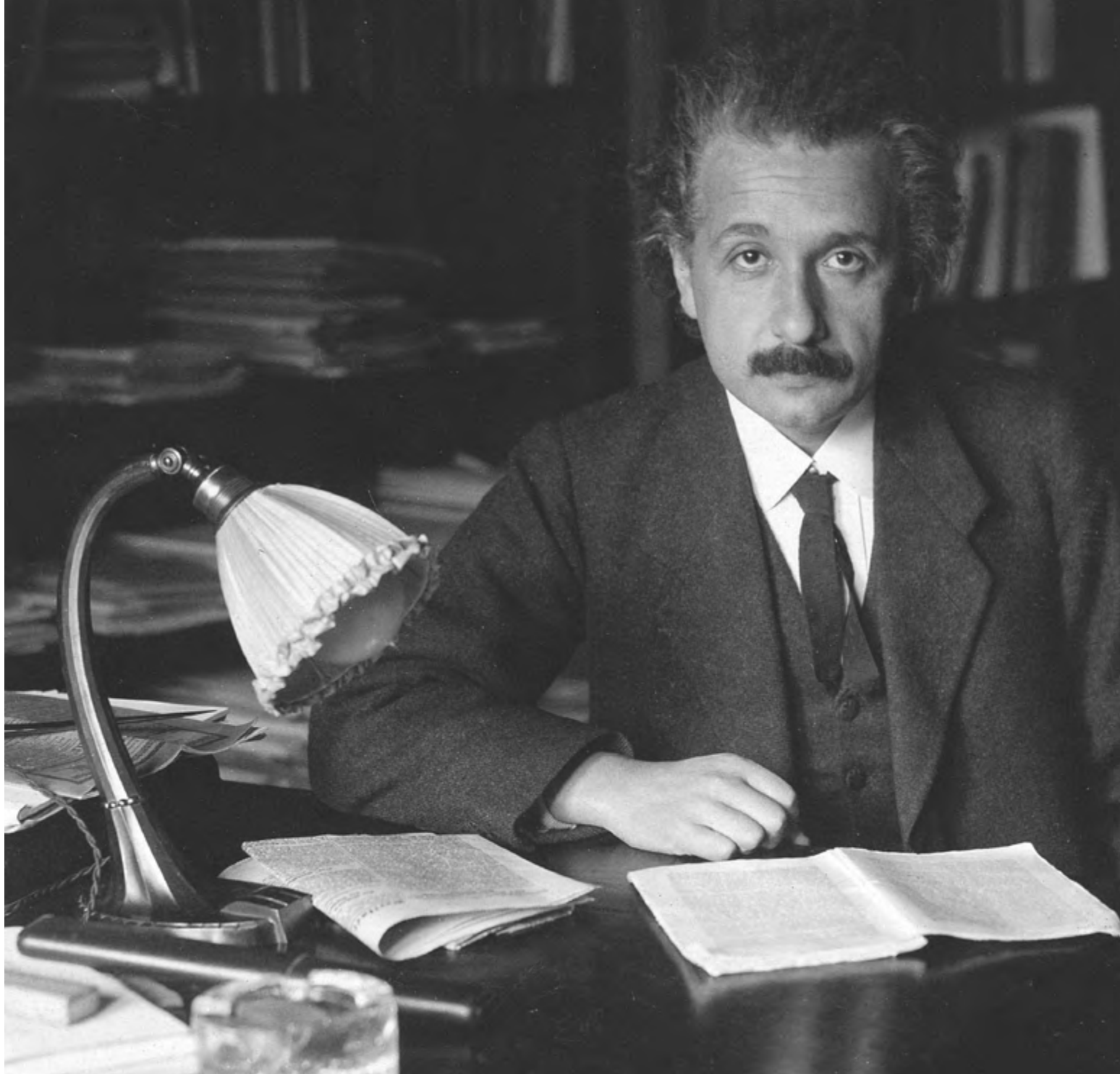


HEITTÄÄKÖ JUMALA NOPPAA?



Albert Einstein ajatteli, ettei Jumala heitä noppaa. Mistä hänen ajattelunsa kumpusi, ja voidaanko sanoa, oliko hän lopulta oikeassa vai väärässä?

Jotkut maailmankuvaan liittyvistä vakaumuksista ovat kiteytyneet sananlaskuiksi, jotka muistetaan, koska ne ovat osuneet ongelmien ytimeen. Tällaisia klassikkoja ovat esimerkiksi **Galileo Galilein** ”se pyörii sittenkin”, **Isaac Newtonin** ”en tee hypoteeseja”, **Descartesin** ”ajattelen, siis olen” ja **Albert Einsteinin** ”Jumala ei heitä noppaa”. Näitä teesejä on vuosien mittaan analysoitu monipuolisesti, mutta ne voivat yhä tarjota lähtökohtia tiedekäsitysten tarkasteluun.

Nuorin mainituista esimerkeistä on vuodelta 1926, ja se on peräisin Einsteinin kirjeestä **Max Bornille**. ”Jumala ei heitä noppaa”-lausahduksellaan Einstein ilmaisee uskonsa siihen, että luonto ei ole määrätymätön eli indeterministinen. Olisi kiinnostavaa tietää, mitkä seikat saivat Einsteinin pitämään kiinni kannastaan vuosikymmenien ajan, vaikka hän jäi käsityksineen yksin: Miksi Einsteinin

hämmästyttävä tieteellinen intuitio johti häntä tässä asiassa harhaan? Saattoiko Einstein kaikesta huolimatta olla jossakin mielessä oikeassa?

KVANTTIFYSIIKAN TULOSTEN YMMÄRTÄMINEN

Myös alan suurten gurun mielestä kvanttifysiikan tulosten ymmärtäminen on keskeinen ongelma. **Niels Bohr** palkittiin Nobel-palkinnolla atomin rakenteen selvittämisestä, ja hänen sanomakseen todetaan: ”Jos kvanttiteoria ei järkytä, siitä ei ole ymmärtänyt sanaakaan.” Samaa ilmaisee **John Wheelerin** lausahdus: ”Jos kvanttimekaniikka ei hämmennä täysin, sitä ei ymmärrä.” Edelleen samaa viestiä välittää **Roger Penrosen** lause: ”Kvanttifysiikka on absoluuttisesti järjetöntä.” (Muller, NYT, Ajan fysiikka, s. 186.)

Kvanttifysiikan tilannetta voidaan ehkä rinnastaa siihen ymmärtämisen kriisiin, joka syntyi pythagoralaisessa matematiikassa, kun jouduttiin toteamaan, etteivät neliön lävistäjä ja sivu ole yhteismitallisia (Boyer, Tieteiden kuningatar, s 118). Perimätiedon mukaan tämä löytö pidettiin salaisuutena tai sen tekijä teki itsemurhan. Kreikkalaisessa matematiikassa luvut olivat hahmojen luonteisia. Kun voitiin todistaa, että neliön lävistäjä ei ollut kokonais- tai murtoluku, sillä ei ollut hahmoa eikä se ollut minkään konkreettisen esineen, kappaleen tai mitan mittainen. Matematiikka ei silti muuttunut perustaltaan, vaikka osoitettiin, että siihen sisältyi myös irrationaalisia osia. Irrationaalisuus todetaan suhteessa rationaalilukuihin, jotka ovat yhä olemassa.

Vaikka analogian osuvuutta ei ole syytä korostaa, siitä syntyy näkökulma, jonka mukaan kvantit eivät ehkä myöskään ole yhteismitallisia klassisten kappaleiden kanssa: niillä ei ole kaikkia samoja ominaisuuksia kuin ”oikeilla” kappaleilla, joihin olemme tottuneet. Olemme kriisissä, sillä kvantit ovat ”irrationaalisia”. Niillä ei esimerkiksi ole tarkkaa paikkaa, eikä niiden käyttäytymistä voida tarkasti ennustaa.

KÄSITYKSIÄ MAAILMASTA

On silti toinen kysymys, seuraako kvanttifysiikan tuloksista se, että luonnonlait ovat perustavasti määrätymättömiä ja kausaa-

Olemme kriisissä, sillä kvantit ovat ”irrationaalisia”.

lisuus pätee vain tilastollisesti, suurissa joukoissa. Tällainen tulkinta nojaa atomistiseen käsitykseen maailmasta, jonka mukaan kokonaisuudet voidaan koota perusosistaan luonnonlakien avulla. Käsityksen mukaan perusosat ovat primäärästi olemassa olevia ja kokonaisuus rakentuu niistä loogisesti. Fysiikan tehtävänä on löytää nämä perusosaset.

Kun tällainen malli ei onnistu selittämään kokonaisuuksien kaikkia ominaisuuksia osiensa avulla, ajatusta on täydennettävä esimerkiksi emergenttisen materialismin mukaisesti. Emergenssi on kuitenkin *ad hoc*-olettaus, ”jotakin varten”, jolla teoria paikataan sopivaksi tosiasioiden kanssa.

Filosofi **Edmund Husserlin** ”eurooppalais-ta” tiedettä koskeva kritiikki on tälle ajattelulle vastakkainen. Sen mukaan ihmiset ovat primäärästi olemassa olevia ja elämiskaikma on empiiristen tieteiden perusta (*Geometrian alkuperä, Eurooppalaisten tieteiden kriisi ja transkendentiaalinen fenomenologia*). Niin kuin mittamme, kuten vaaksa, jalka, kyynärä, syli, metri, kynttilä ja hevosvoima, ovat saaneet empiirisen perustansa elämiskaikmaan kiinnittyen, Husserlin mukaan

myös perustava olemisen käsitteemme on jäsentynyt arkipäivän maailmamme kautta.

Emergenssin ajatusta ei tarvita, sillä päinvastoin ajatellaan, että osat menettävät ominaisuuksia, kun niitä tarkastellaan erottamalla ne niistä kokonaisuuksista, joiden osia ne ovat. Talo voi olla tehty puusta, mutta sen purkaminen antaa meille pinon, jonka yksittäisiä puita tutkimalla ei enää löydetä tietoa talon kaikista ominaisuuksista. ”Kokonaisuus on enemmän kuin osiensa summa”, jos kokonaisuuden rakenteeseen kuuluva informaatio katoaa atomismin mukana.

FYSIIKKA JA FENOMENOLOGIA

Kvanttifysiikan tulkinnassa fysiikan ja fenomenologian näkökulmien ero on jäänyt vähälle tarkastelulle. Muun muassa professori **Heikki Oja** toteaa lakonisesti ja asiaan kummemmin perustelematta kirjassa *Einsteinin perintö* (s. 168): ”Mikromaailma on perusluonteeltaan epämääräinen ja satumanvarainen. Einstein oli väärässä ja Jumala heittää noppaa!” Tämä sitaatti herättää täsmennyspyynnön: koskeeko epämääräisyys vain mikromaailmaa vai onko kyse sellaisesta perustavasta asiasta, joka pätee myös makromaailman perusteisiin?

Heikki Oja toteaa (s. 169): ”Mutta kehitystä Einstein ei voinut pysäyttää. Kvanttimekaniikan juna oli kääntynyt uusille raiteille ja Einstein oli pudonnut kyydistä.”

Einstein myönsi tavallisesti vain vastahakoisesti, jos hänen käsityksensä oli ollut virheellinen.

Edelleen hän jatkaa (s. 179): ”Tutkijatoverit alkoivat suhtautua Einsteininiin välttelevästi, jopa säälien.” Oja kertoo monin esimerkein, että Einstein myönsi tavallisesti vain vastahakoisesti, jos hänen käsityksensä oli ollut virheellinen. Kvanttifysiikan suhteen hän ei kuitenkaan koskaan luopunut käsityksestään, kuten käy ilmi seuraavista lainauksista:

Mutta nyt kysyn: Onko todellakaan ainoakaan fyysikko, joka uskoo, että emme tule milloinkaan saamaan mitään näkemystä näistä yksittäisen systeemin tärkeistä sisäisistä muutoksista, niiden rakenteesta ja niiden välisistä kausaaliyhteyksistä, ja näin siitä huolimatta, että olemme päässeet niin lähelle noita yksittäistapahtumia, kiitos Wilson-kammion ja geigerlaskimen? Tällaisen uskomisen on loogisesti mahdollista ilman ristiriitaa, mutta se on niin minun tieteellisen vaistoni vastaista, että en voi luopua täydellisemmän käsitteistön etsimisestä. (Lehti, *A Einstein. Erityisestä ja yleisestä suhteellisuusteoriasta*, s. 169–70.)

Jotkut fyysikot, joihin itsekkin kuulun, eivät saata uskoa, että meidän täytyy todellakin ja lopullisesti luopua esittämästä fysikaalista realiteettia

välittömästi ajassa ja paikassa, tai että meidän täytyy hyväksyä näkemys luonnon tapahtumista analogisena arpapelin kanssa. (Lehti, *A Einstein. Erityisestä ja yleisestä suhteellisuusteoriasta*, s. 185.)

Tämä on kohta, jossa minun käsitykseni eroaa selvimmin aikani fyysikoista. [...] Ennen kaikkea muuta he uskovat, että alkeistapahtumien luonne voidaan kuvata vain tilastollisen teorian avulla. (Shilpp, *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, s. 87.)

Seuraavassa toivon voivani esittää syitä, jotka estävät minua olemasta samaa mieltä melkein kaikkien nykyisten fyysikkojen kanssa. Olen itse asiassa täysin vakuuttunut siitä, että nykyisen kvanttiteorian olennaisesti tilastollinen luonne on fysikaalisten systeemien epätäydellinen kuvaus. (Shilpp, *Albert Einstein, Philosopher-Scientist*, s. 666.)

Kvanttimekaniikka on hyvin kunnioitusta herättävää. Mutta sisäinen ääni sanoo minulle, että se ei kuitenkaan ole todellinen Jaakob. Teoria antaa paljon, mutta tuskin se tuo meitä lähemmäksi Tuon Vanhan salaisuutta. Joka tapauksessa minä olen vakuuttunut, että Hän ei heitä noppaa. (Oja Heikki, *Einsteinin perintö*, s. 165–169.)

Tähän sarjaan voidaan vielä liittää Einsteinin keskustelut Niels Bohrin kanssa, jotka kestivät kymmenisen vuotta ja joiden erimielisyydet Einstein joka kerta hävisi, sekä Einsteinin, **Boris Podolskyn** ja **Nathan Rosenin** kuu-

luisa artikkeli, joka julkaistiin *Physical Review* -lehdessä vuonna 1935. Oja toteaa kuitenkin (s. 173), että on paradoksaalista, kuinka tähän artikkeliin on viitattu useammin kuin mihinkään Einsteinin muuhun julkaisuun. Kyse on tuskin siitä, että nämä viittaukset olisivat tehty esimerkkeinä siitä, miten loistavakin tiedemies voi olla pakkomielteensä vankina. Aihe ei ehkä olekaan loppuun käsitelty.

EINSTEININ INTUITIO

Eräänlainen ”ajan henki” voi selittää, mistä Einsteinin vakaumus kumpusi. Hän ei kenties osannut perustella vakaumustaan koska ei ollut tarkasti perillä aikakautensa filosofia. Einstein viittaa siellä täällä filosofi **Immanuel Kantiin**, mutta näitä kommentteja ei ole syytä tarkastella yksityiskohtaisesti.

Professori emeritus **Raimo Lehti** kirjoitti *Tieteessä tapahtuu* -lehden artikkelissaan *Einstein ja positivismi* (6/2003):

Monet ovat yrittäneet rakentaa eri ajoilta peräisin olevista Einsteinin lausumista yhtenäisen tieteenfilosofian, mutta joutuneet vaikeuksiin. Tosiasiassa Einstein oli vakuuttunut omien kokemustensa ja tuntemustensa perustella, mikä teoria on oikea, ja tälle hän sitten esitteli perusteluja kulloisenkin tilanteen vaatimalla tavalla. [...]

Niinpä Einstein muutti (ainakin julkisesti esittämänsä) tieteenfilosofiaa kunkin tilanteen vaatimusten mukaiseksi. [...]

KUVAN LÄHDE: WIKIMEDIA COMMONS



Niels Bohr ja Albert Einstein kuvattiin syntymäpäiväkutsuilla Leidenissä Alankomaissa vuonna 1925.

Tässä kuten muuallakin hän vetoaa omiin tuntemuksiinsa fysikaalisten teorioiden oikeellisuuden kriteerinä. Asennettaan hän perusteli omilla ”intuitiivisilla” näkemyksillään ja ”tieteellisellä vaistollaan”.

Raimo Lehti antaa tästä lukuisia esimerkkejä kirjassaan *Einstein. Erityisestä ja yleisestä suhteellisuusteoriasta*. Myös Heikki Oja toteaa: ”Hänellä [Einsteinilla] oli ihmeellinen intuitio, jonka ansiosta hän oli vakuuttunut ajatustensa pätevyydestä. Siksi hän jätti teo-

rioiden kokeellisen varmistamisen muiden huoleksi.” (*Einsteinin perintö*, s. 7.)

Erityisen suhteellisuusteorian pääteema on **Newtonin** absoluuttisen ajan ja avaruuden kritiikki:

Halusin osoittaa, että avaruus-aika ei ole välttämättä sellainen, että sille voidaan antaa erillinen olemassaolo riippumatta fysikaalisen todellisuuden objekteista. Fysikaaliset objektit eivät ole *tilassa*, vaan näillä kohteilla on *tilavuudellinen ulottuvuus*. Tällä tavoin

käsite ”tyhjä tila” menettää merkityksensä.
(*Relativity*, s. vi.)

Koska Einsteinin kannoista ei rakennu johdonmukaista tieteen filosofiaa, häntä ei myöskään voi hirtittää repliikeistään sanatarjoilla sitaateilla. Siitä huolimatta eräät hänen vakaumuksensa ovat niin vahvoja, että niiden perusteella voidaan yrittää löytää ne argumentit, joista seurasi hänen pysyvä erimielisyytensä muiden fyysikkojen kanssa kvanttifysiikan tulkintojen suhteen.

Voi olla niin, että Einstein ei löytänyt parhaita perusteluja intuitiiviselle kannalleen, koska hän oli uudestaan hyväksynyt ajatuksen ”eetteristä”, toisin sanoen matematiikasta tietoteoreettisena taustana. Hän oli saattanut tehdä näin, vaikka hän oli aikaisemmin hylännyt Newtonin absoluuttisen avaruuden ajatuksen. Filosofin **Håkan Törnebohm** toteaa artikkelissaan vuodelta 1970 (*Foundations of Physics*, 47–56), että Einstein luopui ajatuksesta, jonka mukaan empiirisellä maailmalla ei ole taustaa, jolle se voidaan kuvata:

Argumentoin, että riemannilainen avaruus-aika Einsteinin yleisessä suhteellisuusteoriassa voidaan katsoa klassisen eetterin seuraajaksi.

Michelson-Morley-koe johti toteamiseen, että eetterin kaltaista kehystä ei voida määritellä. Newtonin gravitaatioteorian syrjäyttäminen Einsteinin yleisellä suhteellisuusteorialla johti

eetterin syntyyn uudessa muodossa. Riemannin avaruus-ajalla, joka sopeutti metrisen rakenteensa aineen ja säteilyn olemassaoloon ja kykyyn kuljettaa gravitaatioaaltoja, on niin selvä sukulaisuus klassisen eetterin kanssa, että se voidaan katsoa sen lailliseksi perilliseksi.

Einsteinin pohtima ongelma voidaan paikantaa seuraavasti: on olemassa luotettavia havaintoja, joiden mukaan tutkittava kohde, kvantti, käyttäytyy määrätymättömästi eli indeterministisesti. Niiden eräitä ominaisuuksia voidaan kuvata vain todennäköisyyslausekkeiden avulla. Tästä on päätelty, että luonnonlait ovat perimmältään indeterministisiä.

Einstein oli todennäköisesti väärässä, jos hän haki yhteismitallisuutta kvanttien käyttäytymisen ja determinististen luonnonlakien välillä. Luonnonlakien perustavammalla tasolla hänen näkökulmansa voidaan tehdä ymmärrettäväksi.

KYSYMYS MITTALAITTEISTA

Laitteet, joilla havaintoja tehdään, antavat kriteerit sille, onko kohde indeterministinen vai ei. Niihin nojataan johtopäätöksiä tehtäessä. Näiden laitteiden toimintaperiaatteet ovat käsitteellisesti perustavampia kuin niillä saadut tulokset. On kehäpäättelmä todeta, että meillä on havaintoja, joista seuraa, että indeterministisyys koskee

myös niitä tutkimuslaitteita, joiden avulla kyseiset havainnot yhteismitattomuudesta on saatu. Tutkimuslaitteet on oletettu etukäteen deterministisiksi, jotta niillä olisi kyky havaita indeterministisiä ilmiöitä. Jos myös tutkimuslaitteet olisivat indeterministisiä, ei olisi olemassa keinoja, jotka kykenevät erottamaan toisistaan deterministiset ja indeterministiset tulokset.

Johtopäätös siitä, että kvanttien indeterministisyys on esimerkki kaikkien luonnonlakien indeterministisyydestä, on mahdollinen vain, jos empiiristä todellisuutta ajatellaan voitavan katsoa riippumattomasta taustakoordinaatistosta. Olemme olettaneet tietoteoreettisen eetterin, jota edustavat matematiikka, geometria ja loogisesti täsmällinen kieli.

Vaikka Einstein poistaa Newtonin absoluuttisen avaruuden, hän yhä olettaa sen matematiikan käsityksessään. Artikkelissaan *Geometry and Experience* hän toteaa:

Tässä kohdin esiin nousee arvoitus, joka on kaikkina aikoina tehnyt uteliaat mielet levottomiksi. Miten voi olla niin, että matematiikka, joka on ihmismielen tuotos ja riippumaton kokemuksesta, soveltuu niin ihailtavan hyvin todellisuuteen? Onko ihmismieli ilman kokemuksia ja pelkkien ajatusten voimin kykenevä käsittämään todellisten asioiden ominaisuudet? (Yanofsky, *Perustellun tiedot ulkorajat*, s. 291)

Eugene P. Wigner toteaa yhtäpitävästi:

Ensiksikin haluan korostaa, että matematiikan valtava hyödyllisyys luonnontieteissä on sangen arvoituksellista ja ettei sille ole mitään järjestäselvyyttä.” (*Matematiikan käsittämätön tehokkuus luonnontieteissä*, kirjassa *Symbolien metsässä*, s. 266)

Sekä Einstein että Wigner ovat sitä mieltä, että matematiikka on luonnosta riippumaton tausta, jolle empiirinen maailma on objektiivisesti kuvattavissa. Siksi kyseessä ei ole kehäpäättelmä. Einstein päätteli, että avaruuden geometria voidaan määrätä empiirisesti:

Kysymyksellä siitä onko universumin geometria euklidinen vai ei, on selvä tarkoitus ja siihen voidaan vastata kokemuksen avulla. [...]

Se näkökohta, jota edustan tässä, on, että kysymyksellä siitä onko avaruudella euklidinen, riemannilainen tai joku muu rakenne, on selvä fysikaalinen mielekkyys ja siihen voidaan vastata kokemuksen avulla, eikä se perustu sopimukseen tai ole valittavissa pelkän sopivuuden avulla. (*Ideas and Opinions*, s. 235–238)

Tässä Einstein ei huomioi sitä, että myös käytettävien mittauslaitteiden ominaisuudet riippuvat siitä samasta maailmasta, jota mitataan. Näemme maailman sisältäpäin, siitä riippuvaisina. Tämä kiistää johtopäätöksen, jonka mukaan voisimme saada selville, mikä on avaruuden geometria.

VERTAILU WITTGENSTEINIIN

Tässä kohtaa voimme tehdä vertailuja filosofi **Ludwig Wittgensteiniin**. Hän päättelee, että koska kieli ja maailma ovat kietoutuneet yhteen, emme voi sanoa ”objektiivisesti”, kielen avulla, mikä on kielen ja maailman suhde, koska tämä sanominen joudutaan jo tekemään kielen avulla. Einstein ja Wittgenstein tekevät samassa tilanteessa vastakkaiset johtopäätökset.

Wittgenstein kirjoittaa *Tractatuksessa* muun muassa seuraavasti:

2.173 Kuva esittää kohteensa ulkoapäin (esittämismuotonsa näkökulmasta). Siksi kuva esittää kohteensa oikein tai väärin.

2.174 Esittämismuotonsa ulkopuolelle kuva ei kuitenkaan voi asettua.

4.12 Lauseet voivat esittää koko todellisuutta, mutta eivät sitä, mikä niillä täytyy olla yhteisenä todellisuuden kanssa voidakseen sitä esittää – loogista muotoaan.

Voidaksemme esittää loogisen muodon, meidän täytyisi voida asettua lauseitten kanssa logiikan ulkopuolelle, so. maailman ulkopuolelle.

5.6 *Kieleni rajat* merkitsevät maailmani rajoja.

5.61 Logiikka täyttää maailman.

Maailman rajat ovat myös logiikan rajoja.

Siksi emme voi sanoa logiikassa: Maailmassa on sitä ja sitä, muttei tätä tai tuota.

Tämähän näköjään edellyttäisi, että suljemme pois tiettyjä mahdollisuuksia, eikä niin voi olla,

koska muuten logiikan olisi mentävä maailman rajojen ulkopuolelle. Siinä tapauksessa se näet voisi tarkastella näitä rajoja toiseltakin puolen.

Wittgensteinin kanta koskee kieltä kuvana, joka yrittää sanoa jotakin maailmasta. Matemaattinen tietomme luonnosta on tietoa luonnossa vallitsevista suhteista. Tämän mukaan Einsteinin ja Wignerin ongelmaan voidaan vastata sanomalla, että matematiikan ja geometrian sopivuus empiirisen maailman tutkimukseen saa perustelunsa siitä, että matematiikalle on – aina jo etukäteen – annettu empiirinen tulkinta niiden empiiristen tutkimusmenetelmien ominaisuuksien kautta, joita pidetään olennaisina kussakin tutkimuksessa.

Hermeneuttisen tieteenfilosofian mukaan maailma on meille aina jo tulkittu maailma. Mittaaminen on maailman sisäistä vertailua. Kun laskemme lampaita, ykkönen on yksi lammas. Kun mittaamme lämpötilaa, ykkönen on yksi aste, ja kun punnitsemme kappaleita, ykkönen on yksi kilo. ”Pituudella ei voi mitata väriä tai painolla äänekkyyttä.” (Perhoniemi, *Mitan muunnelmat*, s 53). Tämä on Aristoteleen *syggenes*-periaate: mitan on oltava yhteismitallinen mitattavan kanssa.

Karl-Otto Apel on artikkelissaan *Wittgenstein ja Heidegger (Filosofian tila ja tulevaisuus)* todennut, että näemme jonkun aina jonakin (s. 109–110):

Tämä on Aristoteleen syggenes-periaate: mitan on oltava yhteismitallinen mitattavan kanssa.

Vain maailmansisäisesti ”oleva” voi olla empiirisesti verifioitavan lauseen kohteena. ”Oleminen” sen sijaan ”ajoittautuu” ”maailmansuunnitelmassa”, jossa kaikki olevainen, mikä on maailmansisäisesti kohdattavissa, aina jo (a priori) on hakeutunut siihen kategoriaaliseen muotoon, mikä ilmenee kussakin ”on” sanonnassa. Ihmiset ovat tässä maailmansuunnitelmassa aina jo ”etukäteen” siinä määrin kuin kieleen on sisältyneenä olevan olemisrakenteen ”etukäteistä ymmärtämistä”.

Arkisempi tapa ilmaista sama rakenne on viitata esimerkiksi **Thomas Kuhnin** kuuluisaksi tekemään paradigma-käsitteeseen. Yksityiset havainnon elementit ovat ”aina jo” jäsentyneitä elementtejä, johonkin näkökulmaan kuuluvia, jo tulkittuja osia – maailmaa meille, Kantin *das Ding für uns* -käsitystä seuraten.

On erityisen suhteellisuusteorian mukaisista ajatella, että meillä ei voi olla havaintoja, jotka osoittavat, että luonnonlait ovat perustavasti tilastollisia. Tällainen havainto edellyttäisi, että meillä olisi käytössä empiirinen kriteeri tai/ja tutkimuslaitteisto, johon näh-

den tutkittava kohde olisi indeterministinen. Silloin luonnossa olisi myös deterministisiä perusosia, joihin verrattuna joku olisi indeterminististä. Perustavimmat osat, kriteerit olisivat silloin deterministisiä: ”Jumala ei heittä noppaa.” Jos katsomme, että johtopäätös koskee myös käytettäviä tutkimusvälineitä, olemme Wittgensteinin *Tractatuksen* ongelmassa: yritämme sanoa jotain sellaisesta lähtökohdasta, johon jo sisältyy johtopäätös.

Karl-Otto Apel on korostanut kantaa, jonka mukaan yleiset lauseet maailmasta ovat epämielikkäitä, koska ne joutuvat oletamaan lähtökohdassaan sen perustan, ihmisen, tutkijan maailmassa olon käyttämässään kielessä, jonka avulla he yrittävät ilmaista ihmisen ja maailman suhteen. Tietomme on maailmasta riippuvaisen ihmisen tietoa. Tämä on myös fyysikko **Carlo Rovellin** käsitys (*Todellisuus ei ole sitä miltä se näyttää*, s. 217).

Tällöin myös Husserlin kanta elämismaailmasta tieteiden perustana on ymmärretty: maailman osia, myös kvantteja, katsotaan kokonaisuudesta päin. Kokonaisuuden determinismistä tai indeterminismistä emme voi sa-

noa mitään ilman loogista ristiriitaa, koska olemme jo olettaneet vastauksen tähän kysymykseen, jotta voimme sitä pohtia.

EINSTEININ TIEDONPUUTTEISTA

Jos Einstein tarkoittaa nopan heitolla luonnonlakien perustavaa indeterminismia, hänen kantansa voidaan ymmärtää. Voimme silti hyväksyä ajatuksen, että niin kuin luvut voivat olla rationaalisia tai irrationaalisia, empiiriset ilmiöt voivat olla keskenään yhteismitattomia. Kvanttien ominaisuuksien ei tarvitse olla deterministisiä. Wittgensteinin *Tractatus* loppupäätelmiä seuraten voimme todeta, että yleisten lauseitten valo on siinä, että se, joka ymmärtää ne oikein, voi käyttää niitä tikapuinä, jotka saavat hänet näkemään maailman oikein ja hylkäämään maailmaa koskevat yleiset lauseet tikapuiden mukana.

Yleinen lause luonnonlakien deterministisyydestä tai indeterministisyydestä ei kuulu sellaisiin olettamuksiin, jotka voitaisiin empiirisesti todentaa. Tällaisia näkökohtia Einstein ei kuitenkaan voinut tuoda esiin keskusteluissaan, koska hän ei tuntenut Husserlin ja Wittgensteinin ajatustapoja.

Pentti Alanen on professori (emeritus).

KIRJALLISUUS

- Apel Karl-Otto, Wittgenstein ja Heidegger, ss 97–137 kirjassa Hintikka J ja Routila L (toim.) *Filosofian tila ja tulevaisuus*, Weilin & Göös, Helsinki 1970.
- Boyer Carl, *Tieteiden kuningatar. Matematiikan historia Osa I*, Art House Juva 1994.
- Einstein Albert, *Relativity*, Methuen & Co Ltd Whitstable 1970.
- Einstein Albert, *Ideas and Opinions*, Bonanza Books, New York, ei painovuotta.
- A. Einstein, B. Podolsky, N. Rosen: Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete? *Physical Review* (ser. 2) 47, 777–78.
- Husserl Edmund, *Geometrian alkuperä*, Niin & Näin, ei painovuotta eikä -paikkaa.
- Husserl Edmund, *Eurooppalaisten tieteiden kriisi ja transkendentiaalinen fenomenologia*, Gaudeamus, Tallinna 2012.
- Lehti Raimo, Einstein, erityisestä ja yleisestä suhteellisuusteoriasta, *Ursa*, Jyväskylä 2003.
- Lehti Raimo, Einstein ja positivismi, ss 13–22 *Tieteessä* tapahtuu 6/2003.
- Muller Richard, NYT Ajan fysiikka, *Terra Cognita*, Helsinki 2016.
- Oja Heikki, Einsteinin perintö, *Ursa*, Painettu EU:ssa 2021.
- Perhoniemi Tuukka, *Mitan muunnelmat*, Vastapaino, Tampere 2014.
- Rovelli Carlo, *Todellisuus ei ole sitä miltä se näyttää*, *Ursa*, Keuruu 2019.
- Schilpp Paul (ed), *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, Open Court, Lontoo 1970.
- Törnebohm Håkan, Two Studies Concerning the Michelson-Morley Experiment, ss 47–56 *Foundations of Physik Vol I*, 1970.
- Wigner Eugene P, *Matematiikan käsittämätön tehokkuus luonnontieteissä*, ss 264–283 kirjassa Pekonen Osmo (toim.) *Symbolien metsässä*, Art House, Jyväskylä 1992.
- Wittgenstein Ludwig, *Tractatus Logico-Philosophicus*, WSOY, Porvoo 1971.
- Yanofsky Nossou, *Perustellun tiedon ulkorajat*, *Terra Cognita*, Helsinki 2019.