

Syy-seuraussuhteen ajallinen epäsymmetria

Matias Slavov

Tiivistelmä: Artikkelissa puolustetaan syy-seuraussuhteen ajallista yksisuuntaisuutta. Positiivinen argumentti vetoaa ajanluontoisten tapahtumien ennen–jälkeen-suhteen pysyvyyteen. Olennaiset vastaväitteet, jotka perustuvat samanaikaiseen kausaliteettiin, antikausaaliseen fysiikan filosofiaan ja luonnonlakien symmetrisyyteen, otetaan huomioon. Johtopäätöksenä todetaan, että malliesimerkit kausaliteetista ilmentävät syyn ja seurauksen epäsymmetriaa. Syy alkaa ennen seuraustaan, vaikka ne ovat osittain samanaikaisia.

Johdanto

Nykyisten kausaliteetin teorioiden katsotaan yleensä alkaneen David Humen säännönmukaisuusteoriasta.¹ Sitä on tutkittu valtavasti. Perinteisen säännönmukaisuusteorian (esim. Millican 2009) ohella myös projektivismi (esim. Beebee 2006), kvasirealismi (Coventry 2006) ja kausaalinen realismi (esim. Strawson 1989) ovat mahdollisia luentoja Humen kausaliteetin filosofiasta. Tässä artikkelissa ei tarvitse ottaa kantaa yllä mainittujen tulkintojen oikeellisuuteen.² Kaikki ovat samaa mieltä siitä, että Hume ajatteli syy-seuraussuhteen olevan

¹ Etenkin englanninkielisen, karkeasti sanottuna analyttisen filosofian teoriat kausaliteetista ovat jonkinlaisia reaktioita Humen teoriaan (Hausman 1998, 36). Erilaisia kausaliteetin filosofioita on tietenkin esitetty aina antiikista asti.

² En myöskään puolusta tai vastusta tiettyä teoriaa kausaliteetista. En ota kantaa nykyisten kilpailevien kantojen, kuten interventionismi, kontrafaktuaalinen teoria tai dispositionalismi, oikeellisuuteen. Puolustan rajatumpaa näkemystä, jonka mukaan kausaliteetti on ajallisesti epäsymmetrinen suhde.

ajallisesti yksisuuntainen. Kausaliteettiin kuuluu jotenkin erottamattomasti, että syy alkaa aina ennen seuraustaan.

Tämä väite olisi ongelmaton, jos ennen–jälkeen-suhde voitaisiin perustaa substantiaaliseseen aikaan. Isaac Newton perusteli luonnonfilosofiassaan, miten absoluuttinen aika sinänsä virtaa tasaisesti mistään muusta riippumatta (*Principia*, Scholium, Definitions).³ Aikaa itseään voidaan tämän ajattelutavan mukaan kuvata kuin nuolta, jonka kärki ilmentää nykyhetkeä. Jos nuoli piirretään vasemmalta oikealle, edeltävä tapahtuma voidaan sijoittaa jälkimmäisen tapahtuman suhteen vasemmalle, ja jälkimmäinen edeltävän tapahtuman suhteen oikealle. Jos ennen–jälkeen-suhde sisältyisi ajan virtaamiseen, kausaliteetin ajallinen epäsymmetria perustuisi ajan itsensä yksisuuntaiseen, kääntämättömään kulkuun.

Tämän väitteen puolustaminen muuttuu ongelmalliseksi, kun otetaan huomioon relativistisen fysiikan seuraamukset. On syytä huomauttaa, että suhteellisuusteorian metafysisiä tulkintoja on useita (Gilmore et. al. 2016 käyvät niitä järjestelmällisesti läpi). Perinteisenä pidetyn minkowskilaisen näkemyksen mukaan aika ja avaruus eivät ole absoluuttisia, mutta aika-avaruus on. Tässä on riittävää keskittyä aikaan suppean suhteellisuusteorian kontekstissa. Lorentzin muunnoksista seuraa, että kahden tapahtuman välinen aikaero on suhteellinen. Ei ole yhtä oikeaa, absoluuttista ja universaalista aikaa, johon paikallisia koordinaatistoja voitaisiin verrata. Eri koordinaatistot mittaavat eri aikavälit kahden määrätyn tapahtuman välille. Yhden koordinaatiston ilmoittama lukema ajasta on yhtä todellinen kuin minkä tahansa muunkin. Aika on olennaisesti suhteellista.⁴ Selkeimmin tämä tulee esille paikanluontoisesti erotettavien tapahtumien suhteen.

³ Newton esittää argumenttinsa *Principian* määritelmäosuuden (Definitions) selittävässä osassa (Scholium).

⁴ Tässä ajalla tarkoitetaan yksinkertaisesti kellojen mittaamaa aikaa, joka on kiistatta suhteellinen. Tästä ei seuraa, että kaikki ajalliset mitat olisivat suhteellisia. Verrataan kahta ajallista mittaa, joista yksi sisältyy toiseen (MacDonald 2012, 17). Pidän esitelmän, ja sen lomassa juon kupin kahvia. Ajallinen järjestys on seuraava: 1) esitelmä alkaa, 2) alan juoda kahvia, 3) olen juonut

Jos yhdessä koordinaatistossa, K' , kaksi eripaikkaista tapahtumaa tapahtuvat samaan aikaan, niiden välinen aikaero on nolla, $\Delta t'=0$. Näin koordinaatistossa K samojen tapahtumien aikaväli on $\Delta t = v\Delta x'/c^2\sqrt{1 - v^2/c^2}$, eli tapahtumat ovat perättäisiä.⁵ Koordinaatistossa K'' , joka liikkuu vastakkaiseen suuntaan K :n suhteen, tapahtumat voisivat tapahtua vastakkaisessa järjestyksessä. Paikanluontoisesti erotettavien tapahtumien suhteen ajallinen suuntakin on suhteellinen ja paikallinen, ei yksisuuntainen ja yhteinen.

Miten perustella ennen–jälkeen-suhteen epäsymmetria ilman substantiaalista aikaa? Ongelma on verrattavissa avaruudellisiin suhteisiin, kuten ylä- ja alapuoleen. On koordinaatiston valinnasta riippuvaista, onko yksi kappale toisen alapuolella vai päinvastoin sen yläpuolella. Absoluuttinen paikka voitaisiin määrittää sellaisen substantiaalisen avaruuden avulla, joka toimisi objektiivisena mittana kappaleiden sijainneille.⁶ Ilman absoluuttista avaruutta avaruudelliset järjestykset ovat kuitenkin suhteellisia. Miksi sama ei päde ajallisille järjestyksille, kuten ennen ja jälkeen, sekä (oletettavasti) syyllä ja seuraukselle?

Seuraavassa luvussa argumentoin, että syy-seuraussuhde on ajallisesti epäsymmetrinen. Argumenttini perustuu B-teoreettisen ennen–jälkeen-suhteen pysyvyyteen ja ajanluontoisesti erotettavien tapahtumien objektiiviseen järjestykseen. Tämä ratkaisuehdotus ei oleta vanhentunutta käsitystä absoluuttisesta ja universaalista, newtonilaisesta ajasta.⁷ Sitä seuraavassa

kahvin, 4) esitelmä loppuu. Kahvin juominen vie ehdottomasti vähemmän aikaa kuin mitä esitelmä kestää.

⁵ Kun $\Delta x' \neq 0$. Kaavat on johtanut Thuneberg (2017, 9).

⁶ Tähän newtonilainen absoluuttinen avaruus ei riitä, sillä se on näkymätön, immateriaalinen, homogeeninen ja ääretön joka suuntaan. Aikalaiskeskusteluissa Leibniz (kolmannessa kirjeessään Clarkille, viidennessä kappaleessa) kritisoi terävästi Newtonia: emme huomaisi kappaleiden liikkeissä mitään eroa, vaikka oletettua absoluuttista avaruutta käännettäisiin 180 astetta.

⁷ Tyypillinen vastaus – joka ei edellytä viittausta newtonilaiseen aikaan – ajan nuolen etsimisessä on vedota lämpöopin toiseen pääsääntöön: eristetyssä systeemissä epäjärjestys kasvaa tai pysyy samana. Carroll (2010) on tämän ratkaisun tunnettu puolustaja. Rovelli on eri mieltä. Hän (2018”) vetoaa Boltzmannin ajatukseen, jonka mukaan epäjärjestyksen kasvu perustuu ”blurrattuun”

luvussa otan huomioon vastaväitteet samanaikaisesta kausaliteetista, antikausaalisesta fysiikan filosofiasta sekä luonnonlakien ajallisesta käännettävyydestä. Johtopäätöksenä väitän, että kausaliteetin paraatiesimerkit ovat ajallisesti epäsymmetrisiä. Väite ei sulje pois sitä, että syyt ja seuraukset ovat osittain samanaikaisia.

B-suhteet ja ajanluontoisesti erotettavien tapahtumien epäsymmetrisyys

J. M. E. McTaggartin (1908) jaottelu ajan A- ja B-sarjoihin toimii edelleen nykyisen ajan filosofian keskeisenä kiistakapulana. Sarjat ilmentävät kilpailevia metafysisiä käsityksiä ajan luonteesta. A-sarjassa tapahtumilla on määrätty aikamuotoinen sijainti: tapahtuma on joko mennyt, nykyinen tai tuleva. B-sarja nojaa suhdekäsitteisiin: jokin tapahtuma on ennen toista tai sen jälkeen, tai ne tapahtuvat samaan aikaan. McTaggart oli antirealisti ajan suhteen ja pyrki osoittamaan molempien sarjojen epäjohdonmukaisuuden. Nykyään ajan olemassaolon kieltäminen on marginaalikanta.⁸

A-sijaintien ontologisen aseman hahmottamisen voi aloittaa nykyhetkestä. Olen hahmotellut tätä kahden tapahtuman avulla (Slavov 2019, 29–30). Tapahtumat ovat K: Kahvin tippuminen ja T: Tietokoneen käynnistyminen. Tässä vedotaan Albert Einsteinin (2001/1916) puolivälimenetelmään. Olen kahvinkeitin ja tietokoneen puolessavälissä. Havaitsen niiden käynnistyvän samaan aikaan. K ja T ovat samanaikaisia minulle, omassa koordinaatistossani. Muut koordinaatistot eivät havaitse tapahtumia samassa järjestyksessä. Jos tietokoneen ja kahvinkeitin puolessavälissä oleva havaitsija liikkuu kohti kahvinkeitintä, tapahtuu tälle K

näkemyksemme maailmasta. Makroskooppiset kappaleet rakentuvat $\sim 10^{23}$ atomista. Karkeistettuna makroskooppiset prosessit noudattavat lämpöopin toista pääsääntöä, mutta yksittäisen atomin liikkeestä ei voi päätellä ajan suuntaa.

⁸ Barbour (1999) on harvoja antirealisteja. Etenkin Maudlin on kritisoinut voimakkaasti väitteitä ajan epätodellisuudesta. Maudlin (2012) on kehittänyt aika-avaruuden geometrian, jonka mukaan ajalla on sisäänrakennettu suunta yhtenä koordinaattina.

ennen T:tä. Päinvastoin vastakkaiseen suuntaan liikkuvalla havaitsijalle. Hänelle T tapahtuu ennen K:ta. Tapahtuvatko K ja T samaan aikaan vai peräkkäin on koordinaatiston valinnasta riippuva asia. Kaikki havaitsijat ovat samaa mieltä itse tapahtumista: kahvi tippuu ja tietokone hyrrää. Kukaan ei kiistä niiden olemassaoloa. Sen sijaan he eivät ole täysin samaa mieltä tapahtumien A-sijainneista. Yhdelle K ja T tapahtuvat molemmat nyt, toiselle K tapahtuu nyt ja T on tulevaisuutta, ja kolmannelle T tapahtuu nyt ja K on tulevaisuutta. Havaitsijat voivat myös olla eri mieltä K:n ja T:n menneisyyksistä. ”Nyt” saattaa intuitiivisesti tuntua todellisemmalta kuin mennyt ja tuleva. ”Nyt” ei kuitenkaan ole absoluuttinen eikä universaali.

Presentismiä kritisoidaan olennaisesti samanaikaisuuden suhteellisuuden pohjalta.⁹ Jyrkin tulkinta tästä on, ettei paikanluontoisilla tapahtumilla ole mitään määrättyä järjestystä, koska eripaikkaisten tapahtumien suhteen ei ole samanaikaisuutta. Näin toisistaan erillään olevat tapahtumat eivät edes olisi missään ajallisessa järjestyksessä.¹⁰ Tämä tulee esille jo kosmisesti vaatimattomilla etäisyyksillä. Syömme lounasta kotiplaneetallamme ja Marsissa Nasan mönkijä ottaa kuvan. Ovatko nämä kaksi toisistaan erillistä tapahtumaa samanaikaisia? Tapahtuvatko ne molemmat ”nyt”? Näitä kahta tapahtumaa ei saada liitettyä toisiinsa. Katherine Brading (2015, 15) ilmaisee tämän selkeästi:

Tietty tapahtuma t_1 aika-avaruudessa on ”nyt” itsensä suhteen. Suppean suhteellisuusteorian aika-avaruuden rakenteessa ei ole mitään, mikä määrää t_1 :stä

⁹ 2000-luvun presentismin kriitikoita, jotka vetoavat suppeaan suhteellisuusteoriaan, ovat muun muassa Saunders (2002), Balashov ja Janssen (2003), Peterson ja Silberstein (2010), Wütrich (2012), Fazekas (2016), Rovelli (2019) ja Slavov (2020b).

¹⁰ Putnamin (1967, 241) klassista argumenttia eternalismin puolesta on kritisoitu siitä, että se olettaa kaikkialle avaruuteen ulottuvat ”nyt-siivut” (Rovelli 2019, 1328).

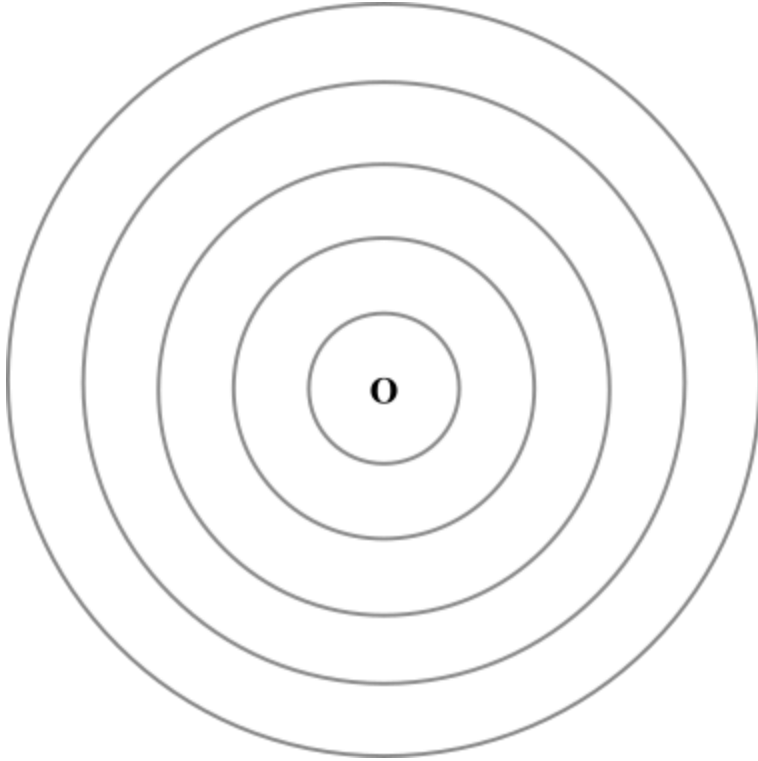
avaruudellis-ajallisesti etäisten tapahtumien olevan *myös* samanaikaisia t_1 :n kanssa. Ei ole mitään etuoikeutettua tapaa ”yhdistää pisteet”.¹¹

Arkielämän etäisyyksillä ja nopeuksilla samanaikaisuuden suhteellisuus (tai sen olemattomuus) ei ole ihmisen aikajärjestyksen havainnoinnille merkittävää. Jos oletetaan, että pystymme lyhimmillään käsittämään sekunnin kymmenesosan mittaisen hetken, valo etenee sillä aikavälillä noin 30000 kilometriä, yli kaksinkertaisesti päiväntasaajan halkaisijan mitan (Rovelli 2020, 1330). Käytännössä nykyhetki on meille maapallon asukkaille sama. Ajan filosofialle tärkeintä on samanaikaisuuden suhteellisuuden periaatteellinen metafyyminen merkitys. Tapahtuman sijoittaminen menneeseen, tulevaan tai nykyisyyteen on suhteellista. A-sijainnit eivät ole ontologisesti perustavia. Ne ovat indeksikaalisia kuten avaruudelliset sijainnit ”edessä”, ”tässä”, ja ”takana”. Paikanluontoisesti erotettavien tapahtumien ajallinen järjestys ei ole objektiivinen. Paikallisista aikajärjestyksistä ei voi päätellä yhtä määrättyä ajan suuntaa.

B-sarja on yhtäpitävä ajanluontoisesti erotettavien tapahtumien kanssa. Tämä yhteys mahdollistaa myös syyn ja seurauksen ajallisen epäsymmetrian perustelun. Ajanluontoisten ja paikanluontoisten tapahtumien välisiä eroja voidaan hahmottaa geometrisesti Hermann Minkowskin (1923, 84) diagrammin avulla. Alla asteittainen kuvasarja, jonka piirtämisessä olen käyttänyt mallina John D. Nortonin piirroksia.¹² Ensimmäisessä, kaksiulotteisessa avaruudellisessa kuvassa origossa sijaitseva tapahtuma lähettää valoa ympärilleen vakionopeudella. Kuva on tapahtuman yläpuolelta:

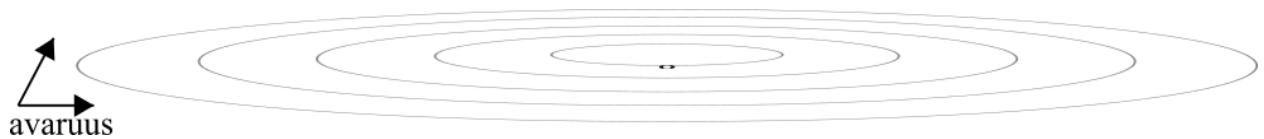
¹¹ Suomentanut M.S. Olen suomentanut muutkin englanninkieliset siteeraukset itse.

¹² Alkuperäiset kuvat osoitteessa:
https://www.pitt.edu/~jdnorton/teaching/HPS_0410/chapters/spacetime/index.html.
21.10.2020. Käyty



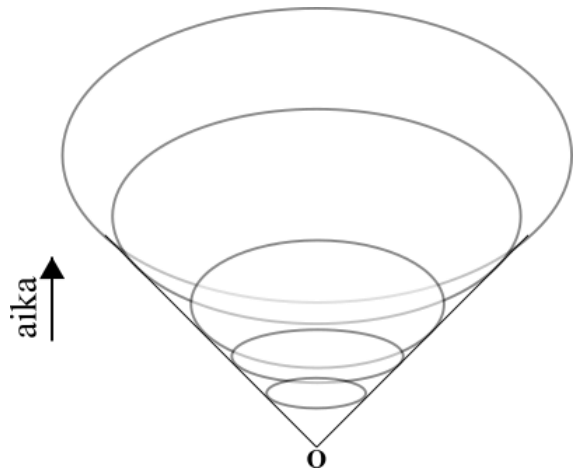
Kuva 1: Origossa, O, tapahtuma lähettää valoa ympärilleen avaruuteen vakionopeudella.

Avaruus-akselit ovat samassa tasossa, kun kuva käännetään lähes vaakatasoon:



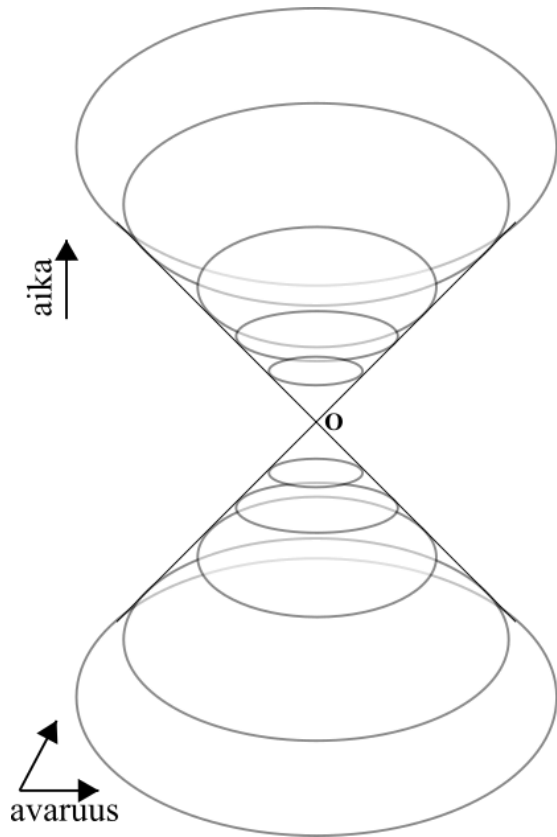
Kuva 2: Kaksiulotteinen avaruus lähes vaakatasosta katsottuna.

Valon voidaan kuvailla etenevän ajassa niin, että aika kulkee sopimuksenvaraisesti ylöspäin, jolloin saadaan lisättyä aika-akseli:



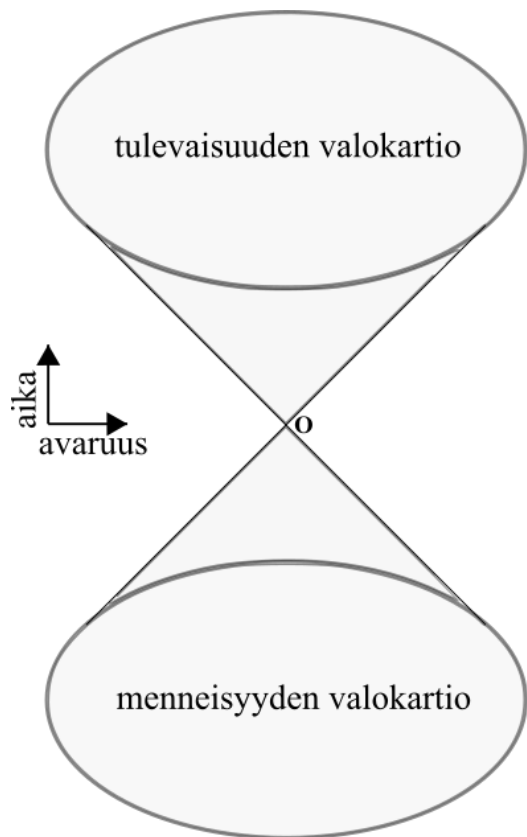
Kuva 3: Tulevaisuuden valokartio.

Menneisyyteen suuntautuva valokartio on suunnaltaan täsmälleen päinvastainen kuin tulevaisuuteen osoittava valokartio. Näin kuvaan 4 on sisällytetty niin mennyt kuin tuleva valokartio:



Kuva 4: Menneisyyden ja tulevaisuuden valokartiot.

Vaakataso kuvaa avaruutta ja pystytaso aikaa. Näin voidaan selventää ajanluontoisesti ja paikanluontoisesti (sekä myös valonluontoisesti) erotettavat tapahtumat Minkowskin aika-avaruudessa:



Kuva 5: Minkowskin aika-avaruus.

Kartioiden pinnat vastaavat valonluontoisia polkuja aika-avaruudessa (fotonien liike). Kartioiden sisälle suljetut tapahtumat ilmentävät ajanluontoisesti toisiinsa liittyviä tapahtumia. Kartioiden ulkopuolelle jäävät tapahtumat ovat paikanluontoisesti erotettavia. Minkowskin aika-avaruuden rakenne on hahmotettu sillä oletuksella, että valonnopeus on suurin mahdollinen signaalinopeus. Tämä rajoite on ratkaisevan tärkeä kausaliteetin epäsymmetrian perustelussa. Mikäli sähkömagneettinen signaali ei ehdi yhdestä tapahtumasta toiseen, ne eivät voi olla syy-seuraussuhteessa keskenään. Varhaisempi tapahtuma voi olla myöhäisemmän tapahtuman syy vain, jos ensimmäisen tapahtuman emittoima valo (kartioiden reunat, jotka voivat merkitä myös muita sähkömagneettisen spektrin aallonpituuksia) tai sitä hitaampi viesti (kartioiden sisältö, kuten vaikka ääni) tavoittaa myöhäisemmän tapahtuman.

Näin on perusteltavissa, miten A-sijainnit ovat subjektiivisia, mutta B-suhteet eivät. B-sarja pätee toisiinsa kausaalisesti liittyvien tapahtumien suhteen. Adrian Bardonin (2013, 93–4) sanoin:

Sen osoittaminen, onko jokin mennyttä, nykyisyyttä, vai tulevaa, on mielekästä ainoastaan tietyn havaitsijan subjektiivisesta näkökulmasta. Kuten olemme kuitenkin nähneet¹³, suhteellisuusteoria sallii meidän väittää objektiivisia B-sarjan suhteita minkä tahansa kausaalisesti liittyvien tapahtumien välille. Tässä merkityksessä, riippumatta samanaikaisuuden suhteellisuudesta, staattinen teoria ajasta voi puhua muuttumattomasta tapahtumien kirjosta ja täten määrittää pysyvät, todet ennen–jälkeen-suhteet.

Bardon olettaa, että B-teoria on yksinomaan staattinen.¹⁴ Se ei pysty hänen mukaansa selittämään objektiivista tuleamista. A-teoreetikon mukaan tulevaisuus lähestyy ja muuttuu ohikiitävän nykyisyyden kautta menneisyydeksi. B-teoreetikko ei voi puolustaa tällaista käsitystä ajan kulusta. Bardon (2013, 90) esittää, että ilman ontologisesti perustavia menneisyyttä, nykyisyyttä ja tulevaisuutta ajan kulua ja dynaamista muutosta ei ole. Uusia ajanhetkiä ei tule eikä mene.

L. Nathan Oaklander kannattaa B-teoriaa, mutta hänen mukaansa sen ei tarvitse sitoutua staattiseen todellisuuskäsitykseen. On kiistanalaista, edellyttääkö aika muutosta.¹⁵ Tyypilliset antirealistiset ajan filosofiat aina Parmenideesta asti ovat kiistäneet muutoksen olemassaolon. Jos analyysi aloitetaan muutoksesta, on kuitenkin selvää, että se edellyttää vähintään ennen–jälkeen-suhteen. Oaklanderin (2004, 41–2) esimerkissä lehti on ensin vihreä, sitten ruskea. Tätä prosessia

¹³ Bardon on ennen tätä esitellyt Minkowskin diagrammin ja samanaikaisuuden suhteellisuuden.

¹⁴ Bardon myös olettaa suorasukaisesti jaottelun A-sarja / presentismi / dynaaminen teoria vastaan B-sarja / eternalismi / staattinen teoria.

¹⁵ Shoemaker (1969), Le Poidevin (2010) ja Morganti (2017) argumentoivat, että jollakin ajanvälillä ei välttämättä ole muutosta. Shoemakerin (1969, 369–70) ajatuskokeen mukaan tietyt paikalliset maailmankaikkeuden alueet voisivat ”jäättyä” tietyksi aikaväliksi. Ajalliset intervallit voivat ainakin loogisesti mahdollisesti olla olemassa ilman muutosta.

on mahdotonta käsittää ilman aikaa. Yhdellä ajanhetkellä lehti on vihreä, toisella ruskea. Sen tulee olla ensin vihreä, ja tämän jälkeen ruskea. Ilmiön kausaalinen selittäminen edellyttää olennaista tietoa kasvin mekanismeista, joka saa sen muuttamaan olotilaansa kesästä syksyyn. Tämä argumentti ei tietenkään osoita kaikille yhteistä ajan virtaa. Se kuitenkin osoittaa, että paikallisesti muutosta tapahtuu menneestä tulevaisuuteen.

Ajanluontoisesti toisiinsa liittyvät syy ja seuraus ovat järjestykseltään pysyviä. Tapahtumien aikavälit ovat suhteellisia, mutta niiden järjestys ei. Kaikki havaitsijat ovat niiden keskinäisestä järjestyksestä samaa mieltä. Maailmansotien välinen aikaero voi olla mitä vaan noin kahdenkymmenen vuoden itseisajasta aina hyvin pieneen aikaväliin. Kaikkina aikoina on kuitenkin totta, että ensimmäinen maailmansota on ennen toista, ja toinen maailmansota on ensimmäisen jälkeen. B-teoreettinen ilmaisu ei edellytä alati vaihtuvia totuudentekijöitä. Tätä kirjoittaessani on totta, että Tokion olympialaiset ovat tulevaisuudessa. Niiden käynnissä ollessa ja loppuessa väite on epätotta.

B-sarja ei tässäkään tapauksessa perustu substantiaaliseen aikaan itseensä. Ei ole koordinaatistoista riippumatonta näkökulmaa, jolla tapahtumia suhteutetaan määreiden ”ennen” ja ”jälkeen” avulla. Sen sijaan ajanluontoisesti erotettavat tapahtumat ovat B-sarjan yhteydessä objektiivisia. Termi ”objektiivinen” on tunnetusti monimerkityksinen (ks. esim. Koskinen 2018). Tässä yhteydessä sillä tarkoitetaan, että kaikki havaitsijat ovat samaa mieltä ajanluontoisesti erotettavien tapahtumien ajallisesta järjestyksestä.¹⁶ Koordinaatistojen määrä on mielivaltaisen suuri, mutta yhdessäkään koordinaatistossa esimerkiksi Sydneyn olympialaiset eivät ole Pekingin

¹⁶ Fazekas (2016) perustelee, miten suppeasta suhteellisuusteoriasta seuraa useiden invarianttien B-sarjojen olemassaolo.

olympialaisten jälkeen. Kaikille Pekingissä urheilleille ja sitä seuranneille Sydneyn kilpailut ovat heidän menneisyydessään, objektiivisesti.

Tässä luvussa perustelin yleisellä tasolla, miten syyn ja seurauksen voidaan ajatella olevan ajallisesti epäsymmetrisiä. Syyt ovat ennen seurauksia objektiivisesti ilman, että ne sisältyisivät substantiaaliseen ajan virtaan. Seuraavassa käyn läpi vastaväitteitä, jotka kiistävät syy-seuraussuhteen epäsymmetrian, ja esitän puolestani vastaukset niihin.

Vastaväitteet ja vastaukset niihin

Syy ja seurauksen samanaikaisuus

Michael Huemer ja Ben Kovitz (2003, 557) argumentoivat, että kaikki syyt ovat samanaikaisia niiden seurauksien kanssa. He antavat viisi esimerkkiä:

- Lyijypallo makaa pehmusteella. Pallon sijainti aiheuttaa painauman pehmusteeseen.¹⁷
- Veturin moottori vetää jarruvaunua. Moottorin liike on vastuussa vaunun liikkeestä.
- Rautakanki hohtaa korkean lämpötilansa vuoksi.
- Keinulaudan yhden pään painaminen nostaa toisen pään.
- Lyijykynän yhden pään liikuttaminen aiheuttaa sen toisen pään liikkumisen.

Huemerin ja Kovitzin (2003, 556) yleisessä määritelmässä ajallisesti ulotteinen vaikutus tapahtuu samanaikaisesti ajallisesti ulotteisen syyn kanssa. Tämä on suora vastakohta humelaiselle näkemykselle, jonka mukaan syyn kaltaisia tapahtumia seuraavat vaikutuksen kaltaiset tapahtumat. Analysoidessaan viittä esimerkkiään Huemer ja Kovitz esittävät jo tässäkin artikkelissa aikaisemmin mainitun tärkeän rajoituksen: välitöntä kaukovaikutusta ei ole; yksikään

¹⁷ Tämä on Kantin esimerkki hänen *Puhtaan järjen kritiikissään* (A203/B248).

vaikutus ei välity valoa (tai muuta sähkömagneettisen spektrin aallonpituutta) nopeammin. Junan moottori ja sen vetämä vaunu ovat toisistaan etäällä, joten moottorin vaikutus ei voi olla välitön¹⁸.

Huemer ja Kovitz siirtyvät tarkastelussaan klassisen fysiikan voiman käsitteeseen. Sen mukaan kappaleeseen kohdistettu voima on suoraan verrannollinen kiihtyvyyteen. Heidän kausaliteetin filosofiansa puitteissa Huemer ja Kovitz (2003, 558–9) selittävät törmäysliikkeen syy-seuraussuhteen samanaikaisuuden:

Kuvittele kaksi palloa, jotka liikkuvat toisiaan kohti. Kun ne koskettavat toisiaan, kumpikin alkaa työntää toista. Törmäyksen aikana pallot rudentuvat hieman. Repulsiivinen voima kasvaa rusementumisen voimistuessa. Rusementumisen saavuttaessa huippunsa voima pallojen välillä saavuttaa huippunsa. Lopulta pallot palaavat alkuperäiseen muotoonsa ja liikkuvat pois toisistaan niiden keskinäisen voiman pudotessa nolnaan. On syytä huomata, että kumpaankin kappaleeseen kohdistuvan voiman kasvaessa tai vähentyessä kappaleen kiihtyvyys vaihtuu samanaikaisesti. Kappaleen painaessa toista ja toisen kiihtyessä ja kokoon puristuessa ei ole ajallista viivettä. On myös syytä huomata, että voimat vaihtuvat jatkuvasti, koska hiukkasten suhteelliset sijainnit ja nopeudet vaihtuvat jatkuvasti — ja nuo muutokset itsessään aiheutuvat voimien vaikutuksesta [...]

On totta, että Newtonin toinen laki kuvaa voiman aiheuttavan kiihtyvyyden samanaikaisesti. Vastaavasti, kuten Huemer ja Kovitz huomauttavat, Lorentzin voiman yhtälön mukaan varaukset kiihtyvät välittömästi sähkö- ja magneettikenttien vaikutuksesta. ”Samanlaiset tapaukset”, Huemer ja Kovitz (2003, 559) jatkavat, ”pätevät kaikkiin klassisen fysiikan yhtälöihin. Yksikään niistä ei

¹⁸ On yllättävää, että Huemer ja Kovitz esittävät tämän rajoituksen artikkelinsa alussa, mutta eivät myöhemmin vastaa sen aiheuttamaan haasteeseen.

koskaan oletta voimaa, kiihtyvyyttä tai muuta seurausta sen jälkeen, kun kausaalisesti relevantti tekijä on olemassa”.

Huemerin ja Kovitzin argumentti ei ota huomioon, että kausaalisissa prosesseissa alku tapahtuu ennen seurausta. Jatketaan törmäysesimerkillä. Biljardipöydällä on kivi ja kasipallo. Molemmat pallot ovat liikkumatta. Mitään törmäystä ei synny, jos kiveen ei ensin kohdisteta kasipalloon suuntautuvaa voimaa. Newtonilaiset voimat ovat toimintoja, jotka aloitetaan ennen kosketusta. Newtonin omin sanoin: ”Vaikuttava voima on kappaleeseen kohdistuva toiminta [...] Tämä voima koostuu pelkästään toiminnasta, eikä se pysy kappaleessa, kun toiminta on loppunut”.¹⁹ Ilman biljardikepin heilahdusta ennen kosketusta palloon mitään törmäystä ei syntyisikään. Törmäysvoimat ovat osittain samanaikaisia, mutta prosessin käynnistävä syy edeltää törmäystä. Sama pätee Huemerin ja Kovitzin muihin esimerkkeihin: pehmuste painautuu sen jälkeen, kun lyijypallo on sitä ennen laskettu sille; moottori vetää vaunua sen jälkeen, kun se on ennen sitä käynnistetty; rautakanki hohtaa sen jälkeen, kun se on ennen sitä kuumennettu; kiikkulaudan toinen pää nousee sen jälkeen, kun sitä on ennen sitä alettu painaa yhdestä päästä; lyijykynän kärki piirtää paperille sen jälkeen, kun sen vartta on ensin alettu liikuttaa.

Siinä missä Newtonin toinen laki tulkitaan yleensä kausaaliseksi laiksi, Newtonin kolmatta lakia voi pitää vuorovaikutuksen lakina ja esimerkiksi liikemäärän ja energian säilymislakeja nimensä mukaisesti säilymislakeina. Näin voidaan selittää erilaisia tasapainotiloja ja symmetrisiä prosesseja, jotka vaikuttavat pintapuolisesti kausaalisilta. Voidaan kysyä, etteivätkö kaksi toisiaan tukevaa kirjaa ja Newtonin kehdon pallojen liikkeet ilmennä samanaikaisia syy-seuraussuhteita? Ensimmäinen tapaus voidaan selittää Newtonin kolmannella lailla. Kirjat kohdistavat toisiinsa

¹⁹ Käsitellen tässä Newtonin voiman käsitettä nimenomaan törmäysvoiman tapauksessa, jonka hän luettelee vaikuttavaksi voimaksi (*Principian* neljäs määritelmä). Keskihakuinen painovoima on ontologiselta asemaltaan mystisempi.

yhtä suuren voiman. Ilman voimien yhtäsuuruutta toinen kappale aiheuttaisi toiseen nettovoiman, joka johtaisi päättymättömään kiihtyvyyteen. Tässä prosessissa Newtonin toinen laki on kuitenkin kausaalinen laki, ja tasapainotilassa nettovoima ja täten vaikuttava voima on nolla. Newtonin kehdon reunimmainen pallo palaa alkutilaansa samalle korkeudelle kuin mistä se päästettiin irti. Millä tahansa aikavälillä eristetyn systeemin liikemäärä ja energia pysyy samana. Tässä selityksessä ei vedota syy-seuraussuhteeseen millään tavalla.

Liikemäärän säilymisellä voidaan selittää Huemerin ja Kovitzin törmäysesimerkki ilman kausaliteettia. Törmäys ilmiönä ei ilmennä samanaikaista syy-seuraussuhdetta, jos se ei ilmennä syy-seuraussuhdetta alkuunkaan. Ilmiön selittäminen edellyttää tunnettujen suureiden, massan ja nopeuden tulon, pysyvyyttä. Liikemäärä on sama eri ajanhetkillä: liikemäärä ei ”siirry” pallosta toiseen. Huemerin ja Kovitzin kiikkuvan keinulaudan tapauksessa voidaan soveltaa energian säilymislakia. Jos saavumme leikkikentälle, ja huomaamme laudan kiikkuvan itsestään ylös-alas, ei prosessissa ole mitään tunnistettavan kausaalista. Yhden pään ollessa ylhäällä sen potentiaalienergia on maksimi ja kineettinen energia minimi. Tilanne on symmetrinen toisen pään suhteen. Ilmanvastuksen ja kitkavoiman puuttuessa elastinen lauta keinuisi ylös-alas aina hamaan tappiin saakka. Jos systeemiin kohdistetaan ulkopuolinen voima, joka muuttaa keinun liiketilaa, voitaisiin puhua syistä ja seurauksista.

Huemerin ja Kovitzin esimerkit samanaikaisesta kausaliteetista ovat varsin kiistanalaisia rajatapauksia. Sen sijaan paraatiesimerkit — vanhemmat aiheuttavat lapsensa, Aurinko sulattaa lumen, ilotulitteen räjähdyksestä seuraa kova ääni — ovat selkeästi ajallisesti epäsymmetrisiä syyn alkamisen suhteen. Kesäisenä päivänä Aurinko kuumentaa parkkipaikalla olevan auton sisäpuolen. Auringossa tapahtuvat ydinreaktiot (syy) tapahtuvat noin kahdeksan minuuttia ennen kuin auton sisätilat kuumentuvat (seuraus). Syy ja seuraus ovat osittain ajallisesti päällekkäisiä,

mutta syy alkaa ennen sen seurausta. Ne eivät ole täysin samanaikaisia, kuten Huemer ja Kovitz ajattelevat. Olisi myös absurdia²⁰ väittää, että tämä suhde olisi päinvastainen: auton sisätilan kuumentuminen ei saa Aurinkoa paistamaan. Ainut järkevä vaihtoehto tilanteen kausaaliseen selittämiseen on, että syy alkaa ennen seuraustaan, vaikka ne ovatkin osin ajallisesti päällekkäisiä.

Antikausaalinen fysiikan filosofia

Antikausaalinen fysiikan filosofia henkilöityy yleensä Bertrand Russelliin. Vuoden 1913 klassikoksi muodostuneessa artikkelissaan, ”On the Notion of Cause”, Russell väittää, ettei edistynyt tiede etsi syitä, koska sellaisia asioita ei edes ole olemassa. Russell ei ollut ensimmäinen antikausaalisen fysiikan filosofian kehittäjä. George Berkeley (1685/1753) teki tämän jo vuoden 1721 esseessään ”De Motu”. Siinä Berkeley argumentoi, etteivät voimat, kuten painovoima, ole syitä, joita fysiikka etsii. Tällä hän pyrki välttämään ne monet outoudet, joita mekanistisen luonnonfilosofian kontekstissa Newtonin dynamiikalla ajateltiin olevan (kuten painovoiman välitön kaukovaikutus). Syyt tulee rajata teologiaan ja metafysiikkaan. 1800-luvun puolessavälissä Auguste Comte jatkoi samoilla linjoilla. Hänen tunnetussa ihmiskunnan kehitysasteita kuvaavassa hierarkiassaan positiivista, kausaliiteetista vapaata vaihetta edeltää kausaliiteettiin tukeutuva metafyyminen aikakausi. Tätä puolestaan edeltää antropomorfiseen projektiioon turvaava teologinen aikakausi. Fyysikon väittämä ”Voima aiheuttaa kiihtyvyyden” on tämän ajattelutavan mukaan sukua kansanperinteiden tapaan selittää elottomia luonnonilmiöitä ihmisenkaltaisilla piirteillä. ”Ukkonen jyrisee” ja ”Tuuli puhalttaa” viittaavat johonkin agenttiin samalla tavalla kuin voiman ja täten kiihtyvyyden aiheuttamiseen tarvitaan agentti.

²⁰ Ks. Humen *reductio ad absurdum* -argumentti (T 1.3.2.7; SBN 75–6) ja sen tulkinta (Ryan 2003).

Hieman Comten tapaan Russell pitää kausaalista tiedettä alkeellisena. Russell (1913, 1) ruotii syy-seuraussuhdetta kovin sanoin: ”Uskoakseni kausaliteetin laki, samoin kun monet muut filosofien keskuudessa leviävät uskomukset, on jääne menneeltä ajalta. Se selviytyy kuten monarkia, ainoastaan sen takia, ettei sen virheellisesti oleteta aiheuttavan vahinkoa”. Monet nykyfilosofit (esim. Field 2003; Norton 2003; Ladyman ja Ross 2007) ovat Russellin linjoilla. Hänen keskeinen kausaliteettia vastustava argumenttinsa on seuraava:

Toisiinsa puoleensa vetävien kappaaleiden liikkeissä ei ole mitään, mitä voisi kutsua syyksi, eikä mitään, mitä voisi kutsua seuraukseksi. On vain kaava. Voimme löytää tietyt differentiaaliyhtälöt, jotka pitävät paikkansa jokaisella hetkellä koskien jokaista systeemin hiukkasta. Niiden konfiguraatio ja nopeudet yhdellä tai kahdella hetkellä mahdollistavat niiden konfiguraation teoreettisen laskemisen aikaisemmalla tai myöhäisemmällä hetkellä. Tämä väite kattaa koko fysiikan, ei pelkästään painovoiman erityistapausta. Tästä huolimatta tällaisessa systeemissä ei ole mitään, mitä voisimme asianmukaisesti kutsua ”syyksi”, eikä mitään, mitä voisimme asianmukaisesti kutsua ”seuraukseksi” (Russell 1913, 14).

Voimme ottaa Russellin mainitseman vetovoimalain tarkempaan syyniin. Kaksi kappaletta kiertää toisiaan yhteisen massakeskipisteen ympärillä. Jos tunnemme niiden sijainnit, inertiaaliset nopeudet ja massat, voimme ennustaa niiden sijainnit millä tahansa ajanhetkellä, oli kyse sitten menneisyydestä tai tulevaisuudesta. Tässä rajatussa tapauksessa menneisyys ja tulevaisuus eivät ole objektiivisesti määriteltävissä. Käytännössä laskun voi tehdä differentiaaliyhtälöparilla, joka ei sisällä voiman käsitettä. Se ei myöskään sisällä tällöin syyn käsitettä. Tilanteen fysiikasta ei voida päätellä mitään syy-seuraussuhteesta eikä ajan suunnasta. Yhdeltä puolelta katsova

havaintoja näkee liikkeen myötäpäivään, toiselta vastapäivään. Tilanteessa kumpikaan kappale ei aiheuta toisessa mitään, eikä siinä ole mitään ajallisesti epäsymmetristä.

Kuten samanaikaista kausaliteettia puolustaville, vastauksena Russellin kritiikkiin voidaan esittää, että hänen esimerkinsä ei ole mitenkään selvästi kausaalinen. Maailma on täynnä erilaisia säännönmukaisuuksia. Kaikki niistä eivät ole kausaalisia. Yhteisen massakeskipisteen ympärillä kiertävät kappaleet eivät ole mitenkään erottuvalla tavalla kausaalisia. On tyystin eri asia puhua sellaisesta syy-seuraussuhteen ketjusta kuin vaikkapa elämän synty Maapallolla. Auringon energia on aiheuttanut lajien evoluution, joka mahdollistaa muun muassa sen, että minä nyt kirjoitan tai joku lukee näitä lauseita. Tämä prosessi on myös selkeästi ajallisesti epäsymmetrinen: ensin on Aurinko fysikaalisine prosesseineen, sen jälkeen neljän miljardin vuoden evoluutio ja sen jälkeen filosofiaa pohtiva *homo sapiens*. Nämä kolme tapahtumaa eivät ole missään nimessä symmetrisiä. Filosofit eivät aiheuta lajien evoluutiota Maapallolla eikä planeettamme evoluutio Auringon fuusioreaktioita. ”Ajatellessamme asioista kausaalisesti”, siteeratakseni Bernard McBreenia (2017, 14), ”ymmärrämme, että tapahtumien ketju voi tapahtua vain yhteen suuntaan”.

Toisaalta on huomattava, että monet antikausaaliset filosofiat ovat nimenomaan antikausaalisia *fysiikan* filosofioita.²¹ James Ladymanin, Don Rossin ja David Spurrettin (2007) kaltaiset jyrkät naturalistit voivat olla oikeassa siinä, että maailman perustavan fysikaalisen tason kuvailu ei sisällä kausaalista selittämistä. Heidän mukaansa makroskooppiset törmäykset, joihin etenkin varhaismodernissa luonnonfilosofiassa monesti viitattiin, eivät muodosta vakavasti otettavaa mallia nykyiselle tieteelliselle metafysiikalle. Tästä olisi kuitenkin pitkä matka kausaliteetin olemassaolon kiistämiseen (mitä Ladyman, Ross ja Spurrett eivät tee). Tämän

²¹ Cartwright (1979) on tunnettu antikausaalisuuden kriitikko. Hänen mukaansa syistä luopuminen rampauttaisi tieteen. Hän vetoaa muun muassa lääke- ja terveystieteisiin.

artikkelin kannalta olennaista on, ettei kausaalisuhteiden ajallista epäsymmetriaa koskeva tieto muutu, vaikka ilmiöille saadaankin perustavamman tason selitys. Voidaan spekuloida, että ihmiset ovat tienneet kautta aikojen vanhempien olemassaolon edeltävän heidän lastensa olemassaoloa. Vanhemmat aiheuttavat lapsensa. Tätä syy-seuraussuhteen ajallista järjestystä koskeva tieto ei muutu, vaikka hedelmöityksestä saadaan tarkempaa mikroskooppista tietoa. Edelleen biologinen tieto saattaa olla redusoitavissa kemialliseen, ja kemiallinen fysikaaliseen. Riippumatta siitä, onko tällainen reduktio toteutettavissa, perustavimman tason kuvailu ei muuttaisi makroskooppista, epäsymmetristä kausaalista selitystä — ainakaan syyn ja seurauksen ajallista järjestystä koskevaa ymmärrystä. Mainitsin aikaisemmin Oaklanderin esimerkin väriä vaihtavasta lehdestä. Itse en tunne ilmiön tarkempaa selitystä. Kuitenkin tiedän, että lehti on ensin vihreä, sitten ruskea. Toisin sanoen tiedän, että se on varhaisempaa aikana vihreä, ja myöhäisempänä aikana ruskea. Ilmiön selittäminen perustavamman tason kuvailulla ei muuta prosessin ajallista suuntaa millään lailla.

Antikausaaliset fysiikan filosofiat herättävät myös kiinnostavan metakysymyksen fysiikan ja metafysiikan suhteesta. Syy-seuraussuhteella ja ajallisella epäsymmetrialla ei välttämättä ole fysiikassa sijaa, jos fysiikka rajataan ankarasti koskemaan tiettyjen muuttujien välisiä matemaattisia yhtälöitä ja niiden empiiristä testaamista, mukaan lukien havainnot, mittaukset ja kokeet. Tim Maudlin (2007, 1, 104) ilmaisee oman, varsin jyrkän naturalistisen kantansa:

[...] metafysiikka, niin pitkälti kuin se on tekemisissä luonnollisen maailman kanssa, ei voi tehdä muuta kuin reflektoida fysiikkaa. Fysiikan teoriat tuottavat meille parhaan käsityksen siitä, mitä kaikkea on olemassa. Filosofin tehtävä on tulkita ja selventää noita teorioita. Erityisesti valittaessa oman ontologiansa postulaatit, on seurattava tieteellistä käytäntöä, ei filosofista ennakkoluuloa [...]

Todisteet sen puolesta, mitä on olemassa, ainakin fysikaalisessa maailmassa, tulevat yksinomaan empiirisestä tutkimuksesta. Siispä suurimman osan metafysiikkaa tarkoitus on huolellisesti eritellä parhaimpia tieteellisiä teorioitamme (etenkin perustavia fysikaalisia teorioita). Päämääränä on selvittää, mitä ne kertovat fysikaalisen maailman rakenteesta.

Tässä artikkelissa olen oletanut jonkinasteisen naturalistisen metafysiikan.²² Olen reflektoinut fysiikan teorioita ja tulkinnut ja selventänyt niitä siltä osin, mitä ne sanovat artikkelin aiheen, kausaliteetin epäsymmetrian, suhteen. Pidän kuitenkin Maudlinin joitakin huomioita kyseenalaisina. Mikä on tieteellistä käytäntöä ja mikä filosofista ennakkoluuloa? Fredrik Andersen, Rani Lill Anjum ja Elena Rocca (2019) ovat hieman kärjistäen esittäneet, että tieteellinen tutkimus edellyttää tiettyjä filosofisia vinoumia liittyen kausaliteettiin, determinismiin ja reduktionismiin. Heidän mukaansa tiede ei voi irrottautua ontologisista, episteemisistä ja normatiivisista ennako-oletuksista. Tieteentekijät omaksuvat niitä koulutuksensa ja ammatillisen kokemuksensa myötä. Ne vaikuttavat hypoteesien kehittämiseen, kokeiden suunnitteluun, todisteiden arviointiin sekä tuloksien tulkitsemiseen.²³

Positivistinen tieteenfilosofia pitää kausaliteettia ”filosofisena ennakkoluulona”. Sen mukaan kausaliteetti on tarpeeton tai mieletön metafyyminen lisä fysiikan teorioihin. Nykyään

²² Morganti ja Tahko (2017) erittelevät eri metametafyysisiä kantoja. Heidän analyysinsä mukaan luonnontieteen ja metafysiikan suhdetta voi hahmottaa seuraavalla neljällä vaihtoehdolla: 1) niiden välillä ei ole päällekkäisyyttä suhteessa menetelmiin ja tutkimuksen aiheisiin; 2) ne eroavat menetelmällisesti mutta aihepiiri on päällekkäin; 3) niiden menetelmät ovat päällekkäisiä mutta aihepiiri eroaa; ja 4) niiden menetelmät sekä aihepiirit ovat päällekkäisiä”. Morganti ja Tahko pitävät 2. vaihtoehtoa lupaavimpana, ja kutsuvat omaa kantaansa kohtuullisen naturalistiseksi. Tämän artikkelin näkökulma on myös maltillisen naturalistinen. Muualla (Slavov 2020a, 9-13) olen pyrkinyt palauttamaan ”luonnonfilosofian” käsitettä metafilosofiseen keskusteluun. Ajatuksena on, että fysiikka ja filosofia ovat eri aloja, mutta niiden välissä on harmaata aluetta, josta ei ole mahdollista sanoa, kummasta on kyse. Juuri tämä harmaa alue on luonnonfilosofian pätevyysalue. Myös Maxwell (2018) sekä Smolin ja Unger (2015) puolustavat luonnonfilosofian renessanssia.

²³ Andersen, Anjum ja Rocca (2019) käyttävät latautunutta ilmaisua ”vinouma”. He väittävät, ettei tiede voi irtautua filosofisista vinoumista edes tiedostaessaan ne. En ota kantaa tähän vahvaan väitteeseen.

harva tieteenfilosofi tunnustautuu positivistiksi, ainakaan Wienin piirin alkuperäisen ohjelman hengessä, sen tavoitteena kun oli täysin hylätä metafysiikka.²⁴ Antikausaaliset fysiikan filosofiat näyttäisivät tekevän jyrkän eron fysiikan ja metafysiikan välille. On kuitenkin vaikea nähdä, missä selvä raja näiden kahden välillä kulkee. Dynamiikan teoria sisältää sellaisia käsitteitä kuin voima. Olen tulkinut sen tässä artikkelissa konventionaalisesti jonkin agentin aiheuttamaksi toiminnoksi. ”Aiheuttama toiminto” on selvästi kausaalinen määre. Dynaamisissa prosesseissa voiman tuotto alkaa ennen liikkeen muutosta. Menneisyyden ja tulevaisuuden välillä on juuri tähän voimankäytön aloittamiseen perustuva epäsymmetria. Jos metafysiikan ja fysiikan välille ei oleteta dikotomista rajaa, tämä päättely ei lisää mitään epätieteellistä dynamiikan teoriaan.

Thomas Kuhn erittelee päätteoksessaan *The Structure of Scientific Revolutions* monia historiallisia ja sosiologisia tekijöitä, jotka vaikuttavat havaintojen ja kokeiden tulkintaan ja teorioiden hyväksyttävyyteen. Hän myös lisää, että tieteilijät olettavat tutkimuksensa taustalle jonkinlaisen ontologian:

Tehokas tutkimus harvoin alkaa ennen kuin tiedeyhteisö ajattelee saaneensa vastauksia seuraaviin kysymyksiin: Mitkä ovat ne perustavat entiteetit, joista maailmankaikkeus koostuu? Miten ne vuorovaikuttavat keskenään ja aistiemme kanssa? Millaisia kysymyksiä niistä voi pätevästi esittää, ja mitä tekniikoita käyttää ratkaisujen etsimiseen? (Kuhn 1996, 4–5.)

Kuhn painottaa, että ”havainnot ja kokemus voivat ja niiden tulee radikaalisti rajoittaa mahdollisesti hyväksyttäviä tieteellisiä uskomuksia, muuten tiedettä ei olisi olemassa”. Hän jatkaa, etteivät ne voi ”yksinään määrätä tiettyä uskomusta” (Kuhn 1996, 4). Väitteensä tueksi Kuhn

²⁴ Ladyman ja Ross (2007, 303) kutsuvat kantaansa ”uuspositivismiksi”. He pitävät monia loogisen positivismin kantoja, kuten pyrkimystä eliminoida metafysiikka, vanhentuneina. Silti he näkevät skientisminsä hengeltään ja tavoitteiltaan monilta osin samankaltaisena.

käyttää esimerkkinä flogiston-teorian verrattain myöhäistä hylkäämistä. Ainakin jotkut islamilaiset kemistit ennen 1700-lukua olivat havainneet metallien painon nousevan niitä kärjistettäessä. Tämän pitäisi olla ristiriidassa flogiston-teorian kanssa, se kun olettaa, että palavasta kappaleesta häviää ainetta savuna ilmaan. Voi kuitenkin olla, että nämä tutkijat hahmottivat määrän ja laadun suhteen eri tavoin. Ehkä paino oli heille laadullinen ominaisuus kuten värikin. Ehkä he eivät myöskään hahmottaneet painon ja massan (aineen määrän mielessä) yhteyttä (Kuhn 1996, 71). Heidän laajempi metafyyminen käsityksensä todellisuuden luonteesta oli erilainen kuin myöhemmin happiteorian moderneilla kehittäjillä.

Fysiikan teoriat — etenkin vedotessaan kausaalisen voiman, luonnonlain ja modaalisuuden kaltaisiin käsitteisiin — tarvitsevat jonkinlaisen metafyymsen tulkinnan siitä, mitä kaikkea on olemassa, ja missä suhteessa nuo olemassa olevat asiat ovat toisiinsa. Ajallisesti epäsymmetrinen kausaalinen fysiikan filosofia ei tämän katsantokannan mukaan ole epätieteellistä metafysiikkaa.

Luonnonlakien symmetrisyys

David Albert (2000) puolustaa näkemystä, jonka mukaan luonnonlait ovat ajallisesti symmetrisiä. Hän osoittaa tämän Newtonin mekaniikan avulla (samalla huomauttaen, ettei maailmamme ole newtonilainen, vaan kvanttilainen). Albert (2000, 5) pitää ”ehdottoman yleisenä” periaatteena, ettei menneisyyden ja tulevaisuuden välillä ole mitään ”dynaamista eroa”. Jos tietäisimme kaikkien maailman hiukkasten sijainnit ja nopeudet tietyllä hetkellä, voisimme laskea, miten systeemi on kehittynyt jollain toisella ajanhetkellä. Tässä laskelmassa nykyhetkellä ei ole merkitystä; meidän ei tarvitse tietää, mikä hetki on juuri nyt. Laskemista varten valittava alkuhetki on mielivaltaisen. On yhdentekevää, tehdäänkö joltakin ajanhetkeltä laskelma tulevaisuuteen vai menneisyyteen. Voimme laskea keskipäivällä, mitkä hiukkasten sijainnit ja nopeudet ovat klo 13.

Samalla tavalla voimme laskea, mitkä hiukkasten sijainnit ja nopeudet ovat klo 11. Newtonin mekaniikkaan on sisäänrakennettu ajallisen käännöksen symmetria²⁵ (Albert 2000, 6).

Kuvitellaan tilanne, jossa lukkari harjoittelee pesäpallon nostoa. Koko prosessi on symmetrinen. Tilanne videokuvataan alusta loppuun: lukkari nostaa pallon; pallo pysähtyy lakipisteeseensä; pallo palaa takaisin lukkarin käteen. Kuvauksen jälkeen prosessi katsotaan uudestaan. Tämän jälkeen sama prosessi katsotaan vielä kerran. Toisella katselukerralla videon suunta kuitenkin vaihdetaan juuri, kun pallo on saavuttanut lakipisteensä. Katsojalle ensimmäisessä ja toisessa katselukerrassa ei ole mitään eroa. Albert (2000, 8) tiivistää kantansa: ”mikään luonnonlaeissa ei auta millään tavalla päättämään *mihin suuntaan* videota pyöritetään. On siis Newtonin mekaniikan seuraus, että mikä tahansa voi yhtä helposti ja *luontaisesti* tapahtua *takaperin*.”

McBreen (2017) on haastanut Albertin väitteen, jonka mukaan Newtonin mekaniikassa ei ole mitään dynaamista eroa tulevaisuuden ja menneisyyden välillä. Albertin argumentin ongelma on alkuperäinen käden liike. Se on juuri se toiminta, joka on kausaalisen prosessin alku. McBreen (2017, 15) kuvailee hieman vastaavan tilanteen, jota olen tähän vähän muokannut. Pallotykki ampuu pallon 45 asteen kulmassa betonilattialle. Pallo pomppaa useamman kerran ja lopulta kitkan ja ilmanvastuksen takia pysähtyy. Prosessi videokuvataan ja katsotaan uudestaan. Tässä tilanteessa ajan suunta on helppo päätellä Newtonin mekaniikan sääntöjen avulla. Kun prosessi kelataan taaksepäin, sen alkutilassa pallo pomppaa spontaanisti betonista. Tämä on selkeästi Newtonin lakien ja määritelmien vastaista. Newtonilaiset voimat eivät lymyä kappaleissa piiloutuneina, vaan ne ovat jonkin agentin aiheuttamia. Katsottaessa videota eteen- ja taaksepäin tilanteessa havaitaan kaksi alkuperäistä liikkeen muutosta, mutta vain yksi voiman aiheuttaminen. Ainoa tunnistettava

²⁵ Alkuperäinen termi on ”time-translation-symmetry”.

voiman lähde on tykki (painovoima tietysti vaikuttaa jatkuvasti lattiaa kohti). Sitä tarvitaan kiihtyvyyteen. Tykinlaukaus on yksiselitteisesti ajallisesti ensimmäinen tapahtuma. Tilanne on niin kausaalisesti kuin ajallisestikin epäsymmetrinen.

McBreen (2017, 15–6) jatkaa Albertin kannan arvosteluaan. Hänen toisessa esimerkissään kivi liikkuu avaruudesta kohti Maapallon ilmakehää. Kun se lähestyy Maata sen vauhti kiihtyy. Kiven liikkeen muutos on newtonilaisittain selitettävissä Maan vetovoimalla. Kuvitellessamme päinvastaisen liikkeen millä kausaalisella tekijällä voisimme selittää kiven karkaamisen Maan ilmakehästä? Tällainen liike edellyttäisi jonkin selvästi tunnistettavan, mutta varsin epätavallisen voiman, kuten kiven laukaisun avaruusalukselta. Ilman tällaista erikoista syytä kiven liike vastakkaiseen suuntaan ei olisi selitettävissä. Albertin argumentti ei tässäkään tapauksessa kiinnitä huomiota prosessin alkuun.

Johtopäätös

Argumentoin, että B-teoreettinen, pysyvä aikajärjestys sopii yhteen ajanluontoisten tapahtumien epäsymmetrian kanssa. Näin voidaan perustella syyn ja seurauksen yksisuuntaisuus siinä mielessä, että syy alkaa ennen seurausta. Tämä ei sulje pois sitä, että syyt ja seuraukset ovat osittain samanaikaisia. Perustavan tason fysikaalinen kuvaus maailmasta ei myöskään välttämättä sisällä viittausta syy-seuraussuhteeseen. Selkeät malliesimerkit kausaliteetista kuitenkin osoittavat, että kysymyksessä on epäsymmetrinen aikasuhte.

Lähteet:

Albert, David Z. (2000) *Time and Chance*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

Andersen, Fredrik, Rani Lill Anjum ja Elena Rocca (2019) ”Philosophical bias is the one bias that science cannot avoid”, *eLife* 8. <<https://dx.doi.org/10.7554%2FeLife.44929>>.

Balashov, Yuri, and Michel Janssen (2003) ”Presentism and Relativity”, *British Journal for the Philosophy of Science* 54, 327–46.

Barbour, Julian (2001) *The End of Time. The Next Revolution in Physics*. New York: Oxford University Press.

Bardon, Adrian (2013) *A Brief History of the Philosophy of Time*. New York: Oxford University Press.

Beebe, Helen (2006) *Hume on Causation*. New York: Routledge.

Berkeley, George (1992/1721) ”De Motu and the Analyst”, toimittanut ja kääntänyt D. M. Jesseph, Dordrecht: Springer.

Berkeley, George (1992/1721) ”De Motu” teoksessa D. M. Jesseph (toim., käänt.), *De Motu and The Analyst*, Dordrecht: Springer, 73–107.

Brading, Katherine (2015) ”Physically locating the present: A case of reading physics as a contribution to philosophy”, *Studies in History and Philosophy of Science* 50, 13–9.

Carroll, Sean M. (2010) *From Eternity to Here: The Quest for the Ultimate Theory of Time*. New York: Dutton.

Cartwright, Nancy (1979) ”Causal Laws and Effective Strategies”, *Noûs* 13, 419–38.

Comte, Auguste (1995) *Discours sur L'Esprit Positif*. Pariisi: Libraire Philosophique J. Vrin.

Coventry, Angela (2006) *Hume's Theory of Causation: A Quasi-Realist Interpretation*. Lontoo: Bloomsbury Academic.

Einstein, Albert (2001/1916) *Relativity. The Special and General Theory*, kääntänyt R. W. Lawson, Lontoo ja New York: Routledge.

Fazekas, Katherine (2016) "Special Relativity, Multiple B-series, and the Passage of Time", *American Philosophical Quarterly* 53, 215–29.

Field, Hartry (2003) "Causation in a Physical World" teoksessa M.J. Loux ja D.W. Zimmerman (toim.), *The Oxford Handbook of Metaphysics*.. Oxford: Oxford University Press, 435–460.

Gilmore, Cody, Damiano Costa ja Claudio Calosi(2016) "Relativity and Three Four-Dimensionalisms", *Philosophy Compass* 11 (2), 102–20.

Hausman, Daniel M. (1998) *Causal Asymmetries*. Cambridge: Cambridge University Press.

Huemer, Michael ja Ben Kovitz (2003) "Causation as Simultaneous and Continuous", *Philosophical Quarterly* 53 (213), 556–65.

Hume, David (2000/1739) *A Treatise of Human Nature*, toim. David ja Mary Norton, New York: Oxford University Press. [*Treatise*]

Kant, Immanuel (2013/1781) *Puhtaan järjen kritiikki*, suom. M.Nikkarla ja K.Ranki, työryhmän johtaja Olli Koistinen, Helsinki: Gaudeamus.

Kuhn, Thomas (1996) *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago ja Lontoo: The University of Chicago Press.

Koskinen, Inkeri (2018) "Defending a Risk Account of Scientific Objectivity", *The British Journal for the Philosophy of Science*. <<https://doi.org/10.1093/bjps/axy053>>.

Ladyman, James ja Don Ross (2007) *Every Thing Must Go: Metaphysics Naturalized*. New York: Oxford University Press.

Leibniz, G. W. (1989/1716) ”III. Leibniz’s Third Paper” teoksessa R.Ariew ja D.Garber (toim., käänt.), *Leibniz: Philosophical Essays*. Indianapolis ja Cambridge: Hackett Publishing, 324–327.

Le Poidevin, Robin (2010) ”Time Without Change (in Three Steps)”, *American Philosophical Quarterly* 47 (2), 171–80.

MacDonald, Matthew (2012) ”Combating Metric Conventionalism”, *Aporia* 22 (2), 15–24.

Maudlin, Tim (2012) *Philosophy of Physics: Space and Time*. Princeton: Princeton University Press.

Maxwell, Nicholas (2018) ”We Need to Recreate Natural Philosophy”, *Philosophies* 3 (28). <<http://dx.doi.org/10.3390/philosophies3040028>>.

McBreen, Bernard (2018) ”The Asymmetry of Causality: A Realist Solution”, *Philosophical Investigations* 41, 3–21.

McTaggart, J.M.E. (1908) ”The Unreality of Time”, *Mind* 17, 457–74.

Millican, Peter (2009) ”Hume, Causal Realism, and Causal Science”, *Mind* 118 (471), 647–712.

Minkowski, Hermann (1923) ”Space and Time” teoksessa *The Principle of Relativity. A Collection of Original Memoirs on the Special and General Theory of Relativity*, käänt. W. Perret and G. B. Jeffery. Dover Publications, 73–91.

Morganti, Matteo (2017) ”Relationism about Time and Temporal Vacua”, *Philosophy* 92, 77–95.

Morganti, Matteo ja Tuomas Tahko (2017) ”Moderately naturalistic metaphysics“, *Synthese* 194, 2557–80.

Newton, Isaac (1999) *Principia. The Mathematical Principles of Natural Philosophy*, kääntänyt I. B. Cohen ja A. Whitman avustanut J. Budenz. Berkeley: University of California Press. [*Principia*]

Norton, John D. (2003) ”Causation as Folk Science”, *Philosopher's Imprint* 3 (4), 1–22.

Oaklander, L. Nathan (2004) *The Ontology of Time*. Amherst, New York: Prometheus Books.

Peterson, Daniel ja Michael David Silberstein (2010) ”Relativity of Simultaneity and Eternalism: In Defense of the Block Universe” teoksessa V. Petkov (toim.), *Space, Time, and Spacetime: Physical and Philosophical Implications of Minkowski's Unification of Space and Time*. Heidelberg: Springer, 209–37.

Putnam, Hilary (1967) ”Time and Physical Geometry”, *Journal of Philosophy* 64, 240–7.

Rovelli, Carlo (2018) *The Order of Time*. New York: Riverhead Books.

Rovelli, Carlo (2019) ”Neither Presentism nor Eternalism”, *Foundations of Physics* 49 (12), 1325–35.

Russell, Bertrand (1913) ”On the Notion of Cause”, *Proceedings of the Aristotelian Society* 13, 1–26.

Ryan, Todd (2003) ”Hume's Argument for the Temporal Priority of Causes”, *Hume Studies* 29 (1), 29–41.

Saunders, Simon (2002) ”How Relativity Contradicts Presentism”, *Royal Institute of Philosophy Supplement* 50, 277–92.

Shoemaker, Sydney (1969) "Time Without Change", *The Journal of Philosophy* 66 (12), 363–81.

Slavov, Matias (2019) "Time Series and Non-reductive Physicalism", *KronoScope* 19 (1), 25–38.

Slavov, Matias (2020a) *Hume's Natural Philosophy and Philosophy of Physical Science*. Lontoo: Bloomsbury Academic.

Slavov, Matias (2020b) "Eternalism and Perspectival Realism about the 'Now'", *Foundations of Physics* 50 (11), 1398–1410.

Smolin, Lee ja Mangabeira Unger, Roberto (2015) *The Singular Universe and the Reality of Time: A Proposal in Natural Philosophy*. Cambridge: Cambridge University Press.

Strawson, Galen (1989) *The Secret Connexion: Causation, Realism, and David Hume*. Oxford: Oxford University Press.

Thuneberg, Erkki (2017) "Johdatus suhteellisuusteoriaan", luentomoniste, Fysiikan laitos, Oulun yliopisto. <<https://l1.tkk.fi/~ethuneb/courses/monjst.pdf>> (20.10.2020).

Wüthrich, Christian (2012) "The Fate of Presentism in Modern Physics" teoksessa R. Ciuni, K. Miller, and G. Torrenco (toim.), *New Papers on the Present—Focus on Presentism*. München: Philosophia Verlag, 92–133.