

Kemin Lukio Oulun Suomalaisen Yhteiskoulun Lukio Pyhäjoen Lukio

# CERN

## Tiedeopiskelu 2010



Pyhäjoen opiskelijat Microkosmoksen pihalla



Atlas-kontrollihuoneen seinällä on kuva törmäyksestä.



The Globe of Science and Innovation on CERNissä oleva puusta rakennettu näyttelyrakennus.

### Tiedeopiskeluun osallistuivat

#### Oulun Suomalaisen Yhteiskoulun lukio

Tomi Saukkonen  
Ville-Veikko Vanttinen  
Kaisa Hyvärinen  
Emma Huhta  
Elina Seppälä  
Roosa Sippola  
Milla-Riina Rajala  
Krista Kauppi  
Jarmo Huuki

#### Kemin lukio

Ville Tapalinen  
Teemu Turpeinen  
Iida-Marja Kari  
Juuli Palmu  
Joni Laukkanen  
Joonas Hilke  
Janne Pikkarainen  
Sampo Niittyviita  
Seppo Korolainen

#### Pyhäjoen lukio

Tuukka Kivimäki  
Tuomas Ruotsalainen  
Hanna Virpiranta  
Heidi Pyhälä  
Liisa Hyvärinen

Lisätietoa tiedeopiskelusta seuraavalla sivulla.

CERN-liitteen taittajat: Heidi Pyhälä ja Tuomas Ruotsalainen



# Pienestä vastauksia suuriin kysymyksiin

IIDA-MARJA KARI,

JUULI PALMU,

JONI LAUKKANEN, VILLE TAPALINEN

Euroopan ydinfysiikan tutkimuslaitoksessa tänä vuonna käynnistetty LHC-kiihdytin tutkii protonien törmäytyksiä ja etsii vastauksia fysiikan perimmäisiin kysymyksiin. Kokeellinen fyysikko ja tutkija Jorma Tuominiemi on työskennellyt opettajana Helsingin yliopistossa, mutta tekee nyt tutkimustyötä CERN:ssä. Tuominiemi esitteli fysiikanryhmällemme hiukkaskiihdyttimien toimintaperiaatteita kiehtovassa luennossa, jonka jälkeen pääsimme haastattelemaan häntä fysiikan keskeisistä ongelmista ja tulevaisuudesta.

Fysiikan perimmäinen tarkoitus on löytää ns. kaiken teoria, joka selittäisi kaikki luonnolliset ilmiöt. Tuominiemen mukaan kaiken teoriasta ollaan hyvin kaukana ja kokeellinen fyysikko suhtautuu kaiken teorian konseptiin teoreetikkoja skeptisemmin. Läpimurtoja on kuitenkin tehty erityisesti standardimallin kohdalla, Tuomi-



Jorma Tuominiemi luennoi mm. Hiukkasilmämaisimistä ja -kiihdyttimistä

niemi huomauttaa. Higgsin hiukkasen löytyminen johtaisi standardimallin täydentymiseen heikon, vahvan ja sähkömagneettisen voiman selittäjänä. Ongelmana on yhdistää stan-

dardimallin kolme voimaa gravitaatioon. Ongelman ratkeaminen johtaisi kaiken teorian syntymiseen. Valtaosa fyysikoista uskoo Higgsin hiukkasen löytyvän lähitulevaisuudessa.

Tuominiemen mukaan olisi kuitenkin paljon mielenkiintoisempaa, jos Higgsin hiukasta ei löytyisikään. ”Kokeilijan suurin unelma on löytää jotain sellaista mitä teoreetikot eivät ole

ennustaneet”, summaa Tuominiemi.

Teoreettisen ja kokeellisen fysiikan välillä on huomattavia eroja. Teoreetikoilla on maailmankaikkeuden luonteesesta jo vaikka minkä sortin teorioita, jotka odottavat vahvistusta, mutta joista suuri osa on nykyfysiikan ja ehkäpä jopa kaiken fysiikan kokeiden ulottumattomissa. Supersäieteoria on esimerkki tällaisesta. Pelätään, että teoreettinen fysiikka menettää jalansijaansa kokeellisena tieteenä, jos sen teorioita ei pystytä kunnolla vahvistamaan kokeilla, Tuominiemi tähdentää. Hän kuitenkin myös kertoo, että teorioista on saatu irti sellaisia elementtejä joita kyettäisiin havainnoimaan jo LHC:n törmäytyksissä, jos ne pitävät paikkansa.

Maailman johtavana kokeellisen fysiikan instituutina CERN hyödyntää tekniikan terävintä kärkeä. Esimerkkinä Tuominiemi ottaa vakuu-tekniikan; hiukkaskiihdyttimiin luodun tyhjiön pitää olla parempi kuin kuun pinnalla. CERNin

tutkimuksessa kehitetään myös uutta teknologiaa, joka ei välttämättä heti näy tavallisen kaduntallaajan olohuoneessa, mutta joka lopulta voi löytää tiensä sinnekin. IT-puolella CERN hyödyntää muiden rakentamia ohjelmia. Tuominiemi mainitsee kiinnostavana esimerkkinä peliteollisuuden, jolta fysiikot saavat paljon softwarea. Peliteollisuudessa on myös hyvin paljon paineita tehdä yhä parempia ja enemmän suoritustehoa vaativia pelejä, jolloin tietotekniikan kehitys kiihtyy.

Kokeellisen fysiikon työ vaatii innostusta ja pitkäjänteisyyttä. Tuominiemi kertoo itse innostuneensa fysiikasta yläasteella, jonka jälkeen hän alkoi perehtyä enemmän moderniin fysiikkaan. Hänen neuvonsa aloittelevalle tieteilijälle on opetella perusfysiikka hyvin ja kattavasti, vaikka kurseilla istuminen saattaa joskus olla tylsää, sillä se toimii pohjana kaikelle muulle tieteen tekemiselle.

## Fysiikkaa oppimassa

TUOMAS RUOTSALAINEN

Olutpullo saattaa kadota, kun laitat sen jääkaappiin, suljet oven ja avaat uudelleen. Kyseessä on teoreetikkojen mukaan mahdollinen teleportin tapainen tilanne. Maanpinnalle palaamista ei helpottanut edes puheet traktorin munista. Traktorin muna on teoriassa mahdollinen mutta hyvin epätodennäköinen energiasta massaksi muuttuva asia.

Perehdyimme **Markus Nordbergin** johdolla uuteen tapaan nähdä maailmaamme. Ajatelkaa, jos maailma olisikin kymmenen- tai yksitoistatolteinen. Voisimme leikata neliulotteisesta pallosta vaikkapa... uusia palloja!

Nordberg esitteli meille CERNiä hieman tarkemmin ja puhui paljon eri

fysiikanosa-alueista, joita tutkitaan. ”Pääasiallinen hyöty on, että tiedämme, mistä olemme peräisin molekyylili- ja atomitasolla”, sanoo Nordberg. Hänen mukaansa Higgsin hiukkasen löytyminen ja teoriaan rinnastaminen on yhtä merkittävää kuin sähkönsä keksiminen.

### CERN, Suomi ja muu maailma – hyötyä vai haittaa?

Suomi on saanut myytyä CERNille teknologiaa. Vaikka CERNin tarkoitus ei ole saada jäsenmaita saamaan voittoa, on Suomen paluuprosentti yli 1%. ”Suomi on pärjännyt hyvin tarjouskilpailuissa, jotka ovat siis verisiä”, toteaa Nordberg. Suomi maksaa CERNille vuosittain n. 1% Suomen BKT:stä.

Suomalaiset ovat olleet ahkerasti mukana CMS-kokeissa. CMS on

LHC:n hiukkasilmämaisim. Myös uusimmassa LHC-kiihdyttimessä on suomalaista osaamista - Outokummun valmistamia magneetteja.

CERNissä ei satsata rahaa opiskelijoihin tai yliopistossa opiskeleviin kummempin. Luennot kuitenkin ovat mahdollisesti työajalla. Opiskelijoihin on varattu n. 30 miljoonaa sveitsinfrangia. Tutustumiskierrokset tehdään vapaaehtoisten voimin. Yliopisto-opiskelijalla on mahdollisuus hakea Technical Student – paikkaa ja tulla tekemään vaikka graduaan, jos tulee valituksi. Pelkästään Atlaksessa on n. 300 väitöskirjan tekijää ympäri maailman. Vuodessa CERNissä saadaan n. 300 väitöskirjaa valmiiksi!

”Tämä teidän ohjelma, jossa olette, on ihan

superluksus. Tämä on ihan Riitta Rinta-Filppulan ja Suomen oman aktiivisuuden tulosta”, Nordberg huomauttaa. Liisa Hyvärinen ja kaksi muuta opettajaa vastasivat sähköpostiin kertoen kiinnostuksensa CERN-opintomatkasta. Heistä muodostui oppilaineen kolme pioneeri-ryhmää. ”Tämä kaikki on oikeastaan CERNin normaalitoiminnan ulkopuolella, kaikki suomalaiset teemme vapaaehtoistyötä täällä päässä”, Nordberg muistuttaa.

Sovelluksia, joita tutkijat kehittävät tutkimuksia varten, tulee myös meidän arkielämään. Kuuluisin lienee WWW – World Wild Web. Odotettavissa saattaa olla myös GRID-tyylinen verkko, jossa tietokoneita ympäröi maailman yhdistetään valokaapelilla toisiinsa.



Markus Nordberg esittelee ATLAS-kontrollihuonetta.

Tällöin saadaan käytettyä toisten koneiden tehoa. Suhteellisen anonyyminä toimivat Internet-selailijat

saattavat tämän johdosta saada tai joutua ottamaan identiteetin.



# Jukka Klem ja GRID-laskenta

JANNE PIKKARAINEN, TEEMU TURPEINEN, JOONAS HILKE, SAMPO NIITTYVIITA

Jukka Klemin henkilökuvaus

Jukka Klem on toiminut CERNissä 90-luvun alusta asti. Hän tuli aluksi kesäopiskelijaksi Suomen liittyttyä CERNiin ja palasi sinne myöhemmin tekemään diplomityötä ja väitöskirjaansa. Nykyään hän työskentelee CERNissä fysiikan tietojenkäsittelyn puolella GRID-laskennan parissa. Hänen työtoimenkuvansa on melko

vapaa, sillä hän joutuu fysiikan ongelmien lisäksi ratkomaan myös fyysikaalisten kokeiden tuloksiin liittyviä haasteita. Esimerkiksi LHC tuottaa vuodessa 15 petatavua (15 miljoonaa gigatavua) dataa, joka täytyy analysoida ja varastoida järkevästi. Tätä varten kehitettyyn GRID-hankeeseen Klem tuli mukaan viisi vuotta sitten ja työskentelee sen parissa edelleen.

## GRID-laskenta

GRID (global research information database) on internetin "seuraava askel".

Grid-verkko koostuu ympäri maailmaa sijaitsevista tietokonekeskitymistä, joista suurin sijaitsee tietenkin CERNissä. Esim. NorduGrid on pohjoismaiden välinen tietokoneiden verkosto johon kuuluu yhteensä noin 6000 keskusyksikköä. Datan käsittelyminen perustuu siihen, että laskenta hajautetaan verkkoon kuuluville prosessoreille, joka vähentää CERNissä tarvittavien tietokoneiden määrää. "Klusterit" eli tietokoneryppäät ovat yhteydessä toisiinsa valokaapeliyhteyksillä, joiden nopeus on moninkertainen normaaliverkkoon

verrattuna. GRID-verkon tarkoitus tulla lähitulevaisuudessa myös arkikäyttöön kuten internetin, joka kehitettiin CERNissä alun perin tutkijoiden tarpeisiin. Arkikäyttäjän GRID toimisi näin: kauptasta ostetaan tietokone tai muu laite, jolla pääsee käsiksi verkkoon. Sen jälkeen kytketään tämä GRIDin valokaapeliyhteyteen ja näin käytettävissä on miljoonia gigahertsejä laskentatehoa, ts. kaikkien verkkoon yhdistettyjen vapaiden koneiden prosessorit.



Jukka Klem kertoo tietojen arkistoinnista ja GRID'istä.

## "FYYSIKOIDEN BILEET, JOTKA INSINÖÖRIT MAHDOLLISTAVAT"



Risto Nousiainen (oik.) vei meidät katsomaan CLIC'in mahdollisia osasia

OULUN SUOMALAISEN YHTEISKOULUN RYHMÄ

Yhdeksän hengen ryhmä Oulun Suomalaisen Yhteiskoulun lukiosta sai mahdollisuuden vieraila hiukkasfysiikan tutkimuskeskukseen Cerniin 14.-16.4. Koeasemiin tutustumisen ja luentojen yhteydessä meille annettiin tilaisuus haastatella suomalaista insinööriä, **Risto Nousiaista**, joka on työskennellyt Cernissä lineaarikiihdyttimen CLICin parissa viimeisen kolmen vuoden ajan.

Pyhäjärveltä lähtöisin oleva Nousiainen tiesi jo yläasteella, mihin jatko-opinnot suuntautuvat.

Armeijan käytyään hän päätyi VTT:lle kesäharjoitteluun, josta sai mahdollisuuden päästä Cerniin kolmen kuukauden työharjoitteluun. Nauraen Nousiainen kuitenkin toteaa kolmen kuukauden venyneen jo kolmeksi vuodeksi ja jatkuvan luultavasti vielä tulevaisuuteen. Kolmen kuukauden jakson aikana hän ehti tutustua suomalaisen Helsingin fysiikan instituutin ja CLIC-projektin vetäjään, joka auttoi pääsemään mukaan projektiin.

Nousiainen on koulutukseltaan insinööri ja sanoo työtehtäviensä vastaavista, mitä on opiskellutkin. Lähinnä hänen työpäivän-

sä täyttyvät Compact Linear Collidor:n tuennan ja lämpömallinnuksen simuloinnista ja niiden ongelmien löytämisestä ja ratkaisusta. Työ Sveitsissä ja Cernissä on Nousiainen mukaan hyvin erilaista, kuin mihin suomalainen on tottunut. Työpäivät ovat yli yhdeksäntuntisia, mutta rennompia ja vapaampia kuin Suomessa. Työajan seuranta ei ole, kunhan työt tulevat tehdyiksi. Työympäristö on kiinnostava ja mielenkiintoinen, ja työ on haasteellista ja mukavaa, koska siinä saa nähdä, missä nykypäivän fysiikassa mennään. Päätöksenteko ei vastaa skandinaavista ajattelutapaa,

vaan päätöksiä tehdään herkemmin myös tässä 50 hengen ja yli 10 kansallisuuden värittämässä ryhmässä. Työkielenä toimii koko Cernin alueella englantia, mutta paikka sijaitsee ranskankielisellä alueella, jolloin ranskan kieli osoittautuu välttämättömäksi arkielämässä. Saksaa opiskellut Nousiainen harmittelee ranskan osaamattomuutta, mutta sanoo kielen tarttuvan ajan myötä.

Aikaa vievän työn ohessa aikaa kuitenkin säästyy myös urheilulle, mihin Geneven ympäristö tarjoaa monipuoliset mahdollisuudet laskettelusta seiniäkiipeilyyn.

## CLIC

Compact Linear Collider

\* 50km pitkä hiukkas törmäytin, jonka toiminta perustuu elektronien ja positronien toisiinsa törmäyttämiseen

\* Arvioitu otettavan käyttöön viimeistään 2025

\* Käytössä testauslaitteistoa ympäri maailmaa

### HAASTEET:

\* Tilan löytäminen törmäyttimelle

\* Vakauttaminen maaperän liikkeiltä

\* Suoran ja tarpeeksi kapean hiukkassuihkun aikaansaaminen



# Fyysikot ja kirjailijat

TUUKKA KIVIMÄKI

**Dan Brown** on yksi tämän hetken menestyneimmistä kirjailijoista, saavutuksinaan niin Time-lehden 100 vaikutusvaltaisimman ihmisen listalle pääsy kuin kaupallinen menestys kirjoillaan. Hän on kirjoittanut tähän mennessä kaksi huumorikirjaa sekä viisi romaania, joista kahdesta on tehty elokuva. Brown saavutti kansainvälisen myyntimenestyksen kuitenkin vasta kolmannella romaanillaan.

Dan Brownin Enkelit ja

Demonit –romaanin alkaa toiminnallisesti. Kirjan päähenkilö Robert Langdon joutuu keskelle salaliittoa, jossa mystinen Illuminati-salaseura suunnittelee Vatikaanin ja siten koko kristinuskon tuhoa. Terroriteko Vatikaania kohtaan on ajoitettu juuri sopivasti uuden paavin valitsemisen hetkeen, asettaen uhan alle niin Vatikaanin kulttuuriaarteet kuin kristinuskon tärkeimmät uskonnolliset johtajat. Vatikaanin terrori-isku suoritettaisiin uudella energialähteellä, antimateria-

terialla. Kirjassa antimateriaa on tuotettu Cernin tutkimuslaitoksella.

Vaikka Brown erityisesti rakastaa markkinoida kirjojaan faktapohjaisina, löytyy hänen kirjoistaan kuitenkin selvää taiteilijanvapautta. Antimaterian tuottaminen on kirjassa hoidettu sopivasti LHC:llä, vaikka kiihdytin ei ollut valmis vielä vuosiin kirjan ilmestymisestä. Samoin määrät, joita Cernissä pystytään valmistamaan, ovat suuressa ristiriidassa. Nykyisellä antimaterian tuotamistahdilla pystyttäisiin

yksi gramma antimateriaa tuottamaan kahdessa biljoonassa vuodessa.

Myös tällaisen määrän säilyttämisessä syntyisi ongelmia. Antimateriaa pystytään sulkemaan magneettikentän sisään ollessa varauksellista, mutta suurenevia määriä suljettaessa alkavat varaukselliset antimateriahiukaset hylkiä toisiaan. Lopulta magneettikenttä häviää tämän köydenvedon. Jos säiliöön tuotaisiin kumpaakin varausta, muodostaisivat nämä antitytöatomit, joka varauk-

settomana ei pysyisi magneettikentän sisällä.

Antimateriaa kuvataan romaanissa uudella energialähteeksi, joka voi ratkaista maailman energiapulaa. Tämäkään ei valitettavasti ole totta, sillä antimateriaa voi vapauttaa energiaa ainoastaan  $E=mc^2$  kaavan mukaan. Tällöin energia, jonka käytämme antimaterian luomiseen, on periaatteessa mahdollista saada takaisin siitä. Käytännössä kaikkea antimateriaa ei pystytä ottamaan talteen, jolloin energiaa saadaan vähem-

män kuin siihen laitettiin. Antimateriaa ei myöskään "loju" ympäriinsä, kuten fossiilisia polttoaineita.

Huolimatta epäkohdistaan, on Dan Brownin Enkelit ja Demonit lukemisen arvoinen. Juoni etenee sopivalla tahdilla ja lukija saattaa yllättyä uskomattomista juonenkäänteistä, joita kirja tarjoilee. Salaliittoteorioissa ja mystisissä unohdetuissa kultteissa on oma viehätöksensä, mutta fiktio pitää muistaa pitää fiktiona.

## CHAMONIX JA MONTREUX



Montreux'n rantabulevardilla löytyi Madagaskar aiheisia hahmoja.



Jarmo Huuki Chamonix'n alppikylässä.



Montreux'stä löytyi myös Freddie Mercuryn patsas.



L'Aiguille du Midillä (3842m) yritettiin tehdä korkeusennätystä hyppäämällä.



Montreux'n palmujen katveessa.