

MAAILMANKAIKKEUDEN SYNTY JA KEHITYS

Tässä luennossa puhutaan maailmankaikkeudesta. Oikean perspektiivin saamiseksi voimme verrata keskenään tavallisen ihmisen ikää ja maailmankaikkeuden ikää. Normaali ihmiselo kestää keskimäärin 70–80 vuotta, parhaimmillaan noin sata vuotta. Niinpä voimme kirjoittaa:

Ihminen 100
Universumi 13 800 000 000

Eli sanoilla sanottuna ihminen sata, maailmankaikkeus kolmetoista miljardia kahdeksansataa miljoonaa vuotta.

Ero on päätähuimaava ja lähes käsittämättömän suuri. Vaikka satavuotiaan ihmisen elämä voi tuntua pitkältä, maailmankaikkeuden mittakaavassa ei sillä ole merkitystä edes hyttysen pihauksen vertaa.

Mistä maailmankaikkeuden ikä on saatu selville? Se nähdään taivaalta. Kuten 1900-luvun alkupuolella huomattiin, maailmankaikkeus laajenee. Tämä merkitsee sitä, että menneisyydessä maailmankaikkeuden kaiken aineen on täytynyt olla paljon tiiviimmin yhdessä, ja kun mennään tarpeeksi kauas taaksepäin, on kaikki aine ollut kerääntyneenä yhteen ainoaan paikkaan.

Tähtitieteilijöillä on nykyään moniakin keinoja mitata, kuinka nopeasti maailmankaikkeus laajenee. Laajenemisnopeuden määrittämiseksi meidän täytyy tietää eri etäisyyksillä olevien galaksien pakenemisnopeus meistä pois päin sekä se, kuinka kaukana nämä mitattavat galaksit todellisuudessa ovat.

Galaksien pakenemisnopeus pystytään mittaamaan helposti niiden spektriviivojen punasiirtymästä. (Galaksien valossa on tummia spektriviivoja, joiden oikea aallonpituus tunnetaan tarkasti. Mitä kovempaa vauhtia galaksi pakenee ulospäin, sitä kauemmaksi spektriviiva siirtyy oikealta paikaltaan kohti spektrin punaista päätä. Tätä siirtymää sanotaan punasiirtymäksi.)

Vaikeampaa on mitata galaksien todellinen etäisyys. Se saadaan tavallisesti vertaamalla galaksien tai

niissä räjähtävien tähtien kirkkauksia Linnunradan lähitienoiden vastaaviin kohteisiin.

Maailmankaikkeuden laajenemisnopeus eri etäisyyksillä tunnetaan nykyään melko hyvin, ja silloin pystytään kelaamaan filmiä taaksepäin ja laskemaan, kuinka kauan aikaa sitten laajeneminen alkoi. Vastaukseksi on saatu 13,8 miljardia vuotta. Luku ei tietenkään ole aivan tarkka, mutta sen arvellaan olevan oikea 20 miljoonan vuoden (eli runsaan 0,1 prosentin) tarkkuudella. Iän määrittämisessä on otettu huomioon se, että laajeneminen aluksi hidastui mutta kääntyikin myöhemmin kiihtymiseksi, kuten loppupuolen luennoissa nähdään.

Toinen, aivan riippumaton menetelmä maailmankaikkeuden iän määrittämiseksi on tutkia kotigalaksimme Linnunradan vanhimpia tähtiä. Tähtien kehityksen teoria tunnetaan nykyään hyvin, ja sen avulla on Linnunradan vanhimpien tähtien iäksi saatu 13–13,5 miljardia vuotta. Menetelmä ei anna yhtä tarkkaa tulosta kuin laajenemisen avulla laskettu, mutta suuruusluokka on sama. Linnunradan ensimmäiset tähdet ja tähtijoukot ovat selvästikin syntyneet aika pian koko maailmankaikkeuden synnyn jälkeen.

Mitä 13,8 miljardia vuotta sitten oikein tapahtui? Maailmankaikkeus syntyi pisteenä, joka alkoi laajentua valon nopeudella joka suuntaan. Itse syntyä ei kuitenkaan osata selittää. Jos koko maailmankaikkeuden aine tungetaan nyrkinkokoiseen tai sitä pienempään tilavuuteen, aineen tiheys ja lämpötila on niin suuri, että nykyinen fysiikka ei riitä sen selittämiseen. Vasta sitten, kun maailmankaikkeus on reilun kaupunkikorttelin kokoinen (läpimitaltaan muutamia satoja metrejä) ja aikaa on kulunut yksi miljoonasosa sekuntia alkuhetkestä, alkavat nykyfysiikan teoriat päästä juonesta kiinni. Ensimmäisen sekunnin jälkipuolisko ja kaikki miljardit vuodet siitä eteenpäin ovat jo tuttua fysiikkaa, ja niiden tapahtumat osataan kyllä selittää.

Alkuhetki pysyy varmasti vielä pitkään arvoitukseena. Toisten mielestä jokin korkeampi olento synnytti maailmankaikkeuden. Isaac Asimovin tieteiskertomuksessa *Viimeinen kysymys* (jota on joskus sanottu maailman parhaaksi science fiction -novelliksi) tämä olento ei ole pitkäpartainen vanhus, vaan keinoäly. Tulevaisuuden tehokkaimmilta tietokoneilta kysytään kerta kerran jälkeen, miten entropian suunta voidaan muuttaa. Tämä tarkoittaa samaa kuin: Mi-

ten tähtiä voi estää kuolemasta? Miten tyhjästä voi synnyttää uutta energiaa? Mutta vastaus on aina, että tiedot ovat riittämättömät lopulliseen vastaukseen.

Asimovin novellissa tietokoneet kehittyvät yhä älykkäämmiksi ja ihmiskunta leviää koko maailman-kaikkeuteen. Lopulta universumi hiljalleen kuolee ja kaikkien ihmisten mieli sulautuu viimeiseen, kosmiseen tietokoneeseen, joka jatkaa toimintaansa hyperavaruudessa. Sillä on jäljellä enää yksi ainoa tehtävä, vastata tuohon viimeiseen vastaamattomaan kysymykseen. Tietokone käy mittaamattomien aikakausien aikana läpi kaiken olemassa olevan tiedon jo sammuneesta maailmankaikkeudesta, löytää lopulta vastauksen ja laatii suunnitelman, miten sen toteuttaisi. Ja lopuksi tietokone sanoo: ”Tulkoon valkeus!” Ja valkeus tuli.

Fyysikot yrittävät selittää alkuhetkeä ”inflaatiokentällä”, joka laukeaa ja synnyttää universumin. Itse ajattelen pimeyden keskellä kyyristyvää mustaa pantteria, jonka lihakset jännittyvät ja jännittyvät, kunnes se yhtäkkiä hyökkää. Tällä hetkellä yksi selitys on yhtä hyvä kuin toinenkin (vaikka arvaan kyllä, että pantteri-selitys joudutaan jossakin vaiheessa hylkäämään).