

# *Komeetan pyrstö*

*Kirkkonummen Komeetta ry:n jäsenlehti No 1/2007*

---



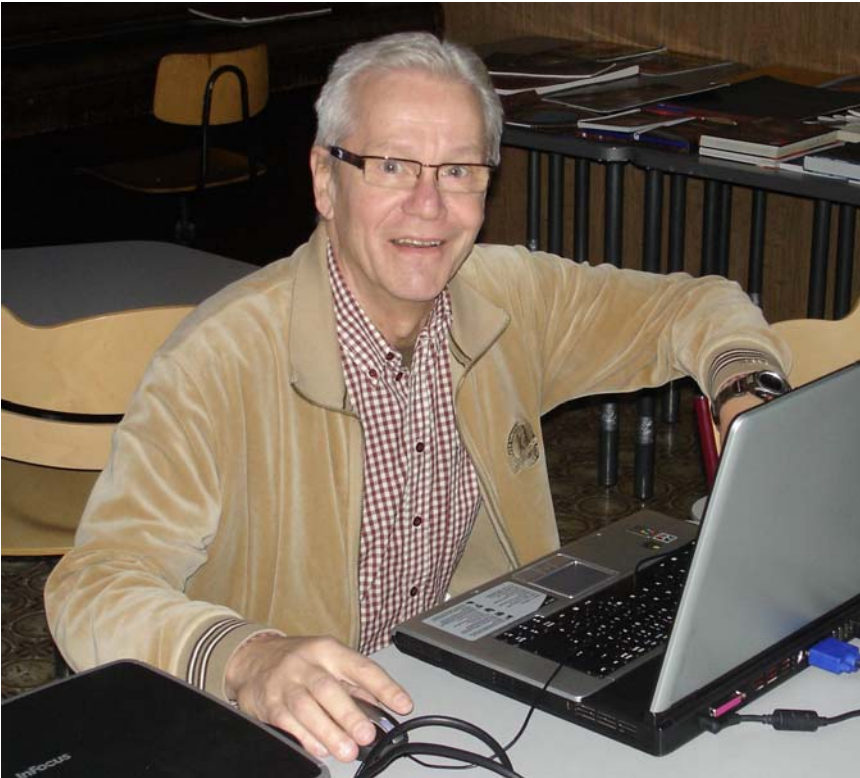
*M81, kierteisgalaksi Isossa Karhussa.  
Kuva: Antti Kuosmanen*

## **Tässä numerossa mm.:**

Tietoa tulevasta  
Talvileirin tapahtumat  
Esitelmien lyhennelmät

## TALVILEIRI 2007

Talvileiristä on Seppo Linnaluodon kertomus sivulla 7.



*Risto Heikkilä esitelmöi Syvän taivaan havaitsemisesta.*

*Veikko Mäkelä on eri tähtitapahtumien vakioesiintyjä.*



## **Tähtitieteellinen yhdistys Kirkkonummen Komeetta**

Yhdistyksen sivut löytyvät osoitteesta:  
[www.ursa.fi/yhd/komeetta](http://www.ursa.fi/yhd/komeetta)



## **TAPAHTUMAKALENTERI**

Kartat tapahtumien paikoista ovat Kirkkonummen Komeetan kotisivun kohdassa Ajankohtaista osoitteessa:

<http://www.ursa.fi/yhd/komeetta/esitelmat.html>

### **Esitelmät**

Esitelmät ovat vanhaan tapaan Kirkkonummella Kirkkoharjun koulun auditoriossa. Se on koulukeskuksen kaakkoisessa ulkokulmassa parisataa metriä rautatieasemalta pohjoiseen Asematien ja Koulupolun risteyksessä. Helsingin yliopiston Vapaan sivistystyön toimikunta rahoittaa huhtitoukokuun esitelmät ja Kirkkonummen Kansalaisopisto maaliskuun esitelmän. Esitelmiin on vapaa pääsy. Esitelmien yhteydessä voi ostaa Ursan kirjoja.

Esitelmäpäivät tiistaisin klo 18.30:

6.3. *Markus Hotakainen: Mars, ruostunut jääpallo.*

Kustannuspäällikkö Markus Hotakainen kertoo Marsista. Hän kirjoitti aiheesta kirjan, joka on Komeetan kirjastossa.

3.4. *Hannu Koskinen: Aurinko uuden pilkkujakson alussa.*

Hannu Koskinen on avaruusfysiikan professorina Helsingin yliopiston Fysikaalisten tieteiden laitoksella. Hän on erikoistunut Auringon tutkimukseen.

8.5. *Mika Kokko: Maankaltainen elämä maailmankaikkeudessa.*

Mika Kokko on tutkijana Helsingin yliopiston Observatoriossa.

### **Kerhot**

Komeetan kerho kokoontuu maanantaisin klo 18-20 Komeetan kerhuhuoneessa Volsin entisellä koululla Volskotia vastapäätä. Katso Komeetan sivulta

<http://www.ursa.fi/extra/kalenteri/lista.php4?jarjestaja=Kirkkonummen%20komeetta>

Lastenkerho kokoontuu joka toinen tiistai Mäkituvalla, Kuninkaantie 5-7 A, vain muutama sata metriä Kirkkonummen torilta länteen. Kevätkauden kokoontumispäivät ovat: 27.2., 13.3., 27.3., 10.4. ja 24.4. Kerho kokoontuu tiistaisin klo 18.30-20.

Luonnontieteen kerho kokoontuu Markku af Heurlinin kotona noin joka toinen viikko. Markku asuu noin 3 km Kirkkonummen keskustasta luoteeseen Volsintietä pitkin osoitteessa Samkullantie 6. Tietoja kerhon kokoontumisesta saa Markulta, puh. 2981479 tai 044-5625601.

### **Kerhuhuone**

Komeetta on vuokrannut Volsin koululta sen oikeassa etukulmassa olevan huoneen. Koulu on vastapäätä Volskotia. Se on Kirkkonummen keskustasta 6 km luoteeseen pitkin Volsintietä. Huoneessa on takka, johon sytytetään tuli aina maanantai-iltoina kerhon kokoontuessa. Takassa voi paistaa makkaraa. Kahvia ja/tai teetä ja keksejä tarjotaan. Kirjaston kirjat ja lehdet ovat hyvin esillä. Niitä voi saada kotilainaksi.

## Tähtinäytännöt

Komeetan tähtitorni on Volsissa. Siinä on syrjään työnnettävä katto, niin että havaittaessa koko taivas on näkyvissä. Tähtinäytäntöjä on sunnuntaisin SELKEÄLLÄ säällä:

4.-18.3. klo 20-22

25.3.-1.4. klo 21-22

Kuvakertomusta tähtitornin valmistamisesta on osoitteessa:

<http://www.ursa.fi/yhd/komeetta/vols10.htm>.

Tornille on rakennettu tie ja vedetty sähköt. Yhdistyksen CCD-kamera ja tietokone ovat jäsenten käytettävissä kuvausta varten.

Tähtitorni sijaitsee 6 km päässä Kirkkonummen keskustasta pitkin Volsintietä. 300 m ennen Volskotia (ja Komeetan kerhuhuonetta) käännetään vasemmalle Mariefredintielle, jota ajetaan 250 metriä. Sitten käännetään oikealle Bergvikintielle, jota ajetaan 500 m. Sitten käännetään oikealle kohti radiomastoa. Tiessä on jyrkkä ylämäki, jota voi olla vaikeaa päästä talviliukkailla ylös. Tie kääntyy vasemmalle, mutta me jatkamme suoraan 50 metriä. Tullaan avokalliolle, jossa on tavallisen mökin näköinen tähtitorni. Illalla on täysin pimeää, joten taskulamppu on tarpeellinen. Lämmintä pitää olla päällä. Karttoja paikasta on osoitteessa:

<http://www.ursa.fi/yhd/komeetta/Havaintopaikka/vols.htm>

## TÄHTITAIVAS KEVÄÄLLÄ 2007

### Aurinko

Kevätpäiväntasaus on 21.3.2007 klo 2.07. Tällöin Aurinko siirtyy taivaanpallon pohjoiselle puoliskolle. Päivän pituus on silloin kaikkialla maapallolla suunnilleen yhtä pitkä.

Auringonpilkkujen määrän arvellaan olleen minimissä vuonna 2006. Nyt niiden määrä vähitellen alkaa nousta.

Kesäaikaan siirrytään sunnuntaiaamuna 25.3., jolloin kellon näyttämää vähennetään tunnilla.

### Kuunpimennys 3./4.3.

Täydellinen kuunpimennys on lauantain ja sunnuntain välisenä yönä 3./4.3. Osittainen pimennys alkaa klo 23.30 ja täydellinen pimennys on 0.44-1.58. Osittainen pimennys päättyy 3.12. Pimennys on syvimmillään klo 1.21. Kuu on melko korkealla, se on etelässä 36 asteen korkeudella klo 0.31. Täydellisen pimennyksenkin aikana Kuu näkyy heikosti punertavana.

### Kuu

Täysikuu on 4.3., 2.4. ja 2.5.

Kuu on lähellä *Venusta* 21.3., 20.4. ja 20.5.

Kuu on lähellä *Jupiteria* 12.3., 8.4. ja 5.5.

Kuu on lähellä *Saturnusta* 28./29.3., 24.-25.4. ja 22.5. Kuu peittää Saturnuksen 2.3. klo 4.12.

### Planeetat

*Mercurius* saattaa näkyä iltataivaalla matalalla luoteessa toukokuun lopussa. Tarkempia tietoja Tähdet 2007 -vuosikirjan sivulla 40 ja seuraavassa Komeetan pyrstössä.

*Venus* näkyy mainiosti iltataivaalla auringonlaskun jälkeen matalalla läntisellä taivaalla koko kevään. - Venus on tähtimaisista taivaankappaleista kirkkain.

*Jupiter* on kovin etelässä, se on korkeimmillaan vain 8 asteen korkeudella. Se on koko kevään etelässä aamuhämärissä.

Jupiter on yleensä toiseksi kirkkain (Venuksen jälkeen) planeetoista. Kaukoputkella näkyy neljä Jupiterin kuuta ja pilvivyöhykkeet.

*Saturnus* on korkealla etelässä maaliskuun puolivälistä huhtikuun puoliväliin noin klo 22. Se laskee luoteeseen koko kevään aamuhämärissä.

Saturnus on *Leijonan tähdistössä Reguluksen* (Leijonan kirkkain tähti) oikealla puolella. Saturnus on selvästi Regulusta kirkkaampi.

Saturnus on suunnilleen yhtä kirkas kuin pohjoisen taivaan kirkkaimmat tähdet *Arcturus*, *Vega* ja *Capella*. Pienelläkin kaukoputkella näkyvät Saturnuksen renkaat ja ainakin suurin kuu Titan. Noin 10-senttisellä kaukoputkella näkyy jo useampiakin Saturnuksen kuita. Komeetan tähtitornin 28 sentin kaukoputkella näkyy 4-5 kuuta.

### **Meteorit**

Satunnaisia eli sporadisia meteoreja näkyy parhaimmillaan noin 10 tunnissa silloin kun taivas on pimeä. Niitä näkyy parhaiten aamuyöstä.

*Lyridien* meteoriparvi on aktiivinen 16.-25.4. Maksimi on 23.4. aamuyöllä. Parhainta aikaa parven havaitsemiseen on aamuyöllä, jolloin voi nähdä kymmenkunta lyridiä tunnissa.

### **Tähdet**

Talvi-iltojen taivasta hallitsevat kirkkaat tähdistöt. Orionin tähdistö on talvitaivaan kaunistus. Sen keskellä on kolmen tähden muodostama suora rivi, *Orionin vyö*. Vyön linjaa vasemmalle alaviistoon loistaa *Sirius*, koko taivaan kirkkain tähti. Se on väriltään valkoinen, mutta matalalla ollessaan se ilmakerrosten vaikutuksesta tuikkii kaikissa sateenkaaren väreissä. Kevättalvella Orion on eteläkaakkoisella taivaalla heti illan pimettyä.

Linnunrata kulkee taivaalla luoteesta *Joutsenen*, *Kefeuksen*, *Kassiopeian*, *Perseuksen* ja *Ajomiehen* kautta. *Leijona* on jo idässä kokonaan näkyvissä.

Myöhemmin kevätiltoina Leijonan tähdistö on eteläisellä taivaalla. *Ison karhun Otava* on suoraan pään yläpuolella. Otavan varsi osoittaa Arcturukseen. Karhunvartijan kirkas Arcturus-tähti on nousemassa korkeammalle. Neitsyen tähdistö on saapumassa myös eteläiselle taivaalle.

### **Mistä saa tietoa?**

Tulevien kuukausien tähtitaivaasta kerrotaan osoitteessa:

<http://www.ursa.fi/taivaalla/>

Suomeksi kerrotaan kuukauden taivaasta myös osoitteessa:

<http://www.astronetti.com/taivas/index.htm>

Myös Yleisradion Teksti-TV:ssä sivulla 596 on tietoja tähtitaivaasta. Sivulla 599 tähtiyhdistykset ilmoittavat toiminnastaan, myös Kirkkonummen Komeetta.

Ja Ursan vuosikirja *Tähdet* on alan perusteos. Sitä saa ostaa vaikka Kirkkonummen Komeetalta. Eikä maksa jäseniltä kuin 10 euroa ja muilta 12 euroa.

*Seppo Linnaluoto*

## **ONKO KUVAAMINEN KIELLETTY?**

*Tähdet ja avaruus* -lehden numerossa 7/2006 oli Mikko Suomisen artikkeli Web-kameran hyötykäytöstä. Kameralla, tietokoneella ja ohjelmalla voidaan tallettaa kuvia silloin kuin kuvassa tapahtuu muutoksia. Toiminta on hyvin samantapainen, kuin on turvallisuusvalvontaan käytettävissä laitteissa ja ohjelmistoissa. Niissäkin pyritään tallentamaan kameran kuvakentässä tapahtuva poikkeava tilanne.

Kameravalvontaa säätelee lainsäädäntö. Kameraa ei saa suunnata ihan mihin tahansa. Vaarana on, että voi syyllistyä salakatseluun tai kotirauhan rikkomiseen. Siis kameroita ei saa suunnata niin, että kuvakenttään sattuu esim. naapurin piha.

Tarkempia tietoja löytyy Turva-alan yrittäjät ry:n julkaisemasta oppaasta: *Tietosuoja ja tekniset valvontajärjestelmät*.

Opas on ladattavissa osoitteesta:  
[www.turva-alanyrittajat.fi/tietosuoja.pdf](http://www.turva-alanyrittajat.fi/tietosuoja.pdf)

*Heikki Marttila*

## **KEVÄTKOKOUS**

Helmikuun esitelmän jälkeen pidettiin yhdistyksemme sääntömääräinen kevätkokous. Kokousta johti Hannu Hongisto.

Hallituksen laatima toimintakertomus ja tilinpäätös hyväksyttiin sellaisenaan.

Kokouspöytäkirja, toimintakertomus ja tilinpäätös on luettavissa yhdistyksen sivuilta osoitteesta: [www.ursa.fi/yhd/komeetta](http://www.ursa.fi/yhd/komeetta)

## **KIRKKONUMMEN KOMEETTA**

### **Yhdistyksen yhteystiedot:**

Puheenjohtaja Hannu Hongisto  
 puh. 040-7248 637  
 09-2217 992  
 sähköposti: [hannu.hongisto@gtk.fi](mailto:hannu.hongisto@gtk.fi)

Sihteeri Seppo Linnaluoto  
 puh. 040- 5953 472  
 09-2977001  
 sähköposti: [linnaluo@ursa.fi](mailto:linnaluo@ursa.fi)

### **Komeetan pyrstö:**

Vastaava toimittaja Heikki Marttila  
 puh. 040-7741 869  
 sähköposti: [hemar@kolumbus.fi](mailto:hemar@kolumbus.fi)

Komeetan pyrstö on yhdistyksen jäsenmaksuun sisältyvä jäsenlehti.

Seuraava Komeetan pyrstö ilmestyy toukokuussa 2007. Lehteen voi lähettää kirjoituksia ja kuvia osoitteeseen: [hemar@kolumbus.fi](mailto:hemar@kolumbus.fi)

Komeetan pyrstön lisäksi tulevista tapahtumista kerrotaan tiedotteilla, joita on jaossa esitelmien yhteydessä.

## **PIENOISRAKETIT JÄLLEEN KOMEETAN TALVILEIRILLÄ!**

Kirkkonummen Komeetta järjesti jälleen nyt viidennen kerran viikonloppuna 26.-28.1.2007 tähtitieteellisen talvileirin Lillkanskogin kesäsiirtolassa Porkkalanniemellä. Leirille osallistui 30-40 henkeä.

Lauantaina klo 10 *Veikko Mäkelä* kertoi aiheesta Havaitsemisen näkymiä ja tulevaisuutta. Hän on tärkeä Ursan vaikuttaja ja on pitänyt lukuisia kursseja Ursassa.

Lauantaina klo 12 *Otaniemen teekkarit* kertoivat pienoisorakettiharrastuksesta. He lähettivät sen jälkeen lukuisia raketteja läheiseltä pellolta. Pari rakettia jäi puiden oksille, muut saatiin talteen seuraavaa lähetyksertää varten.



*Pienoisorakettien lähettämistä valmistellaan.  
Kuva Seppo Linnaluoto.*

*Risto Heikkilä* kertoi lauantaina klo 15 syvän taivaan havaitsemisesta. Syvä taivas on yhteisnimitys omaa planeettakuntaamme etäisemmille kohteille kuten galakseille, tähtijoukoille ja -sumuille. *Risto Heikkilä* on eläkkeellä oleva Forssan kirkkoherra, joka on pitkään harrastanut astronomiaa. Hänellä on mm. oma Syvän Taivaan palsta Tähdet ja avaruus -lehdessä, ja hän on kirjoittanut useita kirjoja aiheesta.



*Risto Heikkilän esitelmää kuunteli 25 henkeä.  
Kuva Seppo Linnaluoto.*

Kuu kulki Plejadien eli Seulasten yli klo 17-20. Tapahtuma ei ole järin harvinainen, mutta tällä kertaa hyvin havaittavissa kohteiden ollessa korkealla taivaalla ja Kuu suunnilleen puolikas. Alkuun Kuu näkyi ohuen pilvikerroksen takaa, mutta sitten selkeni täysin. Kymmenkunnan kirkkaimman tähden ylikulku saatiin havaittua, mutta heikompien tähtien ylikulkua ei. Olisi pitänyt olla suurempia kaukoputkia tai sitten Kuun vaiheen olisi pitänyt olla pienempi.

*Seppo Linnaluoto* piti sunnuntaina klo 12 esitelmän vuoden 2007 tärkeimmistä tapahtumista tähtitaivaalla. Hän on mm. perustanut Ursan vuosikirjan Tähdet, joka keskittyy juuri näihin asioihin.

*Seppo Linnaluoto*

## ESITELMIEN LYHENNELMÄT

Esitelmien lyhennelmät ovat myös luettavissa yhdistyksemme sivuilta osoitteesta:

[www.ursa.fi/yhd/komeetta/esitelmalyh.htm](http://www.ursa.fi/yhd/komeetta/esitelmalyh.htm)

### **Maailmankaikkeus ja täsmäkosmologia**

Kirkkonummen Komeetan esitelmäsarjassa oli marraskuussa vuorossa dosentti Karl Johan Donner, jonka aiheena oli maailmankaikkeus. Esitelmä pidettiin Kirkkonummen koulukeskuksen auditoriossa ja sillä oli 90 kuulijaa. Esitelmän rahoitti Helsingin yliopiston Vapaan sivistystyön toimikunta.

Esitelmäsihteri Karl Johan Donner on tähtitieteen dosenttina Helsingin yliopistossa. Hän on väitellyt tohtoriksi Cambridgessa Englannissa vuonna 1979. Hän on toiminut pääasiassa Helsingissä, mutta myös Turussa, Kööpenhaminassa, Marseillessa ja Göteborgissa.



*Dosentti Karl Johan Donner esitelmöi Kirkkonummella. Kuva Seppo Linnaluoto.*

Donner on tutkinut galaksien rakennetta ja vuorovaikutuksia: galaksien spiraalirakennetta, tähtienvälisen kaasun dynamiikkaa,

magneettikenttiä, sauvaspiraaleja ja galaksien sulautumisia.

Esitelmäsihteri aloitti puhumalla lämpimästi tähtitieteilijä *Toivo Jaakkolasta* (1941-1995). Jaakkola meni kosmologiakritiikissään huomattavan pitkälle, hän ei hyväksynyt maailmankaikkeuden laajenemista. Donner ei suinkaan mene näin pitkälle.

Esitelmäsihteri pohti maailmankaikkeutta tieteellisenä ongelmana. Ns. täsmäkosmologia on normaalia tähtitiedettä. Mutta maailmankaikkeutta kokonaisuudessaan ei voida tutkia samojen periaatteiden avulla. Koska on olemassa ainoastaan yksi maailmankaikkeus, ei ole vertailukohdetta.

### **Historia**

Venäläinen *Aleksander Friedman* johti 1922 ensimmäisenä muuttuvat maailmankaikkeuden mallit *Einsteinin* yleisestä suhteellisuusteoriasta. Hänen mukaansa maailmankaikkeuden tuli joko supistua tai laajentua. Maailmankaikkeus oli kaarevuudeltaan joko elliptinen tai hyperbolinen. Belgialainen pappi *Georges Lemaitre* keksi 1927 mallit uudelleen. Hän pohti 1931 alkuräjähdyksestä eli big bangia todellisenä tapahtumana. Ydinfyysikko *George Gamow* 1946 ensimmäisenä tutki alkuräjähdyksen havaittavia seurauksia.

*Hermann Bondi*, *Thomas Gold* ja *Fred Hoyle* esittivät 1948 vaihtoehtona ns. steady state -teorian, jossa maailmankaikkeus laajenee, mutta vastaavasti uutta ainetta syntyy, niin että maailmankaikkeuden aineitiheys on vakio.

Vuonna 1955 löydettiin radiogalaksit, 1963 kvasaarit ja 1965 mikoroaaltotaustasäteily. Nämä löydöt saivat 1960-luvun lopussa useimmat tähtitieteilijät vakuuttuneiksi, että steady state -teoria ei pidä paikkaansa.

### **Täsmäkosmologia?**

Noin 30 vuoden aikana kosmologia kiersi kehää, juuri mitään edistystä ei tapahtunut.



Mutta 1990-luvun puolivälistä lähtien alkoi tapahtua.

Kosmologiassa on viimeisen viiden vuoden aikana tapahtunut läpimurto. Maailmankaikkeuden rakennetta kuvaavien parametrien eri menetelmillä johdetuille arvoille on vihdoin saatu yhtäpitävät tulokset. Näistä johdettua mallia sanotaan konkordanssimalliksi.

Väitetään, että näin on siirrytty täsmäkosmologian aikaan, jossa ongelmana on vain parametrien hienosäätö. Konkordanssimallissa on kuitenkin otettu avuksi kaksi suurta tuntematonta: pimeä aine ja pimeä energia. Kummastakaan ei ole muita todisteita kuin tarve olettaa ne maailmankaikkeuden havaittujen ominaisuuksien selittämiseksi.



*Galaksijoukko Abell 1689. Kuva Hubble.*

Aikaisemmin kosmologiassa oli vain kaksi parametria, Hubblen vakio ja maailmankaikkeuden keskimääräinen tiheys. Hubblen vakio kertoo sen, miten nopeasti maailmankaikkeus laajenee. Täsmäkosmologia on tuonut mukaan paljon muitakin parametreja. Perusversiossa niitä on vähintään kuusi, nimittäin pimeän aineen tiheys, kosmologinen vakio, häiriöiden amplitudi ja spektri, galaksien synty ja galaksienvälisen kaasun ionisaatio. Lisäksi voidaan ottaa malleihin mukaan esim. gravitaatioaallot, neutriinot ja säteilytaustan lämpötila.

Kosmologisia havaintoja ovat mm. galaksien etäisyydet, alkuaineiden runsaudet, laajan mittakaavan rakenne ja mikroaaltotaustan fluktuaatiot.

Konkordanssimallin mukaan maailmankaikkeuden tiheys on täsmälleen kriittisen tiheyden suuruinen eli avaruus on laakea (euklidinen). Mallin mukaan normaalia ainetta on 4 %, pimeää ainetta 23 % ja pimeää energiaa 73 %. Maailmankaikkeuden ikä on 13,5 miljardia vuotta.

### **Inflaatioteoria**

Konkordanssimallin ominaisuuksia on yleisesti selitetty olettamalla, että alkuräjähdyksen eli big bangin alkuketkinä on tapahtunut inflaatio, maailmankaikkeuden laajenemisnopeuden voimakas kasvu. Tälle ilmiölle ei ole riippumattomia todisteita, ja se on lisäksi fysikaaliselta kannalta ongelmallinen.

Inflaatioteorian otti käyttöön Alan Guth vuonna 1981 selittääkseen maailmankaikkeuden laakeuden, ns. horisonttiongelman ja kosmisten reliikkien puuttumisen.

Esitelmässä kyseenalaistettiin inflaatiomallin oletuksia ja niiden tarvetta. Esitelmätoitsijan mukaan inflaatio on mielivaltainen, ei-fysikaalinen ja se antaa vastauksia olemattomiin ongelmiin. Hänen mukaansa teorian tarjoamat selitykset ovat monimutkaisempia kuin itse ongelmat.

Esimerkkinä yksinkertaisemmasta selityksestä esitelmätoitsijä tarjosi skaalatonta mallia, jossa maailmankaikkeudessa ei ole sisäänrakennettua mittakaavaa. Tässä lähdetään liikkeelle symmetriaperiaatteesta, jollaisiin on yleisesti fysiikassa vedottu. Sellaisessa näkökannassa alkuehdot ovat yksikäsitteisiä, eikä sattumanvaraisia. Ongelmana tässäkin kuvassa on kosmologinen vakio, joka saa aikaan maailmankaikkeuden kiihtyvän laajenemisen. Kiihtyvän laajenemisen alku noin 5 miljardia vuotta sitten määrittelee ajan, mikä rikkoo oletetun symmetrian.

*Seppo Linnaluoto*

## **Esitelmä Andromedan galaksista**

Kirkkonummen Komeetan esitelmäsarjassa joulukuussa oli vuorossa *dosentti Pekka Teerikorpi*, jonka aiheena oli Andromedan kaukaisuus - matka taivaan porteille. Se järjestettiin yhdessä Kirkkonummen Kansalaisopiston kanssa. Kuulijoita oli noin 85 henkeä.

Esitelmässä kerrottiin Andromedan sumun, lähimmän suuren galaksin etäisyyden mittauksen historiasta. Siinä tapahtui läpimurto, kun 1920 tienoilla kolme astronomia (*Lundmark, Öpik, Hubble*) mittasi sen etäisyyden kolmella eri menetelmällä. Tämä paljainkin silmin näkyvä sumu on portti galaksiavaruuteen, joka paljastui Andromedan suuren etäisyyden myötä. Mitä nykyään tiedetään sen etäisyydestä?



*Dosentti Pekka Teerikorpi esitelmöi Kirkkonummella.*

Dosentti Pekka Teerikorpi toimii tutkijana Turun yliopiston Tuorlan Observatoriossa. Yksi hänen tutkimusalueistaan on kosmiset etäisyystikkaat galaksiavaruudessa.

### **Spiraalisumujen arvoitus**

Esitelmänsä aloitti puhumalla 1500-luvun lopulla eläneestä *Giordano Brunosta*, joka poltettiin roviolla vuonna 1600. Giordano Bruno sanoi: "Vakuuta meidät äärettömän maailmankaikkeuden opista! Särje nämä kuvitellut kuvut ja pallopinnat... Anna meille

oppi maanpäällisten lakien universaalisuudesta kaikissa maailmoissa... Avaa meille portti, josta voimme katsoa lukemattomia, kaikkialla samanlaisia tähtimaailmoja."

*Galileo Galilei* avasi portin vuonna 1609, kun hän alkoi tehdä tähtitieteellisiä havaintoja kaukoputkella. Ja 1700-luvulla taivas alkoi täytyä sumuista.

Rossen jaarli *William Parsons* löysi spiraalisumut suurella 183 cm peilikaukoputkellaan v. 1845. Hän teki piirroksen Ajokoirien galaksista M51. Valokuvausta alettiin käyttää tähtitieteessä vasta nelisenkymmentä vuotta myöhemmin.

1900-luvun alussa taivaalta tunnettiin jo tuhansia spiraalisumuja, mutta ei tiedetty mitä ne olivat ja kuinka kaukana ne olivat. Ne näyttivät karttavan Linnunradan tasoa ja ne muodostivat usein joukkoja.

Ovatko spiraalisumut Linnunradan osia vai isoja itsenäisiä tähtijärjestelmiä? 1900-luvun alussa ensimmäinen vaihtoehto oli suosituin: Linnunrata on saari tyhjässä avaruudessa ja spiraalisumut ovat kaasua, jotka ovat tähtien etäisyyksillä.



*Teerikorven esitelmää kuunteli 85 henkeä.*

### **Andromedan sumun historiaa**

Persialainen tähtitieteilijä *Abd al-Rahman Al-Sufi* kuvaili Andromedan galaksin "pieneksi pilveksi" kiintotähdistä kertovassa kirjassaan

Kitab al-Kawakib al-Thabit al-Musawwar vuonna 964 jaa. Kohde oli kuitenkin persialaisten tutkijoiden tiedossa jo ainakin vuodesta 905 lähtien.

*Simon Marius* havaitsi sitä alkeellisella kaukoputkellaan vuonna 1612. Marius kuvailee löytöään: "Kaukoputken avulla olen löytänyt tähden, tai tähdenkaltaisen, erikoisen muotoisen, joka eroaa muista taivaan tähdistä. Se on lähellä kolmatta, pohjoisinta tähteä Andromedan vyötäröllä. Paljaalle silmälle se näkyy pilvenä, mutta laite ei näytä siinä erillisiä tähtiä kuten muissa sumuisissa tähdissä."

*Charles Messier* merkitsi Andromedan sumun luettelonsa merkinnällä M31 vuonna 1764 ja merkitsi sen löytäjäksi *Simon Mariuksen*. Andromedan sumussa havaitsi 1885 *Ernst Hartwig* Tarton observatoriossa Virossa supernovan. Sen kirkkaus oli kymmenesosa Andromedan sumun kirkkaudesta.



*Andromedan galaksi.*

Ensimmäisen valokuvan Andromedan sumusta otti *Isaac Roberts* 1888. Nyt ilmeni, että kyseessä on spiraalisumu.

*Vesto Slipher* työskenteli *Percival Lowellin* tähtitornissa Arizonassa. Lowell oli Flagstaffin pormestari ja hänen kätensä ulottuvilla oli kaupungin pääkatkaisija. Hän ei epäröinyt käyttää sitä, kun katuvalo alkoi häiritä himmeiden sumujen havaitsemista.

*Slipherin* tehtäväksi tuli asentaa kaukoputkeen spektrografi. Hänen tehtävänään oli tutkia, pyörivätkö sumut?

1912 *Slipher* onnistui kuvaamaan Andromedan sumun spektrin. Viivat olivat siirtyneet reilusti! Niistä näkyi, että sumu lähestyy nopeudella 300 km/s. Tämä on enemmän oma kuin sumun syy. Linnunrata pyörii ja me kiidämme sumua päin! Kun tämä otetaan huomioon, Andromedan sumun lähestymisnopeudeksi jää 100 km/s. Lisäksi huomattiin, että Andromedan sumu pyörii.

### **Kosmisia etäisyysmittareita**

Periaatteessa olemassa on kolme erilaista tapaa mitata taivaankappaleiden etäisyyksiä. Ensinnäkin läheisten tähtien etäisyyksiä voi mitata kolmiomittauksella. Tässä käytetään kolmion kantana Maan radan halkaisijaa. Lähimmänkin tähden etäisyydeltä Maan rata näkyy alle kaarisekunnin kulmassa. Tätä menetelmää sanotaan parallaksiksi.

Toiseksi on valo-opillinen menetelmä. Mitä kauempana valolähde on, sitä himmeämpänä se näkyy. Tätä voidaan soveltaa kaukasiinkin tähtiin ja galakseihin. Tässä on ongelmana taivaankappaleen todellinen kirkkaus, se pitäisi tietää.

Kolmanneksi on läpimittamenetelmä. Pintakohde, esim. galaksi, näkyy sitä pienempänä mitä kauempana se on. Tässä taas pitäisi tietää kohteen todellinen koko.

1904-07 *Karl Bohlin* Tukholmasta yritti mitata Andromedan sumun parallaksin. Siitä ei vielä nähty tähtiä, joten hän mittaili sumun kirkasta ydintä. Sen sijainnista vertailutähtien suhteen hän sai näkyviin pienen vuotuisen vaihtelun, kuin 7 parsekin eli 23 valovuoden etäisyydellä olevalle tähdelle.

Andromedan sumu olisi aivan naapurissa! Läheisin tähti, alpha Kentauri on 1,3 parsekin eli 4,2 valovuoden päässä ja Sirius toisen mokoman kauempana. Suurin osa tähdistä etäämpänä kuin 50 parsekia. Orionin sininen

Rigel on 250 parsekin päässä, Betelgeuseen on matkaa 200 parsekia. Nuo kirkkaat tähdet olisivat paljon etäämpänä kuin himmeä Andromedan sumu. Osoittautuikin, että tämä mittaus oli virheellinen. Andromeda on aivan liian kaukana parallaksimenetelmälle.

Yksi parsek on etäisyys, josta Maan etäisyys Auringosta näkyy yhden kaarisekunnin kulmassa. Yksi parsek on 206.265 Maan ratasädettä eli 3,26 valovuotta. 20 cm:n kokoinen lautanen näkyy kaarisekunnin kulmassa 40 km päästä. Linnunradan koko noin 20.000 parsekia eli 65.000 valovuotta.

### **Andromedan etäisyys mitataan**

Noin 1840 kolme miestä mittasi samalla menetelmällä kolmen eri tähden etäisyyden. Kunnia ensimmäisestä mittauksesta annettiin *Friedrich Besselille*.

Noin 1920 kolme miestä mittasi kolmella eri menetelmällä saman galaksin etäisyyden. Heistä Knut Lundmark 1919 käytti uusia tähtiä eli novia. Linnunradan novien etäisyys ja kirkkaus tiedettiin. Tätä hän vertasi Andromedan sumussa havaittujen novien kirkkauteen. Tästä hän sai Andromedan sumun etäisyydeksi 200.000 parsekia.

*Ernst Öpik* vuosina 1918/21 käytti menetelmää, jossa hän tutki Andromedan sumun pyörimistä. Massa ja havaittu kirkkaus täsmäsivät, jos Andromedan sumun etäisyys olisi 785.000 parsekia. Hän julkaisi kuitenkin vuonna 1922 tulokseksi 450.000 parsekia.

Vuonna 1912 *Henrietta Leavitt* löysi yhteyden kefeidien (muuttuvia tähtiä) vaihtelujakson ja kirkkauden välillä. Mitä kirkkaampia, sitä verkkaisempi on niiden vaihtelujakso. Kefeidit ovat jättiläistähtiä ja ne ovat tuhansia kertoja kirkkaampia kuin Aurinko. Ne näkyvät kaukaa ja ovat hyviä etäisyysmittareita.

Vuonna 1917 valmistui Wilson-vuorelle Kaliforniaan 2,5 metrin peilikaukoputki. Edwin Hubble etsi vuosina 1923-24 Andromedan

sumusta novia. Hän löysi sieltä kefeidejä ja sai sumun etäisyydeksi 275.000 parsekia.

1930-luvulla Andromedan galaksin etäisyydenä pidettiin Hubblen 275.000 parsekia. Mutta Knut Lundmark huomasi, että kefeidien ja muiden mittarien (novat, jättiläistähdet, pallomaiset joukot) tulokset poikkeavat, kefeideistä hän sai 400.000 parsekia, jälkimmäisistä 540.000 parsekia.

Vuonna 1948 valmistunut Palomarin 5 m kaukoputki lunasti pian toiveet. *Walter Baade* keksi, että Andromedan galaksin etäisyys oli arvioitu liian pieneksi. Kefeidien sykkimislaissa oli virhe, niitä oli pidetty liian heikkovaloisina. Uudeksi etäisyydeksi hän sai 500.000 parsekia.

Nykyisin tiedetään useiden mittausten perusteella, että Andromedan galaksin etäisyys on 770.000 parsekia eli 2,5 miljoonaa valovuotta. Se on Linnunradan ja yli 40 muun pienemmän galaksin kanssa paikallisen galaksiryhmän jäsen. Ryhmän ulkopuolella avautuu galaksiavaruus, joka on mahdollisesti loputtomiintäynnä eri kokoisia galaksien joukkoja.

Jos tähden koko kutistetaan metriksi, huhuilee naapuri 20.000 km päässä. Tapaamisia ei ole maanvaivaksi asti.

Sen sijaan galaksit ovat suhteellisesti ottaen paljon lähempänä toisiaan kuin tähdet. Ihmiseen suhteutettuina naapurit kyräilevät toisiaan sadan metrin etäisyydeltä, joukoissa tätäkin lähempää. Galaksit törmäilevät paljon useammin kuin tähdet. Jopa Andromedan galaksi ja Linnunrata saattavat törmätä kolmen miljardin vuoden kuluttua. Ne lähestyvät toisiaan nopeudella noin 100 km/s.

*Seppo Linnaluoto*

## **Esitelmä kääpiöplaneetoista**

Kirkkonummen Komeetan järjestämässä esitelmäsarjassa *fil. tri Jenni Virtanen* tammikuussa kertoi aiheesta Kääpiöplaneetat Neptunuksen takana Kirkkonummen koulukeskuksen auditoriossa. Esitelmällä oli 46 kuulijaa. Helsingin yliopiston Vapaan sivistystyön toimikunta rahoitti esitelmän.

Elokuussa 2006 Kansainvälinen tähtitieteellinen unioni äänesti Pluton asemasta aurinkokunnassa: Pluto muuttui planeetasta kääpiöplaneetaksi. Mutta miksi? Esitelmässä kerrotaan kääpiöplaneetoista, joita on viime vuosina löydetty Neptunuksen takaa Aurinkokunnan ulkorajoilta. Mitä nämä kappaleet ovat ja miksi niitä tutkitaan?

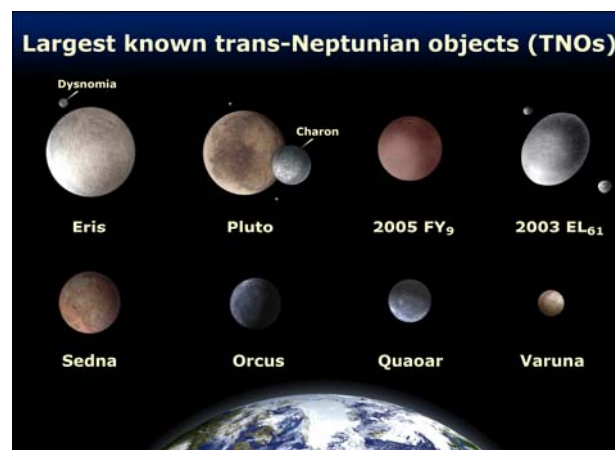


*Fil. tri Jenni Virtanen esitelmöi Kirkkonummella.  
Kuva Seppo Linnaluoto.*

Jenni Virtanen valmistui filosofian tohtoriksi vuonna 2005 Helsingin yliopiston Tähtitieteen laitokselta, aiheena oli asteroidien radanmääritys tilastollisilla menetelmillä. Nyt hän on siirtynyt Geodeettiselle laitokselle Kirkkonummelle, jossa hän on Suomen Akatemian tutkijana aiheenaan Maan painovoimakentän tutkimus satelliittimittausten avulla.

## **Planeetat**

Aurinkokunnassa oli vuosina 1930-2006 yhdeksän planeettaa, Merkuriuksesta Plutoon. Nimiä ja määritelmiä oli kokonainen kirjo, oli planeettoja, pikkuplaneettoja, pienkappaleita, asteroideja, lähiasteroideja, komeettoja, pyrstötähtiä, kuita, satelliitteja, Neptunuksen takaisia kohteita, Kuiperin vyöhykkeen kohteita jne.



*Kahdeksan suurinta tunnettua Neptunuksen takaista kappaletta kuineen. Vertailun vuoksi kaistale maapalloa kuvan alareunassa.*

Luokittelukriteereinä oli massa/koko, muoto, kaasukehä, vulkanismi jne. Mikä on planeetta? Tämä riippui siitä, keneltä kysyi! Myös ensimmäisenä uutena vuotena v. 1801 löydettyä asteroidi Cerestä pidettiin vuoteen 1860 planeettana. Se on 950 km läpimittainen, kun taas Pluton läpimitta on 2300 km.

Kansainvälinen tähtitieteellinen unioni IAU määritteli täsmälleen nämä asiat elokuun lopulla 2006. Planeetta kiertää Aurinkoa, se on muodoltaan pallomainen ja se on tyhjentänyt ratansa lähiympäristön. Muodostettiin uusi taivaankappaleiden luokka, kääpiöplaneetat. Ne kiertävät Aurinkoa, ovat muodoltaan pallomaisia, eivät ole tyhjentäneet ratansa lähiympäristöä eivätkä ole satelliitteja. Loput aurinkokunnan kappaleet ovat pienkappaleita, englanniksi small solar-system bodies.

Aurinkokunnassa on siis 8 planeettaa Merkuriuksesta Neptunukseen. Kääpiöplaneettoja on kolme: Pluto, Eris ja Ceres.

Loput aurinkokunnan kappaleet ovat pienkappaleita: asteroidit, komeetat, kuut ja Neptunuksen takaiset kappaleet.



*Jenni Virtasen esitelmää kuunteli 46 henkeä.  
Kuva Seppo Linnaluoto.*

### **Kuiperin vyöhyke**

Kuiperin vyöhykkeellä ymmärretään Neptunuksen takaisia kappaleita. Vyöhykkeen olemassaolon ennustivat *Kenneth Edgeworth* ja *Gerald Kuiper* 1940-luvulla. Kaukaisuutensa ja himmeytensä vuoksi ensimmäiset kohteet löydettiin vasta 1990-luvulla (Plutoa lukuun ottamatta). Kuiperin vyöhykkeen kappaleet edustavat aurinkokunnan jäisiä fossiileja. Tunnettuja kappaleita on jo yli 1000. Ennusteiden mukaan on noin 40,000 kpl yli 100 km kokoisia kappaleita.

Kuiperin vyöhykkeen kappaleet voidaan luokitella ratojen perusteella dynaamisiin ryhmiin: ensinnäkin plutiinoin, jotka ovat resonanssissa 2/3 Neptunuksen kanssa (kiertoaikojen suhde) ja päävyöhykkeeseen. Lisäksi on kappaleita muissa resonansseissa, sekä hyvin soikeilla ja kaltevilla komeettamaisilla radoilla kiertäviä kappaleita.

### **Pluton tapaus**

Miksi Pluto pudotettiin planeettojen joukosta? Yksinkertaisesti siksi, että 2000-luvulla löydettiin runsaasti Pluton kokoluokkaa olevia kappaleita. Näytti siltä, että Pluto on normaali Kuiperin vyöhykkeen kappale.

Mm. vuonna 2002 löydettiin vajaan 800 km kokoinen Ixion, 2003 löydettiin 1700 km kokoinen Sedna ja Eris kooltaan 2400-3000 km ja 2004 800-1800 km kokoinen Orcus.

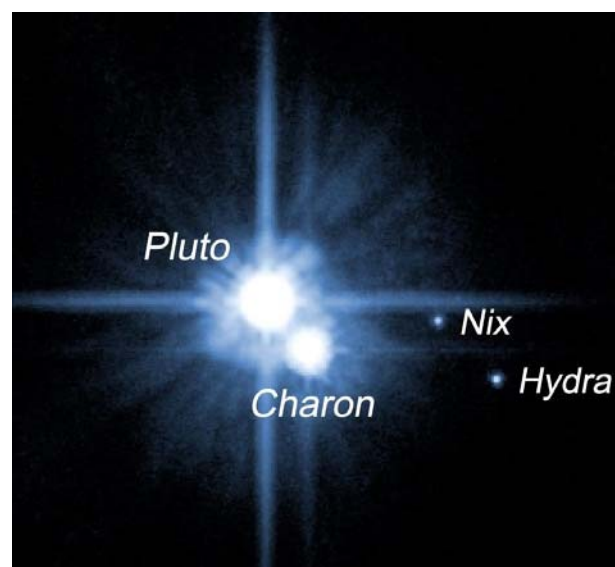
### **Pluton etsiminen**

Plutoa alettiin etsiä vuonna 1846 löydetyn Neptunuksen radan selittämiseksi. Neptunuksen radassa näytti olevan häiriöitä, joita tunnetut aurinkokunnan kappaleet eivät selittäneet. Sopivan kirkkaan kaukaisen kohteen löysi *Clyde Tombaugh* valokuvista etsimällä 18.2.1930. Kuva oli otettu jo 19.3.1915.

Pluton massa selvisi vasta kun Pluton kuu Kharon löydettiin 1978. Aikaisemmin Plutoa oli luultu jopa maapalloa suuremmaksi.

### **Pluton ominaisuudet**

Pluto on nelinkertainen järjestelmä. Pluton kiertoaika Auringon ympäri on 248 vuotta. Se rata on melko soikea, se oli vuosina 1979-1999 lähempänä Aurinkoa kuin Neptunus. Sen rata on myös melko lailla eri tasossa kuin planeetoilla.



*Kuva Plutosta ja sen kolmesta kuusta.  
Kuva Hubble.*

Pluton läpimitta on 2300 km. Vuonna 1978 löydetyn Kharonin läpimitta on 1200 km. Vuonna 2005 löydettiin kaksi uutta Kuuta, Hydra ja Nix. Niiden koot ovat 130-160 km.

Voitaisiin oikeastaan sanoa, että Pluto ja Kharon muodostavat kaksois-kääpiöplaneetan, sillä niiden painopiste on Pluton pinnan ulkopuolella päinvastoin kuin kaikilla muilla planeetoilla. Tätä systeemiä taas kiertäisi kaksi kuuta.

Pluto on ylivoimaisesti parhaiten tunnettu Neptunuksen takainen kohde. Havaintomme kattavat 35 % sen radasta, ensimmäinen valokuvauslevy Plutosta on vuodelta 1914. Spektrin avulla on saatu tietoa sen pintamateriaalista, se on tyyppistä, metaanista, häästä ja vedestä koostuvaa jäätä.

Tähdenteittoa avulla on saatu selville, että Plutolla on ohut tyyppistä ja metaanista koostuva kaasukehä. Se lienee karkaamassa avaruuteen.

Kharonin ohikuluista ja Hubble-avaruuskaukoputkella on saatu selville Pluton pinnan kartta.

### **Luotain Platoon**

Nasa lähetti New Horizons -luotaimen kohti Plutoa tammikuussa 2006. Sen on tarkoitus kohdata Pluto vuonna 2015. Se ohittaa helmikuussa 2007 Jupiterin, jolta se ottaa lisävauhtia. Sen päätehtävänä on Pluton ja Kharonin geologinen ja morfologinen kartoitus.

Platoon saavuttuaan luotaimen vauhtia ei hiljennetä kiertoradalle pääsyä varten, sillä siihen ei ole varattu polttoainetta. Luotaimella onkin aikaa tutkia Plutoa ja sen kuita vain joitakin tunteja kestävän ohilennon aikana. Lentoa suunniteltaessa kuista tunnettiin vain 1978 löydetty Kharon. 2005 Plutolta löydetyistä kaksi muusta kuusta, Hydrasta ja Nixistä saataneen myös lisätietoja. Ohilennon jälkeen se jatkaa matkaansa kohti Kuiperin vyöhykettä. 2016-2020 luotaimen on määrä tutkia muita Kuiperin vyöhykkeen kohteita.

New Horizons oli vaarassa peruuntua kun rahoitusta supistettiin. Amerikkalaiset koululaiset vaikuttivat osaltaan sen

toteutumiseen, kun he halusivat tietää enemmän Plutosta.

### **Muita kääpiöplaneettoja**

Plutoa hieman suuremman kääpiöplaneetta Eriksen kiertoaika Auringon ympäri on 557 vuotta. Sen radan epäkeskisyyks on vielä huomattavasti Plutoa suurempi. Sillä on Dysnomia-kuu. Avaruusteleskooppi-Hubblen optisista havainnoista on saatu Eriksen kooksi 2400 km. Heijastuneen lämpösäteilyn perusteella taas sen kooksi on saatu 3000 km.

Tällä hetkellä tunnetaan puolisen tusinaa ehdokasta kääpiöplaneetoiksi. Niistä mielenkiintoisin on vielä nimeämätön kappale 2003EL61. Siltä tunnetaan kaksi kuuta. Sen kooksi on arvioitu 1600 km. Sen massa tunnetaan tarkasti sen kuiden liikkeiden perusteella. Se on 28 % Pluto-systeemin massasta. Sen tiheys on saatu kirkkauden vaihtelusta, se on 2,6-3,3 g/cm<sup>3</sup>. Kääpiöplaneetan pinnalla on vesijäätä.

### **Yhteenveto**

Mikä on sitten uusien määritelmien tieteellinen merkitys? Nyt on tutkijoiden käytössä uusi, yksiselitteinen ja selkeä luokittelu aurinkokunnan kohteille. Jos Pluto löydettäisiin nyt, se olisi vain yksi Neptunusta kaukaisemmista kappaleista. Pluton kokoisia kappaleita löydetään todennäköisesti lisää. On jopa mahdollista, että varsinaisia planeettojakin vielä löydetään. Kääpiöplaneetat ja muut Neptunusta etäisemmät kappaleet ovat aurinkokunnan historian tutkimuksen testikappaleita. Nyt on kolme hyväksyttyä kääpiöplaneettaa, tusina uutta on "odotuslistalla". Aktiivinen tutkimus jatkuu!

Pluto on yhä ainutlaatuinen. Se löydettiin varhain, vaikkakin käytännössä vahingossa ja tunnetaan parhaiten.

*Seppo Linnaluoto*

## ***Einsteinin viimeinen unelma***

Kirkkonummen Komeetta järjesti helmikuussa esitelmätilaisuuden, jossa Jyväskylän yliopiston fysiikan *professori Jukka Maalampi* kertoi aiheesta Einsteinin viimeinen unelma. Helsingin yliopiston Vapaan sivistystyön toimikunta rahoitti esitelmän. Esitelmällä oli 46 kuulijaa.



*Professori Jukka Maalampi esitelmöi Kirkkonummella.*

Albert Einstein käytti suurimman osan tutkijanurastaan yhtenäisen kenttäteorian kehittämiseen pyrkien yhdistämään painovoiman ja sähkömagneettisen voiman kuvailun. Hänen suureksi pettymyksekseen tuloksena oli vain pitkä sarja epäonnistuneita yritelmiä, eivätkä hänen loistokkaat aiemmat saavutukset saaneet sitä suurta huipentumaa, josta hän haaveili. Vielä kuolinvuoteellaankin hän tutki laskelmiaan.

Miksi Einstein epäonnistui? Miksi ratkaiseva fysikaalinen periaate jäi keksimättä? Unelma

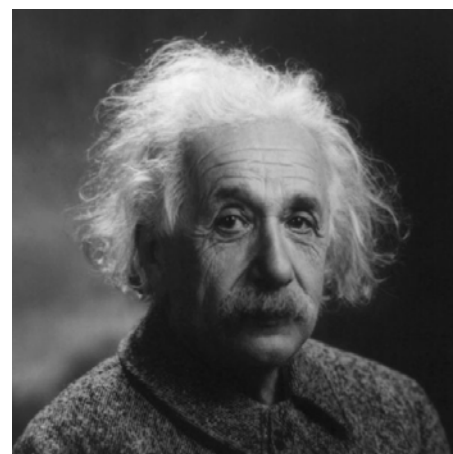
yhtenäisteoriasta jäi kuitenkin elämään. Tekeekö nykyisin kiivaasti tutkittu supersäieteoria siitä viimeinkin totta?

Jukka Maalampi on Jyväskylän yliopiston fysiikan professori ja fysiikan laitoksen johtaja. Hän tutkii teoreettista hiukkafysiikkaa, etenkin neutrinoja ja hiukkaskosmologiaa. Häneltä ilmestyi viime syksynä Ursan kustantamana kirja *Maailmanviiva - Albert Einstein ja moderni fysiikka*. Maalampi sai kirjasta Lauri Jäntin säätiön kunniamaininnan.

### **Einsteinin suuri vuosi 1905**

Esitelmöitsijä aloitti kertomalla, että Einstein oli hankala opiskelija, jonka oli vaikea saada töitä valmistumisensa jälkeen Zürichin Teknillisestä korkeakoulusta. Lopulta hän sai töitä Bernin patenttitoimistosta. Hänen tehtävänään oli tutkia patenttihakemuksia ja tehdä niistä lausuntoja edelleen valmistelua varten.

Ollessaan Bernin patenttitoimistossa vuonna 1905 Einstein teki viisi julkaisua, joista mikä hyvänsä olisi tehnyt hänestä maailmankuulun.



*Albert Einstein vuonna 1947.  
Kuva Wikipedia.*

Ensiksikin hän teki väitöskirjaksen julkaisun molekyylien koosta. Tuolloin atomien ja molekyylien todellisuus oli kiistanalainen. Toinen tähän aihepiiriin kuuluva julkaisu oli Brownin liikkeestä. 1800-luvulla oli huomattu, että pienet hiukkaset poukkoilivat nesteessä



holtittomasti. Einstein osoitti laskelmillaan, että veden molekyylit saavat hiukkaset tekemään satunnaista siksak-liikettä. Einstein selitti myös, miten ilmiön avulla voidaan arvioida vesimolekyylien koko.

Einstein kolmas julkaisu oli valon fotoniteoriasta eli valokvanteista. Se loi perustan kvanttifysiikalle, 1900-luvun tärkeimmälle fysiikan ajatusrakennelmalle. Tämä siitäkin huolimatta, että Einstein ei myöhemmin hyväksynyt kvanttimekaniikkaa. Kuuluksia on Einsteinin lausahdus: "Jumala ei heitä noppaa". Mutta Einsteinin fotoniteoria selitti hyvin valosähköisen ilmiön, sen että voimakaskaan valo ei irrota elektroneja aineesta, vaan siihen vaaditaan riittävä taajuus.

Eittämättä tunnetuin kuitenkin on Einsteinin esittämä suppea suhteellisuusteoria. Aika ja matka eivät ole absoluuttisia, vaan ne riippuvat liike-tilasta. Teorian ilmiöt tulevat näkyviin kun nopeus on lähellä valon nopeutta 300 000 km/s. Valon nopeus on riippumaton valolähteen liike-tilasta.

Syksyllä 1905 Einstein johti maailman kuuluisimman kaavan,  $E=mc^2$ . Energian säilyminen on fysiikan tärkeimpiä periaatteita. Energia voi muuttua muotoaan, mutta sen määrä ei muutu. Kaava yhdistää energian säilymiseen massan. Kun massaa syntyy tai katoaa, suuri määrä energiaa katoaa tai syntyy. Tämä mm. selittää tähtien energiatuotannon. Vuonna 1905 mitään tällaista ei kuitenkaan tunnettu.

Nyt Einstein nousi fyysikoiden eturiviin. Hän mm. otti osaa Solvay-konferenssiin 1911, johon otti osaa fyysikoiden kerma, yli 20 eturivin fyysikköä. Esitelmöitsijä huomautti näyttäessään kuvaa osanottajista, että lähes poikkeuksetta näillä fyysikoilla oli viikset (myös luennoitsijalla oli viikset).

### **Yleinen suhteellisuusteoria 1915**

Vuonna 1915 Einstein esitti jos mahdollista vieläkin mullistavamman teorian, yleisen suhteellisuusteorian. Se on

vallankumouksellinen painovoimateoria. Sen mukaan aika ja avaruus ovat kaareutuneita, mikä on painovoiman ominaisuus.

Isaac Newton esitti 1687 painovoimalakinsa. Se on erittäin tarkka teoria, mutta kuitenkin vain likiarvo. Aurinkokunnassa tunnetuin poikkeus on Merkuriuksen periheliliike.

Yleinen suhteellisuusteoria ennusti myös valon taipumisen, kun se kulki Auringon läheltä. Tämä havaittiin vuonna 1919 auringonpimennyksen yhteydessä. Tapaus teki Einsteinista yhdellä iskulla maailmankuulun.



*Esitelmää seurasi miesvoittoinen kuulijakunta.  
Kuva Seppo Linnaluoto.*

Vuonna 1922 Einstein sai fysiikan Nobelin palkinnon erikoisesti valosähköilmiön selittämisestä. Palkinnon perusteluissa viitataan myös suhteellisuusteoriaan, mutta koska se oli siinä vaiheessa vielä kiistanalainen, se ei ollut pääperuste.

### **Mittainvarianssi**

Einsteinin tutkimusten pääkohde 1918-1955 oli suuri yhtenäisteoria, jossa hän halusi yhdistää sähkömagnetismin ja painovoiman. Asialle oli kaksi lähestymistapaa, mittainvarianssi sekä viides ulottuvuus.

Mittainvarianssi oli Riemannin geometrian yleistys, jota kehitti Herman Weyl vuonna 1918. Se perustui geometriaan yleisen

suhteellisuusteorian tapaan. Herman Weyl kirjoitti Einsteinille: "Uskon onnistuneeni johtamaan gravitaation ja sähkömagnetismin yhteisestä lähtökohdasta". Einstein piti teoriaa kiinnostavana, mutta osoitti sen epäfysikaaliseksi, siis vääräksi. Einstein alkoi kehittää sitä itse.

Einstein siirtyi fysikaalisuudesta enemmän ja enemmän matemaattisuuteen. Hän totesi 1933: "Matematiikka on varsinainen luova periaate." Ja muutamaa vuotta myöhemmin: "Matemaattinen yksinkertaisuus on ainoa luotettava totuuden lähde."

Herman Weyl esitti uuden version 1929, jossa mittainvarianssi koskee kvanttimekaanisia aaltofunktioita. Einstein ei seurannut tätä tietä, koska ei hyväksynyt kvanttimekaniikkaa.

### **Viides ulottuvuus**

Theodor Kaluza lähetti Einsteinille 1919 tutkimuksen, jossa hän laajensi aikapaikka-avaruuden viisiulotteiseksi avaruudeksi. Tämä oli geometrinen tapa yhdistää gravitaatio ja sähkömagnetismi.

Oskar Klein esitti 1926, että viides ulottuvuus oli käpristynyt hyvin pieneksi. Nykyään puhutaan Kaluzan-Kleinin teoriasta.

Suomalainen Gunnar Nordström oli kuitenkin esittänyt ajatuksen viidennestä ulottuvuudesta jo vuonna 1914, siis jo ennen Einsteinin yleistä suhteellisuusteoriaa. Sitä ei kuitenkaan pantu merkille ja teoria unohtui.

### **Viimeinen unelma**

Einstein ajautui pettymyksestä toiseen. "Minut on vallannut tämän ongelman takia varsin masentunut tunne". Ja "Matematiikka on kaunista ja hyvää, mutta luonto vetää meitä nenästä" Einstein kirjoitti.

Useaan otteeseen Einstein uskoi päässeensä ratkaisuun, mutta aina hän joutui perääntymään. "On kuin maa olisi vedetty altani" Einstein kirjoitti. Vielä

kuolinvuoteellaan 1955 hän pohdiskeli yhtenäisteoriaa.

Missä sitten oli syy Einsteinin epäonnistumiseen? Hän luotti liikaa itseensä. Hän onnistui monessa, miksei tässäkin! Hän ei uskonut kvanttimekaniikkaan, eikä seurannut fysiikan kehitystä. Hän eristäytyi lähes täysin. Ja lopuksi kenties tärkein syy, tehtävä oli vaikea!

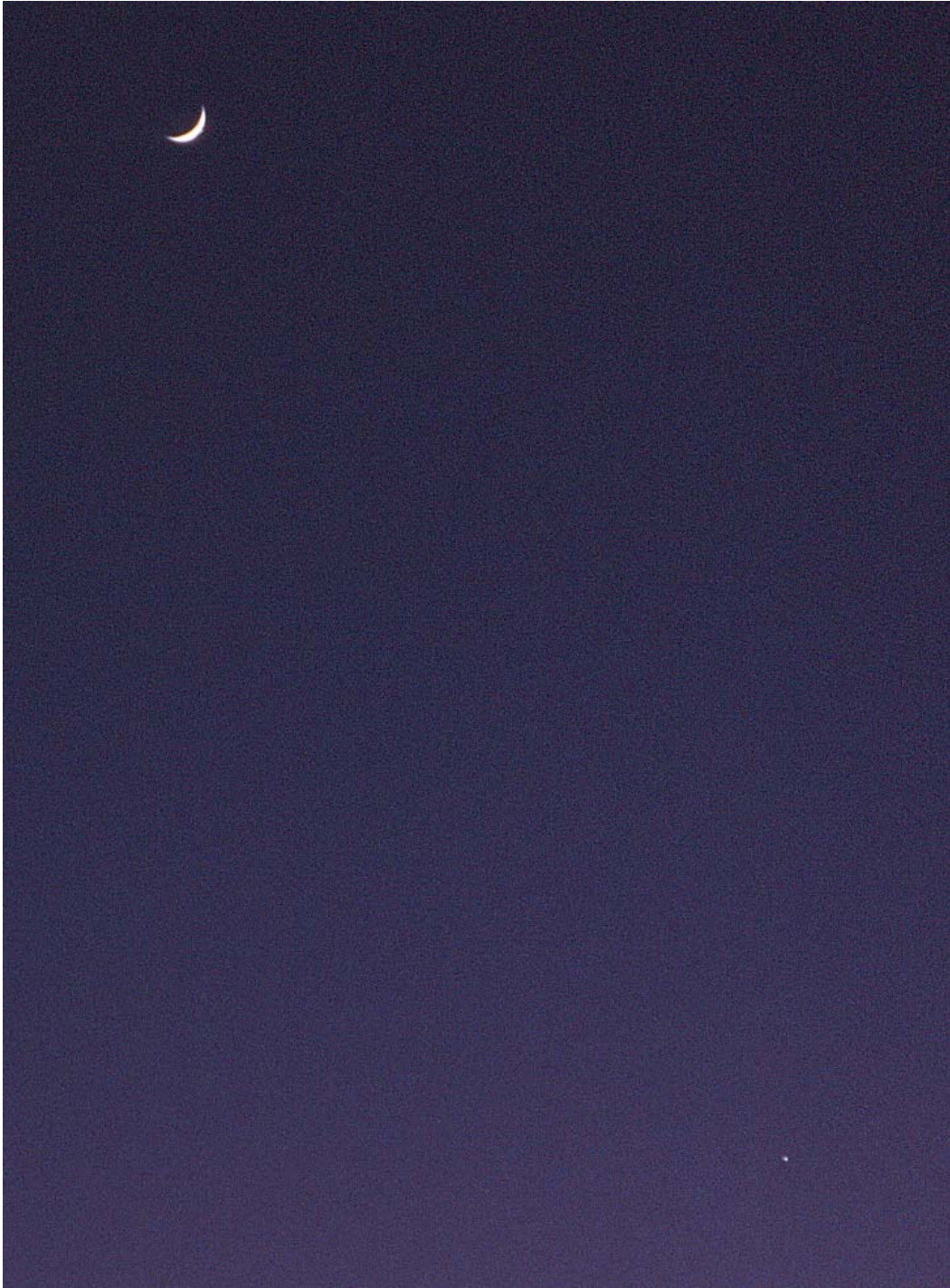
Einsteinin unelma elää nyt säieteoriassa. Se on uusi yritys yhtenäisen teorian luomiseksi. Hiukkaset eivät olekaan pistemäisiä, vaan pieniä säikeenpätkiä kymmen- tai yksitoistaulotteisessa avaruudessa. Kuitenkaan säieteorialle on vaikea löytää ratkaisevaa kokeellista testiä. Sama ongelma oli aikoinaan suppealla ja yleisellä suhteellisuusteorialla. Kenties ratkaiseva koe löytyy!

*Seppo Linnaluoto*

## **TÄHTIUTISIA**

Osoitteesta [www.tahtitiede.com/](http://www.tahtitiede.com/) on luettavissa ajan tasalla olevia tähtiutisia, suomeksi.

## **KUU JA VENUS**



*Kuun sirppi ja Venus kuvattuna iltahämärissä 20.2.2007  
Objektiiv: 85mm f/1,9 objektiiv, aukko 2,8  
Valotusaika: 1/125s Kodak E-100G diafilmille  
Kuva: Ville Marttila*

**KUU**

*Kuu kuvattuna iltapäivällä 28.1.2007  
Objektiivi: 400 mm f/5,6 objektiivi, aukko 8 ja 2x telejatke  
Valotusaika: 1/60s Kodak E100G filmille  
Kuva: Ville Marttila*