



## Ajan eturintamassa

Muller, Richard A.: *Nyt, ajan fysiikka*. Suomentanut Kimmo Pietiläinen. Terra Cognita 2018.

Kalifornian yliopiston fysiikan professori Richard A. Muller tarttuu teoksessaan *Nyt, ajan fysiikka* ehkä liiankin laajaan ongelmaan pyrkiessään sanomaan kaiken ajan fysikaalisesta luonteesta ja alan tutkimuksen historiallisesta kehityksestä. Mullerin teos ei ole varsinainen tieteellinen tutkimus, vaan pikemminkin laaja-alainen synteesi ajan fysiikan kehityksestä viimeisen reilun sadan vuoden ajalta.

Teosta voinee luonnehtia yritykseksi päästä syvällisesti selville ajan fysiikan perusteista, mutta aiheen ymmärtäminen vaatii tietoa ainakin alkuräjähdyksestä, antimateriasta, entropiasta, kvanttifysiikasta, pimeästä energiasta ja suhteellisuusteoriasta, kuten tekijä johdannossa toteaa. Näistä on vaikea luoda täysin yhtenäistä kokonaisuutta vajaassa kolmessasadassa sivussa. Jonkinlaista eheyttä laajaan temaattiseen kokonaisuuteen luo se, että Muller pyrkii pi-

dättäytymään tutkimuksensa otikon mukaisesti käsitteen ”nyt” erilaisissa tieteellisissä ja tietoteoreettisissa määritelmässä.

Teos ei ehkä kykene tarjoamaan ajalle yhtä täysin tyhjentyvää tieteellistä määritelmää, mutta se onnistuu esittämään suhteellisen selkeän käsityksen siitä, missä kehitysvaiheessa tutkimus on ajan fysiikan määrittelyn osalta tällä hetkellä ja mihin suuntaan sen tulisi vastaisuudessa edetä. Moderni fysiikka on lisännyt ymmärrystä nopeudesta ja painovoimasta johtuvan aikadilaation selittämisessä ja fysiikot ovat pohtineet lisäksi paljon muun muassa ajan suunnan vastakkaiseksi kääntymisen ongelmaa. Selvittämättä ovat kuitenkin ajan ehkä kaksi suurinta mysteeriä eli ajan kulun ja nyt-hetken merkityksen määrittely.

Muller aloittaa ongelman purkamisen Albert Einsteinin suhteellisuusteoriasta, mutta ei pysyttäydy aika-avaruuden, imaginaarisen ajan ja valon nopeuden perustavissa lähtökohdissa, vaan selostaa lisäksi ehkä turhankin paljon mustia aukkoja, madonreikiä ja muita hypoteeseja osana Einsteinin käsitteiden laajennusta. Pidättäytymisen suhteellisuusteorian kriittisessä selostamisessa olisi saattanut palvella asiaa paremmin, sillä teoria sisältää teoksen aiheen kannalta keskeiset lähtökohdat. Einsteinin oppi ei osoita ainoastaan ajan venyvyyden, taipuvuuden ja suunnanvaihdosten mekanismeja, vaan lisäksi sen avulla opitaan ymmärtämään nelilulotteista aika-avaruutta ja sen perusominaisuuksia. Teoria hahmottaa suuren osan rakenteista, jotka paljastavat käsitteen nyt merkityksen.

Paikoin vaikeahkon alustuksen jälkeen Muller siirtyy käsittelemään ajan fysikaalisen luonteen tutkimusta ehkä eniten jarruttaneen opin eli ajan nuolen ongelmaa. Kyseisen teorian esitti ensimmäisten joukossa englantilainen fyysikko Arthur Eddington tarkoituksenaan hahmotella ajan perusluonteen kahden keskeisen muuttujan eli

menneisyyden ja tulevaisuuden avulla. Eddington selitti ajan kulun lisääntyvällä entropialla, mutta tämä nykyfyysikoiden yhä kohtalaisen laajasti kannattama ajatus joutuu teoksessa jokseenkin kovan arvostelun kohteeksi.

On vaikea sanoa, kuinka asianmukaista kritiikki lopulta on. Eddington ja muut hänen aikansa fyysikot esittivät entropian tueksi monia merkittäviä huomioita tutkimalla muun muassa kaasumolekyylien liikettä, mutta Eddington oli itse samalla täysin tietoinen siitä, ettei kysymyksessä ollut lopulta varsinainen tieteellinen laki, vaan pikemminkin todennäköisyyteen perustuva teoreettinen kuvaus. Mekaniikan ja sähkömagnetismin todelliset yhtälöt eivät antaneet ajan suuntaa. Miksi niihin perustuvan entropian kaltaisen triivaalin muotoilun olisi pitänyt niin tehdä?

Mullerin ajatuksena on kääntää Eddingtonin ajattelu pääläelleen ja selittää, että ajan kulku aiheuttaa entropian eikä päinvastoin. Kirja sisältää pääosin asiallisia huomioita fysiikan kehityksestä, mutta paikoin Muller on ehkä turhan kiivas hyökätessään aikaisempia tuloksia kohtaan. On selvää, ettei Eddingtonin ajan tiede ollut samalla tasolla kuin nykyajan tiede eivätkä hänen aikansa fyysikot voineet ymmärtää luontoa samanlaisena kvanttiodellisuutena kuin myöhemmät fyysikot. Kvanttifysiikan kehitys alkoi 1920-luvulla ennen kaikkea Max Bornin, Werner Heisenbergin ja Erwin Schrödingerin esittämien avausten myötä. Vasta moderni radioaktiivisen hajoamisen fysiikka (heikko vuorovaikutus) mahdollisti käsityksen ajan suunnan symmetrian rikkoutumisesta.

Tämä kaikki käy selväksi Mullerin siirtyessä teoksensa puolivälissä käsittelemään laajemmin kvanttifysiikan perusteita. Ajan luonteen ymmärtämisen suhteen

ongelmia tuottaa tällöin kvanttiaaltojen käyttäytyminen, joka on ilmiselvässä ristiriidassa suhteellisuusteorian periaatteiden kanssa, mutta ei tavalla, joka voitaisiin havaita suoraan tai hyödyntää sellaisenaan. Mikä siis neuvoksi? Jonkinlaisen osaratkaisun ongelmaan tarjoaa Heisenbergin epätarkkuusperiaate, mutta lisäksi modernin fysiikan mukaisen aikakäsityksen ymmärtäminen vaatii ainakin Paul Didacin kehitelmiä elektronien positiivisista ja negatiivista lepoenergioista sekä Richard Feynmanin käsitystä siitä, että elektronit ovat todellisuudessa ajassa taaksepäin kulkevia positroneja.

Muller on erityisen täsmällinen selostaessaan näitä yksityiskohtia, mutta ongelma muodostuu se, ettei hän kokeellisena fyysikkona hyväksy juuri mitään heikosti perusteltua teoreettista hypoteesia ajan luonteen määrittelmäksi. Moderni fysiikka törmää teoksessa tästä syystä jatkuvasti fysiikan ja todellisuuden räikeään ristiriitaan. Aika ja käsitys toistuvista nyt-hetkestä syntyvät fysiikan alueella, mutta niitä koskeva havainto ulottuu fysiikkaa laajemmalle. Lisäksi oman ongelman muodostaa matematiikan todellisuus, jota ei voida vahvistaa fysiikan kokein, ei edes siinä tapauksessa, että todistettavana olisi luvun kaksi neliöjuuren irrationaalisuus tai jokin muu yhtä yksinkertainen asia.

*Nyt, ajan fysiikka* pysyttäytyy suhteellisen hyvin modernin fysiikan perustavissa kysymyksissä, mutta varsinkin teoksen loppupuolella esiintyy turhan paljon sellaisia metafysisiä elementtejä, joilla ei juuri ole tutkimuksellista merkitystä fysikaalisessa mielessä. Esimerkkinä modernin fysiikan tutkimusalaan kuulumattomista tai muuten vaikeasti fysiikan menetelmin todistettavista asioista Muller mainitsee

kysymyksen siitä, miltä sininen väri näyttää. Ongelma ei kuulu sellaisen fysiikan (fysikalismin) alaan, joka operoi ainoastaan fysikaalisten ja matemaattisten totuuskien parissa.

Näin ymmärretty fysiikka vaikuttaa – Einsteinin kiihkeiden toiveiden vastaisesti – epätäydelliseltä, sillä se ei kykene kuvaamaan todellisuutta kaikessa laajuudessaan, kokonaisuutena. Mullerin tavoitteena on ylittää tämä epätäydellisyys ja tarjota aikaisempaa yhtenäisempi kuva ajan perusluonteesta, mutta työ ei juuri nosta esiin aikaisemmasta poikkeavia väitteitä klassisen fysikalismin ylittämiseksi. Teos kokoaa yhteen monia ajan fysikaalisen perusluonteen ymmärtämisen suhteen keskeisiä teemoja ja kritisoii aikaisempia ongelmalliseksi koituneita teorioita, mutta loppupuolella Muller tuntuu eksyvän turhankin syvälle empatian, vapaan tahdon ja kartesiolaisen mielenfilosofian maailmoihin.

Ehkä jonkinlaisen ratkaisun kirjassa esitettyyn ongelmaan tarjoaa lopun selostus neliulotteisesta alkuräjähdyksestä osana ajan fysikaalisen olemuksen määrittelyä, mutta teesillä on suhteellisen selkeä yhteys Edwin Hubblen, George Lemaîtren ja muiden esittämiin klassisiin oppeihin. Vaikuttaa selvältä, että maailmankaikkeuden laajeneminen tuottaa jatkuvasti uutta avaruutta ja uutta aikaa, ja ajan kulku on uusien nyt-hetkien jatkuvaa uusiutumista. Asian fysikaalinen selittäminen on itsessään vaikea tehtävä, mutta Mullerin ongelman ratkaisemiseksi tarjoamaan perusteluun ei sisälly sinänsä kovin suurta uutuusarvoa.

*Nyt, ajan fysiikan* puutteena voi pitää sitä, ettei siinä ei ole lähdeviitteitä tai lähdeluetteloa, mutta sen loppuun on lisätty muutama liite, jotka valaisevat ajan fysikaalista luonnetta hieman teknisempien matemaattisten laskelmien ja kaavioiden avulla. Kirja ei ole tyyliään heikko, mutta sen käännös olisi vaatinut hieman

täsmällisempää otetta. Teoksen on kääntänyt Kimmo Pietiläinen. Käännöstä tuntuu rasittavan jonkinlainen hajanaisuus ja luonnosmaisuus, aivan kuin kääntäjä olisi laatinut teoksesta nopean raakakäännöksen ja jättänyt homman sitten sikseen.

Tämä voi haitata jossain määrin kirjan sisällön ymmärtämistä, vaikka varsinaisia käsitteellisiä virheitä ei käännöksessä esiinnykään. Kvanttifysiikan ja modernin luonnontieteen suomentaminen voi olla kääntäjälle paikoin haasteellinen tehtävä, mutta tästä huolimatta suomeksi on tuotettu monia hienoja käännöksiä alan klassikoista. Hyvänä esimerkkinä mainittakoon Brian Greenen erinomainen *Kätkeyt ulottuvuudet* (2000, suomentanut Mikko Vänttinen) ja Murray Gell-Mannin niin ikään erinomainen *Kvarkki ja jaguaari* (1996, suomentaneet Ritva ja Tapio Tuomi).

Vaikka Mullerin työ ei ole käännökseltään samaa luokkaa, sisältää se teoreettisena selostuksena jonkinlaisen päivityksen ajan fysikaalisen tutkimuksen keskeisiin linjoihin ja luo samalla asianmukaisen synteesin alan tutkimuksessa saavutetuista tuloksista. Teosta voi suositella tässä mielessä jokaiselle luonnontieteen kehityksestä ja alan keskeisistä tutkimuslinjoista kiinnostuneelle.

#### JOUNI HUHTANEN

Kirjoittaja on Oulun yliopiston tieteiden ja aatteiden historian jatko-opiskelija.