

D TIEDE & LUONTO HYÖTY & HUVI MARKKINAPAIKAT SARJAKUVAT RADIO & TELEVISIO

Nainen joka pysäytti VALON

Lene Hau jarrutti laserpulssein atomien kylmään hyytelöön

Jarmo Wallenius

CHICAGO. Hölmöläiset yrittivät kansantarussa tuoda säkeillä valoa pirttiin.

Fyysikko Lene Hau ei ollut hölmö, kun hän hidasti ja pysäytti valon 2000-luvun alussa.

Päinvastoin. Nerokas tempu kohauttaa yhä fyysikkojen maailmaa. Hau on nyt puhutuimpia fyysikoita. Tanskalainen on jo rinnastettu nobelisti Marie Curiehin, joka on nais-tutkijoiden ikoni.

Valon taltutukseen Hau tarvitsi hyvin kylmiä atomeja, tarkasti kohdennettua tasavaiheista valoa eli laseria ja paljon erilaisia peilejä.

Valon katonopeus koko universumissa on 300 000 kilometriä sekunnissa. Se toteutuu tyhjiössä.

Kun tuon vauhdin haluaa pienenevän kymmeniä miljoonia kertoja, tarvitsee fyysikko hiukan taikunutta.

Näyttämölle on päästettävä aineen pienimpien osien todellisuus, kvanttimekaniikka. Hau korostaa, että työhön tarvitaan tilar, jossa fyysikko voi viritellä aineita ja valoa eri energiatiloihin.

Hau käytti ainetta, joka koostuu ultrakylmistä natriumin atomeista. Tutkijat sanovat sitä Bosen-Einsteinin tiivistymäksi. Se on harvaa kaasua, joka käyttäytyy hyvin yhtenäisesti.

Fyysikot vertaavat sitä biisonilaumaan. Atomilauman tila muuttuu, kun natriumin atomeja viritetään laservalon avulla. Laservaloa hidastetaan, jolloin atomit siirtyvät alemmalla kvantitasoltaan korkeammalle tasolle.

Normaalisti näytteen atomien energian viritys purkautuisi pian takaisin, alimmalle tasolle. Se näkyisi säteilynä. Tämän Hau kuitenkin osaa estää. Hän kohdistaa näytteeseen kytkentälaserin.

Pysäytettävän pulssin ja kytkentälaserin ansiosta atomit asettuvat tilaan, jota kutsutaan pimeäksi tilaksi. Tässä tilassa atomit eivät näe laservaloa.

Laservalo muuttaa natriuminäytteenä jyrkästi valon taitekerrointa. Ja samalla kun valopulssi hidastuu, se myös rutistuu kasaan kuin harmonikka.

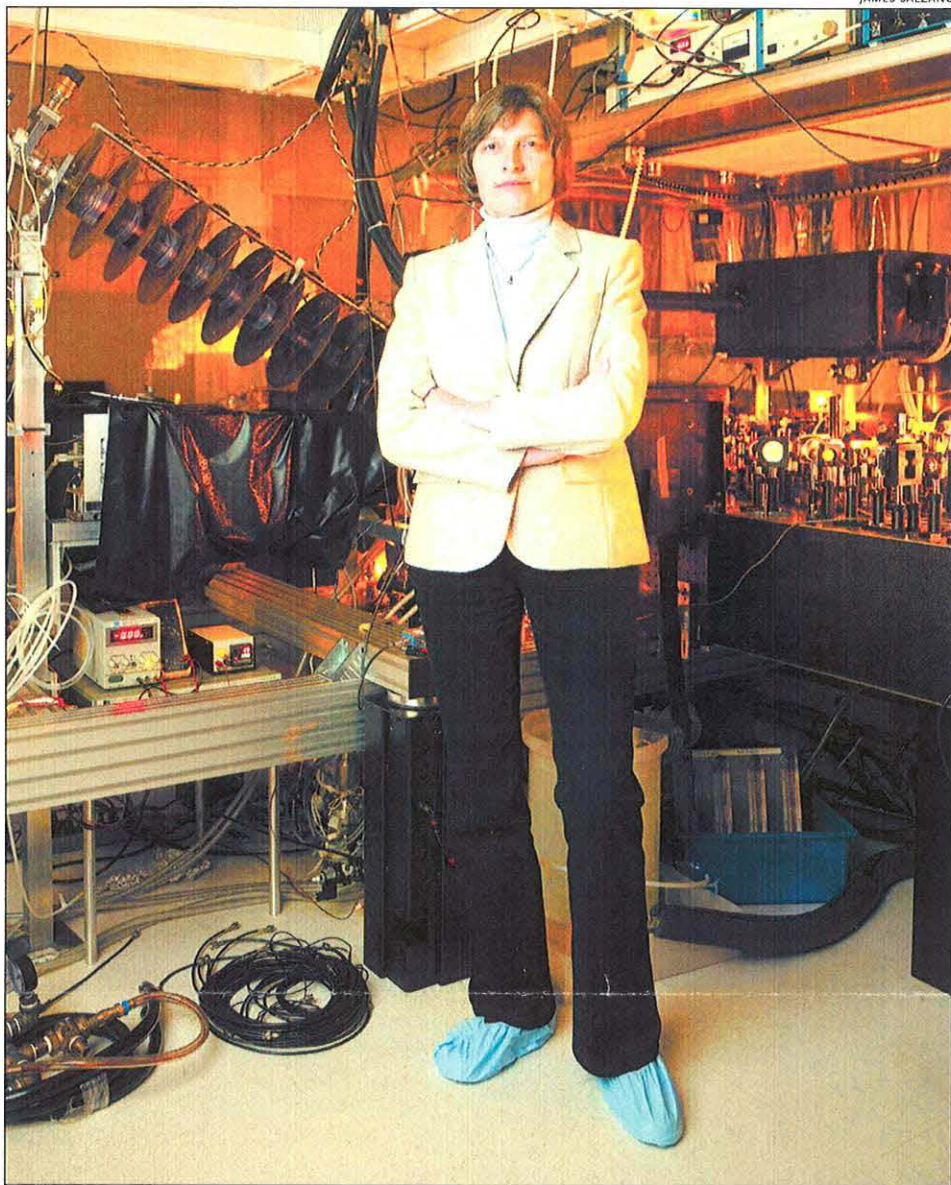
Fyysikot sanovat, että valon ryhmänopeus pienenee. Valo pakkautuu näytteeseen kuin pitkä juna ajaisi esiripun sisään.

Pysäytettävässä pulssissa on noin 25 000 valohiukkasta, mutta kasaan rutistettuna pulssissa niitä on enää runsaat 60.

Kun kytkentälaseri nyt sammutetaan, nämä fotonit ikään kuin jähmettyvät. Ne jättävät jälkensä ja viestinsä atomipilven pimeän tilan atomeihin.

Kun kytkentälaseri taas napautetaan päälle, hidastetun tai kokonaan pysäytetyn valopulsin voi synnyttää uudelleen. Se pääsee liikkeelle ja saavuttaa alkuperäisen kuosiansa.

"Valo hidastuu luonnossa monin paikoin muutenkin", Lene Hau muistuttaa. "Monet tavalliset materiaalit, kuten vesi ja vaikkapa lasi, hidastavat myös valon nopeutta."



Fyysikko Lene Hau teki tempun, johon kukaan ei uskonut. Hän vangitsi ja hidasti valon ja kopioi sen informaatiota atomipilvestä toiseen.

"Valo etenee vedessä noin 25 prosenttia hitaammin kuin ilmassa. Timantilla on läpinäkyvistä aineista suurimpia taitekerroimia. Se vähentää valon nopeutta tyhjiöön verrattuna noin 2,5-kertaisesti", kertoi Hau Yhdysvaltain helmikuussa 2001 tekemänsä kokeen tuloksista.

Lene Hau ryhmä on myös siirtänyt sammuttamansa valo-

pulssein atomien kylmästä pilvestä toiseen kylmään pilveen. Valo siirtyy ainealtolain ja on tavallaan hologrammin siirtelyä. Kelluvaa informaatiota on liikuttu paikasta toiseen. Hologrammi on meille tuttu kuva vaikkapa pankkikortista.

Informaatio siirtyi kokeessa paikasta toiseen atomien ainealton kopioituna. Hau koe osoittaa, että valon perustu-

vaa informaatiota voi käsitellä, hidastaa ja pakata vakaasti. Tietokoneet toimivat joskus ehkä valolla. Data voisi liikkua valon avulla häiriöttä ja vastuksetta paljon nopeammin kuin kodin tietokoneessa nyt.

Hau on laboratoriossa lopulta valolle armollinen. Hän herättää vankinsa eloon ja palauttaa valopulssein alkuperäiseen asuunsa ja vauhtiinsa. Va-

lo jatkaa matkaansa 300 000 kilometrin sekunnissa.

Lene Hau esiintyy Espoon Dipolissa Suomen fyysikkoseuran Fysiikan päivillä lauantaina 14. maaliskuuta kello 11.45. Hau luonnei englanniksi. Hauta ennen kello 11 esitelmöi vuoden 2003 fysiikan nobelisti Anthony Leggett. Hän kertoo kvanttimekaniikan rajoista.



Hau tuloksia on esitelty tieteen huippulehti Naturen kassassa.

TIETOKULMA

Fotonien ansiosta me näemme

- ▶ Valohiukkaset syntyvät yleensä Auringon uumenissa ydinreaktioissa. Fotoni on ensin poukkoillut tuhansia vuosia Auringon sisällä kohti tähden pintaa.
- ▶ Sieltä fotoni lähtee matkaan. Reilut kahdeksan minuuttia myöhemmin sen energia laukeaa silmäsi verkkokalvolle. Fotonien ansiosta näet maailman.
- ▶ Fotonin viritymisen silmälle päätyttyä tuon fotonin tarina. Mutta älä huoli, fotoneja on ja syntyy triljoonia ja triljoonia niin kauan kuin Aurinko niitä tuot-

- taa. Lene Hau tuotti fotoneja laboratoriossa.
- ▶ Fotoni on sähkömagneettisen säteilyn viestinviejä. Se on valon kvantti, joka kantaa energiaa massattomana.
- ▶ Laser on valolähde, jossa kaikki valoaallot ovat yhtä pitkiä. Ne värähtelevät samassa tahdissa samaan suuntaan.
- ▶ BEC-kondensaatti on atomipilvi. Aineen atomit käyttäytyvät siinä yhtä koherentisti kuin laserin valo. Se ennustettiin jo 1926, mutta fyysikot onnistuivat tuottamaan sen vasta 1995. HS

KUKA

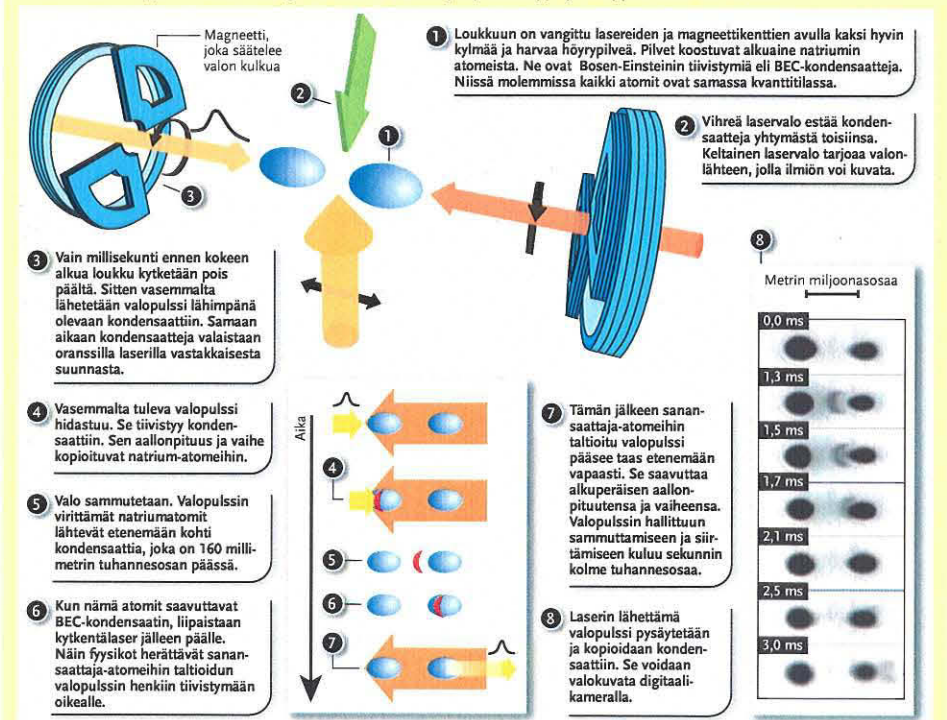
Valo tyssähti polkupyörän vauhtiin

- ▶ Fyysikko Lene Vestergaard-Hau syntyi Vejleissä Tanskassa 1959. Hän valmistui matemaatikoksi Århusin yliopistossa 1984.
- ▶ Vestergaard-Hau jatko fysiikan opiskelua Århusissa. Hän väitteli 1991 kondensoidun eli tiiviin aineen fysiikasta.
- ▶ Siirtyi Harvardin yliopistoon professori Jena A. Golovchenkon ryhmään.
- ▶ Aloitti 1991 Rowlandin tiedeinstituutissa Cambridgessä Massachusettsissa. Erikoistui atomifysiikkaan, alkaliatomien tutkimiseen ja kvanttioptikkaan.
- ▶ Perusti 1996 oman laboratorion ja rakensi 15 kuukaudessa atomikondensaatin jäädyttilaitteiston. Sillä tutkitaan natriu-

- matomien ja valon vuorovaikutusta.
- ▶ Vuonna 1999 Hau nimettiin Harvardin yliopiston fysiikan ja sovelletun fysiikan professoriksi. Nyt hän on Harvardin yliopiston Lyman-laboratorion professori.
- ▶ Hidasti 1999 laitteistonsa avulla valon polkupyörän nopeuteen. Pysäytti ja loihdi uudelleen valopulssein kokonaan 2001.
- ▶ Siirsi 2007 kahden kondensaatin avulla optista informaatiota ainealtolain näytteestä toiseen.
- ▶ Harrastaa kävelyä, kilpa- ja maastopyöräilyä ja jazzmusiikkia. Pianisti Keith Jarrett on hänen suosikkinsa. HS

Valon pikapysäytys, kopiointi ja siirto onnistuivat

▶ Valoon tallentuneen informaation voi pysäyttää, siirtää ja vapauttaa lasereiden ja kylmien atomien avulla. Tanskalainen fyysikko Lene Vestergaard-Hau Harvardin yliopistosta pystyi tempuun ensi kertaa 2007.



GRAFIKKA: LIISA VALTONEN

Teksti: JARMO WALLENIUS, lähteet: NATURE 445, 623-626 (2007) ja WWW.SAS.HARVARD.EDU/HAU/



AIVOITUKSIA

Pertti Tötö
pertti.totto@uku.fi
Kirjoittaja on Kuopion yliopiston sosiaalitutkimuksen menetelmien professori.

Paljonko on paljon

Nuoroilla argumentointi on taitolaji. Olen käsitellyt tätä heittoihin kuuluvaa urheilua jo parissa kolumnissa, mutta sen tärkein ominaisuus on vielä selvimmät. Tutkimuksessa käytetään numeroita ilmaisemaan mitaustuloksia ja niiden välisiä suhteita. Mittaustulokset kertovat, paljonko jotakin on.

Mittaustuloksista tehtävien johtopäätösten kannalta tarkka numeroarvo on kuitenkin sivuseikka. Jos ei tiedä, onko luku iso vai pieni, ei tiedä lainkaan, mitä numeroarvo kertoo.

Sukupuolten välisten erojen olemassaolosta on kiistely pitkään. Evoluutiopsykologit olettavat, että luonto on muovannut naisen ja miehen hyvin erilaisiksi. Feministit ja poliittisesti korrekrit yhteiskuntatieteilijät taas luulevat tietävänsä, että erot ovat olemattomia.

Jälkimmäiset vetoavat Janet Shipley Hyden ja muiden tekemiin analyysiin tuhansista sukupuolieroista mitaustuloksista. Hyden mukaan vain yhdeksässä tutkimuksesta 124 ominaisuudesta ero oli "suuri".

Ominaisuudet ovat: puristusvoima, fyysinen aggressio, avaruudellinen hahmottaminen, mekaaninen järjely, suhtautuminen satunnaiseseen seksiin, hellämielisyys, masturboinnin määrä, heitonopeus ja heiton kantama.

Eron mittana käytettiin sukupuolten keskiarvojen erotusta jaettuna ominaisuuden keskihajonnalla. Jos suureen arvo jäi pienemmäksi kuin 0,35, eroa katsottiin pieneksi tai olemattomaksi; jos luku ylitti arvon 0,65, eroa pidettiin suurena.

Millä perusteella edellinen luku on pieni ja jälkimmäinen suuri? Pulmaan löytyy yksinkertainen ratkaisu. Pitää etsiä jokin tuttu ero silmämääräksi ja verrata lukuja siihen.

EU on suosittanut, että "Suomen tulisi kaventaa sukupuolten välisiä palkkaeroja". Ja kuin kaikuna vastaa sosiologi- ja terveysministeriön toimenpideohjelma: "Sukupuolten palkkaerot ovat Suomessa merkittävät tasa-arvoongelma - ja siksi niihin on puuttuttava".

Kun naisten euro on nyt 80 senttiä, se on tarkoitus kasvattaa vuoteen 2015 mennessä 85 senttiin. Naiset pitää siis saada hakeutumaan avaruudellista hahmottamista edellyttäviin töihin. Sitä siten hellämielisyttä vaativien tehtävien palkkausta on parannettava.

Mikä mahtaa olla sukupuolten palkkaeron numeroarvo edellä mainitulla suurella ilmaistuna?

Sen laskemiseksi tarvittaisiin palkkojen keskihajonta, jota ei tilastoista löydy. Mutta otantatutkimus (ISSP 2002), jossa on kysytty vastaajan tuloja, antaa ainekset laskutoimitukseen. Siinä naisten euro on 73 senttiä ja eroa kuvaavan suureen arvo 0,15. Siis "pieni tai olematon". Mikä siis on suuri ja mikä pieni? Tarjolla on kaksi vaihtoehtoa.

Jos olemme tasa-arvofeministejä, otamme silmämääräksi Suomen virallisesti suuret palkkaerot. Siitä seuraa, että periaatefeministit ovat väärässä kuvitellessaan, ettei naisten ja miesten välillä ole suuria eroja myös psykologisissa taipumuksissa. Noin 70 prosenttia Hyden tarkastelemissa eroista oli suurempia kuin sukupuolten palkkaero Suomessa.

Jos taas otamme silmämääräksi periaatefeminismin käsityksen suurista eroista, ei Suomessa ole tarvetta tasa-arvofeminisille. Sukupuolten palkkaero on silloin pieni tai olematon.

Kumman sortin feministi itse olet?

TIEDON JYVÄT

Pullollinen plutoniumia vuodelta 1944

▶ Atomipommin raaka-aineksi kelpaava pullollinen plutoniumia on kaivettu esiin Yhdysvalloissa.

Pullo on vuodelta 1944 ja osa Yhdysvaltain varhaisinta ydinaseohjelmaa.

Pullon löysi ryhmä Pacific Northwestin laboratorion työntekijöitä, jotka puhdistavat Hanfordissa ydinvoiman jälleenkäsitteilylaitosta. Se sijaitsee Washingtonin osavaltiossa Luoteis-Yhdysvalloissa.

Pullon plutonium on isotooppia 239. Se sisältää alfahiukkasia, jotka eivät pysty kulkeutumaan ihon tai esteiden läpi. Aine on myrkyllistä nieltynä tai hengitettynä.

Pullo on salaisen Manhattan-hankkeen tuote. Siinä Yhdysvallat kehitti toiseen maailmansotaan atomipommin. Hanfordissa valmistettua plutoniumia käytettiin Trinitry-kokeessa 16. heinäkuuta 1945 ja plutoniumpommissa, joka pudotettiin Japaniin 10. elokuuta 1945.

Hanfordissa plutoniumia jatkojalostettiin uraanista. Nyt Hanfordia siivotaan.

Tutkijat kuvaavat työtään "atomiydinarkeologiaksi". Löydetyn plutoniumin puoliintumisaika on 24 110 vuotta. Vaarallisen pullon koostumuksesta kertoi Analytical Chemistry.



Viisi miestä sulkeutuu ulkomailmalta Moskovan läheisessä avaruuskaupungissa. Yhteyskäytävä ulkomailmaan on hidastettu.

Viisi miestä testaa Mars-matkaa

▶ Viisi miestä sulkeutuu maaliskuun lopussa Moskovaan ikkunattomaan metallisessa soppen yli sadaksi päiväksi.

Euroopan avaruusjärjestö ESA testaa näin, miten miehistö kestäisi eristyisyyttä ja toisaan matkalla Marsiin. Euroopan avaruusjärjestö ESA valitsi joukkoon ranskalaisen ja saksalaisen vapaaehtoiset.

Loput kolme ovat venäläisiä. Oleskelua hankaloittaa sekin, että yhteydet ulkomailmaan päättyvät.

Jos haluaa vaikka lähettää vaimolle terveisiä, kestävä viestin läpimeno 20 minuuttia. Sama pätee vastaukseen.

Tällä mallinnetaan radiosignaalin matkaa kaukana kotoa. Kun ihminen lentää Marsiin, joskus tällä vuosisadalla, kestävä meno-paluu yli 500 päivää.