

Tulevaisuutemme tarvitsee ymmärrettävän todellisuuskuvan

Tuomo Suntola

Tieteen tehtävä on tehdä luonto ymmärrettäväksi. Alkaneen vuosituhannen keskeinen haaste tieteelle on löytää fysiikan eri osa-alueet kattava yhtenäinen teoria ja ymmärrettävä todellisuuskuva. On hälyttävää, jos fyysikko joutuu aloittamaan luentonsa toteamalla, että fysiikan ymmärtämiseksi on hyväksyttävä, ettei luontoa voi ymmärtää. Moderni fysiikka rakentuu empiirisen tutkimuksen tuottamista teorioista, jotka perustuvat ensisijaisesti havaintojen matemaattiseen kuvaukseen. Luonnonlait on päätelty kuvausten edellyttämistä alkuolettamuksista. Alkuolettamukset ovat muotoutuneet erilaisiksi fysiikan eri osa-alueilla, mikä on tehnyt osa-alueiden teorit keskenään yhteensopimattomiksi, ja samalla synnyttäneet esteen yhtenäisen ja ymmärrettävän todellisuuskuvan hahmottamiselle. Antiikin tiede kukoisti filosofisten periaatteiden tasolla, mutta kuihtui empirismin puutteeseen. Nyt olemme vastakkaisessa tilanteessa, josta ulospääsy edellyttää kokonaisvaltaista lähestymistä, joka kunnioittaa sekä filosofisia periaatteita että empiriaa. Dynaaminen Universumi (DU) on holistinen kuvaus avaruudesta ja fysiikan ilmiöistä (Suntola 2018a). DU:n lähtökohdiana on energian säilyminen Aristoteleen entelekheian, potentiaalisuuden aktualisoinnin hengessä; jos jotakin saadaan, se on jostakin pois. DU:n avaruus ei ole syntynyt tyhjästä yhtäkkisessä alkuräjähdyksessä, vaan saanut energiansa omasta gravitaatiostaan supistumisvaiheessa ennen nyt käynnissä olevaa laajenemista. DU:n viesti lyhyesti on, että havaittava todellisuus voidaan kuvata ihmisen ymmärrykselle oleellisessa absoluuttisen ajan viitekehyksessä vähintään yhtä tarkasti kuin nykyisessä, ajan suhteellisuutta vaativassa viitekehyksessä; vieläpä huomattavasti yksinkertaisempaa matematiikkaa käyttäen ja fysiikan kaikille osa-alueille yhteisiin, filosofisesti terveisiin lähtöolettamuksiin tukeutuen.

Historiaa lyhyesti

Empiriaan perustuva tieteen kehittyminen on tehnyt teorian tuottamien ennusteiden tarkkuudesta keskeisen kriteerin teorian ”oikeellisuudesta”. ”Oikeiden” ennusteiden tuottaminen kertoo, että valituista alkuolettamuksista lähtien voidaan matemaattisesti johtaa havaintoja vastaavat tulokset. Se ei poissulje sitä, että vastaavat tulokset voidaan johtaa myös toisenlaisista alkuolettamuksista lähtien. Ptolemaiolainen tähtitiede edusti puhdasta empiriaa; planeettojen radat kuvattiin maakeskeisillä ympyröillä, joihin oli lisätty riittävä määrä apuympyröitä, episyklejä, kuvaamaan planeettojen liikkeiden näennäistä epäsäännöllisyyttä. Ptolemaiolainen tähtitiede ei ottanut kantaa planeettojen liikettä määrääviin fysikaalisiin mekanismeihin; se oli

puhdas havaintojen kuvaus. Lopulta episyklejä jouduttiin lisäämään useita kymmeniä riittävän tarkkuuden saamiseksi. Kopernikuksen esittämä aurinkokeskeinen kuvaus tunnisti havaitsijan oman aseman ja liikkeen planeettasysteemissä, jolloin kokonaiskuva yksinkertaistui (Suntola 2018b).

Ensi vaiheessa Kopernikus oletti maan ja muiden planeettojen radat ympyräraidoiksi, jolloin malli tuotti jonkin verran maakeskeistä mallia epätarkemmat ennusteet havainnoille. Vasta kun Kepler oivalsi, että ratoja ei tule kuvata ympyröillä vaan ellipseillä, saatiin aurinkokeskeisestä mallista maakeskeisen mallin tuottamia ennusteita tarkemmat ennusteet. Tarkkuuden paranemista suurempi merkitys tällä havait-sijakeskeisyydestä systeemikeskeisyyteen siirtymisellä oli, että aurinkokunnasta voitiin tunnistaa liikkeitä hallitsevat fysikaaliset vuorovaikutukset. Englannin Royal Societyssä julistettiin vuonna 1684 haastekilpailu gravitaatiovuorovaikutuksen ja ellipsiradan salaisuuden selvittämiseksi. Ratkaisun esitti Isaac Newton tutkielmassaan *De motu corporum in gyrum*, joka oli perustana vuonna 1687 ilmestyneelle matemaattisen fysiikan perusteokseksi muodostuneelle suurteokselle, *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, ”The Principia”.

Principiassa muotoillut fysiikan lait hallitsivat luonnontieteiden kehitystä seuraavat kaksi vuosisataa. Fysikaaliset ilmiöt voitiin kuvata lineaarisessa kolmiulotteisessa todellisuudessa, jossa ajalla ja etäisyydellä oli yksiselitteinen merkitys. 1800-luvun lopulla sähkömagnetismin ja suuriin nopeuksiin liittyvät havainnot rikkoivat täydellisyyden; valon nopeus ei summutunut sen kummemmin lähteen kuin havaitsijankaan nopeuteen, eivätkä suureen nopeuteen kiihdytetyn elektronin liikemäärä ja kineettinen energia näyttäneet noudattavan Newtonin liikelakeja. Ristiriitoihin löydettiin ratkaisu määrittelemällä valon nopeus havaintoympäristöstä riippumattomaksi luonnonvakioksi, ja koordinaatistomuunnoksista, joilla ajan kulku havaitsijaan nähden liikkuvissa kohteissa kuvattiin hidastuneena ja etäisyydet lyhentyneinä. Newtonin liikelait säilyivät, kun niitä sovellettiin koordinaatistomuunnosten muokkaamassa epälinearisessa havaintotodellisuudessa. Kun gravitaatiokiihtyvyys määriteltiin erottamattomaksi kinemaattisesta kiihtyvyydestä ekvivalenssiperiaatteen avulla, mahdollisti liikelakien kytkeytyminen koordinaatistomuunnoksiin gravitaatiokiihtyvyyden kuvaamisen kaareutuvan aika-avaruuden avulla, mikä toteutui vuonna 1916 valmistuneessa yleisessä suhteellisuusteoriassa. Yleinen suhteellisuusteoria tuotti kuvan laajenevasta aika-avaruudesta, jossa paikalliset massakeskittymät synnyttävät painautumia aika-avaruuden neljännessä ulottuvuudessa. Suhteellisuusteoria määrittelee nykyisen tieteellisen todellisuuskuvan makrotason. Mikrotason ja materian rakenteen kuvaamiseen kehitettiin kvanttimekaniikka suhteellisuusteoriaan nähden täysin toisenlaisiin lähtöolettamuksiin perustuen.

Teoria ja todellisuus

Todellisuus on mitä on – tieteellinen malli on kuvaus, jolla havainnot ja ilmiöiden lainalaisuudet voidaan selittää. Kuvaus riippuu valituista lähtöolettamuksista ja omaksutusta näkökulmasta. Kopernikuksen aurinkokeskeinen malli ei muuttanut välittömiä havaintoja, mutta avasi kokonaisvaltaisen kuvan aurinkokunnasta ja mahdollisti planeettojen ratojen kuvaamisen fysikaalisten vuorovaikutusten avulla. Dynaaminen Universumi avaa kokonaisvaltaisen kuvan koko avaruudesta, ja mahdollistaa avaruuden laajenemisen dynamiikan ratkaisun ja paikallisten rakenteiden syn-

nyn kuvaamisen avaruuden kokonaisenergian säilymisestä lähtien. DU:ssa massa ei ole energian ilmenemismuoto kuten suhteellisuusteoriassa eikä hitauden tai inertian ilmentäjä kuten Newtonin mekaniikassa, vaan aaltoluonteinen energian ilmentämisen substanssi, joka kvanttimekaniikan viitekehyksessä kuvautuu aaltofunktion avulla. Kopernikuksen malli vapautti meidät planeettojen ratoja muokkaavista Ptolemaiolaisista episykleistä. DU:ssa havaintojen suhteellisuus välittyy paikallisesti käytettävissä olevan energian kautta, mikä vapauttaa meidät suhteellisuusteorian tarvitsemista ajan ja etäisyyden vääristymistä. DU:n viitekehyksessä ajalla ja etäisyydellä on yksiselitteinen merkitys ymmärrettävän todellisuuskuvan edellyttäminä koordinaatistosuureina. Ei ole sattuma, että kilogramma (kg), metri (m) ja sekunti (s) – substanssi, paikka ja aika ovat mittajärjestelmämme perusyksiköitä, joihin myös keskeiset johdetut yksiköt kuten voima (newton) $N=kg \cdot m/s^2$, ja energia (joule) $J=kg \cdot m^2/s^2$ perustuvat.

Havaitsijakeskeisestä systeemikeskeiseen kuvaukseen

Sekä suppea että yleinen suhteellisuusteoria ovat luonteeltaan paikallisia, havaitsijakeskeisiä teorioita. Niiden johto ei perustu fysikaalisiin vuorovaikutuksiin, kuten voimatasapainoihin tai energian säilymiseen, vaan kinematiikkaan ja metriikkaan. Suhteellisuusteorian viitekehyksessä massahiukkasan lepoenergia ja valon nopeus suhteessa havaitsijaan ovat luonnonvakioita. Siten esim. havaitsijaan nähden liikkuvan atomikellon hidastuneena havaittava käyntitaajuus kuvataan liiketilaan tai havainnointiin liittyvällä ajan hidastumisella – kellon mukana seuraavalle havaitsijalle kellon taajuuden oletetaan säilyvän vakiona. Tulkinta perustuu teorian perustana olevaan suhteellisuusteoriaan, jonka mukaan luonnonlakien tulee näkyä samantyyppisissä kaikissa havaintokehyksissä.

Kvanttimekaniikka tuottaa tarkan lausekkeen atomikellon käyntitaajuudelle; taajuus määräytyy värähtelyn määrittelevien kvanttitiöjen energiaerosta, mikä on suoraan verrannollinen värähtelevien elektronien lepoenergiaan. Suhteellisuusteorian viitekehyksessä elektronin liiketila kasvattaa liikemassaa mutta säilyttää lepomassan, ja siten myös lepoenergian muuttumattomana. Atomikellon muuttuvana havaittavan käyntitaajuuden selittämiseksi on siis pääteltävä, että liiketilassa olevaan kelloon vaikuttava ajan kulku havaitaan hidastuneena. DU:n viitekehyksessä liike ei ainoastaan kasvata elektronin liikemassaa kuten suhteellisuusteoriassa, vaan samalla pienentää lepomassaa ja lepoenergiaa. Kellon pienentynyt käyntitaajuus selittyy siten suoraan kvanttimekaniikan tuottamasta atomaarisen värähtelijän ratkaisusta. DU:n viitekehyksessä paikallinen valon nopeus on funktio paikallisesta gravitaatiopotentiaalista, joten myös gravitaatiotila vaikuttaa elektronin lepoenergiaan. Siten myös atomikellon gravitaatiosiirtymä selittyy suoraan kvanttimekaniikan tuottamasta ratkaisusta. DU:n viitekehyksessä kellon käyntitaajuus on liike- gravitaatiotilan yksiselitteinen funktio riippumatta siitä, mistä havaitsija sitä tarkastelee. Havaitsija vertaa havainnoimansa kellon taajuutta oman kellonsa taajuuteen, joka puolestaan määräytyy havaitsijan liike- ja gravitaatiotilasta. DU kuvaa avaruuden energiarakenteen sisäkkäisten energiakemien systeemillä, missä jokainen energiatila suhteutuu lepotilaan kuvitteellisessa homogeenisessä avaruudessa.

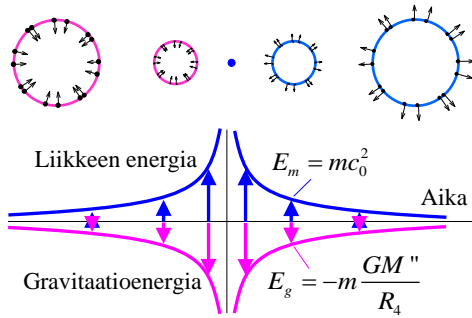
Suhteellisuusteorian synnyn aikaan ei ollut atomikelloja eikä kvanttimekaniikan tuottamaa ratkaisua atomaarisille värähtelijöille. Fysiikan oppikirjoissa liiketilaan

liittyvä aikadilaatio ja kellojen käyntitaajuuden gravitaatiosiirtymä selitetään edelleen havaitsemiseen tai taajuustiedon siirtoon liittyvänä ilmiönä – havaitsijaan nähden liikkuva kello käy ”havaitsijan mielestä” hitaammin. Kun korkeammassa gravitaatiopotentiaalissa oleva emitteri lähettää taajuustiedon energiakvanttina alemmassa gravitaatiopotentiaalissa olevalle havaitsijalle, kvantin selitetään saavan ”pudotuksessa” lisäenergiaa potentiaaliero vastavaan energian verran, jolloin vastaanotettu kvantti havaitaan ”sinisiirtyneenä” eli suurempitaajuisena. Selitys on ilmeisen ontuva, sillä tieto korkeammassa gravitaatiopotentiaalissa olevan kellon taajuudesta saadaan myös seuraamalla kellon kumuloituvaa lukemaa; numeroina lähetetyt lukemat eivät muutu matkalla. Korkeammassa gravitaatiopotentiaalissa olevan kellon näyttämä kasvaa aidosti nopeammin kuin alemmassa gravitaatiopotentiaalissa olevan identtisen kellon lukema. Esim. GPS-paikannusjärjestelmässä satelliittikellot viritetään näyttämään samaa aikalukemaa maa-asemien kellojen kanssa ohjelmoimalla ne mittaamaan sekunti suuremmasta värähdysjaksojen lukumäärästä kuin maa-asemien kellot. Vastaavasti, jos kahden toisiinsa nähden liikkuvan kellon käyntinopeutta tarkasteltaisiin kumuloituvaa näyttämää seuraamalla, saataisiin yksiselitteinen vastaus siihen, kumpi kello käy hitaammin. Enää ei ole perusteita selittää suhteellisuusteorian kuvaamia ilmiöitä yli sata vuotta vanhoilla ajatuskokeilla, joissa liike- ja gravitaatiotilan vaikutukset kelloihin tapahtuvat ”havaitsijan mielestä”. Koska suhteellisuusteoriassa ”oikein” sovellettuna saadaan havaintoja vastaavia ennusteita, ajan ja samanaikaisuuden suhteellisuuteen liittyvien loogisten ristiriitojen olemassaolo on joko kielletty – tai hyväksytty ja jätetty filosofien ratkaistaviksi. On toisaalta selvää, että havaintoja laajalti kuvaavaa teoriaa ei tule hylätä, ellei vähintään yhtä hyvin havaintoja kuvaavaa uutta teoriaa ole tarjolla. Uudet asiat koemme ymmärrettäviksi ja hyväksyttäväiksi, jos löydämme niille paikan ajatusmaailmassamme ja todellisuuskuvassamme. Todelliskuvan muuttaminen tuottaa aluksi hämmentävän tilanteen, jossa kaikki on ajateltava ja järjestettävä uudelleen. Se on erityisen raskas ja epämieluisa toimenpide niille, joiden todellisuuskuva on rakentunut ”oikeaksi todistetusta” tieteellisestä tiedosta.

Nykyinen kosmologiateoria on johdettu yleisestä suhteellisuusteoriasta lähinnä 1920- ja 1930-luvuilla. Se on nimetty tekijöidensä mukaan Friedmann – Lemaître – Robertson – Walker, FLRW-kosmologiaksi tai keskeisen tunnusmerkkinsä mukaan alkuräjähdysteoriaksi (Big Bang theory). Teoriaa ja havaintoja yhdistäen pääteltiin, että avaruus on laajenemisliikkeessä, joka on saanut alkunsa aineen ja energian yht’äkkisesti synnyttäneessä alkuräjähdyksessä vajaat 14 miljardia vuotta sitten. FLRW-kosmologian mukaan avaruuden laajeneminen tapahtuu galaksien välisessä ”tyhjässä” avaruudessa ”Hubblen virtauksena” tai ”avaruuden geometriassa” siten, että se ei vaikuta paikallisiin gravitaatiolla sidottuihin systeemeihin. Siten galaksien ja planeettakuntien ei oleteta laajenevan avaruuden laajetessa. Keskeisiä avoimia kysymyksiä FLRW-kosmologiassa ovat mm. alkuräjähdyksen tuottaman energian ja materian alkuperä, materian syntyä tasapainoittavan antimaterian häviäminen, avaruuden laajenemisen kehittyminen ja laajenemisen alkuun oletetun inflaatiovaiheen fysiikka. Myös avaruuden geometria ja oletetun pimeän massan ja vuosituhannen alussa malliin lisätty pimeä energia ovat vailla selitystä.

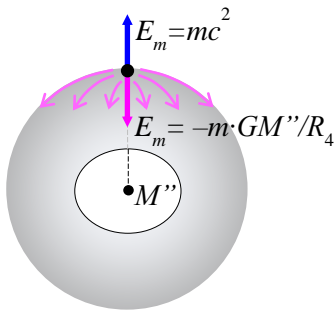
Dynaamisen Universumin mallissa avaruus kuvataan laajenevan neliulotteisen pallon kolmiulotteisena ”pintana”. Avaruuden laajeneminen merkitsee, että kaikella

massalla avaruudessa on liikemäärä ja sitä vastaava liikkeen energia 4D-pallon säteen suunnassa, joka on kaikkialla avaruudessa kohtisuorassa kolmea avaruussuuntaa vasten. Avaruuden laajenemiseen liittyvä liikkeen energia on rakentunut supistumisvaiheessa, jolloin gravitaatio on saattanut avaruuden supistumisliikkeeseen kohti singulariteettia, jossa supistuminen kääntyy laajenemiseksi ja supistumisvaiheessa gravitaatioenergian luovutuksesta saatu liikkeen energia palautuu vähitellen gravitaatioenergiaksi, kuva 1.



Kuva 1. Gravitaatio 4D pallon pintana sulkeutuvassa avaruudessa saa rakenteen supistumisliikkeeseen, joka singulariteetin ohitettuaan kääntyy laajenemisliikkeeseen. Aineen lepoenergia on supistumisvaiheessa gravitaatioenergian luovutusta vastaan saatua liike-energiaa.

Käännepointeen singulariteetti vastaa nykyisen teorian alkuräjähdyttä. DU:ssa massan lepoenergia tunnustetaan avaruuden laajenemiseen liittyväksi liike-energiaksi, joka syntyhistoriansa mukaisesti on aina yhtä suuri kuin avaruuden kaiken muun massan sille antama gravitaatioenergia, kuva 2.



Kuva 2. Massan m lepoenergia on tasapainossa avaruuden muun massan synnyttämän gravitaatioenergian kanssa. Avaruuden kokonaisuudessa voidaan kuvata 4D rakenteen painopisteessä olevan massaekvivalentin M'' avulla.

Lepoenergia on gravitaatioenergialta supistusvaiheessa saatua ”lainaa”, joka maksetaan takaisin käynnissä olevassa laajenemisvaiheessa. Avaruuden massan lepoenergian ja gravitaatioenergian yhtäsuuruus on ollut pitkään tiedossa. Selkeimmin sen on ilmaissut viime vuosikymmenien ehkä arvostetuin fyysikko Richard Feynman, joka gravitaatioluennoissaan 1960-luvulla totesi (Feynman 1965):

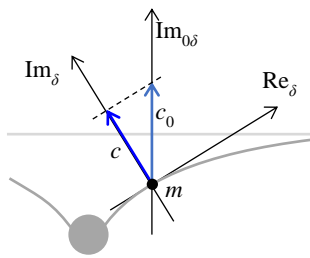
”Jos nyt vertaamme koko avaruuden gravitaatioenergiaa $E_g = GM_{tot}^2/R$ avaruuden koko lepoenergiaan, $E_{rest} = M_{tot}c^2$, katsokaa, teemme hämmästyttävän havainnon, että $GM_{tot}^2/R = M_{tot}c^2$ mikä merkitsee, että universumin kokonaisenergia on nolla. — Miksi näin tulisi olla, on yksi suurista mysteereistä — ja siksi yksi fysiikan suurista kysymyksistä. Kaiken kaikkiaan, mikä merkitys olisi fysiikan opiskelulla, elleivät mysteerit olisi tärkeimpiä tutkittavia asioita.”

Samassa luentosarjassaan hän pohti myös mahdollisuutta avaruuden kuvaamiseen neliulotteisen pallon pintana:

”... Eräs kiehtova ehdotus on, että universumin rakenne on analoginen pallon pinnan kanssa. Kulkiessamme mihin tahansa suuntaan pinnalla, emme koskaan koh-
taa rajaa tai reunaa, silti pinta on rajattu ja äärellinen. Saattaa olla, että kolmedi-
mensionaalinen avaruutemme on sellainen, kolmedimensionaalinen nelipallon
pinta. Galaksien järjestys ja jakautuma näkemässämme maailmassa olisi silloin jok-
seenkin verrattavissa pyöreän pallon pintaan piirrettyihin pisteisiin.”

Ilmeisestikään Feynman ei tullut ajatelleeksi dynaamista ratkaisua, joka yhdistää
nollaenergian mysteerin houkuttelevaan ajatukseen pallosymmetrisesti suljetusta
avaruudesta. Suhteellisuusteorian viitekehyksessä ongelman dynaamiselle ratkai-
sulle muodostaa ajan suuntana ymmärretty neljäs ulottuvuus, sillä nopeus tai liike-
määrä ajan suunnassa ei ole fyysikaalisesti mielekäs käsite. Kun 1960-lopulta lähtien
yrityin ymmärtää suhteellisuusteoriaa ja sen viestittämää todellisuuskuvaa, päädyin
samaan ongelmaan toisesta suunnasta: suppea suhteellisuusteoria tuottaa kokonais-
energian lausekkeen $E = c\sqrt{(mc)^2 + p^2}$, jossa neliöjuurilauseke matemaattisesti
tulkittuna tarkoittaa liikemäärää, joka on toisiaan vasten kohtisuorassa olevien liike-
määräkomponenttien mc_4 ja \mathbf{p} muodostama kokonaisliikemäärä – miten voi liike-
määrä mc esiintyä neljännessä ulottuvuuden suunnassa, jos neljäs ulottuvuus on ajan
suunta?

1990-luvun puolivälissä päätin tarkastella neljättä ulottuvuutta metrisenä ulottu-
vuutena, jolloin oli ratkaistava, miksi avaruus liikkuu neljännessä ulottuvuudessa.
Vastaus löytyi 4D pallon pinnaksi suljetun avaruuden dynamiikasta, jonka jälkeen
kokonaiskuva alkoi avautua lumivyöryn tavoin. Valon nopeus avaruudessa määräy-
tyy avaruuden paikallisesta 4D nopeudesta. Paikallisten rakenteiden synty kokonais-
energian säilyttäen merkitsi avaruuden taipumaa, jolloin 4D nopeus ja siten myös
paikallinen valon nopeus c massakeskusten läheisyydessä on alhaisempi kuin valon
nopeus c_0 kaukana massakeskuksista, kuva 3.

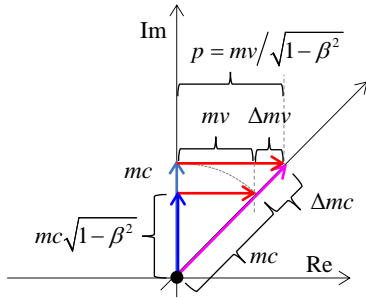


Kuva 3. Koska valon nopeus määräytyy avaruuden paikallisesta Im_δ -nopeudesta, on paikallinen valon nopeus, c , taipuneessa avaruudessa massakeskusten läheisyydessä alhaisempi. Siten myös aineen lepoenergia ja atomikellon käyntitaajuus alenee massakeskusten läheisyydessä. DU:ssa massan m lepoenergia ilmaistaan muodossa $E=c_0mc$, missä c_0 on valon nopeus taipumattomassa avaruudessa $Im_{0\delta}$ -akselin suunnassa. Lepomassa m ja paikallinen valon nopeus c ovat funktioita paikallisesta liike- ja gravitaatiotilasta.

Paikallisen avaruuden kaareutuminen ja valon nopeuden aleneminen massakeskusten läheisyydessä selittivät samalla suoraan atomikellon käynnin hidastumisen, valon taipuman ja ns. Shapiro-viiveen massakeskusten läheisyydessä.

Ikoniseksi muodostunut massan lepoenergian yhtälö $E=mc^2$ on nyt kirjoitettava muotoon $E=c_0|\mathbf{p}_4|=c_0mc$, missä \mathbf{p}_4 merkitsee liikemäärää neljännessä ulottuvuudessa, c avaruuden paikallisesta 4D nopeudesta määräytyvää valon nopeutta ja c_0 homogeenisen, taipumattoman avaruuden 4D nopeutta.

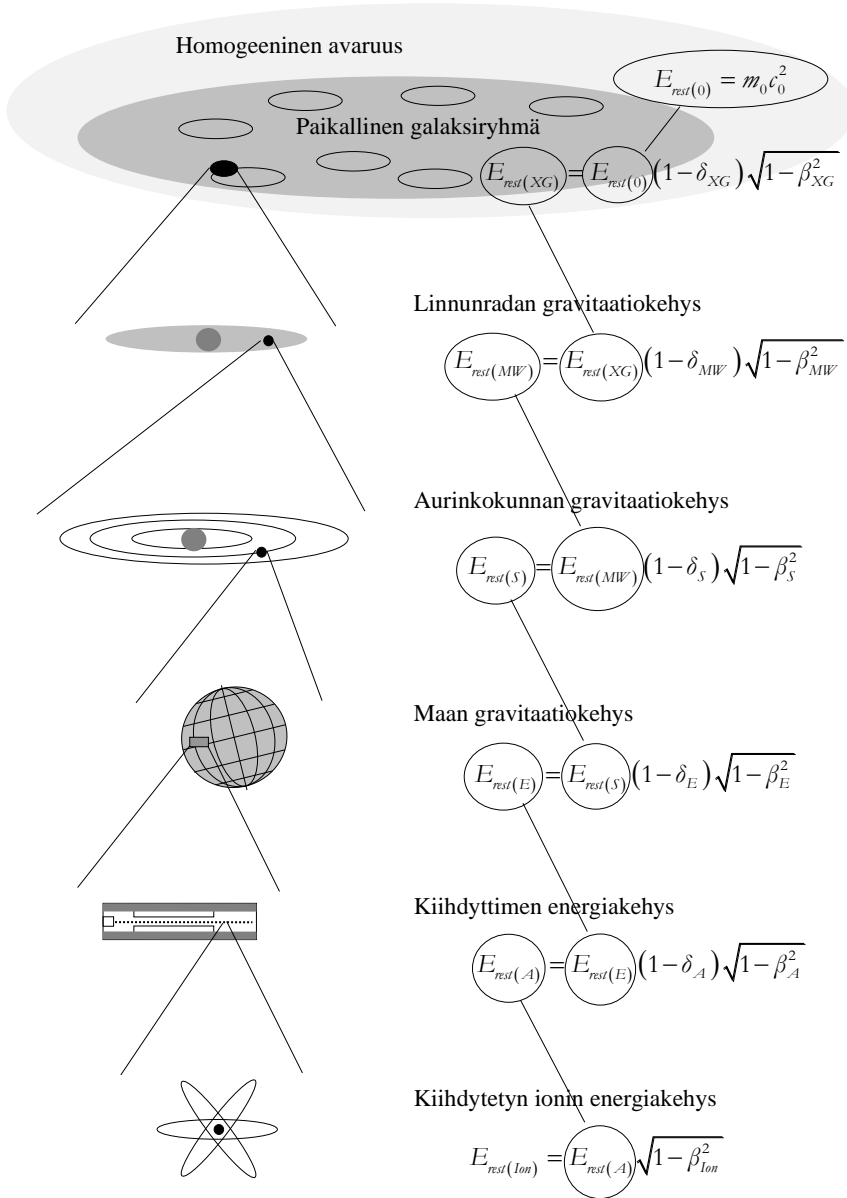
Kun massaobjekti saatetaan liikkeeseen avaruudessa, summautuu 4D liikemäärään liikemäärä \mathbf{p} avaruudessa, jolloin kokonaisliikemäärä on ilmaistavissa vektorisummana $\mathbf{p}^a = \mathbf{p}_4 + \mathbf{p}$ ja kokonaisliike-energia $E = c_0 \sqrt{(mc)^2 + p^2}$, mikä vastaa suppean suhteellisuusteorian kokonaisenergian ilmaisua. Paikallisesti synnytetty liikemäärä paitsi kasvattaa ”liikemassaa” avaruuden suunnassa kuten suhteellisuusteoriassa, myös pienentää lepomassaa, mitä suhteellisuusteoria ei tunnista. Matemaattisesti ilmaistuna lepomassan pieneneminen tarkoittaa, että liiketilassa nopeudella v liiketilan syntytilaan nähden liikkuvan atomikellon käyntitaajuus on $f = f_0 \sqrt{1 - (v/c)^2}$, missä f_0 on kellon taajuus tilassa, johon nähden liike synnytetään, kuva 4. Liikkeessä olevan kellon käyntitaajuus ei siis suhteudu havaitsijan liiketilaan, kuten suhteellisuusteoria opettaa. Tyypillisissä laboratoriokokeissa, kuten kiihdyttimillä suoritetuissa kokeissa havaitsija vertailukelloineen on levossa laboratoriossa, joten suppean suhteellisuusteorian mukainen tulkinta ”havaitsijaan nähden” toteutuu.



Kuva 4. Liike avaruudessa antaa massalle liikemäärän \mathbf{p} reaaliakselin suunnassa, jolloin kokonaisliikemäärä voidaan ilmaista kompleksilukuna $\mathbf{p}^a_{\text{tot}} = i mc + p$. Liikemäärä avaruudessa sisältää liikemassan kasvun Δm , jolloin liikemäärä neljännessä ulottuvuudessa pienenee tekijällä $\sqrt{1 - \beta^2}$, missä $\beta = v/c$. Kineettinen energia on $E_{kin} = c_0 \Delta mc$.

Neliulotteisen pallon pintana kuvatussa avaruudessa jokainen liike avaruudessa on keskeisliike 4D pallon keskipisteen suhteen. Työ, jonka liikkeen synnyttämä keskeisvoima tekee avaruuden muun massan synnyttämää gravitaatiovoimaa vastaan, havaitaan liikkeen synnyttämiseen tarvittavana inertiaityönä, mikä kirjaimellisesti toteuttaa Machin periaatteen. Matemaattisesti inertiaityö näkyy kompleksisuurena ilmaistun kineettisen energian imaginaarikomponenttina, mikä on yhtä kuin liikkeen aiheuttama lepoenergian pieneneminen. Kineettisen energian reaalikomponentti, $\text{Re}\{E_{kin}\} = c \Delta mv$, sisältää liikemassan kasvua vastaavan osuuden liikemäärässä avaruudessa.

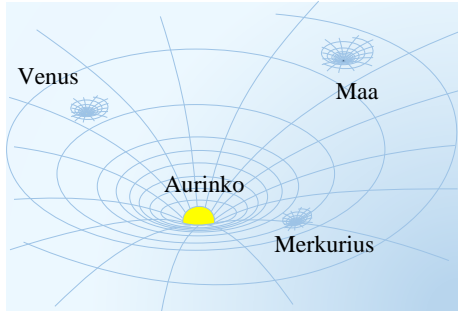
Avaruuden energiarakenne on kuvattavissa sisäkkäisten energiakehysten systeeminä, jolloin objektin paikallinen lepoenergia voidaan suhteuttaa sen lepoenergiaan kuvitteellisessa homogeenisessa avaruudessa, kuva 5. Jokainen paikallinen energiakehys sitoo osan objektin energiasta, joten mitä ”syvemmällä” energiakehysten systeemissä ollaan, sitä pienempi on objektin lepoenergia.



Kuva 5. Sisäkkäisten energiakehysten järjestelmä. Jokainen energiakehys sitoo osan objektin lepoenergiasta paikalliseen gravitaatioon ja liikkeeseen, tekijät $(1 - \delta)$ ja $\sqrt{1 - \beta^2}$. Kiihdyttimessä kiihdytetyn ionin energiatilaan ei liity gravitaatiotilan muutosta, joten lepoenergiaa alentaa vain nopeustekijä. Kiihdyttimellä on sekä liike- että gravitaatiotila maapallon energiakehyksessä, maapallolla auringon energiakehyksessä, aurinkokunnalla Linnunradan energiakehyksessä, Linnunradalla paikallisen galaksiryhmän energiakehyksessä ja paikallisen galaksiryhmän energiakehyksellä homogeenisessa avaruudessa.

Jokainen paikallinen massakeskus avaruudessa synnyttää painautuman ympäristöönsä nähden metrisenä kuvattuun neljänteen ulottuvuuteen, samaan tapaan kuin yleisen suhteellisuusteorian aika-avaruudessa. Esimerkiksi aurinko on noin kaksi kertaa maapallon halkaisijan verran ”alempana” kuin maapallo. Jokaista planeettaa ympäröi paikallinen painautuma auringon gravitaatiokehyyksessä, kuva 6. Maapallon ja lähiavaruuden havainnot, kuten satelliittikommunikaatio tapahtuu maapallon gravitaatiokehyyksessä. Maan satelliittien kellojen taajuus määräytyy niiden ratasäteestä ja nopeudesta ei-pyörivään maapalloon nähden. Maa-asemien kellojen taajuus mää-

räytyy kellon korkeudesta merenpintaan nähden, sillä maapallon litistyneisyydestä johtuen merenpinnan taso muodostaa geoidin, jossa kellon taajuuteen vaikuttava gravitaatiotekijä ja maapallon pyörimisestä johtuva liiketekijä kumoavat toisensa leveyspiiristä riippumatta.



Kuva 6. DU-avaruudessa paikallisten massakeskusten muodostuminen synnyttää painautuman ympäröivään avaruuteen nähden. Aurinko on noin 2 kertaa maapallon halkaisijan verran ”alempana” kuin Maa. Kuvassa painautumaa on suuresti liioiteltu.

Maapallolla ja lähiavaruudessa suhteellisuusteorian ja DU:n ennusteet atomikeljojen käyntitajuuudelle täsmäävät 18-20 desimaalin tarkkuudella. GPS-signaalin vastaanotossa suhteellisuusteorian mukaan laskettuun kulkumatkaan lisätään ns. Sagnac-korjaus, joka huomioi signaalin kulkuajana maapallon pyörimisestä johtuvan vastaanottajan liikkeen aiheuttaman lisäyksen tai vähennyksen. Signaalin havaitusta kulkuajasta saatu etäisyys tulkitaan suhteellisuusperiaatteen mukaisesti kulkumatkaksi vastaanottajan mukana liikkuvassa havaintokehyksessä. DU:n viitekehyyksessä erillistä Sagnac-korjausta ei tarvita, sillä havaittu kulkuajaka tarkoittaa matkaa satelliitin sijainnista signaalin lähtöhetkellä vastaanottimen sijaintiin signaalin vastaanottohetkellä. Matemaattisesti lopputulos on sama kuin suhteellisuusteorian tuottama Sagnac-korjattu tulos.

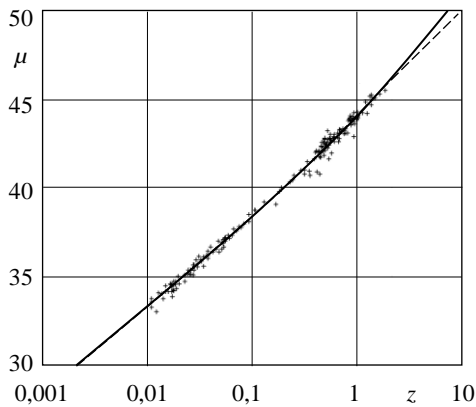
DU:ssa massa kuvataan abstraktina, aaltomaisena energian ilmentämisen substanssina. Substanssintulkinta ei tarvitse DU:hun sidottuja olettamuksia; kun Maxwellin yhtälöistä ratkaistaan yhden elektronin yhteen säteilyjaksoon Hertzin dipolista emittoima energia, saadaan Planckin yhtälön muotoa oleva lauseke $E = A \cdot 2\pi^3 e^2 \mu_0 \cdot c \cdot f$, missä A on dipolin geometriatekijä, e elektronin varaus, μ_0 tyhjiön permeabiliteetti, c valon nopeus ja f emittoidun aallon taajuus (Suntola 2005). Kun $A = 1,1049$, mikä voidaan tulkita aallonpituuden mittaisen isotrooppisen antennin geometriatekijäksi, päädytään Planckin yhtälöön $E = h \cdot f$. Antenniratkaisu sitoo Planckin vakion h sähkövakioihin, ja osoittaa, että Planckin vakioon kätkeytyy myös valon nopeus c . Kun valon nopeus irrotetaan Planckin vakiosta, voidaan Planckin yhtälö kirjoittaa muotoon $E = h_0/\lambda \cdot c^2$, missä $h_0 = h/c$ on pelkistetty Planckin vakio ja $\lambda = c/f$ emittoidun aallon aallonpituus. Suureen h_0/λ dimensio on massa [kg], joten aaltokvantin energia on samaa muotoa kuin massaobjektin lepoenergia.

Massaobjektin Compton-aallonpituus saa yksinkertaisen muodon $\lambda_c = h_0/m$ ja atomien rakenteen kuvaamisessa käytettävä hienorakennevakio pelkistyy pelkäksi geometriatekijäksi $\alpha = 1/(1,1049 \cdot 4 \cdot \pi^3)$. On historiallisesti kiinnostavaa, että Max Planck oli turhautunut siitä, ettei löytänyt kuuluisaksi tulleen yhtälönsä yhteyttä suuresti kunnioittamiinsa Maxwellin yhtälöihin. Tätä yksinkertaista yhteyttä en ole myöskään löytänyt yhdestäkään fysiikan oppikirjasta. Ratkaisuun tarvitaan radioinsinöörin näkökulma; dipolin pituus on suhteutettava emittoitavaan aallonpituuteen ja tavallisesti käytettävän sähkövakion ϵ_0 asemasta on käytettävä magneettivakiota

$\mu_0=1/\epsilon_0 c^2$. Isotrooppisena antennina voisi toimia atomaarinen emitteri, dipolina neljännessä ulottuvuudessa, jossa sen pituus yhden jakson aikana on $c \cdot dt$ – näin sekä suhteellisuusteorian että DU:n viitekehysessä!

Massan aaltotulkinta ei sellaisenaan vaikuta kvanttimekaniikassa käytettävään matematiikkaan. Se tarjoaa kuitenkin ontologisen perustan kvantin luonteen ja aaltofunktion ymmärtämiselle (Kallio-Tamminen 2019). DU:n viitekehysessä esim. atomien elektronien energiatilat eivät ole kvantittuneita; diskreetteinä havaittavat energiatilat ovat massa-aallon resonanssiehdon täyttävien energiatilojen energiainimejä.

DU:n tuottama kosmologiakuva merkitsee huomattavaa muutosta nykyiseen kosmologiakuvaan. Koska avaruudella on täsmällinen geometria ja laajenemisen kehittyminen, ovat DU:n tuottamat ennusteet matemaattisesti yksinkertaisempia ja vastaavat havaintoja yhtä hyvin tai paremmin kuin nykyisen kosmologiamallin tuottamat ennusteet. 1990-luvun lopulla Supernovaräjähdyksistä havaittu kirkkauden ja punasiirtymän suhde johti hypoteettisen pimeän energian lisäämiseen nykyisen kosmologiamalliin ennusteen sovittamiseksi havaintoihin. DU:n tuottama ennuste sen sijaan vastaa ennusteita ilman pimeää energiaa tai muita lisäparametrejä oleellisesti yksinkertaisemmalla matemaattisella lausekkeella, kuva 7.

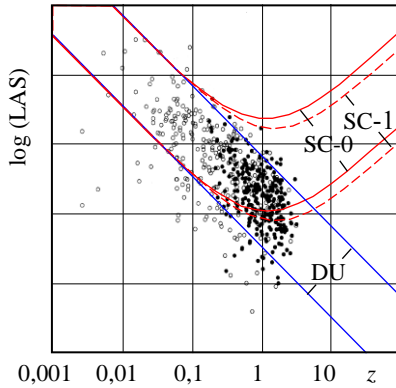


Kuva 7. Supernovaräjähdyksien kirkkautta ja etäisyyttä kuvaava pistejoukko Hubble-avaruusteleskoopilla tehdyissä havainnoissa (Riess 2004). Pystyakselin μ kuvaa havaittua kirkkautta ja vaakakselin z etäisyyteen verrannollista punasiirtymää. DU:n ennuste, yhtenäinen viiva, vastaa havaintoja jopa tarkemmin kuin katkoviivan kuvaama nykyisen mallin pimeällä energialla sovitettu ennuste (Suntola et al.2004). Pimeä energian ”löytäminen” toi tutkijaryhmille Nobel-palkinnon vuonna 2011.

Dynaaminen Universumi ei muuta todellisuutta eikä havaintoja – DU muuttaa todellisuuden kuvaamista ja havaintojen tulkintaa. DU-todellisuus on kokonaisvaltainen, avaruudessa ei ole mitään irrallista. Jokainen massaobjekti tunnistaa avaruuden muun massan synnyttämän gravitaation, mikä yksinkertaisimmillaan havaitaan hitausvoimana. Massan lepoenergia on tasapainossa avaruuden muusta massasta johtuvan gravitaatioenergian kanssa. Valon nopeus avaruudessa määräytyy avaruuden laajenemisen 4D nopeudesta, gravitaatiolla sidotut järjestelmät kuten galaksit ja planeettakunnat laajenevat suoraan verrannollisesti koko avaruuden laajenemiseen. Kosmologiatasolla paikallisjärjestelmien laajeneminen välittyy suoraan kaukaisten kohteiden havaittavassa kulmakossa. DU:n mukainen paikallisjärjestelmien laajeneminen avaruuden laajenemisen mukana yhdessä DU:n tuottaman yksinkertaisen geometrian kanssa tuottaa ennusteen, jonka mukaan kaukaisten galaksien kulmakoko pienenee havaintoja vastaavasti suoraan verrannollisesti etäisyyteen, kuva 8.

Kuten kuva 8 osoittaa, nykyisen mallin tuottama ennuste, jonka mukaan havaittava kulmakoko lähtee kasvamaan punasiirtymää $z=1$ suuremmilla etäisyyksillä,

poikkeaa merkittävästi havainnoista. Ongelmaa ei myöskään korjaa teoriaan lisätty pimeä energia. Poikkeama johtuu useasta tekijästä, joista tärkeimpiä ovat suhteellisuusperiaatteeseen perustuva vastaavuusperiaate (Etherington 1933), joka vaatii kulmakoon säilymisen samana kuin se on ollut valon lähtiessä kohteesta, ja päätelmä, jonka mukaan paikalliset järjestelmät eivät laajene avaruuden laajetessa (de Sitter 1931).



Kuva 8. Galaksien ja kvasaareiden kulmakoko etäisyyttä kuvaavan punasiirtymän z funktiona. Mustat pisteet ovat galakseja, avoimet pisteet kvasaareja. Nykyisen kosmologiallin ennusteen mukaan kulmakoon pitäisi kääntyä kasvuun, kun z on suurempi kuin 1, käyrät SC0, jossa pimeää energiaa ei ole huomioitu, ja SC-1, jossa pimeä energia on huomioitu. DU:n ennusteen mukaan kulmakoko pienenee suoraan verrannollisena etäisyyteen. Kuvan havainnot on koottu Tuorlan observatoriossa (Nilsson et al. 1993).

DU-avaruuden laajenemista hallitsevat samat luonnonlait kuin lait, jotka hallitsevat liikkeen ja gravitaation vuorovaikutuksia paikallisessa avaruudessa. Aurinkokunnan tasolla paikallisen kytkeytyminen kokonaisuuteen merkitsee mm. sitä, että maan etäisyys aurinkoon ja kuun etäisyys maahan kasvaa suorassa suhteessa avaruuden laajenemiseen, mikä vaikuttaa sekä vuoden pituuden kehittymiseen että päivien lukumäärään vuodessa.

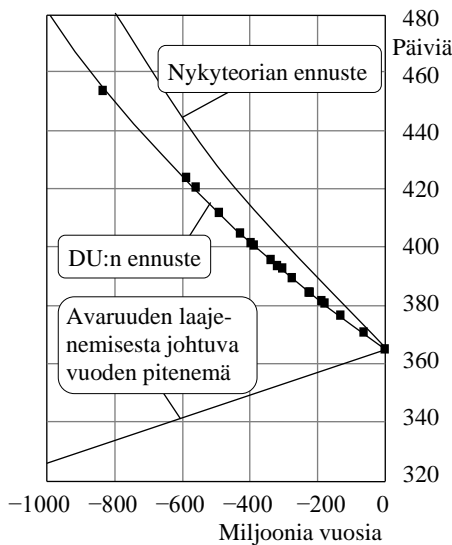
Historia on tallentunut muistiinpanoihin ja maaperään

Päivien pituuden ja vuotuisen lukumäärän kehittymistä on voitu jäljittää auringonpimennystiedoista lähes kolmen vuosituhannen ajalta, korallifossiileista lähes miljardin vuoden ajalta (Sipilä 2018, 2019). Nykyisen teorian mukaan aurinkokunta ei laajene avaruuden laajetessa, jolloin vuoden pituuden oletetaan säilyvän muuttumattomana. Maapallon pyörimistä sen sijaan hidastaa vuorovesi-ilmiö, mikä merkitsee, että päivien lukumäärä vuodessa pienenee.

Babyloniassa ja Kiinassa muistiin merkittyjä auringonpimennyshavaintoja on lähes 3000 vuoden takaa. Niistä laskettu päivän pitenemä on noin 1,9 ms/100 vuotta, mikä on selvästi vähemmän kuin nykyteorian mukainen, vuorovesien aiheuttamasta maapallon pyörimisen hidastumisesta laskettu päivän pitenemä, 2,5 ms/100 vuotta. Korallifossiilien päivä- ja vuosirenkaista on voitu laskea päivien lukumäärän kehitys vuodessa lähes miljardin vuoden ajalta, kuva 9. Näistä saatu päivän pitenemä on sama 1,9 ms/vuosi kuin muinaisten auringonpimennysten antama lyhenemä, joten nykyisen teorian vuorovesijarrutukseen perustuva ennuste 2,5 ms/100 vuotta ei täsmää myöskään korallifossiileista havaittuun päivän pitenemään. Päivän pituuden kehittymistä on mitattu atomikelloilla 1950-luvulta lähtien. Atomikellomittauksista saatu päivän pitenemä on NASA:n mukaan 1,5 ms/100 vuotta, mikä puolestaan on vähemmän kuin muinaisista auringonpimennyksistä ja korallifossiileista saatu päivän pitenemä.

Kun DU-mallin mukainen, avaruuden laajenemisesta johtuva vuoden pitenemä huomioidaan, saadaan korallifossiileista lasketuksi päivän pitenemäksi sama 1,9 ms/100 vuotta kuin havaituista auringonpimennyksistä ja korallifossiileista päätelty pitenemä. Kun atomikellomittauksessa huomioidaan DU:n mukainen atomikellon oma muutos, 0,3 ms/100 vuotta, saadaan atomikellon tulokseksi 1,8 ms/100 vuotta. Eri mittausten virherajojen puitteissa DU:n antamaa ennuste vastaa kaikkia edellä esitettyjä havaintoja. Nykyisen teorian ennusteet poikkeavat merkittävästi havainnoista.

Kuun etäisyyttä on mitattu lähes 50 vuotta edestakaisella laser-pulssilla 1970-luvulla kuun pinnalle asetettujen peilien avulla. Mitattu 3,8 cm:n vuotuinen etäännyminen selitetään nykyisillä malleilla yksinomaan kuun ja auringon vuorovesijarrutuksesta johtuvaksi. Jopa yli miljardin vuoden ikäisiksi ajoitetuista sedimenttinäytteistä on voitu laskea vuorovesien ja vuodenajan vaihteluiden jättämiä jälkiä kuu-kausi- ja vuosivaihteluista. Nykyisen teorian mukaan laskettuna saadaan sedimenttinäytteiden havainnoista kuun etäännymiseksi 2,1 cm/vuosi, mikä on selvästi vähemmän kuin laserilla mitattu etäännyminen. Kun ennusteessa huomioidaan DU:n mukainen avaruuden laajenemisesta johtuva vuoden pituuden muutos saadaan sedimenttinäytteistä lasketuksi kuun etäännyksen ennusteeksi sama 3.8 cm/vuosi kuin lasermittauksesta. On huomattava, että 3,8 cm/vuosi etäännyttä 2,8 cm selittyy avaruuden laajenemisella ja vain noin 1 cm vuorovesijarrutuksesta.



Kuva 9. Vuoden pituus nykypäivien lukumäärällä ilmaistuna. DU ennuste huomioi sekä avaruuden laajenemisesta johtuvat muutokset että vuorovesistä johtuvat muutokset. Nykyteoria huomioi vain vuorovesiefektit. Mustat pisteet ovat korallifossiileista tehtyjä havaintoja (Wells 1970). Nykyteorian ennuste poikkeaa huomattavasti havainnoista. DU:n ennuste vastaa havainnoita suurella tarkkuudella.

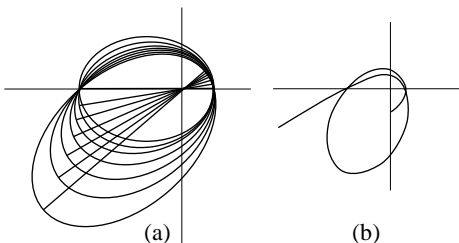
Luonnonlakien salaliitto

Maan ja kuun väliseen etäisyyteen vaikuttavat monet tekijät, kuten vuorovesi, auringon säteilypain, jne. Erityisen kiinnostava on häiriö, joka aiheutuu maan radan elliptisyydestä auringon ympärillä. DU:n mukaan radan perihelipisteessä, jossa maa on lähimpänä aurinkoa, maan ja kuun välinen etäisyys saavuttaa maksiminsa. Samalla maan ratanopeus on suurimmillaan ja auringon gravitaatiopotentiaali pienimmillään, mitkä molemmat tekijät hidastavat kuun etäisyyden mittauksessa käytettyjen kellojen käyntitaajuutta. Auringon gravitaatiopotentiaalista johtuen myös valon nopeus maan ympäristössä on pienimmillään. Kun kaikki nämä tekijät huomioidaan,

ei kuun etäisyyden vuotuista muutosta havaita laser-mittauksessa. Tässä, kuten monessa muussakin mittauksessa toteutuu ”luonnonlakien salaliitto”, kuten prof. Raimo Lehti nimitti havaintoihin liittyviä kätkeytyjä vuorovaikutuksia. Tässä tapauksessa nämä toisensa kumoavat tekijät jäävät suhteellisuusteorian viitekehyyksessä tunnistamatta. Näin käy myös valon nopeuden mittauksessa; valon nopeuden vakioisuutta puolustetaan havainnoilla. DU:n viitekehyyksessä näemme, että atomikellon käyntitaajuus on suoraan verrannollinen paikalliseen valon nopeuteen, joten atomikellolla mitattuna valon nopeus näkyy vakiona paikallisesta valon nopeudesta riippumatta. Havainnoista tiedetään myös, että massakeskusten läheisyydessä (voimakkaamassa gravitaatiokentässä) valo tarvitsee pidemmän ajan tietyn matkan etenemiseen. Ilmiötä nimitetään Shapiro-viiveeksi. Suhteellisuusteorian viitekehyyksessä Shapiro-viive selitetään siten, että valon nopeus on edelleen vakio, mutta aika hidastuu massakeskusten läheisyydessä aika-avaruuden kaareutumisen johdosta. Myös DU:n viitekehyyksessä avaruus kaareutuu massakeskusten läheisyydessä. Aika on kaikkialla sama koordinaatistosuure, mutta paikallinen valon nopeus pienenee massakeskusten läheisyydessä, mistä seuraa matemaattisesti sama ennuste Shapiro-viiveelle kuin suhteellisuusteoriassa. Valon nopeuden riippuvuus paikallisesta gravitaatiopotentiaalista näkyy suoraan atomikellojen käyntinopeudessa. Rakennuksen yläkertaan sijoitettu atomikello käy nopeammin kuin samanlainen kello rakennuksen alakerrassa.

Kääntyykö voitto kohtaloksi?

Ensimmäisiä yleisen suhteellisuusteorian voittoja oli tarkennus Merkuriuksen radan pääakselin kiertymään. Lasketusta suurten planeettojen aiheuttamasta kiertymästä oli jäänyt puuttumaan 43 kaarisekuntia vuosisadassa, mikä saatiin ratkaistua yleisen suhteellisuusteorian pohjalta jo ennen teorian lopullista valmistumista. Menestyksen myötä on jäänyt huomioimatta, että kiertymän ratkaisu sisältää kumuloituvan termin, joka vähitellen kasvattaa radan sädettä, mikä sinkoaisi Merkuriuksen ulos aurinkokunnasta muutaman sadan tuhannen vuoden kuluessa. Termi on sama, joka estää stabiilit kiertoradat äärimmäisissä gravitaatio-olosuhteissa kuten mustan aukon kriittisen säteen läheisyydessä, kuva 10. Matemaattisesti ongelma havainnollistuu siinä, että suhteellisuusteorian ennustama ratanopeus ylittää pakonopeuden, jos radan säde on pienempi kuin 3 kertaa ns. Schwarzschildin kriittinen säde (Suntola 2018a).



Kuva 10. (a) Merkuriuksen radan kiertymä 300 000 vuoden aikana suhteellisuusteorian ennusteen mukaan. Kiertymään liittyy radan säteen kasvu, joka lyhyen aikavälin tarkastelussa jätetään huomioimatta. (b) Mustan aukon lähellä pääakselin kiertymään liittyvä radan säteen kasvu estää stabiilit radat. Kuvan radat on laskettu kirjassa (Weber 1961) johdetusta Schwarzschildin ratkaisusta.

Dynaamisen Universumin viitekehyyksessä ennuste Merkuriuksen ellipsiradan pääakselin kiertymälle on samat 43 kaarisekuntia sadassa vuodessa kuin suhteellisuusteoriassa. DU:n ennuste ei kuitenkaan sisällä kumulatiivista termiä kuten suh-

teellisuusteorian ennuste; ratanopeus on aina pienempi kuin pakonopeus. Mustan aukon kriittisen säteen tuntumaan syntyy hitaita ratoja, jotka ylläpitävät mustan aukon massaa ja selittävät mustan aukon stabiilisuuden. DU:n ennuste selittää myös Linnunradan keskustassa olevan massiivisen mustan aukon, Sagittarius A*^{*}:n ympärillä havaitut noin 16 minuutin kiertoajat (Gentzel 2003), jotka ovat lähellä DU:n ennustamaa 14,5 minuutin minimikiertoaikaa, mikä Schwarzschildin ratkaisussa ei ole lainkaan mahdollinen.

Huomattuani suhteellisuusteorian mukaisen Schwarzschildin ratkaisun tuottaman kumulatiivisen termin merkityksen noin 20 vuotta sitten, ehdotin ko. ratkaisun tarkempaa tutkimista oppilastyöksi Helsingin yliopiston fysiikan laitokselle. Tästä kuitenkin pidettiin turhana ”koska kaiken tiedetään olevan oikein”. Myöhemmin jäljitin ongelman yleisen suhteellisuusteorian perustana olevaan ekvivalenssiperiaatteeseen, jonka mukaan liike-energian synnyttäminen vapaassa pudotuksessa gravitaatiokentässä sisältää liikemassan kasvun samalla tavoin kuin liike-energian synnyttäminen esim. kiihdyttimessä. DU:n viitekehyksessä liike-energian synnyttäminen kiihdyttimessä kasvattaa liikemassaa, jolloin liikkeeseen saatetun massaobjektin kokonaisenergia kasvaa. Vapaassa pudotuksessa liike-energia saadaan putoavan massaobjektin lepoenergian pienenemistä vastaan, jolloin liikemassa ja kokonaisenergia eivät kasva. Analyysi osoittaa, että ekvivalenssiperiaate on ristiriidassa energian säilymisen kanssa. Voimme siis perustaa teorian joko ekvivalenssiperiaatteeseen tai energian säilymiseen, mutta ei molempiin.

Onko tieteellinen menetelmä itsekorjaava?

Luonnontieteet ovat empiirisiä tieteitä, joissa luonnonilmiöiden kuvaaminen perustuu ensisijaisesti havainnoista tehtyihin päätelmiin. Empiirisyyden voimakas painotus korostaa ennusteiden tarkkuutta tieteellisen teorian hyvyyskriteerinä, mikä nopean etenemisen vaatimuksen ohella on johtanut siihen, että teorioita tarkennetaan lisäolettamuksin ja parametrein mieluummin kuin lähdetään etsimään syitä korjaustarpeisiin. Perinteinen Occamin partaveitsi, joka painottaa teorian yksinkertaisuutta, ymmärrettävyyttä ja käytettyjen olettamusten vähäisyyttä jää silloin toissijaiseksi. Väitöskirjassaan *Economical Unification as a Method of Philosophical Analysis* (Styrman 2016a), Avril Styrman esittää teorioiden vertaamiseen hyvyyskriteerin, jossa teorian selitysvoimaa verrataan tarvittavien olettamusten määrään ja filosofiseen perusteltavuuteen. Ekonomiavertailu nykyisten teorioiden ja Dynaamisen Universumin kesken tuottaa Dynaamiselle Universumille huomattavasti paremman lopputuloksen kuin nykyisille teorioille (Styrman 2016b). DU:n viitekehyksessä samat lähtöolettamukset pätevät kaikilla fysiikan osa-alueilla kvanttimekaniikasta kosmologiaan. Erillistä suhteellisuusteoriaa ei tarvita; ilmiöiden suhteellisuus välittyy kokonaisenergian säilymisestä ja paikallisen suhteesta kokonaisuuteen.

Dynaamisen Universumin saama vastaanotto on jyrkästi jakautunut. Nykyisiin teoriarakenteisiin sitoutunut tiedeyhteisö torjuu DU:n lähtökohdat ”oikeaksi todistettujen” teorioiden vastaisina, vaikka DU tuottaa yhtenäisteorian sallivan viitekehysten ja ennusteet, jotka ovat vähintään yhtä tarkkoja kuin nykyisten teorioiden vastaavat ennusteet. Fysiikan kansainväliset ammattilehdet ovat torjuneet Dynaamisen Universumin julkaisemisen ilman vertaisarviointiprosessia, koska ”se perustuu spekulatiivisiin lähtöolettamuksiin”, astrofysiikan lehdet, koska ”se ei perustu yle-

sesti hyväksytyyn fysiikkaan”. Suomessa toimitaan samaan tapaan; esim. Tieteen Päivät 2019 (teemana ”Rohkeus”) hylkäsi esitelmäehdotukseni, koska se virallisen vastineen mukaan oli ”liian haasteellinen yleisöä ajatellen”. Epävirallisesti syy johtui ”näkemyseroista Dynaaminen Universumin teoriaa kohtaan”. Tieteellisesti perustelluja vastaväitteitä tai mahdollisia virheitä teorian matemaattisessa johtamisessa minulle ei ole esitetty.

Moderni tutkimus ja teknologia ovat nostaneet luonnontieteet uudelle tasolle ja tuottaneet ennennäkemättömän tarkkoja havaintoja, jotka luovat edellytyksiä myös teorioiden kriittiseen arviointiin. Kuten edellä käsitellystä ilmenee, havaintojen avoin ja rehellinen analysointi antaa perusteet esim. suhteellisuusteorian perusolettamusten, suhteellisuusperiaatteen ja ekvivalenssiperiaatteen falsifiointiin tai vähintäänkin kyseenalaistamiseen. Suhteellisuusteoria on tehnyt ajan suhteellisuudesta todellisuuden ominaisuuden; ajan suhteellisuuteen liittyvä ratkaisematon looginen ongelma on jätetty filosofien pohdittavaksi. Pohdinta on jatkunut tulosta tuottamatta jo yli sata vuotta. DU:n hyväksyminen merkitsee laaja-alaista paradigman muutosta, mihin nykyinen tiedeyhteisö ei ole valmis. Edes asiaan tutustumiseen tai tutkimiseen ei ole valmiutta, vaikka yliopistot strategioissaan julistavat tuoretta ajattelua ja luovaa tutkimusympäristöä. Yksilötasolla tilanne on toinen; ne, joita ohjaa aito halu ymmärtää, ovat ottaneet DU:n vastaan tavalla, josta paluuta ei ole.

Lähteet

- Feynman, Richard, Fernando Morinigo, William Wagner & Brian Hatfield (1995): Feynman Lectures on Gravitation (during the academic year 1962-63). Addison-Wesley, Reading, Mass.
- de Sitter, Willem (1931): Do the galaxies expand with the universe?, Bulletin of the Astronomical Institutes of Netherlands vol 6, s. 146.
- Deines, Steven & Carol Williams (2016): Earth’s rotational deceleration: Determination of tidal friction independent of timescales, The Astronomical Journal 151 (4), 12 sivua. <<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/0004-6256/151/4/103/pdf>>.
- Etherington, J. M. H. (1933): On the Definition of Distance in General Relativity, Phil. Mag. 7, vol. 15, s. 761–773.
- Genzel Reinhard, Rainer Schödel, Thomas Ott, Andreas Eckart, Tai Alexander, François Lacombe, Daniel
- Rouan & Bernd Aschenbach (2003): Near-infrared flares from accreting gas around the supermassive black hole at the Galactic Centre, Nature 425, s. 934–937.
- Kallio-Tamminen, Tarja (2020): Dynamic Universe – natural science and philosophy in unison, Journal of Physics, Conference series 1466, 012005. <<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1466/1/012005>>.
- Nilsson, Kari, Mauri J. Valtonen, Jari Kotilainen & T. Jaakkola (1993): On the redshift – apparent size diagram of double radio sources, Astrophys. J. 413(2), 453–476. DOI: 10.1086/173016.
- Riess, Adam G., Louis-Gregory Strolger, John Tonry, Stefano Casertano, Henry C. Ferguson, Bahram Mobasher, Peter Challis et al. (2004): Astrophys. J., Type Ia Supernova discoveries at $z > 1$ from the Hubble Space telescope: Evidence for past deceleration and constraints on dark energy evolution, Astrophys. J. 607(2), s. 665–687.
- Sipilä, Heikki (2018): ”Faint sun” paradoksi; Maan ja Marsin varhaiset meret. Esitelmä. Luonnontieteiden seuran Teemailta 6.3.2018. Video katsottavissa: <<https://youtu.be/QLQGDOJT11Q>>.
- Sipilä, Heikki (2020): Is the Solar System expanding?, Journal of Physics, Conference series 1466, 012004. <<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1466/1/012004>>.
- Stephenson, F R et al. (2016): Measurement of the Earth’s rotation: 720 BC to AD 2015, Proc. R. Soc. A 472, 20160404. <<https://doi.org/10.1098/rspa.2016.0404>>.

- Styrman, Avril (2016a): *Economical Unification as a Method of Philosophical Analysis*. Väitöskirja. Helsingin yliopisto. <<http://urn.fi/URN:ISBN:978-951-51-2697-9>>.
- Styrman, Avril (2016b): *The Principle Of Economy As An Evaluation Criterion Of Theories. A Case Example: The Dynamic Universe Vs. Physics and Cosmology Based on General Relativity*. Teoksessa Suntola, Tuomo & Avril Styrman (toim): *Scientific Models and a Comprehensive Picture of Reality*. *La Nuova Critica* vol. 63-64, 63–90. 2014.
- Styrman, Avril (2020): *Only a unified ontology can remedy disunification*, *Journal of Physics, Conference series* 2020 vol. 1466 012001. <<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1466/1/012001>>.
- Suntola, Tuomo & Robert Day (2004): *Supernova observations fit Einstein-deSitter expansion in 4-sphere*. *Astro-ph*, arXiv.org. <<https://arxiv.org/abs/astro-ph/0412701>>. Päivitetty 5.1.2005.
- Suntola, Tuomo (2005): *Photon - the minimum dose of electromagnetic radiation*, *Proceedings of SPIE* vol. 5866, s. 18.
- Suntola, Tuomo (2018a): *The Dynamic Universe: Toward a unified picture of physical reality*. 4 painos. Physics Foundations Society, Espoo & Luonnonfilosofian seura, Helsinki. <https://physicsfoundations.org/data/documents/DU_EN_978-952-68101-3-3.pdf>.
- Suntola, Tuomo (2018b): *Tieteen lyhyt historia – vai pitkä tie luonnonfilosofian ja empirismin kohtamiseen*. 3. täyd. Painos. Physics Foundations Society, Espoo & Luonnonfilosofian seura, Helsinki. <https://physicsfoundations.org/data/documents/History_FI_978-952-68101-5-7.pdf>.
- Suntola, Tuomo (2020): *Unification of theories requires a postulate basis in common*, *Journal of Physics, Conference series* 1466, 012003. <<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1466/1/012003>>.
- Weber, Joseph (1961): *General Relativity and Gravitational Waves*. Interscience Publishers, Inc., New York.
- Wells, John W. (1970): *Problems of the annual and daily growth rings in corals*. Teoksessa S. Keith Runcorn (toim.): *Paleogeophysics*, s. 1331-1332. Academic Press, London.