

Onko Avaruus syntynyt tyhjästä nollaenergiaperiaatteen historiaa

Heikki Sipilä

Johdanto

Tämän esityksen aihe kuuluu kosmologian piiriin. Kosmologia muistutti vielä muutama vuosikymmen sitten enemmän filosofiaa tai uskontoa, kuin luonnontiedettä. Viimeisen parinvuosikymmen aikana avaruudesta tehtyjen tarkkojen havaintojen takia kosmologia on jo lähempänä fysiikkaa kuin metafysiikkaa, vaikka kosmologia sisältää vielä nykyäänkin piirteitä, jotka eivät välttämättä kuulu luonnontieteisiin. Palaan näihin asioihin esitykseni eri vaiheissa. Tärkein syy, miksi kosmologia on tietyllä tavalla herkkä alue, johtuu tietysti siitä, että siinä väistämättä joudutaan tutkimaan, miten avaruus on syntynyt. Perinteellisesti tämä alue ihmisen kulttuurissa on kuulunut uskonnon alueelle.

Venäläinen fyysikko Lev Landau (22.1.1908-1.4.1968) totesi kosmologeista ö Cosmologists are often in error but never in doubtö. Tämä ei ole ehkä oikein reilu kommentti tutkijoista, jotka toimivat luonnontieteellisen tiedon rajamailla. Näin voisi sanoa yhtä hyvin muistakin fysiikan tutkimuksen eturintaman tutkijoista. Todennäköisesti useimmat ideat ovat väärä, mutta vain oikeimmat ajatukset jäävät elämään. Kokeellisen fysiikan tutkijat testaavat teoreetikkojen ideoita. Mitään teoriaa ei voi osoittaa kokeellisesti oikeaksi, mutta vakava ristiriita havaintojen kanssa pakottaa hylkäämään teorian.

Minun täytyy tässä vaiheessa esitellä itseäni hieman lähemmin. Olen tehnyt työurani teollisuudessa ja opiskellut fysiikkaa insinöritieteiden oppilaitoksessa Helsingin Teknillisessä Korkeakoulussa? Teollisuudessa käytämme hyväksi fysiikan malleja, joihin voimme luottaa sataprosenttisesti. Mallien soveltuvuusalue täytyy olla hyvin tiedossa. Leon Lederman piti kerran lounasesitelmän Nuclear Science Symposiumissa. Hän selitti, mikä ero on fyysikolla ja insinöörillä. ö Jos insinööri rakentaa kymmenen siltaa ja yksi niistä sortuu, hän joutuu vankilaan. Jos taas fyysikko tekee kymmenen koetta ja yksi niistä onnistuu, hän saa kutsun Tukholmaan.ö

Kuten sanoin, olen toiminut koko urani teollisuudessa. Olen kehittänyt erilaisia säteilyn mittaamismenetelmiä ja laitteita teollisuuden tarpeisiin 40 vuotta. Fysiikan tutkimuksessa käytetään aivan samoja laitteita ja menetelmiä. Siksi olen pitänyt jatkuvasti yhteyttä kokeellisiin fyysikoihin. Parikymmentä vuotta sitten aloitin röntgen ja gamma mittaustekniikoiden kehittämisen tieteellisiin satelliitteihin ja niitä on rakennettu kymmeneen satelliittiin. Vaikka olen ollut kehittämässä vain mittaustekniologiaa, olen toki ollut kiinnostunut, mitä niillä kokeilla aiotaan saada selville. Olen luonnollisesti mielelläni lukenut aiheista kirjoitettuja yleistajuisia kirjoja ja artikkeleita.

Fyysikkojenkaan maailma ei toimi ideaalisesti. Feynman kirjoitti kerran, miten kokeellisten fyysikkojen mittaustulokset pikkuhiljaa lähestyvät öluotettavaa teoreettisesti laskettua arvoaö. Kun sitten teoriaa parannetaan, alkavat kokeelliset tulokset lähestyä tätä uutta teoreettista arvoa. Feynman ei kuitenkaan antanut synninpäästöä teoreetikoillekaan. Kun yritetään selittää jotakin erittäin luotettavaa kokeellista havaintoa, teoreetikko kehittää malliaan ja ottaa siihen korjaustermejä siihen saakka, että havainto ja malli vastaavat toisiaan.

Tämän pitkäköön alun jälkeen kerron, miksi olen tänään tässä. Vuonna 1998 sain kutsun tulla kuuntelemaan Tuomo Suntolan esitelmää Luonnonfilosofian Seuran tilaisuuteen. Suntola on tunnettu materiaalfysiikan kehittäjä ja olen tuntenut hänet lähes 50 vuotta. Suntolan kehittämiä pinnoitusmenetelmiä käytetään nykyisin uusimpien mikropiirien valmistuksessa ja hän on osaltaan vaikuttanut siihen, että Mooren laki on pysynyt yhä

voimassa. Suntola on perinteellinen insinööritieteiden edustaja, jonka periaatteiden mukaan ainoastaan sellaiset mallit ovat käyttökelpoisia, jotka tuottavat ennustettavia tuloksia.

Siksi olin huomattavan hämmästynyt, kun Suntola esitelmöi aiheesta, joka liittyy fysiikan perusteisiin ja kosmologiaan, aiheisiin, jotka ovat kaukana fysiikan teknisistä sovellutuksista.

Suntolan esityksen vastaanotto fyysikkopiireissä oli hyvin torjuva. Kukaan ei halunnut esittää julkista kritiikkiä hänen ideoitaan kohtaan, mutta takanapäin oltiin valmiita voimakkaisiin mielipiteisiin, mutta ilman perehtymistä itse asiaan. Tuntien Suntolan hyvin, oli mielestäni selvää, että hän ei ole väärässä ainakaan kovin alkeellisella tasolla ja niinpä päätin ryhtyä ottamaan selvää, mistä on kysymys. Minulle se on ollut tietenkin paljon työläämpää kuin alalla toimiville fyysikoille olisi ollut. Minun ei ole tarvinnut työssäni olla huolissani fysiikan perusteista. Luonnonlait toimivat ja niiden perusteilla rakennetut laitteet myös toimivat ja asiakkaat maksavat laskunsa.

Hankin suuren määrän fysiikan perusteita käsittelevää kirjallisuutta ja ryhdyin lukemaan Suntolan tekstiä. Erityisesti kannatti tutkia, mihin postulaatteihin Suntolan malli perustuu. Riittää, että tutkii niitä. Jos lähtökohdat ovat vääriä, myös johdetut tulokset ovat vääriä.

Nollaenergiaperiaate Suntolan mallissa

Avaruuden rakennetta miettiessään, Suntola huomasi, että avaruuden tehdessä työtä gravitaatiota vastaan, gravitaatioenergiaa kasvaa ja kineettinen energia pienenee. Suntola tulkitsee massan lepoenergian kineettiseksi energiaksi avaruuden laajetessa valon nopeudella neljännen ulottuvuuden suuntaan. Jos oletamme avaruuden äärelliseksi, voidaan laskea sitoutunut gravitaatioenergia integroimalla energia koko avaruuden yli. Suureksi hämmästyksekseen Suntola huomasi, että avaruuden kokonaisenergiaksi saadaan nolla, kun yhtälöön sijoitetaan parametrien arvot.

Suntolan nollaenergiaperiaate on siis

$Mc^2 = k \times GM^2/R$, missä M on avaruuden massa, c valon nopeus, G on gravitaatiovakio ja R avaruuden säde ja k on geometriasta integroinnissa tuleva numeerinen vakio.

En ollut koskaan kuullut hypoteesia, että avaruuden kokonaisenergia olisi nolla. Aluksi lähdin selvittämään, miten tämä voisi olla mahdollista. Tuomon teoria selittää Machin periaatteen. Machin mukaan lokaalisti havaittava massan inertia johtuu avaruuden muusta massasta.

Lähdin tutkimaan Machin periaatetta, tavoitteenani tutkia, voisiko siitä saada viitteitä avaruuden ominaisuuksista. Tein seuraavat oletukset:

- avaruus on suuressa mittakaavassa isotrooppinen ja homogeeninen
- luonnonlait näkyvät samoina avaruudessa aina ja kaikkialla.
- lokaalisti havaittava massan inertia näkyy Newtonin toisen lain $F=mdv/dt$ mukaan

Asetin sitten kysymyksen, miten inertia olisi formuloitava, jos se esitetään Machin periaatteen mukaan, siten että se on riippuva koko avaruuden massasta.

Dimensioanalyysiä käyttämällä johdin muuttujille M , c , R ja G pakollisen riippuvuuden, jos Machin periaatteen oletetaan olevan voimassa. Olen esittänyt tämän johdon eräessä LF-seuran esitelmässäni /1/.

Hämmästykseni tulos oli Tuomon nollaenergiaperiaate.

Kirjallisuustutkimus

George Gamow ja Pascal Jordan

Arvelin, että jonkun on täytynyt tutkia nollaenergiaperiaatetta, vaikka en ollut siitä kuullutkaan. Ensimmäisen viitteen löysin George Gamovin omaeläkerrasta ö My worldlineö . Kirja kannattaa lukea, jos satutte löytämään sen jostain. Gamov kertoo siinä tarinan Princetonista. Hän oli kävelyllä Albert Einsteinin kanssa ja kertoi Einsteinille, että Pascal Jordan, yksi tunnetuimmista kvanttimekaniikan kehittäjistä, oli esittänyt, että kaikki maailmassa on syntynyt tyhjästä. Esim Auringon kokonaisenergia on nolla. Sen lepoenergia on sama kun siihen sitoutunut koko avaruuden gravitaatioenergia vastakkaismerkkisenä. Gamovin mukaan Einstein pysähtyi keskelle katua ja oli jäädä auton alle.

Kun katsotte nollaenergialauseketta, huomaatte, että on pakko tehdä vaikeita valintoja. Pascal Jordan tiesi, että avaruus laajenee. Hubblen mittaukset olivat jo tiedossa. Miten yhtäpitävyys voi säilyä ajan mukana? Jonkun on muututtava. Jordan valitsi muuttuvaksi suureeksi gravitaatiovakion. Hän yritti johtaa suhteellisuusteoriaa, siten, että gravitaatiovakio olisi muuttuva. Se ei kuitenkaan johtanut mihinkään mielekkääseen tulokseen.

Jordan on myös tunnettu Jordan-Brans-Dicke gravitaatioteoriasta, joka perustuu Machin periaatteeseen.

Richard Feynman

En ryhtynyt etsimään Jordanin alkuperäisjulkaisuja, koska vähän Gamovin kirjan jälkeen löysin Princetonin yliopiston vieressä olevasta kirjakaupasta Feynmanin ö Feynman Lectures on Gravitationö/2/. Se ei ole osa Feynmanin kuuluisaa kirjasarjaa Lectures on Physics. Tämä kirja on koottu Feynmanin kuolemansa jälkeen hänen luentojaan varten kirjoittamistaan muistiinpanoista. Luennot on pidetty 1962-1963 Tässä kirjassa Feynman mainitsee avaruuden nollaenergiamysterin. Kirjassa ei ole viitettä, mutta pidän todennäköisenä, että hän oli hyvin perillä Jordanin pohdinnoista.

Feynman kirjoitti:

öIf now we compare this number to the total rest energy of the universe, Mc^2 , lo and behold, we get the amazing result that $GM^2/R=Mc^2$, so that the total energy of the universe is zeroö

Feynman lisäsi ö Why this should be so is one of the great mysteries- and therefore one of the important questions of physics. After all, what would be the use of studying physics if the mysteries were not the most important things to investigateö

Feynman ei huomannut kytkeä Machin periaatteeseen. Toisaalta Feynman ei pitänyt Machin periaatetta oikeana hypoteesina. Hän oli jopa niin paljon tätä hypoteesia vastaan, ettei edes maininnut sitä kuuluisassa Feynman Lectures on Physics kirjasarjassaan. Machin periaate oli sentään inspiroinut Einsteinia hänen kehittäessään Yleistä Suhteellisuusteoriaa. Einstein yritti aluksi johtaa Machin periaatteen, mutta se ei onnistunut ja hän ratkaisi gravitaation ja inertian välisen yhteyden Aleksanteri suuren menetelmällä. Einstein postuloi pois koko ongelman. Ekvivalenssiprinsiipin mukaan kiihtyvyys ja gravitaatio ovat ekvivalentteja. Eripainoiset ja eri materiaalista tehdyt kappaleet saavat gravitaatiokentässä saman kiihtyvyyden.

Olen huomannut, että nykyisin kaikki fysiikassa tai tähtitieteessä väitöskirjansa tehneet eivät ole kuulleetkaan Machin periaatteesta!

Dennis Sciama

Seuraavaksi löysin Dennis Sciaman artikkelin öOrigin of Inertiaö/3/ vuodelta 1953. Sciama teki tästä aiheesta väitöskirjan ja hänen ohjaajanaan toimi Paul Dirac. Sciama oli tästä myöhemmin ylpeä, sillä Dirac ei yleensä ohjannut väitöskirjoja ja tämä oli ainut.

Sciama kehitti gravitaatioteoriaa Machin periaatteeseen perustuen ja hän huomasi, että se johtaa tulokseen, että hiukkasen gravitaatiosidosenergia avaruudessa on sama kuin sen lepoenergia. Sciamalla ei ole 1953 työssään yhtään viitettä Jordanin töihin. Johtuneeko se siitä, ettei hän ollut niitä huomannut vai siitä, että Jordan oli kuulunut natsipuolueeseen ennen sotaa.

Sciama kirjoitti $\dot{\circ}$ Equation implies that the total energy (inertial plus gravitational) of a particle at rest in the universe is zero. Hän myös jatkaa $\dot{\circ}$ If local phenomena are strongly coupled to the universe as a whole, then local observations can give us information about the universe as a whole.

Tämä Sciaman vanha työ on innoittanut aivan viime aikoina intialaista fyysikko Unnichrisnania jatkamaan teorian kehitystä.

Sciaman tavoite oli kehittää uusi gravitaatioteoria, jossa skalaaripotentialin lisäksi on kappaleen nopeudesta riippuva vektoripotentiali. Unnichrisnan kertoi minulle Lontoossa 2006, että Einstein ei ollut suositellut Sciaman jatkavan tutkimuksiaan tähän suuntaan.

Sen lisäksi, että Sciama oli tunnettu kosmologi, hän oli hyvä opettaja. Steven Hawking kirjoitti, että Sciama ehdotti hänelle väitöskirjatyön aiheeksi Machin periaatetta ja siihen liittyvää gravitaatiotutkimusta. Hawking kertoo kirjoituksessaan, että hän ei ottanut ehdotusta vastaan, koska piti työtä liian huonosti määriteltynä. Hän teki kuitenkin väitöskirjatyönsä Sciaman ohjauksessa ja antaa Sciamalle tunnustusta siitä, että hänellä oli aina aikaa keskusteluihin ja vaikka hän oli usein eri mieltä Sciaman kanssa hän oppi viemään eteenpäin omia ajatuksiaan. Sciama ohjasi useiden tunnettujen kosmologien väitöskirjatöitä. Hawkingin lisäksi mainittakoon esim. Sir Martin Rees.

Sciama ei päässyt eteenpäin nollaenergiavaruuden kehittelyssä. Uuden toimivan gravitaatioteorian kehittäminen oli liian vaikea tavoite, kun samalla olisi pitänyt luopua luonnon vakioiden vakioisuudesta.

Ilan Kroo

Väitöskirjaopiskelijana Stanfordissa Ilan Kroo teki 1980 tutkielman /4/

Physical and Epistemological Foundations of Einstein's General Theory of Relativity -- A Critique and Alternative View

Aihe ei nähtävästi ollut hänen väitöskirjansa aiheena, vaan tutkielma on tehty harrastuksena

Kroo kritisoi Einsteinia ekvivalenssiprinsiipin tarpeettomasta laajentamisesta. Kroo lähti kehittämään vaihtoehtoista gravitaatioteoriaa ottaen mukaan gravitaatiopotentialiin lisäksi vektoripotentialikomponentin. Machin periaatetta soveltaen Kroo sai tulokseksi nollaenergiaperiaatteen mukaisen muuttujien välisen riippuvuuden. Hän ei tunnistanut sitä nollaenergiaperiaatteeksi. Hän kuitenkin havaitsi ongelman, että kaikki luonnonvakioiksi uskottuja tekijöitä ei voi pitää vakioina. Hänen tutkielmansa muistuttaa aika lailla Sciaman työtä, vaikka Kroo olikin tehnyt löytönsä riippumatta muista. Kroo kommentoi kirjoituksessa tulostaan $\dot{\circ}$ It is remarkable that this number (numeerinen tulos kun parametrin on sijoitettu) should be so close when we are dealing with large numbers as large as $R \sim 10E26$ m. $\dot{\circ}$

Kroo ei ole viitannut tutkielmassaan Jordanin, tai Sciaman töihin. Dicken ja Bransin gravitaatioteorioihin hän viittaa.

Kroo ei koskaan julkaissut formaalisti työtään, mutta hän nähtävästi itse arvostaa sitä vielä kolmenkymmenen vuoden jälkeen, koska se löytyy hänen kotisivultaan merkinnällä $\dot{\circ}$ not for publication. Luulisin, että hän on alun perin aikonut julkaista sen, koska se on kirjoitettu valmiin käsikirjoituksen muotoon. Ehkä Kroo sai neuvon olla julkaisematta sitä.

Nyt Kroo toimii Stanfordin aerodynamiikan professorina ja hänen karriäärinsä on hyvin monipuolinen. Hän kirjoittaa runoja, harrastaa purjelentoa, oli mukana rakentamassa Rutanin yksityistä avaruusalausta. Kroo on esiintynyt usein, kun on tarvittu korkeatasoista asiantuntijalausuntoa hänen alaltaan.

On mielenkiintoista, että myös Kroo saa tulokseksi nollaenergia-avaruuden, jos hän olettaa Machin periaatteen olevan voimassa. Tämä oli myös minun tulokseni.

Nollaenergiaavaruus ja Machin periaate

Pascal Jordan, Dennis Sciama, Ilan Kroo ja Tuomo Suntola ovat toisistaan riippumatta havainneet, että avaruuden kokonaisenergia saattaa olla nolla. Lisäksi mainittakoon, että prof. Andre Assis (prof. of physics, State University of Campinas, Brasilia) on tutkinut Machin periaatetta /5/ja johtanut saman riippuvuuden luonnonvakioiden ja avaruuden koon kanssa. Hänellä on erilainen gravitaatioteoria, kuin muilla, mutta siitä huolimatta hän saa saman tuloksen. Hän kommentoi tulosta ö This remarkable relation connecting three indepent and measurable (or observable)magnitudes of physics is a necessary consequence of any model that seeks to implement Machø principleö Andre Assis kommentoi minun analyysiäni hämmästelemällä, kuinka todella erilaisella menetelmällä olen saanut saman tuloksen. Näin pitääkin olla, sillä dimensioanalyysissäni en olettanut mitään muuta gravitaatioteoriasta kuin tietyt symmetriat. Kun keskustelin omasta laskelmastani Fermi laboratorion evp. teoriaryhmän johtajan kanssa, hän kysyi ensimmäiseksi, olenko olettanut Yleisen Suhteellisuusteoria olevan voimassa. Sanoin, ettei minun tarvitse tehdä mitään valintaa gravitaatioteorioiden välillä. Olen ainoastaan perustanut laskelmani Kosmologiseen Prinsiippiin ja Machin periaatteeseen.

Einstein arvosti aluksi kovasti Machin prinsiippiä. Siinä häntä viehätti se, että ensin avaruuden massat vaikuttavat avaruuteen ja sitten avaruus synnyttää massan hitauden. Kuten mainitsin, inertian suhteen tämä ei vienyt häntä eteenpäin, mutta johti sitten uuteen gravitaatioteoriaan. Einstein jopa lähetti kiitoskirjeen Machille. Mach ei ottanut näitä kiitoksia vastaan, sillä hän ei koskaan hyväksynyt Yleistä Suhteellisuusteoriaa. Myöhemmin myös Einstein huomasi, että on vaikeuksia sovittaa yhteen Machin periaatetta ja suhteellisuusteoriaa. Monia yrityksiä on kuitenkin tehty. Mainittakoon tässä esim. Jordan-Brans-Dicke ja Hoyle-Narlikarin eivät ole pystyneet Machin periaatteeseen perustuvilla gravitaatioteorioillaan syrjäyttämään Yleistä Suhteellisuusteoriaa. Teorioiden kokeellinen vertaaminen on vaikeaa, sillä mitattavat ilmiöt ovat hyvin pieniä ja harvoin saadaan kolmea merkitsevää numeroa parempi mittaustarkkuus. Pienikin ero vaikuttaisi kuitenkin radikaalisti ennusteisiin, kun tarkastellaan miljardien vuosien aikavälejä tai miljardien valovuosien etäisyyksiä.

Machin periaatetta ei ole kuitenkaan unohdettu. Vuonna 1993 ilmestyi kirja Gravitation and Inertia /6/(Ciufolini ja Wheeler). Tämän kirjan yksi pääteema on että ö mass energy there fix spacetime here and therefore inertia here). Tämän teoksen mukaan Machin periaate ja Yleinen Suhteellisuusteoria ovat sovitettavissa yhteen. Kirjassa ei kuitenkaan mainita missään, että avaruuden kokonaisenergia voisi olla nolla. Kirja on harrastelijalle aika vaikea.

Jatkoa

Suntola tulkitsi nollaenergian siten, että avaruus laajenee valon nopeudella neljännen ulottuvuuden suuntaan. Massan lepoenergia tulkitaan hänen mallissaan kineettiseksi energiaksi imaginaariakselin suuntaan. Valon nopeus pienenee avaruuden laajetessa. Lokaali havaitsija ei kuitenkaan huomaa

tätä, sillä atomaaristen oskillaattoreiden taajuus muuttuu samalla tavalla kuin valon nopeus, joten paikallinen mittaus saa aina saman tuloksen.

Onko meillä mitään havaintoja, että avaruus voisi olla tällainen rakenteeltaan? Suntola on laskenut malliinsa perustuen lausekkeen magnitudi-punasiirtymä lausekkeelle. Malli sopii havaintoihin erittäin hyvin eikä siinä tarvita mitään sovitettavia parametreja. Standarditulkinta vaatii sovituspametrin, jota kutsutaan pimeäksi energiaksi.

Einstein otti aikoinaan käyttöön tämän parametrin, jota hän kutsui kosmologiseksi vakioiksi. Tämän vakion avulla hän esti avaruuden romahtamasta kasaan. Kun Edwin Hubble huomasi punasiirtymämittauksillaan, että avaruus laajenee, tämä parametri kävi tarpeettomaksi. Gamovin kertoman mukaan Einstein sanoi tehneensä elämänsä munauksen ottamalla tällaisen sovituspametrin käyttöön. Nyt se on tuotu uudelleen mukaan öpimeänä energiana. Ennustan, että siitä tulee vielä tiedeyhteisön suurin munaus.

Suntolan mallin mukaan avaruus näyttää havaitsijan kannalta euklidiselta, joka on myös havaintojen mukaista.

Pimeään energiaan uskotaan aika laajasti, vaikka mitään ehdotonta konsensusta ei olekaan. Olin muutama vuosi sitten eräässä konferenssissa, jossa oli esitelmä avaruuden rakenteesta. Esitelmäsihtijä kertoi, että tavallista ainetta on vain 4%, pimeää ainetta 26% ja loppu pimeää energiaa. Parisataa kuulijaa nyökytteli uskoaan pimeään energiaan. Kun tuli tilaisuus kysymyksiin, eräs kuulija kommentoi esitelmää kysymällä, että eikö tämä pimeän energian tarve tule mallista, jota tutkijat käyttävät magnitudi-punasiirtymä riippuvuuden selittämiseen. Esitelmäsihtijä ei oikein pitänyt kysymyksestä, ja vastasi että kysymys on aiheeton. Asia on aivan sama jos hän olisi tulkinnut sähkötekniikan mittauksia Maxwellin yhtälöihin perustuen.

On vielä yksi havainto, jonka haluan ottaa tässä yhteydessä esiin. W. Tiff Arizona Yliopistosta on tehnyt kolmenkymmenen vuoden ajan tarkkoja punasiirtymämittauksia radioteleskoopilla. Hän on huomannut, että punasiirtymät ovat kvantittuneet. Kun kosminen taustasäteily löydettiin, havaittiin, että Linnunrata liikkuu 450km/s nopeudella taustasäteilyn suhteen. Kun Tiff muunsi punasiirtymät linnunradan lepokoordinaatistoon taustasäteilyn suhteen, hän havaitsi, että punasiirtymien jaksottuminen näkyy terävämmin. Tiffin havaintoja on pyritty kiistämään, mutta muutkin tutkijat ovat saaneet ne näkymään. Näistä havainnoista Jayant Narlikar kirjoitti kosmologian oppikirjassaan/7/

ö The tendency on the part of the conventional cosmologist is to discount them in the hope that, with more complete data, they may disappear. At the time of writing this account the data show no such tendency!ö

Tätä ilmiötä ei osata selittää. Kreationistit ovat ottaneet sen todisteeksi, että maa on avaruuden keskus. Tämä siksi, että meitä ympäröivät pallosymmetriset kvantittuneiden punasiirtymien vyöhykkeet. Fyysikot ja kosmologit ovat kuitenkin kauan sitten hylänneet ajatuksen, että Jerusalem olisi maailman keskus. Mielestäni kosmologinen periaate on tieteellisesti todennäköisempi. Avaruuden tulee näyttää samalta kaikkialla, emmekä ole missään erityisasemassa. Sen mukaan meidän tulisi nähdä samat kvantittuneiden punasiirtymien vyöhykkeet katsottiinpa taivaalle mistä tahansa paikasta avaruudessa. Tämä mahdollisuus tulee ymmärrettäväksi, jos avaruus on valonnopeudella laajeneva neliulotteisen pallon pinta. Emme pysy havainnollistamaan itsellemme neliulotteista geometriaa, mutta pysymme tajuamaan, miltä neliulotteisen avaruuden kolmiulotteiset projektiot näyttävät. Tässä kuvatussa tilanteessa näemme tämän uuden ja yllättävän

pallosymmetrian laajenevan neliulotteisen avaruuden kolmiulotteisena projektiona. Minusta tämä on parempi selitys, kuin että olisimme avaruuden keskipisteessä. Sitä en tiedä, mikä aiheuttaa kvantittuneet punasiirtymät, mutta geometrian selittämiseen syytä ei tarvitse tietää, kunhan vain ilmiö on olemassa.

Tiff on tehnyt myös toisen ällistyttävän havainnon. Hän on havainnoinut samoja galaksia kolmekymmentä vuotta. Tiff huomasi, että punasiirtymä koko galaksin alueella oli siirtynyt yhden kantin verran. Galaksi on halkaisijaltaan kymmeniä tuhansia valovuosia. Havaintoaikana mikään signaali ei voinut kulkea kolmessakymmenessä vuodessa galaksin päästä päähän.

Miten sitten koko avaruus on saanut alkunsa

Tästä aiheesta Kari Enqvist piti tieteiden päivillä hyvän esitelmän. Hän lähti liikkeelle lähes singulariteetin vakuumienergiasta, josta kaikki lähti liikkeelle. Enqvistille varattu aika oli rajallinen, ja esitys ei olisi ollut niin viihteellinen, jos hän olisi tuonut joka vaiheessa esiin niitä varauksia, joita hänelläkin on varmasti esittämäänsä kuvaan avaruuden alkuhistoriasta.

Yksi hämärä tekijä on pimeä energia. Joissakin yleisöesityksissään Enqvist on maininnut, että mittaustuloksia voidaan ehkä tulkita myös siten, että ei ole tarpeellista marssittaa mukaan tällaista oliota.

Keveiden alkuaineiden synty Big Bang prosessissa on hyvin luotettava. Fred Hoyle keksi ilmaisun Big Bang tälle mallille. Hän itse kannatti ja kehitti sitkeästi ikuisen ja jatkuvasti syntyvän avaruuden teoriaa. Fred Hoyle joutui luopumaan mallistaan, mutta hänen ilmaisunsa öBig Bangö jäi elämään! Alkuaineiden suhteet voidaan ennustaa tarkasti. Sama fysiikka toimii esim. lämpöydinaseissa ja ne voidaan nykyään simuloida niin hyvin, ettei tarvitse tehdä koeräjäytyksiä.

Kun siirrytään lähemmäksi kaiken alkua, minun kompetenssini ei riitä sanomaan nukleosynteesiä edeltävistä prosesseista juuri mitään. Myös asiantuntijoiden ideat divergoituvat. Inflaatiolle on olemassa kilpailevia malleja, ja ainoastaan tarkemmat havainnot voivat ratkaista mikä malli kuvaa lähtötilannetta parhaiten. Ongelma on, että Yleinen Suhteellisuusteoria ei voi kuvata avaruutta, kun lähestytään singulariteettia. Kilpaileva malli on syklinen avaruus, jossa avaruus kutistuu välillä lähes singulariteetiksi ja laajenee sitten uudelleen, kun alkaa uudelleen supistua $1/8$. Tässä mallissa ajalla ja avaruudella ei ole välttämättä alkua eikä loppua.

Tuomon avaruus on myös syklinen. Laajenemisvaihe jatkuu hidastuvana hyvin pitkään. Kaikki näkyvä aine todennäköisesti hajoaa säteilyksi ja pimeäksi massaksi. Emme edes tiedä vielä, onko pimeä massa ylipäättään koostunut hiukkasista. Supistumisvaiheessa avaruus menee öneulansilmänö läpi ja synnyttää uudelleen aineen, jonka tunnemme.

Mitä on odotettavissa kokeellisella rintamalla.

Kosmista taustasäteilyä mitataan Planck luotaimella aivan pian entistä tarkemmin. Tulosten tulkinta tulee olemaan mielenkiintoista.

Gravitaatioaaltoja mittaamalla voitaisiin päästä entistä lähemmäksi alkua. Toistaiseksi gravitaatioaaltoja ei ole havaittu, mutta useita projekteja on käynnissä.

Kosmisen neutrinosppektrin mittaaminen olisi kiinnostavaa, mutta tietääkseni siihen ei ole mitään mittaamenetelmiä tiedossa pitkään aikaan, jos koskaan.

Tutkimus lisää tietoa avaruuden synnystä, mutta luultavasti tiedon lisääntyminen lisää samalla avoimien kysymysten määrää.

Meillä on useita mahdollisuuksia.

1) Avaruus on syntynyt tyhjästä kvanttifluktuaationa ja laajenee. Aika on saanut alkunsa tässä öluomistapahtumassa. Avaruudella on myös loppu, kun kaikki laimenee äärettömyyteen.

2) Avaruus on syklinen. Tässä tapauksessa jää kuitenkin kysymys, milloin on tapahtunut ensimmäinen sykli. Syklinen avaruus voi olla vaimeneva värähtely. Avaruudella ja ajalla on myös tässä tapauksessa alku ja loppu, vaikka avaruus on kokonaisuudessaan paljon vanhempi, kuin nykyään ajatellaan.

3) Avaruudella ja ajalla ei ole alkua eikä loppua. Näin erityisesti silloin, jos meidän avaruutemme on vain yksi äärettömän lukuisien avaruuksien joukossa.

Olen pessimistinen, että saisimme koskaan lopullista vastausta perimmäisiin kysymyksiin. Olemme vain vaatimaton osa kokonaisuudesta ja tapettikuvio moniulotteisessa todellisuudessa. Tietomme tulee kuitenkin lisääntymään niin kauan kuin sivilisaatioita tulee olemaan.

Yhteenveto

Havaintojen mukaan avaruuden sähkövaraus on nolla. Varaus syntyy ja häviää aina pareittain. Havaintojen mukaan avaruus ei pyöri. Sen kokonaisimpulssimomentti on nolla. Auringon nousu aamulla on Big Bang turbulenssin jäänteitä. Tuskin on olemassa mitään nettoliikemäärää, jos kaikki liikemäärät lasketaan yhteen. Edellä esitetty avaruuden nollaenergiyahypoteesi saattaa hyvin pitää paikkansa. Tiedetään, että avaruutemme laajenee, ja on siten alkanut jostakin lähtöpisteestä. Laajeneminen jatkuu äärettömyyteen. Aine hajoaa säteilyksi ja rakenteettomaksi massaksi (kentiksi). Aallonpituudet kasvavat äärettömyyteen. Johtopäätös on sitten, että kaikki mitä näemme, on pelkkää lainaa, jota vähitellen peritään takaisin ja kunnes mitään ei ole jäljellä.

Viitteet

1. Sipilä H. Inertia, Mach's Principle and Expansion of Space (2002) LF-seuran esitelmä
2. Feynman, R., Morinigo, W., Wagner, W., Feynman Lectures on Gravitation p.10 and 164, (during the academic year 1962-63), Addison-Wesley Publishing Company (1995)
3. Sciama, D.W., On the Origin of Inertia, Mon. Not. Roy. Astron. Soc 113:34-42 (1953)
4. Kroo I. www.aero.stanford.edu/gtrpaper/gtr.html
5. Assis A. Relational Mechanics ISBN 0-9683689-2-1 (1999)
6. Ciufolini I., Wheeler J., Gravitation and Inertia, Princeton Series in Physics, Princeton University Press (1995)
7. Narlikar J.V. An Introduction to Cosmology Third Edition, Cambridge Press, (2002)
8. Steinhardt P.J., Turok N. Endless Universe ISBN 978-0-7538-2442-9 (2007)