



Steven Weinberg: Terveen järjen ja valistuksen terävä saarnamies

Kari Enqvist

Steven Weinberg: *Unelmia viimeisestä teoriasta.* Suom. Jukka Maalampi. Art House 2000. 279 s. Nid.

Valon ja aineen vuorovaikutusta kuvaava kenttäteoria, kvanttielektrodynamiikka, syntyi 1940-luvun lopulla. Se on fysiikan tarkin teoria, jonka ennustukset pätevät jopa yhdentoista numeron tarkkuudella. Tästä huolimatta varsinkin vanhempi fyysikkosukupolvi piti sitä rumana, vastenmielisenä ja pohjimmiiltaan vääränä. Syynä olivat muodollisesti äärettömät luvut, joita välivaiheissa ilmaantui kvanttielektrodynamiikan kaavoihin, kun laskettiin hiukkasprosessien erilaisia ominaisuuksia.

Äärettömyyksiä voitiin kyllä käsitellä matemaattisen konsistentisti, ja lopputuloksessa ne ikään kuin kumoavat toisensa. Tätä kutsutaan renormalisaatioksi. Se on teknisesti hankala ja hyvin monimutkainen toimenpide, ja sen toimivuuden osoittaminen oli varsin työlästä. 1950-luvun alkupuolella siinä kunnostautuivat erityisesti amerikkalainen Steven Weinberg ja pakistanilaissyntyinen, tuolloin Englannissa vaikuttanut Abdus Salam. Mutta matemaattisesta ristiriidattomuudesta huolimatta vanhat miehet eivät lämmenneet äärettömyyksille, ja hiukkasfysiikan pörssissä kenttäteoria-alan osakkeet putosivat kuin Nokia osavuosikatsauksen jälkeen. Kenttäteorian tulevaisuuteen ei enää uskottu. "Kuin vanha sotilas, sen kohtalona on ei kuolla vaan vain häipyä pois", julisti muuan tunnettu fyysikko.

Kenttäteoriat ponnahtivat kuitenkin takaisin kun vuonna 1967 Steven Weinberg, ja hieman myöhemmin hänestä riippumatta Abdus Salam, formuloivat kvanttielektrodynamiikan ja heikot vuorovaikutukset yhdistävän hiukkasteorian, joka tunnetaan nimellä sähköheikko teoria.

Ei mikään tusinanobelisti

Jo 1950-luvulla nuori amerikkalainen Sheldon Glashow oli ehdottanut, että heikot vuorovaikutukset (jotka ilmenevät mm. radioaktiivisuuden eräinä lajeina) voitaisiin selittää voimana, jota välittää massiivinen hiukkanen, ns. välibosoni. Sellainen teoria ei kuitenkaan ollut renormalisoitavissa ja siksi oikeiden äärettömyksiensä vuoksi kelvoton.

Weinbergin oivallus oli, että välibosonit voisivat alunperin olla massattomia, jos teoriassa tapahtuisi ns. spontaani symmetrian rikko. Kun sitten vuonna 1973 nuori ja tuolloin vielä täysin tuntematon hollantilaisfyysikko Gerardus 't Hooft osoitti, että Weinbergin teoria oli renormalisoituvaa, läpimurto oli tapahtunut tosiasia.

Glashow ja Weinberg olivat itse asiassa olleet luokkatovereita Bronx High School of Science -nimellä toimineessa tiedelukiossa. Weinberg syntyi New Yorkissa vuonna 1933 ja opiskeli ennen väittelemistään Cornellin yliopistossa. Hän suoritti jatko-opintoja myös Kööpenhaminan Niels Bohr -instituutissa. Myös Glashow opiskeli Cornellissa, ja myös hän vietti vuoden Kööpenhaminassa ennen väittelemistään Harvardissa. He olivat molemmat professoreita Harvardissa ennen kuin Weinberg asettautui Texasin yliopistoon Austiniin vuonna 1982.

Glashow, Salam ja Weinberg saivat Nobelin palkinnon vuonna 1979, 't Hooft vuonna 1999. Välibosonit löydettiin CERNissä vuonna 1984 suuressa kansainvälisessä ryhmässä, johon kuului myös suomalaisfyysikoita. Ryhmän johtaja Carlo Rubbia sai nobelinsa vuonna 1984.

Hiukkasfysikoiden keskuudessa Glashown, Salamin ja Weinbergin suhteellisista kontribuutioista sähköheikon teorian kehittämiseksi esiintyy erilaisia -- eikä aina hyväntahtoisia -- arvioita, mutta Weinbergin keskeistä roolia ei kukaan ole halunnut kiistää. Niinpä päinvastoin kuin tavanomaiset tusinanobelistit, Weinberg on jatkanut tieteellisestä toimintaansa menestyksekkäästi nobelin jälkeinkin. Lisäksi hän on osallistunut yhteiskunnalliseen keskusteluun ja kirjoittanut suosittuja populaariteoksia, joista 1992 ilmestynyt *Unelmia viimeisestä teoriasta* on ilmestynyt



Helsingin yliopiston hiukkasfysiikan, dosentti Jukka Maalammen sujuvasti suomentamana.

"Viimeinen teoria" on olemassa ja löydettävissä.

Kaiken Teoria on tällä hetkellä varsin suosittu puheenaiehe. Joskus tuntuu, että nykyään ilmestyy joka kuukausi ainakin yksi populaarikirja, jossa maalailaan huikeita näkyjä ylimääräisistä ulottuvuuksista ja säieteorioiden surrealistisista näkymistä. Voi sanoa, että juuri Weinbergin sähköheikko teoria on synnyttänyt tämän haaveilun. Siinä ensimmäistä kertaa pystyttiin yhdistämään kaksi aivan eri tyyppistä luonnonvoimaa saman teoriakatoksen alle. Ja jos tämä onnistuu kerran miksi se ei onnistuisi toisenkin kerran, ja jos se onnistuu toisenkin kerran, miksei se sitten onnistuisi viimeisen kerran?

"Kuinka outoa olisikaan, jos viimeinen teoria löytyisi omana elinaikanamme!" Weinberg huudahtaa kirjassaan. Itse hän uskoo, että viimeinen teoria on olemassa ja että me voimme sen löytää. Vaikka hän suhtautuu säieteorioihin suopeasti, häneltä kuitenkin puuttuu katteenon hybrid, jolla niitä joskus markkinoidaan. Weinberg ei myöskään ole ylioptimistinen viimeisen teorian löytöaikataulun suhteen. Kirjoittaessaan aiheesta Joulukuun 1999 *Scientific Americanissa* hän toteaa, että viimeisen teorian ongelmia ei välttämättä ole ratkottu vielä edes vuonna 2150.

Teoreetikojen puhe fysiikan kaikki vuorovaikutukset yhdistävästä viimeisestä teoriasta närkästyttää ihmisiä monestakin syystä. Sitä pidetään megalomaanisena puuhasteluna, jolla ei voi olla mitään onnistumisen mahdollisuuksia. Tällöin saatetaan viitata 1800-luvun loppuun, jolloin myös monet uskoivat, että fysiikka oli enemmän tai vähemmän valmiiksi rakennettu. Esimerkiksi Amerikan ensimmäinen nobelisti Albert A. Michelson kertoi vuonna 1899 kuulijoilleen esitelmässään:

"Fysiikan tärkeimmät peruslait ja tosiseikat on jo kaikki saatu selville, ja ne ovat niin hyvin varmennettuja, että niiden muuttuminen uusien löytöjen ansiosta on äärimmäisen epätodennäköistä ... Tulevaisuuden löytöjämme täytyy etsiä kuudennesta desimaalista."

Näin Michelson vuosi ennen Max Planckin kvanttihypoteesia ja kuusi vuotta ennen Einsteinin suhteellisuusteoriaa. Eikö tässä siis ole paraatiesimerkki Ikaros-myytistä ja samalla varoittava esimerkki kaikille tuleville fyysikkosukupolville?

Vaikka luonto on paljastunut paljon kompleksisemmaksi kuin mitä Michelson kuvitteli, tavallaan hän kuitenkin oli oikeassa. 1800-luvun lopun voittoisat teoriat -- Maxwellin sähkömagnetismi, Newtonin mekaniikka ja lämpöoppi -- ovat edelleenkin rakennelmat, joille oma, 1800-lukua huimasti teknistyneempi yhteiskuntamme perustuu. Tavallinen ihminen ei kohtaa kvanttifysiikkaa tai suhteellisuusteoriaa kuin kirjojen sivuilla, sillä niiden kuvaamat ilmiöt kuuluvat ihmisen kokemusmaailmassa sen äärimmäiseen marginaaliin. Ei ehkä aivan kuudenteen desimaaliin, mutta kuitenkin alueelle, jonne ei eksytä vaan jonne täytyy tietoisesti ja suurella vaivalla matkata fysiikan laboratorioissa.

Weinbergin mukaan viimeinen teoria ei tarkoita luonnontieteiden loppua, mutta hän arvelee, että sillä voisi olla heijastusvaikutuksia luonnontieteiden ulkopuolelle. Tällöin Weinberg ajattelee erilaisia, astrologian kaltaisia järjettömiä uskomuksia, joiden markkinaraon hän toivoo pienevän.

Unelmia viimeisestä teoriasta ei kuitenkaan ole niinkään kirja Kaiken Teoriasta kuin reduktionismista, filosofiasta ja Jumalasta. Se ei kerro siitä, millainen viimeinen teoria voisi olla, vaan mitä sen olemassaolo merkitsee. Kirjassaan Weinberg tulee hahmottaneeksi kokonaisen maailmankuvan.

Reduktionisti filosofiaa vastaan

Weinberg tunnustautuu reduktionistiksi. Luvussa "Kaksi eläkötä reduktionismille" hän kirjoittaa: "Jos lakkaamatta tivaa, miksi luonto toimii niinkuin toimii, eikä tyydy vastaukseksi saamiinsa tieteellisiin selityksiin, vaan jatkaa kuin kyselyikäinen lapsi, saa ennen pitkään itseensä reduktionistin leiman." Hän ei kuitenkaan ajattele, että vain hiukkasfysiikan kysymykset olisivat mielenkiintoisia ja syvällisiä. Mutta hiukkasfysiikan periaatteet ovat oleellisia

kaikelle luonnolle tapahtuvalle, "aivan riippumatta siitä, onko hiukkasfysiikan *löydöillä* merkitystä muille luonnontieteille vai ei".

Weinberg ei kuitenkaan tässä kohdin, kuten ei muuallakaan kirjassaan, kiihkoile. Hänen äänensä on hillitty järjen ääni, joka tuo mieleen filosofi David Humen. Weinberg onkin selvästi valistuksen ajan perillinen suoraan alenevassa polvessa, myös uskoessaan viimeisen teorian rationaalisuutta laajemminkin lisäävään voimaan. Silloinkin kun hän kuulostaa kärkevältä hän ei tee sitä provosoidakseen vaan todetakseen tosiseikan, joka monelle fysiikan tutkijalle on ilmeinen:

"En tunne ainuttakaan fysiikan kehitykseen sodan jälkeisenä aikana merkittävästi vaikuttanutta tutkijaa, jonka työtä filosofien aikaansaannokset olisivat jotenkin oleellisella tavalla auttaneet."

Luvussa, joka on otsikoitu "Filosofiaa vastaan", hän myöntää, että filosofien syvälliset näkemykset ovat joskus olleet hyödyksi fysiikalle siinä mielessä, että "ne ovat suojelleet sitä toisten filosofien fysiikan kehitystä koskeilta ennakkokäsityksiltä". Weinberg vertaakin filosofian merkitystä fysiikalle kansallisvaltioiden merkitykseen kansalaisilleen; ennen postilaitoksen syntyä kansallisvaltiosta oli Weinbergin mukaan hyötyä kansalaisilleen pääosin siinä, että se varjeli heitä muilta kansallisvaltioilta.

Tarvitaanko Jumalaa?

Weinberg ei myöskään epäröi esitellä uskonnollisia käsityksiään. Hänen arvauksensa on, että viimeisestä teoriasta ei tulla löytämään viitteitä arvoista tai moraalista huolehtivasta Jumalasta. Tässä Weinberg ikään kuin palaa vuonna 1977 ilmestyneen kirjansa *Kolme ensimmäistä minuuttia* lopun tematiikkaan. Kirja käsitteli alkuräjähdysteoriaa ja maailmankaikkeutta sen ensimmäisten silmänräpäysten aikana. Lopussa Weinberg huomautti, että "mitä enemmän maailmankaikkeutta ymmärtää, sitä tarkoituksettomammalta se tuntuu". Tätä lausetta on myöhemmin lainailtu paljon, ja kuten Weinberg sanoo, tuo lause on seurannut häntä uskollisesti kuin koira.

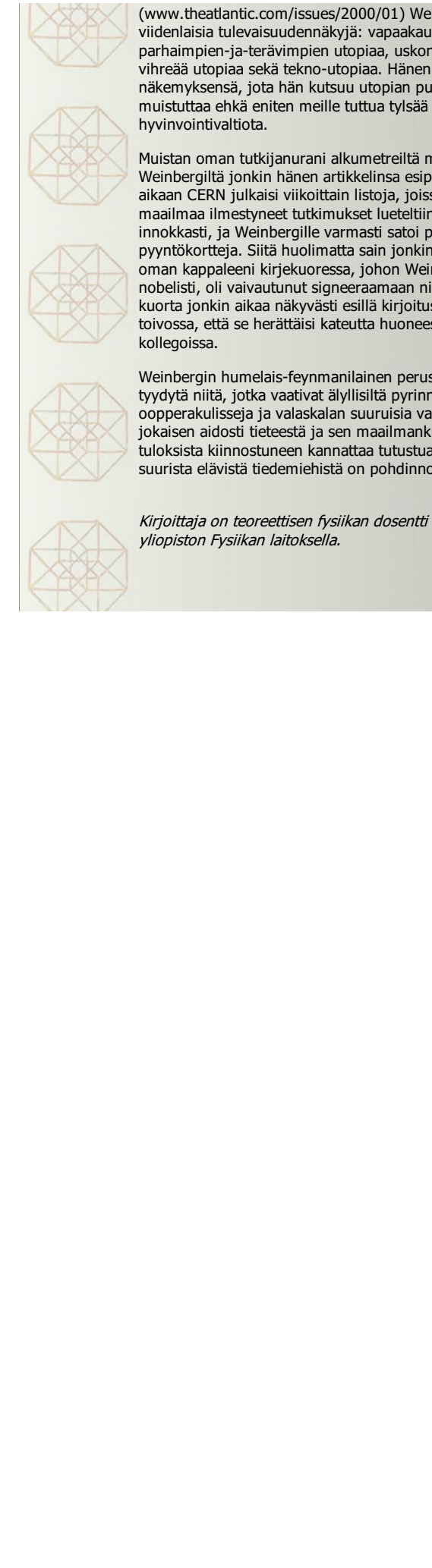
Luvussa "Entä Jumala?" hän kertoo kiinnostavasta kahdenkymmenenseitsemän fyysikon ja kosmologin haastattelusta, joilta lopuksi oli kysytty, mitä mieltä he ovat Weinbergin lausahduksesta. Kymmenen oli samaa mieltä, ja eri mieltä olevien joukossa oli niitäkin, jotka eivät voineet ymmärtää koko perusasetelmaa. "Miksi sillä olisi tarkoitus?" kyseli tähtitieteilijä Margaret Geller. "Mikä tarkoitus? Sehän on vain fyysikaalinen systeemi, mikä tarkoitus sillä nyt olisi? Olen aina hämmästellyt tuota huomautusta."

Yksi tähtitieteilijöistä oli pitänyt lausetta nostalgisena, ja sen Weinberg nyt kernaasti myöntää. Hänessä asustaa ei vain suuri fyysikko vaan myös maailmankuvan etsijä. Tässä hän eroaa tavanomaisista kollegoistaan. Hän toteaa, että "useimmat tämän päivän fyysikoista eivät ole kiinnostuneet uskonasioista sen vertaa, että heitä voitaisiin pitää edes ateisteina."

Terve järki, matematiikka ja kohtuus

Kenties "Unelmia viimeisestä teoriasta" voi lukea myös metakirjana, dokumenttina luonnontieteiden transnationaalista, rationaalista ajattelusta. Sen nuorena tieteiskirjallisuudesta innostunut kirjoittaja ehkä toivoi maailman olevan enemmän satujen kaltainen, mutta päättelyn ja tarkkuushavaintojen ankaruus johdatti hänet todellisuuteen, jota vallitsevat vain fysiikan lait. Nostalgia saattaa vielä viipyillä hänen mielessään, mutta älyllinen rehellisyys estää Weinbergia pakenemasta siihen. Ehkä siksi varsinkin kirjan loppupuolta leimaa lievä melankolia. Unelma vihonviimeisestä teoriasta paljastuu suureksi muttei eksistentiaalisesti järjestyttäväksi visioksi. Unelman etsijät eivät ole haltioituneita mystikkoja vaan heitä ohjaa terve järki, matematiikka ja kohtuus. Tällaista traditiota voisi kutsua vaikkapa humelais-feynmanilaiseksi, ja se on luonteeltaan pragmaattinen ja demokraattinen.

Tämä heijastuu myös Weinbergin yhteiskunnallisissa mielipiteissä. Artikkelissaan "Five and a Half Utopias", joka ilmestyi *Atlantic Monthly*ssä



(www.theatlantic.com/issues/2000/01) Weinberg kritisoi viidenlaisia tulevaisuudennäkymiä: vapaakauppa-utopiaa, parhaimpien-ja-terävimpien utopiaa, uskonnollista utopiaa, vihreää utopiaa sekä tekno-utopiaa. Hänen oma näkemyksensä, jota hän kutsuu utopian puolikkaaksi, muistuttaa ehkä eniten meille tuttua tylsää skandinaavista hyvinvointivaltiota.

Muistan oman tutkijanurani alkumetreiltä miten kerran tilasin Weinbergiltä jonkin hänen artikkelinsa esipainoksen. Tuohon aikaan CERN julkaisi viikoittain listoja, joissa eri puolilla maailmaa ilmestyneet tutkimukset lueteltiin. Niitä luettiin innokkasti, ja Weinbergille varmasti satoi preprint-pyyntökortteja. Siitä huolimatta sain jonkin viikon kuluttua oman kappaleeni kirjekuussa, johon Weinberg, suuri nobelisti, oli vaivautunut signeeraamaan nimensäkin. Pidin kuorta jonkin aikaa näkyvästi esillä kirjoituspöydälläni siinä toivossa, että se herättäisi kateutta huoneessa piipahtavissa kollegoissa.

Weinbergin humelais-feynmanilainen perusfilosofia ei ehkä tyydytä niitä, jotka vaativat älyllisiltä pyrinnoiltä ilotulitusta, oopperakulisseja ja valaskalan suuruisia valheita, mutta jokaisen aidosti tieteestä ja sen maailmankuvaa muovaavista tuloksista kiinnostuneen kannattaa tutustua mihin yksi suurista elävistä tiedemiehistä on pohdinnoissaan päätenyt.

Kirjoittaja on teoreettisen fysiikan dosentti Helsingin yliopiston Fysiikan laitoksella.