivan operationalistin voi olla vaikea ymmärtää havainnollisen teorian maailmankuvallista merkitystä, totuutta tavoittavassa tieteessä sellaisiakin luulisi ennakkoluulottomasti tutkittavan ja vertailtavan. Mikä tarjolla olevista teorioista vähimmillä oletuksilla selittää kattavimman kirjon ilmiöitä?

Tekijän havaintoja ja omakohtaisia kokemuksia valottaessaan kirja antaa varsin lohduttoman kuvan fysiikan piirissä laajalle levinneestä dogmatismista. Pitkällinen erikoistuminen näyttää johtaneen vaihtoehdottomiin ajattelu- ja toimintatapoihin. Standardimallien perustavia puutteita ei ilmeisesti edes havaita, kun tieteenfilosofisten kriteerien ja tieteenhistorian suurten kehityslinjojen tuntemisen ei katsota kuuluvan tarvittavan asiantuntemuksen piiriin. Sen sijaan, että uusien tulosten ymmärtämiseksi oltaisiin valmiita tarkastelemaan kriittisesti teorioiden perusteita, niitä tyydytään kerta toisensa jälkeen paikkaamaan keksityillä apuhypoteeseilla, kuten pimeällä aineella ja pimeällä energialla. Oikeassa olemisen hybriksessä toisinaajattelijat pyritään systemaattisesti vaijentamaan. Valtavirrasta poikkeava tuottelias professori sai Helsingin yliopistostakin säästötoimiin vedoten lähteä.

Elävästi kirjoitettua teosta voi suositella kaikille modernista fysiikasta ja maailmankuvasta kiinnostuneille. Kirjan 472 sivua tarjoavat runsaasti ajantasaista tietoa nykyteorioista, ja haastavat samalla lukijaa myös itse ajattelemaan. Lukeminen käy vaivattomasti, kun matematiikka, lukuisat viitteet ja kattava hakemisto on sijoitettu kirjan loppuun. Matkan varrella lukija saa nauttia myös kompakteista tiivistelmistä ja oivaltavan ilmaisuvoimaisesta kielenkäytöstä. Kosmologian standardimalliin lisätystä pimeästä aineesta ja energiasta kerrottaessa saadaan esimerkiksi lukea, että "avaruudesta etsitään jotain olematonta sen sijaan että

etsisimme teoriaa avaruuden olemuksesta”. Tällöin on turha odottaakaan mitään suurempia oivalluksia, kun ”emme varsinaisesti valaistu siitä, että pistämme pulmat pimeään piikkiin”.

Annala ei tyydy ajatukseen, että fysiikan kehityksen myötä käsitys todellisuuden kokonaisuudesta hämärtyy käsittämättömäksi. Hän näkee, että fyysikot ovat todellisuuskäsitystä muovatessaan paljon vartijoita. Ihmiskunta valjastaa mittavat voimat maailmankuvansa mukaisesti. Todellisuuskäsityksen olisi syytä vastata todellisuutta, jotta välttäisimme katastrofaalisimmat kehityskulut. Luonnossa kaikki ilmeisestikin tapahtuu siitä mistä aita on matalin, missä energiaerot nopeimmin tasoittuvat. Kehityksen luontaisen suunnan tunteminen antaa mahdollisuuden käyttää resurssejamme paremmin, mutta se ei takaa, että vapaa energiamme tai viisautemme riittäisi tapahtumassa olevan kehityksen hallitsemiseen.

Kun kokonaisuuden kehitys riippuu kaikista osatekijöistään, ja tilanne tapahtumisen myötä kaiken aikaa muuttuu, mitään yleispäteviä ennusteita, toimintaohjeita tai ajattelun algoritmeja ei voida antaa. Hallinnan kuvitelmasta luopuminen on välttämätöntä, jotta ymmärtäisimme kokonaisuuden kehityksen ja tulevaisuutemme riippuvan meistä jokaisesta. Tapahtumisen liikeyhtälö herättää toivoa osoittaessaan, että luonnon säännönmukaisuuksia kuvaavien jakautumien reuna-alueet saattavat sisältää yllättäviä tasapainotiloja. Ehkä voisimme sellaisen vielä tavoittaa voimistamalla parhaita piirteitämme kuten inhimillisyyttä, eettisyyttä ja empatiaa. Ihmislajina meillä on vapaus toimia niin kuin parhaaksi näemme. Luonnonvalinta epäilemättä kohtelee meitä ansiomme mukaan.