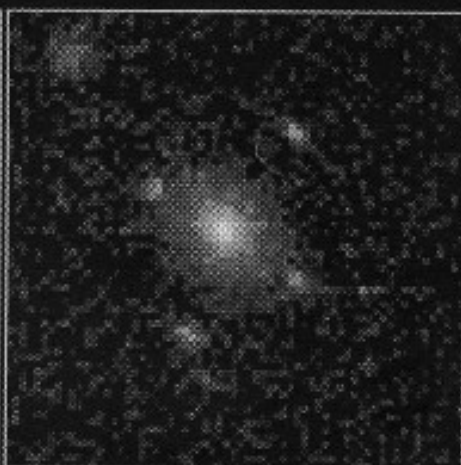
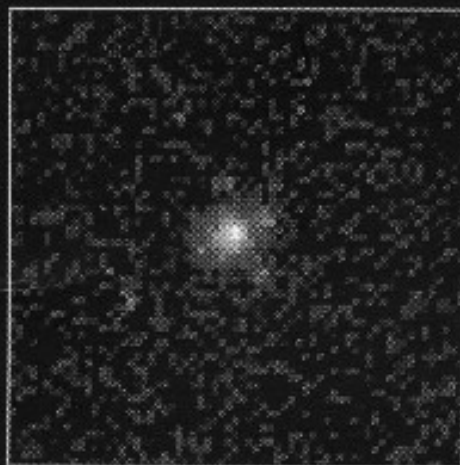




Numero 4  
Talvi 1996



**Gravitational Lenses**

HST • WFPC2

PRC95-43 • ST ScI OPO • October 18, 1995 • K. Ratnatunga (JHU), NASA

Miksi yötaivas on pimeä?

Moderni Kosmologia & Einstein, osa 1

Siriukselle oma ccd-romppu

**TÄSSÄ NUMEROSSA:**

- Miksi yötaivas on pimeä?** 4  
Yötaivaan pimeyden ongelman ja Olbersin paradoksin pohdiskelua.
- Moderni kosmologia & Einstein, osa 1** 8  
Kaksiosainen modernista kosmologiasta ja yleisestä suhteellisuusteoriasta kertova tutkielma.
- Marconi ja me** 12  
Artikkeli italialaisesta fyysikosta, joka kehitti radiolähettimen.
- Komeetta Hale-Bopp** 13  
Kevään superkomeetta!

**VAKIOPALSTAT:**

Pääkirjoitus	3
Havaittujen sivut	18
Päivvyri	18
Kelit	19
Tulkahdukset	25
Sweet Outsider	27

**KANSI:**

Gravitaatiolinssi, Einsteinin risti  
Hubblella kuvattuna. Lähde:  
NASA.

**Julkaisija:** Jyväskylän Sirius ry

**Osoite:** Jyväskylän Sirius ry, Seppänkion vapaa-aitakeskus, Kyllikkämäentie 1, 40100 Jyväskylä

**Puhelin:** 014-218 210 (toimisto), 014-241 545 (ilhtorni)

**Internet-sähköposti:** sirius@ursa.fi **WWW:** <http://www.math.jyu.fi/~j/sirius/>

**Toimitus:** Panu Koppinen (vast.) ☎050-5645667, sähköposti: panu.koppinen@jyu.fi, Päivi Oikari (toim.siht.), Minna Huoponen, Arto Oksanen

**Vakituiset avustajat:** Farida Benamar, Marko Moilanen, Jalo Ojanperä, Riika Pitkämä

**Ilmestyminen:** Neljän numeron vuodessa, **Painopaikka:** Kopi-Jyvä, **Painos:** 250 kpl

Valkoinen kääpiö on Siriuksen jäsenlehti. Lehti sisältyy yhdistyksen jäsenmaksuun, joka on vuodelle 1997 alle 18-vuotiailta 40 mk ja sitä vanhemmilta 80 mk. Liitymismaksu on 100 mk. Jäseneksi voit liittyä lähemmällä nimesi, osoitteesi ja syntymävuotesi kirjoilla tai postilaatilla osoitteeseen: Jyväskylän Sirius, c/o Minna Pitkämä, Kaakongymnäs 5 C 39, 40340 Jyväskylä.

# Tähtitiede tulevaisuudessa

Koko tähtitieteen historian ajan on tähtitieteilijöiden havaintojen tekoa estävänä ja haittaavana tekijänä ollut Maapallon ilmakehä: Tähtitieteellisten havaintojen teossa on aina joutunut ottamaan huomioon sään selkeyden, sillä pilvien läpi on visuaalisia havaintoja mahdotonta tehdä. Paitsi, että sää voi olla pilvinen ja havaintoyötä joutuu odottamaan joskus jopa viikkoja, ei välttämättä selkeälläkään säällä saa tehtyä parhaita mahdollisia havaintoja. Näiden havaintojen laatuun vaikuttavat mm. Seeing ja läpinäkyvyys (Seeing kuvastaa ilmakehän rauhallisuutta, eli tuikkivatko tähdet vai ei ja läpinäkyvyys puolestaan ilmakehän "läpinäkyvyyttä"). Optimaalisia selkeitä iltoja, jolloin ilmakehä on rauhallinen osuu varsin harvoin.

Onneksi ilmakehän haittavaikutuksiin on keksitty lääkkeitä, esimerkiksi aktiivioptiikka ja avaruusteleskoopit. Aktiivioptiikalla saadaan häivytettyä huono seeing, sillä siinä tähden kokoa mitataan laser-säteen avulla ja putken optiikka ikään kuin myötäilee ilmakehän häiriöitä, jolloin saadaan optimaalinen havaintotulos. Aktiivioptiikka on varmasti tulevaisuudessa hyvinkin käyttökelpoista, jos ei aiota lähettää lisää avaruusteleskooppeja. Tietenkin aktiivioptiikalla varustetut teleskoopit ovat kustannuksiltaan vain murto-osan avaruusteleskoopeista.

Toinen hyvä tapa mitätöidä ilmakehän vaikutukset kokonaan on sijoittaa Maapallon kiertoradalle avaruusteleskooppeja. Tälläkin hetkellä vuonna 1990 rakennettu Hubble-avaruusteleskooppi kiertää Maapalloa. Hubblella on saatu aikaan mullistavia kuvia maailmankaikkeudesta, peilivirheestä huolimatta. Tällaisia kuvia ei olisi voinut ajatellakaan saada millään tavallisella, maan päällä olevalla teleskoopilla.

Jos avaruusteleskooppi-ideaa vertaillaan aktiivioptiikkaan on avaruusteleskoopit kuitenkin melko kalliita aktiivioptiikkaan verrattuna, mutta avaruusteleskoopeilla on omat hyvät puolensa. Esimerkiksi aktiivioptiikalla ei pääse pilvien läpi. Aktiivioptiikkaa käyttävät teleskoopit ovat maan päällä, jolloin jatkuvasti kasvava valosaaste päälle vaikuttamaan kuviin.

Uskon, että tavallisella optiikalla varustettujen teleskoppien käyttöä tullaan selvästi tulevaisuudessa vähentämään aktiivioptiikkaan siirryttäessä. Me tähtiharrastajat ilmeisesti vielä kauan tavallisen optiikan käyttäjiä ja tukijoita, sillä kenelläpä olisi varaa laittaa harrastukseensa valtavat rahamäärät ostaakseen observatorion, jossa on suuri aktiivioptiikalla varustettu teleskooppi?

*Panu Koppinen*

# Miksi yötaivas on pimeä?

Eerik Viifala

Yötaivaan pimeys on meistä jokaiselle niin itsestään selvä asia, että eipä juuri kukaan vaivaudu miettimään tämän jutun otsikossa esitettyä kysymystä. Kuitenkin kyse on erittäin merkittävästä kosmologisesta havainnosta, jonka ongelmallisuus oivallettiin vasta noin 150 vuotta sitten ja ilmeisen vakuuttava selitys yötaivaan pimeydelle ei sekään ole vanhentunut kymmentä vuotta enempää.

1700-luvun jälkimmäisellä puoliskolla William Herschel oli suorittanut järjestelmällistä tähtitaivaan kartoitusta ja havainnut, että ainakin hänen kaukoputkensa suorituskyvyn rajoissa tähtitaivas näytti isotrooppiselta eli samanlaiselta kaikissa suunnissa. Edelleen tähtien lukumäärä näytti kasvavan mitä himmeämpiin suuruusluokkiin tarkastelu ulotettiin. Isotrooppisuuden lisäksi avaruus näytti olevan myöskin homogeeninen - samanlainen eri paikoissa. Jos aurinkokunnan ilmiöt jätetään pois laskuista yötaivas näyttää kaiken lisäksi olevan lähes muuttumaton. Ainoastaan joitakin kertoja vuosituhannessa taivaalle ilmaantuu uusi tähti - nova tai supernova. Näiden havaintojen perusteella varsin luonnollinen oletus oli, että elimme äärettömän suuressa ja ajallisesti muuttumattomassa avaruudessa, jossa tähtiheitys oli suunnilleen yhtä suuri kaikkialla. Vuonna 1823 saksalainen lääkäri ja harrastelijatähtitieteilijä Heinrich Wilhelm Olbers huomasi, että edellä kuvatussa luonnollisen tuntuudessa talkinnsa sen hetkisille maailmankaikkeutta koskeville havainnoille oli jotain hyvin outoa: Mikäli Herschelin havainnoista tehdyt johtopäätökset olivat oikeita, tulisi yötaivaan olla joka

suunnalla yhtä kirkas kuin tähden pinta! Koska näin ei kuitenkaan ole, ovat Herschelin havainnoista tehdyt päätelmät jossakin vaiheessa menneet pieleen. Tätä ristiriitaa Herschelin havaintojen ja niistä tehtyjen johtopäätösten ja tosiasiallisen yötaivaan pimeyden välillä kutsutaan Olbersin paradoksiksi.

Tähtien lähettämä säteily heikkenee kääntäen verrannollisena etäisyyden neliöön. Tämä tarkoittaa sitä, että 20 metrin päästä havaittuna esimerkiksi tavallisen kynttilän lähettämän säteilyn voimakkuus on vain  $1/4=1/2^2$  siitä mitä se oli 10 metrin päästä havaittuna. 30 metrin etäisyydellä kynttilän säteilyn voimakkuus on enää  $1/9=1/3^2$  siitä mitä se oli 10 metrin etäisyydellä. Edellä on täsmällisesti ottaen tarkasteltu sitä, mitä kynttilän lähettämän säteilyn intensiteetille tapahtuu etäisyyden kasvaessa. Jos käytetään tähtiarrastajalle tutumpaa suuretta, näennäistä kirkkautta, saadaan seuraavat tulokset. Kun havaitsijan ja kynttilän välimatka kasvaa 10 metristä 20 metriin, kynttilän näennäisen kirkkauden havaitaan pienenevän noin 1.5 magnitudia ja 30 metrin etäisyydelle tultaessa näennäinen kirkkaus on vähentynyt noin 2.4 magnitudia. Kohteen kirkkaus siis pienenee varsin nope-

asti etäisyyden kasvaessa.

## Olbersin paradoksin geometriaa

Useimmat lukijoista muistanevat, että pallon pinta-ala kasvaa suoraan verrannollisena sen säteen neliöön, ts. pallon säteen kaksinkertaistaminen kasvattaa sen tilavuuden nelinkertaiseksi. Olbersin paradoksiin tätä koulugeometrian tulosta voidaan soveltaa seuraavasti. Maan pinnalla oleva yötaivaan tähtilijä voi kuvitella ympärillään olevan avaruuden jaetuksi vaikkapa valovuoden paksuisiin pallon kuoriin. Tällöin ensimmäinen "pallon kuori" on itse asiassa tavallinen pallo, jonka säde on yksi valovuosi. Toinenkaan pallon kuori ei vaikuta aivan pelkältä kuorelta, sillä sen sisänsäde on yksi ja ulkosäde kaksi valovuotta. Mitä suuremmille etäisyyksille mennään sitä paremmin valovuoden paksuiset pallon kuoret alkavat vastaamaan sanaan "kuori" liittyvää intuitiivista mielikuvaa. Tarkastellaan seuraavaksi lähemmin kahta pallon kuorta, joista toinen on 100 000 ja toinen 200 000 valovuoden etäisyydellä. Molempien paksuus on siis yksi valovuosi. Tällöin uloimman pallon kuoren pinta-ala ja siten myös tilavuus on neljä kertaa niin suuri kuin sisemmän pallon kuoren tilavuus. Jos nyt uskotaan Herschelin havaintoon, että maailmankaikkeudessa likimain samanlaiset tähdet ovat jakaantuneet kaikkialle suunnilleen tasaisesti, niin suuremmissa pallon kuoreissa olevien tähtien määrä on nelinkertainen pienemmän pallon kuoren sisältämään tähtien määrään verrattuna. Tämän seurauksena suuremmasta pallon kuoresta lähtee maapallolla seisovaa tarkkailijaa kohti neljä kertaa enemmän säteilyä kuin puolta lähempänä olevasta sisemmästä pallon kuoresta. Kuitenkin edellä todettiin säteilyn heikentyvän neljäsosaan sen kulkeman matkan kaksinkertaistuessa. Kaiken kaikkiaan kaukaisemman pallon kuoren nelinkertainen säteilyteho ja kaksi kertaa suurempi etäisyys kumoavat toistensa vaikutuksen ja loppujen lopuksi molemmat pallon

kuoret näyttävät Maassa seisoskelevan tarkkailijan silmin yhtä kirkkailta. Varsinainen ongelma syntyy siitä, että Herschelin havaintojen pohjalta maailmankaikkeuden uskottiin olevan äärettömän suuri. Tällöin havaitsemaamme ympäröisi äärettömän monta valovuoden paksuista ja yhtä kirkasta pallon kuorta, jonka seurauksena joka ikisen taivaan kohdan tulisi loistaa äärettömän kirkkaana. Kuitenkaan edes tehokkaimmakaan kaukoputket eivät ole kyenneet havaitsemaan merkittävästi tästä mystisestä galaksienvälisestä "Olbersin valosta".

## Modernia kosmologiaa

Ennen kuin päästään itse asiaan, kerrataan joitakin modernin havaitsevan kosmologian merkittävimpiä tuloksia.

Vaikka galaksit näyttävät aivan meidän läheisyydessämme jakautuneen avaruuteen kovin epätasaisesti, näyttäisi galaksitiheys olevan jokseenkin sama kaikkialla kunhan vain tarkasteluala valitaan senverran suureksi, että paikalliset epäsiisännöllisyydet häviävät pois. Jos maailmankaikkeus sitten on äärettömän suuri, on galaksien lukumäärä rajaton. Kun galaksien liikeistä karsitaan pois paikallisista olosuhteista aiheutuvat häiriöt havaitaan galaksien lähettämässä säteilyssä esiintyvien spektriviivojen siirtyneen kohti spektrin punaista päätä. Tähti Edwin Hubblen havainto tulkitaan yleensä aina siten, että maailmankaikkeus laajenee. Kelaamalla filmiä riittävän kauan taakse päin, noin 15 miljardia vuotta, voidaan maailmankaikkeuden todeta kutistuvan yhteen pisteeseen, jota nykyään kutsutaan alkusingulariteetiksi.

Maailmankaikkeuden laajenemisesta aiheutuu kaksi efektiä, joista molemmat hämmäyttävät galaksien välistä valoa. Koska galaksit avaruuden laajenemisen seurauksena etäännyvät toisistaan niin maailmankaikkeuden tilavuus kasvaa, jolloin valohiukkasten eli fotonien määrä tilavuusyksikköä kohti pienenee. Tämä aiheuttaa suoraan galaksien välisen

valon heikkenemistä. Toisaalta toisistaan etääntyvien galaksien lähettämä säteily "puneustu", joka tarkoittaa fotonien energian pienenemistä ja edelleen "Olbersin valon" himmenemistä.

Valon äärellisestä nopeudesta ja maailmankaikkeuden rajoitetusta iästä johtuen emme voi nähdä noin 15 miljardia valovuotta kauemmaksi tähyillesämme avaruutta kaukoputkillamme. Kauempaa valo ei yksinkertaisesti ole vielä ehtinyt matkata maailmankaikkeuden elinaikana meille saakka. Siten jutun alussa kuvattuja pallon kuoria ei riitä äärettömän kauaksi kuten Olbers ja hänen aikalaisensa kuvittelivat, jolloin emme näekään yhä suurempaa ja suurempaa määrää valonlähteitä katsoessamme yhä syvemmälle ja syvemmälle avaruuteen. Kaiken kaikkiaan tuossa noin 15 miljardin valovuoden läpimittaisessa pallossa on äärellinen määrä galakseja, joten myöskin ylötaivaan kirkkauden tulee olla rajoitettu.

Molemmat tekijät yksinäin, maailmankaikkeuden laajeneminen tai sen äärellinen ikä ja valon rajallinen nopeus, riittävät estämään ylötaivaan hehkumisen mielivaltaisen kirkkaana, mutta kumpi niistä on tärkeämpi?

Laajenemattomassa maailmankaikkeudessa galaksien välisen valon voimakkuuden karkea arviointi on helppoa. Havaintojen perusteella valoa säteilevän aineen tiheys maailmankaikkeudessa on suunnilleen  $2 \cdot 10^{-21}$  g/cm<sup>3</sup>. Keskimääräinen säteilyteho on puolestaan suuruusluokkaa  $2 \cdot 10^{-4}$  W/cm<sup>2</sup>. Maailmankaikkeuden ikä on noin  $15 \cdot 10^9$  vuotta eli  $5 \cdot 10^{17}$  sekuntia. Kertomalla kaikki kolme suuretta keskenään saadaan selville laajenemattoman maailmankaikkeuden keskimääräinen energiatiheys, joka on  $2 \cdot 10^{-21}$  J/cm<sup>3</sup>. Kun energiatiheys kerrotaan valon nopeudella saadaan pinta-alayksiköllä aikayksikössä saapuvan energia määrä, joka siis suoraan kertoo taustataivaan kirkkauden. Kertolasku antaa tulokseksi  $6 \cdot 10^{-11}$  W/cm<sup>2</sup>. Tämän tehon aiheuttama valaistus on hiukan vähemmän kuin

mikä syntyisi jos jokaista neliökaarisekuntia kohden ylötaivaalla loistaisi yksi 24. magnitudin tähti. Ylötaivas olisi siis hyvin pimeä ilman laajenemisen huomioimistakin.

Laajenemisesta aiheutuvien efektien voimakkuuden arviointi vaatii Einsteinin yleisen suhteellisuusteorian ottamista mukaan laskuihin. Koska yleinen suhteellisuusteoria ei aivan suotta ole vaikean teorian maineessa, tulee laskuista varsin mutkikkaita. Koska kaikki yleisen suhteellisuusteorian pohjalta laaditut laajenevaa maailmankaikkeutta kuvaavat mallit sisältävät useita kokeellisesti määrittäviä parametreja, joiden arvoista meillä on osin hyvinkin hatarat tiedot, ei laajenemisesta aiheutuvia tekijöitä kyetä arvioimaan kovinkaan tarkasti. Kaikeksi lopuksi tilannetta mutkistaa se, että erilaisten kosmologisten mallien määrä nousee lähelle 1000, kun otetaan huomioon kaikki esitetyt variaatiot. Kun tarkastelun kohteeksi valitaan ne kosmologiset mallit, jotka tämän päivän tähtitieteellisten havaintojen perusteella tuntuvat järkevilta, on tulos selvä: Ylötaivas on pimeä koska maailmankaikkeus vielä nuori eikä siksi, että se laajee. Laajenemisen huomioiminen pienentää taustataivaan kirkkautta likimain tekijällä kaksi. Magnitudeiksi muutettuna tämä tarkoittaa sitä, että kun laajenemattomassa maailmankaikkeudessa jokaista neliökaarisekuntia kohden taivaalla loimottaisi yksi 24. magnitudin tähti, niin laajenevassa mutta muutoin samanlaisessa maailmankaikkeudessa jokaista neliökaarisekuntia kohti olisikin yksi noin 25. magnitudin tähti. Jokainen tähtiharrastaja, joka on perillä magnitudien luonteesta tietää, että parhaillackaan harrastajakaukoputkilla kyseistä eroa taustataivaan kirkkauksissa ei pystyisi erottamaan käyttipä sitten CCD-kameraa tai ei. Taitaisipa tuon eron löytäminen olla hankalaa ammattilaisten suurimmilakin putkilla.

Kun seuraavan kerran kompuroitte pimeässä ja satutatte luonne niin voitte varsin suurella varmuudella langettaa syyän maailmankaikkeuden keskenkasvuisuuden tiliiin.

VK



# KULJETUKSIA NOSTURIAUTOLLA Keski-Suomen Nosturikuljetus Oy

Lapiotie 3

Puh. 674 600 Fax 281 202

Salminen 949 242 895

Jääskeläinen 949 241 566  
949 647 270

Nieminen 949 338 855

Nosturiauto 949 241 567



# Moderni kosmologia & Einstein, osa 1

Panu Kopppinen ja Reettamajja Janhonen

Maailmankaikkeuden syntyä, rakennetta ja kuolemaa tarkastellaan Einsteinin suhteellisuusteorian näkökulmasta seuraavassa artikkelissa. Artikkelin ilmestyy moniosaisena, vaikka siitä onkin jätetty matemaattiset osiot pois. Artikkelin on alunperin allekirjoittaneiden tutkielma Cygnaeus-lukion suhteellisuusteoria kurssille.

**K**osmologia tutkii maailmankaikkeutta: sen syntyä, kuolemaa ja luonnetta. Kosmologia pyrkii selvittämään, miksi maailmankaikkeus on sellainen, millaisena me sen näemme. Moderni kosmologia syntyi Einsteinin yleisen suhteellisuusteorian kautta, kuitenkin ihmiset ovat aina yrittäneet ottaa selvää maailman luonteesta kehittämällä erilaisia "maailmalleja" eli kosmologioita on ollut olemassa yhtä kauan kuin ihmisenkin. Esimerkkinä näistä malleista voisi mainita Ptolemaiosen mallin, jossa Maa on keskellä; Kuu, Aurinko ja planeetat omilla kehällään sekä tähdet omalla kehällään.

Moderni kosmologia pohjautuu perinteisiin mekaniikan lakeihin, suhteellisuusteoriaan, joihinkin kvanttifysiikan ilmiöihin sekä termodynamiikkaan. Termodynamiikka ennen kaikkea maailmankaikkeuden lopusta ja kvanttimekaniikka taas kuvaa maailmankaikkeuden alkuaikaa, joten ne eivät itse asiassa ole aivan yhtä tärkeitä kuin suhteellisuusteoria ja mekaniikka.

Kosmologian kehitykseen ovat vaikuttaneet monet suuret fyysikot ja matemaatikot: Esimerkiksi dopplerin ilmiötä on käytetään

kohteiden puna- tai sinisiirtymän mittaamiseen, tästä Edwin Hubble päätteli maailmankaikkeuden iän. Heisenbergin epä tarkkuusperiaate selittää maailmankaikkeuden synnyn. Newtonin mekaniikka Einsteinin suhteellisuusteorialla modifioituna kertoo, miten maailmankaikkeus toimii. Nykyaikamme suuri tiedemies, Stephen Hawking, kehittää jatkuvasti omia visioitaan, jotka käytännössä pohjautuvat edellisiin teorioihin.

## Einsteinin teorioita

Einstein jaottelee voimat neljään eri ryhmään: vahva vuorovaikutus, heikko vuorovaikutus, sähkömagneettinen säteily ja gravitaatio, jota ei oikeastaan voi pitää voimana.

Gravitaatio ei ole suhteellisuusteorian mukaan voima, vaan aika-avaruuden kaareutumisen johtuva ilmiö. Jokainen massallinen kappale kaareuttaa aika-avaruutta omalla tavallaan. Myös valo näyttää kaareutuvan massallisen kappaleen lähellä, tämä johtuu siitä, että valolle lyhin reitti ei välttämättä ole suora.

Ajan ja avaruuden yhdistäminen on myöskin Einsteinin ideoita: mitä enemmän kappale



matkustaa avaruudessa, sitä vähemmän sen aikaa kuluu. Kun nopeus lähestyy valonnopeutta, silloin ajan kulku menee lähes nolnaan. Aika on siis tavallaan neljäs ulottuvuus.

Myös maailmankaikkeuden kriittisen tiheyden ongelma tuli Einsteinin suhteellisuusteorian ja sen kenttäyhtälöiden myötä tutuksi. Einstein huomasi, että maailmankaikkeuden ikä ja kohtalo riippuu sen tiheydestä.

## Maailmankaikkeuden alku

Alkuräjähdystä voidaan selvittää tarkastelemalla alkuräjähdyksen jälkeisiä hetkiä, mutta on olemassa raja, jota edeltävältä ajalta emme voi tietää yhtään mitään. Tämä aika on  $10^{-42}$  sekuntia. Tuolla ajanhetkellä epäillään gravitaatioeronneen muista vuorovaikutuksista. Seuraava tärkeä tapahtuma maailmankaikkeuden "elämässä" oli inflaatio  $10^{-35}$  sekuntia alkuräjähdyksen jälkeen.

Inflaatiolla tarkoitetaan ilmiötä, jonka aikana maailmankaikkeus laajeni nopeammin kuin mitä pidetään normaalitilassa mahdollisena. Tätä sanotaan inflatoriksi laajenemiseksi. Samalla muista vuorovaikutuksista erosi vahva ydinvoima. Inflaatio aiheutui vahvan ydinvoiman erkanemisestä vapautuneesta energiasta. Maailmankaikkeus laajeni  $10^{34}$  sekunnin välein, kunnes sen koko oli  $10^{22}$  kertaa alkuperäinen maailmankaikkeuden koko. Meidän omassa maailmassamme tämä vastaisi kvarkin laajenemista miljoona kertaa nykyisen maailmankaikkeuden kokoiseksi. Inflaatio selittää sen, että maailmankaikkeudessa suuressa mittakaavassa aine on jakautunut tasaisesti. Koska laajeneminen oli valtavan nopeaa, aineen jakautuminen oli ennen sitä tasaantunut suuressa mittakaavassa, mutta pienessä mittakaavassa ei, tämä johtuu heisenbergin epätarkkuusperiaatteesta. Tavaltaan meidän maailmankaikkeutemme on hyvin pieni piste supermaailmankaikkeuden pinnalla, mutta poiketen omasta maailmankaikkeudestamme, supermaailmankaikkeudesta ei voi erottaa tiheyseroja. Laajenemisessa

hyvin pienet erot moninkertaistuivat ja mahdollistivat mm. galaksien synnyn. Jotkut inflaatioteoriat ovat sitä mieltä, että laajenemisen joissain supermaailmankaikkeuden osissa olisi voinut kulkea eri nopeudella, lämpötilat, aineitiheydet ja jopa ulottuvuuksien määrä voisi vaihdella eri alueilla.

$10^{11}$  sekuntia alkuräjähdyksen jälkeen viimeisinä vuorovaikutuksina toisistaan erosivat sähkömagneettinen ja heikko vuorovaikutus. Hieman tämän jälkeen (ajan hetkellä  $10^6$  sekuntia) syntyivät kvarkit, toistaiseksi havaituista aineen osasista alkeellisimmat. Maailmankaikkeus oli kvarkkipuuroa. Tätä olomuotoa ei nykyään pystytä tuottamaan sen vaatiman suunnattoman energiamäärän vuoksi. Tämän jälkeen alkoi syntyä protoneita ja neutroneita.

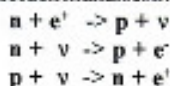
## Alun jälkeen

Ajanhetkellä 0.01 sekuntia ja lämpötilan laskiessa  $10^{11}$  kelviniin protoneita ja neutroneita ei enää syntynyt, vaan elektroneja, positroneja, neutriinoja, ym. kevyitä hiukkasia syntyi ja annihiloitui, näin ollen ne olivat maailmankaikkeuden valtalaji. Elektronien ja positronien annihiloituessa syntyi sähkömagneettista säteilyä ja tästä taas materiaa: elektroni-positronipareja:

$2\gamma \rightarrow e^+e^-$  ja  $e^+e^- \rightarrow 2\gamma$ . Samat yhtälöt pätevät muunneltuina myös muille leptoneille.

Tässä vaiheessa protoneja ja neutroneja on suunnilleen yhtä paljon ja maailmankaikkeuden ympäröimä on muutamia valovuosia, mikäli se on äärellinen.

Ajanhetkellä 0.11 sekuntia ja lämpötilan ollessa  $3 \times 10^{10}$  kelviniä uusien hiukkasten syntyminen loppuu hitaasti, samalla myös neutronien lukumäärä vähenee suhteessa protoneihin; neutronit reagoivat jatkuvasti reaktioyhtälöiden mukaisesti:

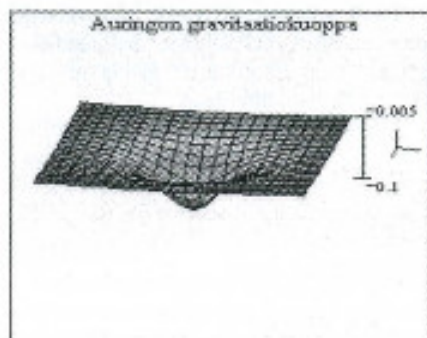




Näistä reaktioista kaksi jälkimmäistä vaatii energiaa, näin ollen protoneita syntyy neutroneista, mutta neutronien synty taas vähenee, sillä hetkellä protoneja on 62% ja neutroneita 38%.

Ajanhetkellä 1.09 sekuntia lämpötilan ollessa  $10^{10}$  kelviniä tiheys on laskenut tarpeeksi alhaiseksi, jotta neutriinot ja antineutriinot törmäilisivät mihinkään hiukkasiin. Tästä eteenpäin ne voidaan jättää täysin huomioita, paitsi laskettaessa maailmankaikkeuden massaa. Tuona aikakautena syntyneet neutriinot liikkuvat hyvin lähellä valonnopeutta ja niiden oletetaan muodostavan suuren osan maailmankaikkeuden puuttavasta massasta. Tuolla ajanhetkellä ollaan myöskin hyvin lähellä elektronien kynnyslämpötilaa ja näin ollen elektronit ja positronit tuhoavat toisiaan nopeammin kuin niitä ehtii muodostumaan. Tässä vaiheessa protoneja on 76% ja neutroneja 24%.

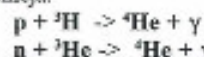
Ajanhetkellä 13.8 sekuntia lämpötilan ollessa  $3 \cdot 10^9$  ollaan elektronien kynnyslämpötilan alapuolella ja elektronit sekä positronit aloittavat toistensa villin tuhoamisen. Positronien (antimaterian) täydellinen tuhoutuminen ja elektronien "voitto" johtuu siitä, että positroneja kului ja elektroneja syntyi neutronien hajotessa (katso kaavat edellisellä sivulla). Elektronien ja positronien annihilaatiossa vapautuu valtavasti energiaa, joka hidastaa



maailmankaikkeuden viilentymistä. Tässä vaiheessa neutriinot eivät saa energiaa, vaan ovat noin 8 % muita maailmankaikkeutta viilempiä. Tässä lämpötilassa muodostuu hyvin lyhytikäisiä deuterium-ytimiä. Neutronien määrä laskee 17%:iin ja protonien suhteellinen osuus nousee 83%:iin.

Ajanhetkellä 3 min 2 sekuntia lämpötilan ollessa  $10^9$  kelviniä maailma oli riittävän viileä tritium-ytimien syntymiseen, mutta niiden syntyminen oli silti harvinaista. Deuterium-ytimet hajosivat näin korkeassa lämpötilassa vielä liian nopeasti, jotta mitään raskaampaa olisi ehtinyt syntyä suuria määriä. Neutronien määrä oli 14 % ja protonien 86 %.

Ajanhetkellä n. 4 minuuttia lämpötilan pudotessa n.  $0.9 \cdot 10^9$  kelviniin helium-ytimien valmistuminen alkoi ja deuterium-ytimistä tuli stabiileja.



Tämä prosessi oli tärkeä neutronien kannalta, koska ne pystyivät sitoutumaan ytimiin eivätkä jatkaaneet hajoamistaan.

Ajanhetkellä 700 000 vuotta, lämpötila on enää vain 3000 kelviniä ja atomit syntyvät vidoinkin. Aikaisemmin, ajanhetkellä 35 minuuttia ydinreaktiot päättyivät ja vedyn ja heliumin suhdeluvut ovat pysyneet melko lailla samoina siitä lähtien. Kun materia sitoutui atomeiksi, tuli siitä fotoneille tavallaan näkymätöntä. Tuolloin olemassa oleva fotonit eivät enää sen jälkeen ole suuressa mitakaavassa törmäilleet aineeseen ja maailmankaikkeuden laajentuessa ne ovat menettäneet energiaansa. Nämä fotonit muodostavat maailmankaikkeuteen taasein 3 K:n taustasäteilyn, jonka säteilyjakauma vastaa miltei täysin mustan kappaleen (ideaalisäteilyjän) säteilyjakamaa.

Mistä sitten alkuräjähdyks sai alkunsa? Jos maailmankaikkeutta ajatellaan säilymislakien perusteella, synty saattaa vaikuttaa täysin mahdolliselta. Yhtenä syynä tähän ehdote- taankin, että aine ja energia olisivat olleet jo



valmiiksi olemassa, mutta maailmankaikkeus olisi luhistunut ja laajentunut vuorotellen ikuisesti. Alkuräjähdyksen synnyn selvittämisessä on otettava huomioon erä kvanttimekanikan kummallisuus: tyhjiö ei ole tyhjiö vaan "täysiö"! Kvanttimekaaninen tyhjiö on täynnä energiaa. Tästä tyhjiöstä voi Heisenbergin epätarkkuusperiaatteen mukaan syntyä energiasta materiaa. Tämä materian synty voi puolestaan aiheuttaa alkuräjähdyksen. Tyhjiöenergiaa on myös tarjottu selittämään maailmankaikkeuden puuttuvaa massaa. Inertiaa on myös yritetty selittää sillä, että tyhjiössä syntyvät virtuaalihiukkaset aiheuttavat magneettikentän, jos näin todella on, inertia on mahdollista teoriassa poistaa.

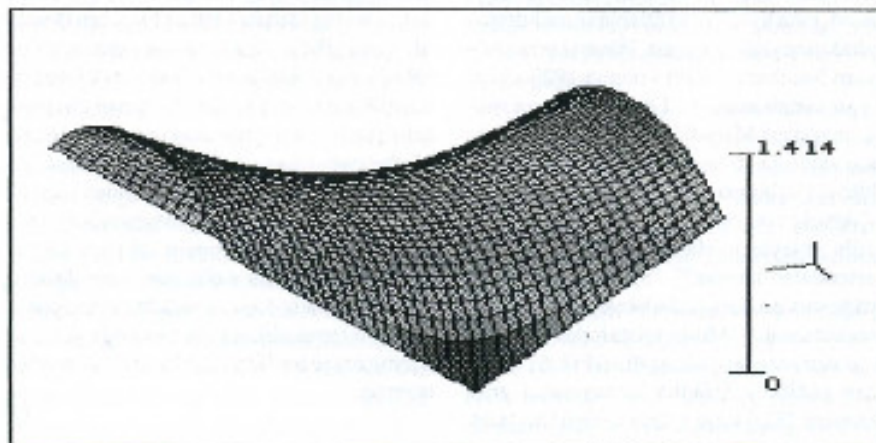
## Gravitaatio

Maailmankaikkeutta voidaan kuvata kumikalvomallilla, johon massalliset kappaleet tekevät kuoppia. Kuoppien koko riippuu massan suuruudesta: esimerkiksi sinä et tee suurtakaan kuoppaa aika-avaruuteen, mutta auringon vaikutus on huomattavasti

suurempi aika-avaruuden kaareutumiseen. Tämä aika-avaruuden kaareutuminen kaareuttaa myös gravitaatiokeskittymän ohi kulkevan valoa. Tätä ilmiötä sanotaan gravitaatiolinssiefektiksi, todisteita tällaisista gravitaatiolinnsseistä on havaittakin, esimerkiksi Einsteinin risti ja muitakin kvasaareja, joiden kuva maasta katsottuna on moninkertainen välissä olevan massiivisen galaksin vuoksi. Gravitaatiolinssit johtuvat siitä, että valon suoraviivainen kulku ei olekaan suoraviivaista. Vaan valonsäteelle lyhin matka on tällaisen gravitaatiokuopan reunaan pitkin, ei sen pohjaa pitkin. Tämän näemme valon kaareutumisena gravitaatiokentässä. Koska massa kaareuttaa avaruutta, vaikuttaa maailmankaikkeuden massa sen muotoon: maailmankaikkeus voi olla pallo, ääretön taso tai ääretön satulapinta.

Kun olemme nyt käsitelleet maailmankaikkeuden syntymän ja gravitaation, on hyvä jatkaa seuraavassa VK:ssa mustista aukoista sekä maailmankaikkeuden iän määrittämisestä ja kuolemasta. Joten jatkoa artikkeliin seuraa VK 1/97:ssä.

VK



**1.414**

*Maailmankaikkeuden malli riippuu sen tiheydestä. Maailmankaikkeus voi tiheydestä riippuen olla pallopinta, ääretön taso tai ääretön satulapinta. Kuva: Panu Koppinen ja Reettamajja Janhonen.*

# Marconi ja me

Jalo Ojanperä

**V**ierne vuonna tuli kuluneeksi sata vuotta italialaisen fyysikon ja keksijän Guglielmo Marconin ensimmäisen langattoman lähettimen kehittämisestä. Vuonna 1896 hän ehähti ensimmäisenä myös patentoida radion langattomana viestintävälineenä. Tänä vuonna voi, edellisestä tapauksesta johtuen, myös Suomen yleisradio viettää 70-vuotispiiviiään radioaalloilla. Näiden suurten ja merkittävien tapausten kunniaksi otamme pari kiinnostavaa "tuikahdusta" norjalaisen kirjailijan Sverre S. Amundsenin kirjasta, Italialaispoika, langattoman keksijä, WSOY 1939.- Suom. Väinö Jaakkola.

Ei tarvitse ihmetellä, että monet ihmiset alkoivat uskoa, että Marconi oli todellakin taikuri, joka kykeni suorittamaan mahdottomaltakin näyttävii asioita. Hänen kerran tullessaan Southamptoniin vuonna 1920 kysyi eräs sanomalehtimies: "Oletteko ottanut vastaan merkkejä Mars-tähdestä?" "En. Toistaiseksi minulla on enemmän kuin tarpeeksi tehtäviä täällä maan päällä."

"Arveletteko mahdolliseksi päästä radion avulla yhteyteen Marsin tai jonkun muun kiertotähdän kanssa?" "Siitä en voi sanoa mitään varmaa. En uskalla lainkaan väittää sitä mahdottomaksi. Mutta toistaiseksi minulla on, kuten sanottu, yllin kyllin tehtävää täällä maan päällä."- Toisella kertaa sanoi eräs lehtimies: "Kirjailija Arthur Conan Doyle on

sanonut otaksuvansa, että langatonta voidaan käyttää yhteyden aikaansaamiseksi ihmisten ja henkimaailman välille. Mitä arvelette siitä?" Keksijä ajatteli hetkisen. Sitten hän sanoi, pienoinen hymyhäive huulillaan: "Arvelen, että se vaatisi aivan liian suuren aallonpituuden!"

Marconin keksintö oli mukana myös Chicagon maailmannäyttelyn avajaisissa 1933. Siellä näet Capella-tähti syytti valot! Maailman vanhinta kaukoputkea (vuodelta 1609) käytettiin tähdestä tulevien valonsäteiden kokoojana.

Tiedemiehet voivat kertoa noiden säteiden lähteneen pitkälle markalleen kuuluisan italialaisen Galileo Galilein aikana- 300 vuotta sitten. Nyt ne otettiin vastaan Firenzen lähellä olevassa tähtitornissa, muodostettiin valosähkökennon avulla sähköksi, jota käytettiin lähettämään radiomerkki "S" maapallon toiselle puolel ja syyttämään valot maailmannäyttelyssä- tuhansien kilometrien päässä Italiasta! Siten kytkettiin yhteen kahden kuuluisan italialaisen, Galileon ja Marconin nimet.

Mikä merkitys Marconin keksinnöllä onkaan jokapäiväisessä elämässämme tänään, niin tiedonvälityksessä, viihdeteollisuudessa, avaruustekniikassa ja tieteessä yleensä huomaamme sen liittyvän lähes kaikkeen mitä teemme.

YK

# Hale-Bopp lähestyy

Arto Oksanen

On kulunut jo liki kaksi vuotta tämän kovasti odotetun komeetan löytymisestä ja vasta nyt se alkaa näkyä kunnollisesti meidän pohjoisilla leveysasteilla. Mutta kuinka tästä eteenpäin - saammeko ihailia Hyakytaken veroista pyrstötähteä vaiko jotain vielä komeampaa?

**K**un yhdysvaltalaiset tähtiharrastaja Thoma Bopp ja tähtitieteilijä Alan Hale löysivät komeetan heinäkuun lopussa 1995, ei vielä tiedetty kuinka epätavallisesta kohteesta oli kysymys. Kun komeetan rata saatiin määriteltyä voitiin ihmetellä kuinka komeetta voi näkyä niin kaukaa. Se oli löytöhetkellään kauempana kuin yksikään komeetta sitä ennen, reilusti Saturnuksen radan takana. Lähestyessään Aurinkokunnan sisäosia komeetta on kirkastunut odotusten mukaisesti ja se saavuttaa 0 magnitudin kirkkauden maaliskuun loppuun mennessä.

Komeetta oli löytöhetkellä Jousimiehen tähdistössä ja näkymättömissä täältä Suomesta. Pikkuhiljaa komeetta on kuitenkin kivunnut korkeammalle Käärmeen, Käärmeenkantajan ja Kilven Tähdistöjen kautta Kotkan Altair-tähden lähetyville. Tammikuussa se etenee Altairin pohjoispuolelle ja siitä edelleen Joutsenen tähdistöön. Joutsenen siiven se ylittää helmikuun viimeisinä päivinä ja siirtyy Sisiliskon tähtikuvioon. Maaliskuussa kun se on kirkkaimmillaan ja lähimmillään

Maata se kulkee Andromedan pohjoisosissa.

Rata kulkee meitä pohjoisen asukkaita suosien. Kun Hale-Bopp on kirkkaimmillaan se on täällä aina horisontin yläpuolella ja näkyvissä siis koko pimeän ajan. Tosin se on keskiyöllä melko matalalla pohjoisessa, mutta varsinkin aamutaivaalla se on erittäin hyvin havaittavissa.

Tammikuussa Hale-Bopp löytyy parhaiten aamulla ennen auringonnousua. Se on kahdeksan aikaan aamulla kutakuinkin idässä noin 20 asteen korkeudella. Iltahämärässäkin sen voi kiikareilla bongata matalalta länsiluoteesta. Komeetan kirkkaus on tällöin noin 3 magnitudia.

Helmikuussa komeetta on kivunnut jo korkeammalle ja kuun lopussa se ei enää nouse eikä laske vaan pysyttelee koko ajan horisontin yläpuolella. Edelleenkin Hale-Bopp on paremmin näkyvissä aamutaivaalla. Kirkkauden pitäisi olla nyt noin 2 magnitudia.

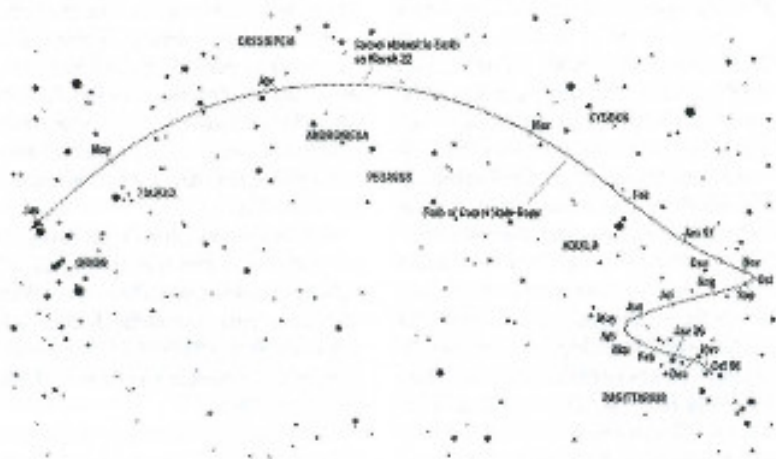
Maaliskuun kuluessa komeetasta pitäisi kehittyä oikea pyrstötähti. Pyrstö on paljon lyhyempi kuin mitä Hyakutakella, mutta myös



paljon kirkkaampi. Parhaimmillaan se on kii-  
kareilla tai kaukoputkella katsottuna, eikä sen  
pitäisi olla niin arka valosaasteellekaan kuin  
edeltäjänsä. Nyt se on myös iltataivaalla koh-  
talaisen korkealla. Maaliskuun 22. päivä komeetta on lähinnä Maata, tosin ei kovinkaan  
lähellä vaan yli 1.3 tähtitieteellisen yksikön  
päässä. Mutta suuresta koostaan johtuen  
komeetta on kirkas kohde näinkin etäältä, sen  
pitäisi saavuttaa 0 magnitudia kuun lopussa.

Huhtikuun alussa komeetta on lähinnä  
Aurinkoa ja sen pyrstö on pisimmillään. Kuun  
kuluessa se kääntää pyrstönsä myös parem-  
min näkyviin ja iltataivaalla pitäisi olla komea  
näky heti hämärin laskeuduttua.

Nyt on aika kaivaa kiikarit ja kaukoputket  
esiin ja mennä tarkkailemaan komeettaa. Se  
tarjoo seurattavaa koko kevääksi, eikä näin  
komeita pyrstötähtiä montakaan vuosituhannessa nähdä. Kaikenlaiset havainnot ja  
havaintokertomukset ovat tervetulleita leh-  
teemme, julkaisemme niitä vuoden mittaan.  
Sirius järjestää useita havaintoretkeä komec-  
tan merkeissä. Varmasti ainakin Nyröliän,  
mutta tarpeen mukaan muillekin hyvillä ha-  
vaintopaikoille. Lisätietoja jäseniltoista ja  
Sepänauktion toimilasta maanantai-iltais.



*Kartta komeetta Hale-Boppin radasta.*

### Ephemeris for Comet C/1995 O1 (Hale-Bopp)

Date (UT)	R.A. J2000	Dec.	Delta r	Mag
1997 Jan 3	18 45 29	+05 15 37	2.531 1.728	3.7
1997 Jan 8	18 53 21	+06 35 01	2.449 1.664	3.6
1997 Jan 13	19 01 45	+08 03 48	2.363 1.602	3.4
1997 Jan 18	19 10 47	+09 43 08	2.273 1.539	3.2
1997 Jan 23	19 20 33	+11 34 18	2.179 1.477	3.0
1997 Jan 28	19 31 13	+13 38 41	2.083 1.416	2.8
1997 Feb 2	19 42 59	+15 57 50	1.985 1.356	2.6
1997 Feb 7	19 56 07	+18 33 13	1.886 1.297	2.4
1997 Feb 12	20 10 58	+21 26 05	1.788 1.240	2.2
1997 Feb 17	20 28 00	+24 36 55	1.693 1.186	1.9
1997 Feb 22	20 47 51	+28 04 48	1.602 1.134	1.7
1997 Feb 27	21 11 21	+31 46 19	1.519 1.086	1.5
1997 Mar 4	21 39 27	+35 33 52	1.447 1.042	1.3
1997 Mar 9	22 13 13	+39 13 57	1.387 1.003	1.1
1997 Mar 14	22 53 17	+42 26 04	1.344 0.970	0.9
1997 Mar 19	23 39 19	+44 44 57	1.320 0.944	0.8
1997 Mar 24	00 29 09	+45 47 56	1.316 0.926	0.8
1997 Mar 29	01 19 06	+45 25 14	1.332 0.916	0.8
1997 Apr 3	02 05 21	+43 44 59	1.367 0.915	0.8
1997 Apr 8	02 45 39	+41 08 12	1.418 0.922	0.9
1997 Apr 13	03 19 30	+37 58 32	1.482 0.938	1.1
1997 Apr 18	03 47 33	+34 35 16	1.555 0.962	1.2
1997 Apr 23	04 10 53	+31 11 16	1.635 0.994	1.4
1997 Apr 28	04 30 31	+27 53 54	1.719 1.031	1.6
1997 May 3	04 47 18	+24 46 44	1.804 1.074	1.8
1997 May 8	05 01 56	+21 50 56	1.890 1.121	2.0
1997 May 13	05 14 53	+19 06 19	1.975 1.172	2.2
1997 May 18	05 26 33	+16 32 00	2.057 1.226	2.4
1997 May 23	05 37 11	+14 06 52	2.137 1.282	2.6
1997 May 28	05 47 01	+11 49 39	2.214 1.340	2.8

Date = päivämäärä

R.A. = rektaskensio

Dec = deklinaatio

Delta = etäisyys maahan (AU)

r = etäisyys Aurinkoon (AU)

Mag = Magnitudi

**Rataelementit:**

Epoch 2450520.500 = 1997 Mar 13.00

e 0.995095916

q 0.914101515

Tp 2450539.634 = 1997 Apr 1.135

Node 282.4706903

w 130.5909135

i 89.4294098

e: Eccentricity

q: Perihelion passage distance (AU)

Node: Longitude of the ascending node  
(deg.)

w: Argument of perihelion (deg.)

i: Inclination (deg.)

Tp: Perihelion passage time (TDB)

VK

# Siriuksen elokuvaillat!!!

Jyväskylän Sirius tarjoaa jäsenilleen mahdollisuuden nähdä avaruusdokumenteja joka kuukauden kolmas torstai Sepänaukion vapaa-aikakeskuksen toisessa kerroksessa, JEE (Jyväskylän Elävä Elokuva) ry:n tiloissa klo 18. Käytössä on pienikokoinen elokuvateatteri ja leffat ajetaan videotykillä!

Näytännöt ovat ilmaisia ja tarkoitettu Siriuksen jäsenille!

Lisätietoja: Mika Venäläinen,  
puh. 040 - 5148134,  
sähköposti: [mika.venalainen@solutions.fi](mailto:mika.venalainen@solutions.fi)

# Toimitila uteliaille avoinna maanantaisin

Jyväskylän Siriuksen toimitila Sepänaukion vapaa-aikakeskuksessa, Kyllikinkatu 1:ssä, on auki joka maanantai klo 18 - 20

Toimitilassa on siriuksella oma kirjasto, jossa voi tutustua tähtitieteelliseen materiaaliin, kuten kirjoihin, lehtiin ja jopa muiden tekemiin havaintoihin

Toimitilassa on maanantaisin myös Siriuksen aktiiviväkeä paikalla, jolta voi kysyä vastauksia ongelmiin tai muuten vain jutella harrastuksesta.

Lisätietoja Arto Oksanen,  
puh. 014 - 373 1250,  
s ä h k ö p o s t i :  
arto.oksanen@tietogroup.com



# Päivyri

Panu Koppinen

## Tammikuu

Taas on vuosi vaihtunut ja elotään vuotta 1997. Vuosi alkaa varsin lupaavasti ainakin aurinkokunnan kohteiden osalta, sillä tammikuussa on näkyvissä Mars, Saturnus ja komeetta Hale-Bopp.

- 2.1. Kvadrantidit-meteoriittiparven maksimi yöllä.
- 9.1. **Siriuksen jäseniltä klo 19, aiheena sukkulalentoideo.** Uusi kuu klo 6.26.
- 13.1. Saturnus on lähellä kuuta 13. ja 14. päivän illalla.
- 15.1. Puolikuu klo 22.02.
- 16.1. **Siriuksen elokuvailta klo 18.**
- 17.1. Neptunuksen konjunktio.
- 19.1. Jupiter on konjuktiossa.
- 23.1. Täysikuu klo 17.11, täysikuun öinä kuu nousee Etelä-Suomessa yli 40 asteen korkeuteen.
- 24.1. Uranus on konjuktiossa. Merkuriuksen suurin läntinen elongaatio.
- 31.1. Puolikuu klo 21.40.

## Helmikuu

Helmikuussa Mars nousee klo 22 idästä ja on etelässä kuun puolivälissä kello 3. Komeetta Hale-Bopp siirtyy helmikuun aikana nuolen tähdistöstä Joutseneen. Komeetta alkaa näkyä helmikuun aikana yhä paremmin. Tosin planeettarintamalla on hiljaisempaa kuin tammikuussa.

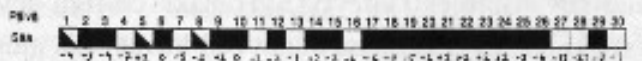
- 7.2. Uusikuu klo 17.06.
- 13.2. **Siriuksen jäseniltä, Leo Wikholm esitelmöi avaruuslentoista.**
- 14.2. Puolikuu kello 10.57.
- 20.2. **Siriuksen elokuvailta klo 18.**
- 22.2. Täysikuu klo 12.27.



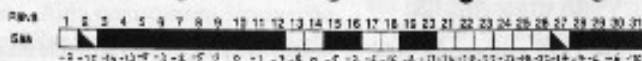
# Kelit

Jalo Ojanperä

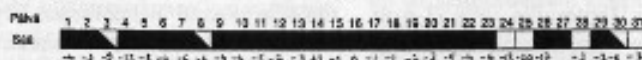
Marrasku 1995



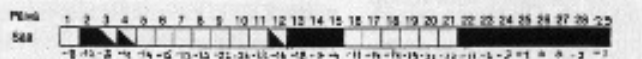
Jouluku 1995



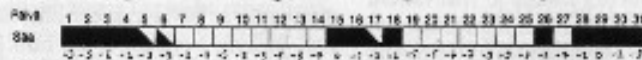
Tammikuu 1996



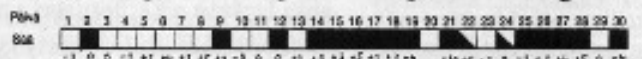
Helmikuu 1996



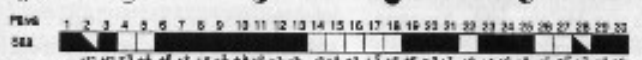
Maaliskuu 1996



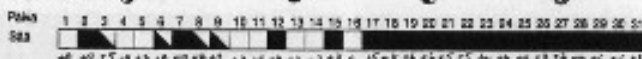
Huhtikuu 1996



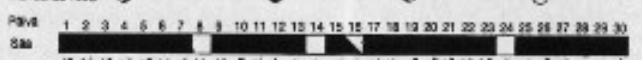
Syyskuu 1996



Lothakuu 1996



Marraskuu 1996



# Siriukselle oma ccd-romppu

Marko Moilanen

Jyväskylän ccd-kuvausprojekti kiteytyi nyt omaksi cd-rom -levyksi, johon on koottu kaikki Jyväskylässä otetut ccd-kuvat sekä muuta aiheeseen liittyvää materiaalia.

Vuosina 1994-1996 saimme käyttää Olympus ry:n st6-ccd-kameraa Jyväskylän tähtitornilla. 1994 ST-6 oli markkinoiden paras harrastajakäyttöön saatava ccd-kamera, jonka silloinen hinta oli pyörästyttävät 25000mk. Oli täysin selvää ettei köyhillä tähtiyhdistyksillä ollut varaa ostaa laitetta omaksi. Kameran omisti Mikrolin toimitusjohtaja Pentti Haka.

Tuohon aikaan ei laitteelle vielä ollut löytynyt mielekkästä käyttöä (muistaakseni se seisoi jossain autotallissa pölyä keräämässä). Kuulin me asiasta ja otimme Penttiin yhteyttä. Hän lupasikin lainata laitetta ja kävimme hakemassa sen porukalla Helsingistä. Ainoana ehtona oli riittävän laitevakuutuksen ottaminen mahdollisten vahinkojen varalta. Tämä oli vähintäänkin kohtuullista laitteen arvon huomioon ottaen. Saatuamme kameran turvallisesti Jyväskylään alkoivat muut ongelmat. Tähtitornilla piti tehdä mitä erilaisempia viritelmiä tarvittavien tiedonsiirtoyhteyksien luomiseksi kaukoputken, kameran ja tietokoneen välille. Tornille hankittiin mm. käytetty 386-tietokone vanhemman ohjaustietokoneen seuraksi kameraa ohjaamaan. Kaikki saatiin valmiiksi yllättävän nopeasti, kiitos Siriuksen elektroniikkaa taitavien henkilöiden. Aluksi kuvaus oli lähinnä kokeilumielistä jolla pyrittiin selvittämään ccd:n käyttömahdollisuuksia

harrastajakäytössä (taisi olla ensimmäisiä kertoja Suomessa, kun muillekin kuin ammattilaisille avautui mahdollisuus käyttää tätä uutta tekniikkaa havaintotoiminnassa).

Kuvia ei tietenkään syntynyt aivan ongelmitta. Kaikki kuvankäsittelyyn, tarkennukseen ja kameranohjaukseen liittyvät asiat piti opetella aivan alusta pitäen. Uutena tulivat mm. kameran jäähdytykseen liittyvät pulmat, flat- ja dark korjauskuvien otto ja niiden merkitys kuvien onnistumiselle sekä ccd:n tarkennus kaukoputken läpi. Muutaman illan opetteluun jälkeen alkoi tuloksia syntyä. Näkymät saivat silloin ainakin osan porukasta haukkomaan henkeään. Jopa 14 magnitudin galakseista erottui kierteishaaroja jo viiden minuutin valotusajalla vaikka täysikuu paistoi! Tähtien rajamagnitudi oli selvästi 16 paremmalla puolella. Tulos joka normaaleja menetelmiä käyttäen vaatisi ihanteelliset olosuhteet, tunnin luokkaa olevat valotusajat ja huomattavasti suuremman kaukoputken. Kuvien jatkokäsittely kotona vielä paransi tilannetta entisestään.

Kahden vuoden aikana, jolloin kamera oli meillä lainassa, kuvia kertyi melkoinen määrä. Noin 300 raakakuvaa jotka haukkasivat kiintolevyltä tilaa 65 megaa. Nämä otettiin n 70 selkeänä yönä siriuksen tähtitornilla, jossa kuvausta jatkettiin useimmiten aamuun asti.

Koska kyseessä oli ccd-kamera en ollut kovinkaan tarkka vallitsevasta säätilasta ja tästä johtuen osa kuvista otettiin hyvinkin huonoissa olosuhteissa (täysikuu, pakkasutua, pilviä.) eli kuvaus oli mahdollista myös silloin kun visuaalihavaintoja ei voinut ajatellakaan.

## Levyn valmistamisesta

Tarve tämän rompun valmistamiseen syntyi käytännöllisyys- ja turvallisuussyistä. Kuvausten aikana 1995-1996 minulla ei ollut omaa tietokonetta käytössäni vaan jouduin käyttämään Siriuksen toimitilalla olevaa vanhaa 486:sta. Aina onnistuneen kuvausyön jälkeen kopioin tornin koneelta kuvat levykeille ja siirsin ne toimitilan koneeseen. Tämä oli pakollista, sillä tornin koneelle ei mahtunut kuin yhden yön kuvausmaalikerrallaan joutuksen säälittävän pienestä kovalevystä ja yrityksistä huolimatta emme pystyneet poistamaan siltä mitään ylimääräistä. 1996 syksyllä datakorppuja oli kertynyt siinä kuusi pakettia. Samoihin aikoihin sain käyttööni oman tietokoneen ja myös toimitilan vanhentunut 486 päivitettiin nopeammaksi. Tässä vaiheessa oli tapahtua katastrofi. Olin siirtänyt paria päivää ennen koneiden päivitystä kaikki kuvat korpuilla omaan koneeseen ja niitä katsellessa huomasin että ainakin seitsemän kuvausyön kohteet puuttuvat. Käväisin kopsaamassa nämä mystisellä tavalla hävinneet tie-

dostot uudelleen jotka löytyivätkin kovalevyltä mutta niitä ei ollut varmuuskopioina pitämilläni korpuilla. Olisiko levykkeiden lainaajat olleet asialla? Päivityksen yhteydessä toimitilan koneen kovalevyltä tuhoutui kaikki tieto. Kylmät väreet käväisivät selkänahassani. Entä jos sama tapahtuisi omassa koneessani, korppuvarmistuksista huolimatta. Lisäksi asiaa edesauttoi mahdollisuus siirtää kuvia muillekin asiasta kiinnostuneille. On huomattavasti helpompaa kantaa yhtä cd-romppua taskussaan kuin muovikassillista korppuja joiden tiedonsäilytyskykykään ei ole sieltä parhaasta päästä.

Loppusyksystä aloin naputtelemaan kohteiden datatiedostoja. Tässä oli ehkä koko levyn valmistamisen suurin urakka. Noin kolmestasadasta kohteesta täytyi kirjoittaa tarvittavat tiedot jotta muutkin kuin kuvaaja tietäisi mitä kyseinen kuva pitää sisällään. Raakakuvat piti myös käsitellä valmiiksi, sillä se helpotti niiden tutkimista jälkikäteen huomattavasti. Jokaisen kuvan käsittelyssä ja formaatin muuttamisessa gif-muotoon meni noin kymmenen minuuttia ja niitä oli n. 300... Viime lehdessä mainitsin internet-osoitteen jossa on aika suuri osa näistä kuvista "käsiteltyinä". Jokainen, joka on näitä vilkaissut on varmasti huomannut että ne ovat kohinaisia, epätarkkoja jne... Tämä johtui silloisen laitteiston vaatimattomuudesta. Tällä levyllä tuo



*Ylläolevat kuvat on otettu ST-6-ccd-kameralla, kuvassa on Pöllösumu, M97. Vasemman puoleinen kuva on käsittelemätön ja oikeanpuoleinen käsitely.*

asia on korjattu. Kuvankäsittelystä ei tässä tämän enempää. Esimerkiksi kuitenkin kuva messier97:sta ja siitä miten ratkaiseva merkitys kuvankäsittelyllä on kohteen ulkonäölle. Kuva1 on käsittelemätön raakakuva ja kuva2 hyvin käsitelty, valmis kuva. Asiasta kiinnostuneille olen koonnut rompulle useita artikkeleita kys. aiheesta.

Saatuani kaikki valmiiksi katsoin hakemistojen tilantarvetta joka oli kaikkineen noin 95 megaa. Cd-rompullchan mahtuu reippaasti yli 600 megaa tietoa ja ccd-kuvat veisivät vain kuudesosan tuosta. Niinpä päähäni palkkähti ajatus muun materiaalin liittämisestä rompulle. Parinkymmenen tunnin internet- surffailun jälkeen ja 50 megaa kovalevytilaa köyhempänä minulla oli koossa miltei kaikki hubblen kotisivuilta löytyneet kuvat, niiden tekstitiedostot ja animaatiot sekä shoemaker-levy komeetan kuvia tekstitiedostoineen sen törmätyssä jupiteriin 1994. Liitettyäni nämä kukin omaan hakemistoonsa pakkasin koko rompun materiaalin 96 korpulle(1). Tämä siksi, koska en saanut käyttööni siirrettävää kovalevyä enkä uskaltanut alkaa irrottaa ainoaa alkuperäistä materiaalia sisältävää kovoa. Vein sitten nämä korput Jonne Itkoselle joka poltti niistä valmiin cd-rom levyn. Kaikkiaan koko urakkaan meni noin kuukausi.

## Levyn sisällöstä

Romppu jakaantuu kuuteen päähakemistoon:

-JUPITER-hakemisto sisältää vuonna 1994 Jupiteriin törmänneen Shoemaker-Levy komeetan kuvia noin kolmeltäkymmeneltä observatoriolta sekä jokaisen kuvan tarkemman tekstitiedoston. Kaikki nämä kuvat ovat gif-formaatissa. Lisäksi mukana on muutama mpeg- otos kys. aiheesta

-MUUTKUVA-hakemistossa on suurin osa Hubble-avaruuskaukoputken parhaista otoksista ja niiden tekstitiedostot. Nämä kuvat ovat jpeg muodossa. Myös tämä hakemisto sisältää aiheeseen liittyviä mpeg -video

pätkiä. Lisäksi joukossa on jonkin verran sekalaisia avaruuskuvia

OHJELMAT-hakemisto sisältää tarvittavat kuvankäsittely- ja näyttöohjelmat, mitä tarvitaan ccd- kuvien katseluun ja muokkaamiseen. Erikoisuutena voisi mainita Siriuksen kaukoputken ohjausohjelman, Raden, jota voi käyttää vaikkapa kohteiden datatiedostona.

RAAKADAT-hakemisto sisältää kaikki säilytetyt, Jyväskylän tähtitornilla otetut ccd kuvat. Nämä ovat alkuperäisessä, 16 bitissä st6- formaatissa ja niistä on otettu valmiiksi kaikki tarvittavat korjauskuvat( dark, flat, kill hot, kill warm...) joten niiden jatkokäsittely on huomattavasti helpompaa. Näitä varten ohjelmat- hakemistosta löytyy tarvittavat kuvankäsittelyohjelmat

PARHAAT-hakemistossa on kolmisenkymmentä, omasta mielestäni parasta Jyväskylässä otettua ccd-kuvaa valmiiksi käsiteltynä kaikkien kuvannäyttäjien ymmärtämässä gif- formaatissa

VALMIIT-hakemisto sisältää täsmälleen samat kuvat kuin raakadat mutta täältä ne löytyvät valmiiksi käsiteltynä gif-muodossa sekä tarkempia tietoja itse kohteista mm. valotusajat, päivämäärä, käytetty kaukoputki ja kellonaika. Lisäksi hakemistossa on CCD-Astronomy lehdestä koottuja juttuja kuvankäsittelystä, ccd-kameran tekniikasta ja valinnasta, vihjeitä kuvauksen onnistumiseen jne..

Romppu on nyt valmis ja kaikki asiasta kiinnostuneet voivat käydä tutustumassa siihen tarkemmin Siriuksen toimitalalla sepänaukion vapaa-aikakeskuksessa aina maanantai-iltais in klo 18.00 -20.00. Levyn voi myös halutessaan ostaa itselleen hintaan 195 markkaa. Toimitusaika on noin kaksiviikkoa. Mukana tulee selkeä kolmesivuinen käyttöohje. Tilaukset ja lisätiedot Marko Moilanen P.040-5233795

YK



# Loppuvuoden havaintoja

Marko Moilanen

Kulunut loppusyksy ja alkutalvi alkavat nyt jäädä taakse ja ne tullaan merkitsemään kirjoihin kaikkien aikojen sateisimpina ja pilvisimpinä mitä Suomessa on nähty. Tästä johtuen loppusyksyn havaintosaaliit ovat jokseenkin vaatimattomia.

**K**uten tässä lehdessä olevasta sääkalenterista jokainen voi todeta loppusyksystä hyvät kelit ovat olleet kirjaimellisesti sanottuna kortilla. Sirkukselta viimeiset havainnot ovat lokakuun puolen välillä tienoilta ja tämä johtuu pelkästään sääliittävän huonoista keleistä, jos jotain hyvää oikein hakemalla hakee, ainakaan lumi ei ollut sotkemassa niitä harvoja loppusyksyn iltoja jolloin taivas oli pilvetön.



Jotain on kuitenkin saatu aikaan. Ohessa allekirjoittaneelta pari galaksihavaintoa viime lokakuun puolelta samalta illalta. Molemmat, ngc936 ja ngc157 sijaitsevat valaan tähdistössä.

Ngc936: melko selvä tapaus. Tasavaloinen ja pyöreä, n1.5' kokoinen ydin, aivan keskusta ehkä hieman kirkkaampi. ytimen itä- ja länsipuolilta näki galaksin jatkuvan vielä jonkin matkaa syrjällä katsottaessa. Suurenus 83x, Tt.2-3, seeing2, visuaalisuus3, hyvä syyssää ei kuuta eikä lunta, -2c

Ngc157: galaksi. Kohde sijaitsi kahden kirkkaan tähden välissä. Selvästi soikea, ytimen pohjois- ja eteläpuolella kirkastumia, ydin melko pistemäinen ja hieman muita osia kirkkaampi. Suurenus 83x, Tt.2-3, seeing2, visuaalisuus 4, hyvä syyssää ei kuuta eikä lunta -2c

*Galaksi NGC 157 Valaan tähdistössä, havaintovaline 152/2063 Inssikaakoputki, suurennus 83x, havaintopaikka Jyväskylän, havaitsija Marko Moilanen.*





*Galaksi NGC 936 Valaan tähdistössä, havaintoväline 152/2063 linssikaukoputki, suurennus 83x, havaintopaikka Jyväskylä, havaitsija Marko Moilanen.*

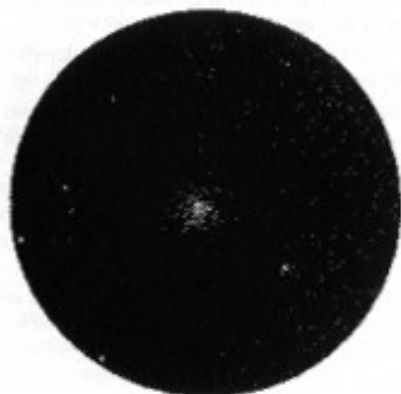


*Avonainen tähtijoukko Melotte 20 Perseuksen tähdistössä. Havaintoväline 10x50 kiikarit, havaintopaikka Jyväskylä, havaitsija Reettamajja Janhonen.*

Tätä kirjoitellessa lumi on jo saapunut ja himmeämpien kohteiden havaintoseminen täältä Jyväskylästä vaikeutuu huomattavasti. Jokainen joka on katsonut taivaalle kaupunkiolosuhteissa talvella on varmasti huomannut, että tuttujenkin tähtikuvioiden

tunnistaminen ympäröivästä valomerestä ja milteipä kirkkaan taustataivaan keskeltä on vaikeaa. Kun vielä kuu paistaa kaiken tämän keskelle, tilanne on toivoton. Tällaisella kelillä kaikkien sumumaisten kohteiden katselu voidaan unohtaa. Pimeänä ja oikein hyvänä syysiltana olen nähnyt meidän tähtitornin 15 senttisellä linssiputkella orionin suuren kaasusumun paremmin kuin sirius-dobsonilla talvella täysikuun paistaessa. Kuulostaa ehkä uskomattomalta mutta kelien vaikutus kohteiden näkymiseen on todellakin näin suuri.

YK



*Avonainen tähtijoukko Stock 10 Ajomiehen tähdistössä. Havaintoväline 10x50 kiikarit, havaintopaikka Jyväskylä, havaitsija Reettamajja Janhonen.*



# Tuikahduksia

Minna Huoponen

**V**uosi on taas vaihtunut ja tuonut tullessaan uudet haasteet. Yksi vuoden tärkeimmistä tapahtumista on koomeetta Hale-Boppin vierailu mutta paljon muutkin on luvassa.

Vuoden alusta muuttui Siriuksen hallituksen kokoonpano. Viime vuoden Siriusta eteenpäin luotsannut Riku pitkänen ja varainhoitajana toiminut Minna Pitkänen luopuivat tehtävistään, kuten myös sihteerin töitä hoitanut Reijo Häkkinen.

Hyvää jatkoa heille ja onnea vuodelle 1997.

Uutena puheenjohtajana vuoden alusta aloitti, aikaisemminkin Siriuksen ohjaksissa ollut Arto Oksanen. Uutena sihteerinä toimii Ville Pietikäinen ja varainhoitajana Jyrki Hellstöm. Vanhoina hallituksen jäsenenä jatkavat Panu Koppinen, Riku Pitkänen, Jalo Ojanperä ja Alexander Nives. Uutena hallituksen jäsenenä aloitti Jee ry:stä tuttu Mika Venäläinen.

## Seuraavanlaista tapahtuu...

Ursan näyttely Helsingissä Tekniikan museossa on vielä avoinna 2.2.1997 saakka. Kesä kello 12 - 16. Pääsymaksu aikuisilta on 20 mk ja lapsilta 5 mk. Museo sijaitsee Vantaanjoen suussa Kuninkaankartanonsaarella, os. Viikintie 1. Rautatienorilta paikalle pääsee busseilla 71, 74 ja 76.

Helsingin Tuomiokirkon kryptassa on Ursalla näyttely ja planetaario 10.-16.2.1997 sisäänkäynti on kirkkokadulta. Näyttely liittyy kirkossa järjestettävään Kirkko soikoon tapahtumaan.

Tähtipäivät ovat Oulussa 15.-16.3.1997. Lisätietoja asiasta antaa...

33. kansainvälinen nuorisoleiri IAYC järjestetään 28.7.-18.8.1997 kaakkoisessa Saksassa. Paikka on lähellä Saydan kylää Erzgebirgen metsäalueella n. 50 km Dresdenistä. Leirillä on hyvät havainto-olosuhteet. Yhteisenä kielenä on Englanti. Osanottajien on oltava 16 - 24 vuotiaita.

Osanottomaksu on 2500 Suomen markkaa. Majoitus on retkeilymajassa. Tähtiharrastuksen lisäksi on urheilua, lauluiltoja, kävelyretkiä ym.

Leirilliset jakaantuvat työryhmiin, joissa tehdään sekä havaintoja että pohditaan teoreettisia kysymyksiä. Työryhmät ovat: Tähtitieteen historia, Taivaanmekaniikka, Kosmologia, Molekyyliastronomia, Käytännöllinen tähtitiede, Spektroskopia ja Muuttuvat tähdet.

Pyydä lisätietoja osoitteesta: IWA e.V., c/o Gwendolyn Meeus, Porkstraat 91, 3000 Leuven, Belgium tai sähköpostitse: gwendolyn@ster.kuleuven.ac.be. Tapahtumalla on myös www-sivut, jotka löytyvät

osoitteesta <http://www.ster.kuleuven.ac.be/~bart/iayc>

Kannattaa ottaa osaa kyseisiin tapahtumiin. Nuorisoleiristä kannattaa kysellä hyvisiä ajoja, mikäli on kiinnostunut, että pääsee varmasti mukaan.

## IUE-satelliitin kunniakkaan uran loppu

Tähän mennessä pitkäikäisin tähtitieteellinen tekokuu IUE sammutettiin syyskuun lopulla yli kahdentoista toimintavuoden jälkeen. IUE eli International Ultraviolet Explorer laukaistiin 1978. Toimintansa aikana se kuvasi noin sadantuhannen tähden ultraviolettipektrin ja lähetti ne sähköisessä muodossa maahan. IUE:n havaintoja on käytetty yli 3500 tieteellisessä tutkimuksessa ja yli 500 tohtorinväitöskirjassa. Sitä on pidetty yhtenä menestyksellisimmistä tekokuista. Syynä toiminnan lopettamiseen on rahapula. Euroopan avaruusjärjestö päätti, että IUE:n toiminnalle oli pantava piste. Tekokuu oli joka tapauksessa lähellä loppuaan, koska tämän vuoden alkupuolelta lähtien sitä oli jouduttu ohjaamaan yhden ainoan gyroskoopin avulla. Alussa gyroskooppeja oli kuusi, mutta ne ovat yksi toisensa jälkeen menneet epäkuntoon. Viimeisinä töinään IUE tutki yhdessä Galileon ja Hubblen kanssa Jupiterin revontulia. Jupiterilla on samankaltaiset revontulivyöhykkeet kuin maapallolla, ja ne näkyvät parhaiten ultraviolettiaalueella. IUE kuvasi yli kuukauden ajan Jupiteria ja mittasi revontulen spektriä. Vaikka IUE on nyt "kuollut" sen tuloksien tutkimisessa riittää töitä vuosiksi eteenpäin. Euroopan avaruusjärjestö ESA antaa rahaa IUE-hankkeeseen rahaa vielä sen verran, että kaikki IUE:n mitaamat 100 000 spektriä voidaan ajaa uuden spektrin käsitteilyohjelman läpi, jolloin niistä muodostuu yhtenäinen arkisto.

Tähdet ja avaruus 6/96

## Tähtitornilla tapahtunutta...

Joulukuisena sunnuntaina astelimme tornille pitämään tähtinäytäntää. Ohuet pilven lahtuvat leijailivat korkealla päidemme yläpuolella ja Kuu sukelsi niiden sekaan saaden ne hohtamaan hopeisina. Näytti siltä ettei näytäntöä voisi pitää mutta ajattelimme kuitenkin katsoa jos jotakin ilmaantuisi pilvien raoista näkyviin. Viimein Kuu tuli näkyviin pilvien lomasta ja saatoimme suunnata kaukokoputken sitä kohti. Ja kuinka ollakkaan samassa kuulimme kopinaa portaista, ensimmäiset näytäntöön tulijat olivat paikalla. Kuuta katsellessaan he naureskelivat nähneensä Usalaisten lipun. Eräs pieni tyttö sanoi Saturnusta katsellessaan sitä Beetlehemin tähdeksi (lasten suusta kuulee totuuden). Hauskin oli eräs pieni poika, joka kertoi saaneensa tietokoneen ja vaikkei hän ollut edes koulussa niin hyvin osasi tietokonetta käyttää ja koneessa olevaa tähtikartastoa. Poika tiesi myös kertoa että kunhan hän hommaa jatkojohdon niin pääsee myös internettiin. Toinen pää koneeseen ja toinen puhelimen luuriin. Hauskaa meillä oli vaikka varpaat olivatkin kohmeessa.

Vuoden vaihteessa käviisimme uudelleen tornilla kokeilemassa ccd-kameraa. Sää oli pilvessä mutta siltikkin pari ihmistä eksyi tornille tiedustelemaan josko voisi nähdä tähtiä. (Taivaalta satoi tuolloin lunta). No eihän tähtiä näkynyt mutta näytimme kaukoputken ja kerroimme toiminnasta. Sinä iltana kaukain vieras oli Hollannista Suomen vierailulla oleva pikkuinen poika. Harmi ettei hän nähnyt tähtiä mutta kaukoputken näkeminen oli hänelle, elämys jonka hän muistaisi yhtenä parhaista kokemuksista tältä Suomen vierailultaan.

YK

SO:n muisti nollaantui uuden vuoden aattona liiallisen kemian harrastuksen vuoksi, joten SO:lla ei ole mitään muistikuvaa menneestä vuodesta 1996. SO pahoittelee tapahtunutta ja sitä, etteivät lukijat pääse "nauttimaan" tästä mahtavasta(?) sivistyspalstasta. SO kuitenkin toivottaa lukijoilleen hyvää uutta vuotta ja lupaa vuonna 1997 jatkaa samaan tahtiin kuin menneinäkin vuosina!

Sweet Outsiderin mielipiteet eivät edusta varsinkaan Sweet Outsiderin omaa mielipidettä.

## Osta Siriuksen CD-ROM -levy!!

Vain 195,-

**Levy sisältää mm. Hubblen kuvia sekä Siriuslaisten itse ST-6 -ccd-kameralla kuvatut kohteet!**

**Noin 300 kuvaa!!!**

**Tilaukset: Marko Moilanen,  
puh. 040 - 5233 795**



Jyväskylän Sirius ry  
Sepänaukion vapaa-aikakeskus  
Kyläkinkatu 1  
40100 Jyväskylä

## Kevään 1997 jäsenillat

Jyväskylän Sirkuksen jäsenillat pidetään Sepänaukion vapaa-aikakeskuksessa kello 19.00 alkaen.

- 9.1. STS-52 -sukkulalentovideo.
- 13.2. Leo Wikholm esitelmöi avaruuslennoista.
- 13.3. Sääntömääräinen kevätkokous ja Arto Oksasen esitelmä planeettaluotaimista.
- 10.4. Markku Nyfelt esitelmöi avaruusteleskoopeista.
- 8.5. Perinteiset linssinkirkastajaiset Rihlaperän tähtitornilla. Tarjolla on kivaa ohjelmaa ja makkaraa

## Kevään 1997 tähtinäytännöt

Kevään tähtinäytännöt jatkuvat Rihlaperän tähtitornilla maaliskuun loppuun saakka. Näytännöt järjestetään keskiviikkoisin klo 20-21 ja sunnuntaisin klo 19-21 sään ollessa selkeä näytännön alkaessa. Näytäntöjä ryhmille myös sopimuksen mukaan. Lisätietoja: Jalo Ojanperä, puh. 014 - 254 982.