

William Thomson, Kelvinin lordi
1824–1907

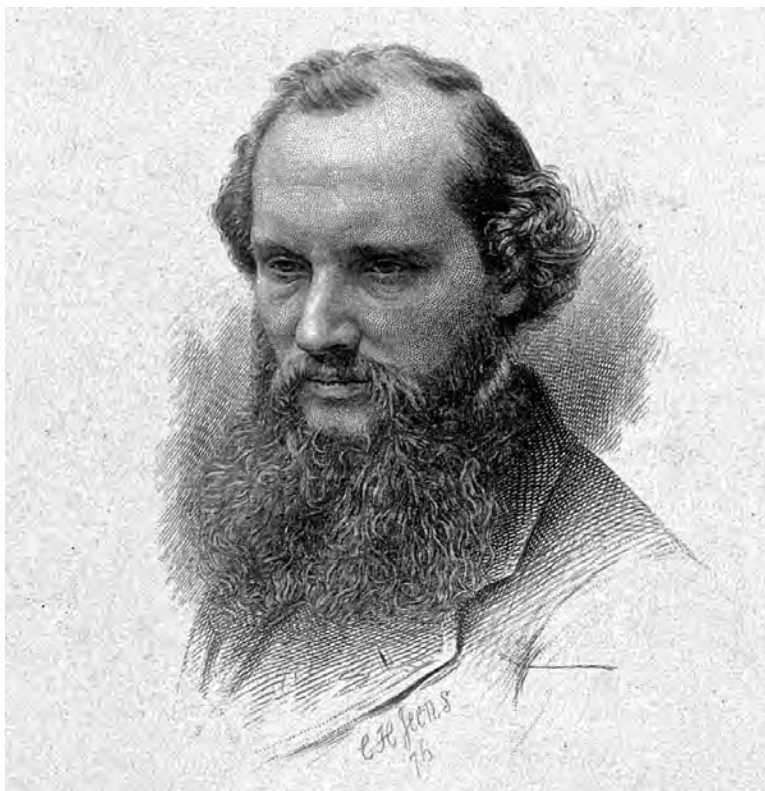
Kohti absoluuttista nollapistettä



Yhtä suuri absoluuttinen laajeneminen laitteen ilmamassassa, paineen pysyessä vakiona, merkitsee yhtä suurta muutosta asteikon numeroissa... Jos me jatkamme yllämainittua jakoperiaatetta tarpeeksi pitkälle, me pääsemme pisteeseen jossa ilman tilavuus menee nollaan; tämä tapahtuu asteikolla kohdassa -273° ; ja siksi ilmalämpömittarin lukema -273° on piste jota ei edes alimmassa lämpötilassa pystytä saavuttamaan.

William Thomson 1848

Komeimman sulan hattuunsa William Thomson sai 1850- ja 60-luvulla, kun hän tiedoillaan ja laitteillaan pelasti Atlantin poikki vedettävän kaapelin toiminnan. Samalla hän nousi tuonaikaisen maail-



William Thomson 52-vuotiaana vuonna 1876. Hänet aateloitiin 1892, jolloin hänestä tuli Kelvinin lordi.

man tunnetuimmaksi tutkijaksi, suunnilleen samaan asemaan kuin missä Newton oli ollut 1700-luvun alussa.

Vielä 1800-luvun puolivälissä nopein viesti Atlantin poikki Englannista Yhdysvaltoihin kulki kahdessa viikossa, koska se piti lähettää laivan kyydissä. Jos mantereiden välille saataisiin sähköinen kaapeli, kulki viesti parissa minuutissa.

Tuhansien kilometrien pituisen kaapelin valmistaminen ja laskeminen Atlantin poikki liki neljä kilometriä syvän meren pohjalle oli tuon ajan maailmassa suurprojekti, samaa luokkaa kuin nykymaailmassa esimerkiksi SpaceX-firman Starlink-satelliittijärjestelmä. Pitkän kaape-

lin valmistaminen söi esimerkiksi yhden vuoden guttaperkkatuotannon koko maailmasta, kun tätä kumimaista ainetta käytettiin kaapelissa eristeenä kuparijohtimien ympärillä. Projektin ”Elon Muskiksi” ryhtyi amerikkalainen Cyrus Field, itseoppinut liikemies, jolla oli polttava into kaapelin rakentamiseen. Hän hankki rahoituksen ja piiskasi hanketta eteenpäin monista vastoinkäymisistä ja konkurseista huolimatta.

Elektroniikka oli tuohon aikaan alkutekijöissään ja kaikki uusi oli opittava yritysten ja erehdysten kautta. Field valitsi sähköasiantuntijakseen Wildman Whitehousen, joka oli koulutukseltaan lääkäri mutta joka oli innokas sähköharrastaja.

Kun William Thomson, Glasgow’n yliopiston luonnontieteen professori, kutsuttiin pari vuotta myöhemmin projektiin mukaan tieteelliseksi asiantuntijaksi, hän esitti heti epäilyjä Whitehousen suunnittelemaa kaapelia kohtaan. Se oli hänen mukaansa liian kevyt ja rakennettu liian hätäisesti ja heikotasoisista materiaaleista.

Suunnitelmia ei kuitenkaan enää voitu muuttaa. Ensimmäinen yritys kaapelin vetämiseksi tehtiin 1857, mutta se epäonnistui, kun sormenvahvuinen kaapeli katkesi kuudensadan kilometrin jälkeen. Toinen yritys tehtiin 1858. Thomson oli mukana laivassa kumpanakin vuonna ja ratkaisi monia eteen nousseita teknisiä pulmia. Toisessa yrityksessä kaapeli jaettiin kahteen laivaan, koska kumpikaan ei yksin jaksanut ottaa koko kaapelia kyytiinsä. Atlantin keskellä kaapelien päät kytkettiin yhteen, ja toinen laiva eteni kaapelia laskien Irlantiin, toinen Amerikkaan Newfoundlandiin. Nyt kaapeli saatiin lasketuksi ehjänä meren pohjalle.

Yhteyttä yritettiin aluksi Whitehousen suunnitteleamalla lähettimellä ja vastaanottimella. Ensimmäinen sanoma saatiin Englannista Amerik-

” Sijoittajien täytyy saada hyvin asiallinen todistus siitä, että sanomien lähettämisessä saavutetaan tarvittava nopeus, ennen kuin he upottavat Atlanttiin niin paljon pääomaa, kuin tarvitaan mihin tahansa pitkään kaapeliin, joka muodostaa sähköisen yhteyden Britannian ja Amerikan välille.

William Thomson 1856



Kaapelin laskeminen Atlantin poikki onnistui kunnolla vasta kun avuksi otettiin maailman suurin laiva, höyrylaiva Great Eastern. Se oli nykyajan suurimpien huviristeilijöiden mittainen, pituudeltaan 210 metriä. Miehistöä tarvittiin noin 500 henkeä, ja laiva eteni siipirattaiden ja peräpotkurin avulla. Apuna voitiin käyttää myös purjeita. Kuvassa Henry Cliffordin maalaus kaapelinlaskusta Atlantilla vuodelta 1865. Kaapeli soljuu laivan perästä mereen.

kaan, ja juhlinta saattoi alkaa. Mutta toiseen suuntaan yhteys toimi vasta sitten, kun Whitehousen vastaanottimen tilalle vaihdettiin Thomsonin suunnittelema herkempi laite. Whitehouse yritti itsepäisesti käyttää omia laitteitaan ja nosti lähettimen jännitteen lopulta niin suureksi, että kaapeli paloi rikki. Yhteys Atlantin yli oli jälleen laivojen varassa.

Selvitysten jälkeen Whitehouse erotettiin. Thomsonin johdolla

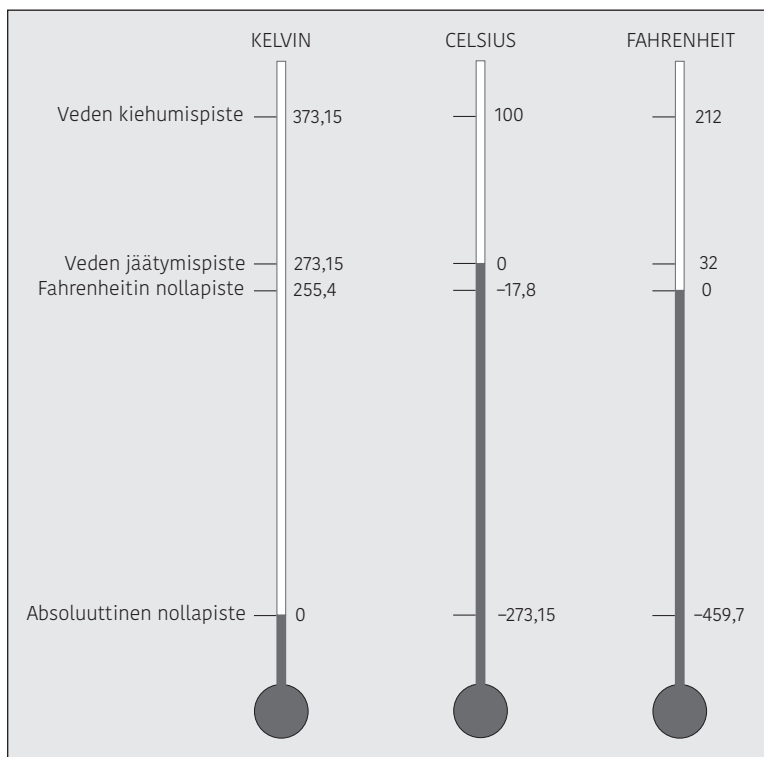
Kelvin

Lämpötilan perusyksikkönä SI-järjestelmässä on kelvin (lyhenne K; huomaa että lyhenteessä ei ole astemerkkiä kuten esimerkiksi celsiusasteen lyhenteessä). Kelviniä käytetään varsinkin tieteellisissä yhteyksissä. Astevälin pituus on täsmälleen sama kuin Celsius-asteikolla, mutta nollapisteenä on absoluuttinen nollapiste ($-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$). Veden jäätymispiste Kelvin-asteikolla on $273,15\text{ K}$ ja veden kiehumispiste $373,15\text{ K}$. – Vuodesta 2019 lähtien kelvinin määritelmä ei enää perustu veden lämpötiloihin, vaan Boltzmannin vakioon (ks. s. 168).

suunniteltiin uusi vahvempi kaapeli, joka sitten valmistui 1865. Sen laskua varten vuokrattiin maailman suurin laiva, vastavalmistunut SS Great Eastern, jonka ruumaan mahtui koko neljäntuhannen kilometrin kaapelirulla kolmeen osaan jaettuna. Kaapelin lastaaminen laivaan kesti kolme kuukautta.

Thomson oli jälleen mukana laivassa, kun uutta kaapelia lähdettiin laskemaan kesällä 1865. Yritys epäonnistui, kun kaapeli katkesi 1200 kilometrin jälkeen ja kaapelin pää painui neljän kilometrin syvyyteen. Great Easternin piti palata lähtösatamaan ja yrittää uudelleen seuraavana kesänä. Tällä kerralla kaapeli pysyi ehjänä ja toinen pää saatiin viedyksi Newfoundlandiin. Nyt oli saatu kunnollinen sähköinen yhteys mantereiden välille, mikä merkitsi tietoliikenteessä ja kaupassa uuden aikakauden alkua. Kiitokseksi suurtyöstä William Thomson ja muut projektin johtajat lyötiin Englannissa ritariksi eli he saivat käyttää nimensä edessä Sir-titteliä. Kesästä 1866 alkaen Euroopan ja Amerikan välillä on ollut sähköinen yhteys, jonka tekniikka on jatkuvasti parantunut.

Nykymaailmassa 150 vuoden takaiset saavutukset ovat lähes unohdettua historiaa. Sen sijaan William Thomsonin nimi on ikuis-tettu kansainvälisessä mittajärjestelmässä termodynamiikan (lämpö-



Thomsonin, Celsiuksen ja Fahrenheitin lämpötila-asteikkojen vertailu.

tilan) perusyksikköön. Yksikön nimi on otettu Thomsonin aatelisarvosta. Vuonna 1892 Thomson aateloitiin nimellä Kelvinin lordi ja hän pääsi ensimmäisenä tiedemiehenä Englannin parlamentin ylähuoneeseen. Kelvin on joki, joka kulkee Thomsonin työpaikan, Glasgow'n yliopiston lähellä.

Thomson osoitti terävyytensä jo nuorena, ja 22-vuotiaana hänet nimitettiin Glasgow'n yliopiston luonnonfilosofian (nykytermi olisi luonnontieteen) professoriksi. Siinä virassa hän pysyi yli 50 vuotta eläkkeelle siirtymiseen asti. Hän pysyi uskollisena Skotlannille, vaikka hän sai useita parempipalkkaisia tarjouksia tunnetummista yliopistoista ja tutkimuslaitoksista.

Thomson teki tutkimustyötä monella fysiikan alalla, varsinkin säh-

kööpissa ja elektroniikassa. Hän myös kehitti useita uudenlaisia laitteita ja hankki niille patentit. Patenttiansa ansiosta hänelle kertyi paitsi mainetta myös varallisuutta. Tuottavin laite oli laivoissa käytettävä tarkkuuskompassi, joka syrjäytti vanhemmat kompassit.

Lämpöoppia koskeva tutkimus, josta alussa oli lyhyt lainaus, oli se työ, jonka ansiosta Thomson sai 1948 nimensä tieteen kirjoihin. Työssä hän laski entistä tarkemmin, mikä on suurin mahdollinen kylmyys. Ajatusta oli käsitelty paljon jo aikaisemmin. Guillaume Amontons, joka mainittiin Fahrenheit-luvussa, oli huomannut 1700-luvun alussa, että ilman tilavuus pienenee kolmasosan, kun se viilenee veden kiehumispisteestä ”kylmäksi” (mikä firenzeläisittäin tarkoitti noin -18 celsiusasteeseen). Tästä hän päätteli, että jos ilmaa kylmennetään edelleen kaksi samanlaista askelta alaspäin (nykymitoissa noin -240 celsiusasteeseen), tilavuus menee nollaan eikä kylmempää voi enää olla.

Myös William Thomson teki kokeita ilmalämpömittarilla, jossa siis elohopean tai alkoholin tilalla lämpölaajenevana aineena on ilma. Hän esitti saman laskelman kuin Amontons, mutta pätevämällä fysiikalla, ja sai ”äärimmäisen kylmyyden” arvoksi -273 celsiusastetta. Tämä on absoluuttinen nollapiste, jota alemmaksi lämpötilat eivät voi laskea. Kiineettisen kaasuteorian mukaan tässä lämpötilassa kaikki liike pysähtyy. Kvanttimekaniikassa absoluuttinen nollapiste tarkoittaa sitä, että kaikki värähtelijät (esim. atomit) ovat alimmalla energiatasollaan. Käytännössä erilaisin jäähdytyskeinoin päästään nykyään jopa miljardisosan päähän absoluuttisesta nollapistestä tai vieläkin lähemmäksi, mutta ei koskaan aivan perille asti. Absoluuttinen nollapiste on ainehiukkasille samanlainen saavuttamaton raja-arvo kuin valon nopeus.

Kansainväliseen mittajärjestelmään lämpötilayksikkö hyväksyttiin 1948 muodossa kelvinaste, mutta kaksikymmentä vuotta myöhemmin yksikön nimi muutettiin yksinkertaisesti kelvinki.

Yksityiselämässään William Thomsonilla ei ollut samanlaista menestystä kuin työssä tai tieteessä. Hänen ensimmäinen vaimonsa sairastui kohta häiden jälkeen ja kärsi 17 vuotta ennen kuin nukkui pois. Thomson purki huolensa työntekoon. Myöskään toisen vaimonsa kanssa Thomson ei saanut lapsia, joten hän kuoli ilman perillisiä. Koska Englannissa aatelistarvo periytyy aina vain vanhimmalle pojalle, Thomson oli ensimmäinen ja samalla viimeinen Kelvinin lordi.