

KOMPASSINEULA VÄRÄHTI ØRSTEDIN LUENNOLLA

NIKLAS HIETALA

Sähkön valtakausi, jota elämme, on oikeastaan sähkömagnetismin aikakausi. Ilman sähkön ja magnetismin yhteyden keksimistä ei olisi sähkömoottoreita tai muuntajia. Sähköiset ilmiöt olisivat saattaneet jäädä vain tutkijoiden harrasteeksi. Kaksisataa vuotta sitten Hans Christian Ørsted oivalsi tuon yhteyden. Jo ennen ratkaisevaa koettaan Ørsted oli pohtinut sähkön ja magnetismin suhdetta. Pohdinnoissaan häntä ohjasivat ennen kaikkea filosofiset näkemykset.



H. C. Ørsted esittelee sähköjohtimen magneettivaikutusta. Kuva: wikimedia.org.

Olisi vaikea kuvitella maailmaa, jossa sähkö ja magnetismin yhteyttä ei tunnetaisi. Sähkömoottori, muuntaja, kaiuttimet ja sähkömagneetit perustuvat tähän ilmiöön. Omasa työssäni olen tekemisissä magneettikuvauslaitteiden kanssa, joiden magneettikentän synnyttää suprajohtava sähkömagneetti.

Tästä kaikesta meidän on vähintäänkin epäsuorasti kiittäminen tanskalaista Hans Christian Ørstedii (1777–1851). Jo ennen häntä uumoiltiin sähkö ja magnetismin välisestä yhteydestä. Ørstedin luennollaan suorittaman yksinkertaisen koejärjestelyn ansiosta ei kuitenkaan ollut enää tarvetta spekuloida.

Tarvitaan kylä kasvattamaan lapsi

Hans Christianin vanhemmille siunaantui kaikkiaan kaksitoista lasta. Vanhin heistä oli Hans Christian, joka syntyi 14.8.1777. Noin puolitoista vuotta myöhemmin syntyi Anders, jonka kanssa Hans oli lähes erottamaton nuoruudessaan.

Veljesten isä, Søren, oli apteekkari. Ørstedin perhe asui Rudkøbingissä, missä ei ollut edes koulua. Perheellä ei tosin ollut rahaakaan koulutukseen vaikka sitä arvostettiin. Hans ja Anders (ja myöhemmin muut veljekset) kävivät peruukintekijä Oldenburgin opissa. Hän ja hänen vaimonsa opettivat heille lukemista, kirjoittamista, laskentaa, saksaa ja Raamattua.

Kun Oldenburgien kyvyt eivät enää riittäneet, saivat lapset oppia muilta kyläläisiltä. Maanmittaaja opetti piirtämistä ja matematiikkaa, pormestari opetti toiselle veljeksistä englantia ja toiselle ranskaa. Mitä Hans ja Anders erikseen oppivat, sen he opettivat toisilleen.¹ Kaksitoistavuotiaana Hans alkoi avustaa isäänsä apteekissa. Tämä varmasti edesauttoi häntä kiinnostumaan luonnontieteistä.

Nuori kantilainen

Vuonna 1793 veljekset aloittivat opinnot Kööpenhaminan yliopistossa. Vaikka nyt heidän kiinnostuksen kohteensa alkoivatkin eriytyä, olivat he opintojensakin ajan kuin paita ja peppu. Hans opiskeli luonnontieteitä ja Anders lakia. Andersista tuliikin menestyvä oikeustieteilijä ja poliitikko. Uralaan Anders nousi aina pääministeriksi asti.

Hans Christian menestyi opinnoissaan hyvin. Vaikka luonnontieteet häntä kiinnostivatkin, oli hän nuorena enemmän filosofi kuin tieteilijä. Eriyisesti häntä kiinnostivat Immanuel Kantin ajatukset.² Se ei liene yllättävää. 1700- ja 1800-luvun taitetta kutsutaan Tanskan oppihistoriassa kantilaiseksi ajanjaksoksi.³

Ørsted kirjoitti esseitä, joissa käsitteli Kantin dynaamista aineen teoriaa. Kantilaisiin ajatuksiin kuului atomismin hylkääminen. Aine ajateltiin fundamentaalisten veto- ja poistovoimien ilmentymäksi. Uskottiin myös, että kaikki voimat, mukaan lukien niin sähköiset kuin magneettiset voimat, voitaisiin kuvaila yhtenäisellä tavalla.

Väitöskirjansa Ørsted kirjoitti vuonna 1799 kantilaisista luonnontieteen metafysisistä perusmuodoista. Kun hän vuonna 1801 lähti nuorena tohtorina Euroopan-kiertueelle, kuten tuon aikaisessa tiedemaailmassa oli tapana, suuntasikin hän ensiksi Saksaan.

Mukaan hän otti itse suunnittelemansa pienikokoisen pariston. Volta oli kehittänyt galvaanisen pariston vain vuotta aiemmin, ja Voltan patsaalla tehtävät kokeet olivat tiedemaailmassa viimeisintä huutoa.

Saksalainen romantiikan luonnonfilosofia

Nuoren Ørstedin Euroopan-matka kesti yli kaksi vuotta. Tänä aikana hän kävi useissa kaupungeissa Saksassa, Ranskassa ja Alankomaissa. Hän vieraili yliopistoissa, tehtaissa, kaivoksissa ja museoissa. Matkan ensimmäinen kohde oli Berliini.

Elektromagnetismin keksiminen on parasta ymmärtää spekulatiivista ja kokeellista tieteen hedelmällisenä liittona.⁴ Niin suuri vaikutus kantilaisilla ajatuksilla ja saksalaisen romantiikan luonnonfilosofialla oli Ørstediin.

Naturphilosophie, eli saksalainen romantiikan luonnonfilosofia, suhtautui kriittisesti valistusfilosofiaan ja sai vaikutteita Kantilta ja Spinozalta. Täydellisimmillään *naturphilosophie* tuli esiin Friedrich Wilhelm Joseph von Schellingin (1775–1854) kirjoituksissa.⁵ Romantiikan luonnonfiloso-

2 Nielsen ja Andersen 2007; Shanahan 1989.

3 Turunen 2008, 27.

4 Stauffer 1957.

5 Shanahan 1989, 295

1 Dibner 1962, 17–18.

fia korosti radikaalisti Kantin näkemystä apriorisen tiedon tärkeydestä.⁶

Nykypäivän tieteen tekijän on vaikea käsittää sellaisia Schellingin tokaisuja kuin, että ”luonto on vain ymmärryksemme näkyvä organismi”.⁷ Schellingiä kiehtoi myös dualismi ja vastakohtaisuus. Sähkö ja magnetismi ovatkin oivalliset esimerkit tällaisten ajatusten kehittelyyn.

Kantilaisen filosofian tavoin Schellingin ja muiden romantiikan luonnonfilosofien ajatteluun kuului monistinen näkemys luonnonvoimien ykseydestä. Tämä ajatus nouseekin usein esiin Ørstedin kirjoituksissa.

Ørsted ei purematta niellyt saksalaista luonnonfilosofiaa. Hänen suhtautumisensa siihen oli ristiriitainen. Vaimolleen hän kirjoitti vuonna 1823:

Saksassa minulla on usein kiusaus protestoida luonnonfilosofiaa vastaan, kun näen sitä sovellettavan virheellisesti. Sitä vastoin Ranskassa mieleni tekisi puolustaa sitä, tai pikemminkin tunnen perustavanlaatuisen eron luonnontieteellisessä ajattelussa, jonka en olisi kuvitellut olevan niin suuri, jos en olisi niin usein tuntenut sen olevan elävästi läsnä.⁸

Ritter ja Ørsted

Ørstedin Saksassa tapaamista tiedemiehistä ehkä suurimman vaikutuksen häneen teki Johann Wilhelm Ritter (1776–1810). Ørstedillä ja Ritterillä oli samanlainen tausta. Molemmilla oli apteekkarin koulutus, joka myös antoi heille perustaidot laboratoriotekniikoissa.

Nykyään Ritter muistetaan enää oikeastaan vain siitä, että hän löysi ultraviolettisäteilyn. Monella tapaa Ritter oli tyypillinen romantiikan luonnonfilosofi.⁹ Häntä ohjasi Naturphilosophielle ominainen spekulatio. Ritter kuitenkin oli myös empiristi ja pyrki kokeiden avulla osoittamaan teoretisointinsa todeksi. Hänen kokeensa eivät tosin olleet monesti toistettavissa.

Ørstediin Ritterin teorit ja kokeet tekivät suuren vaikutuksen. Erityisesti nuoreen Ørstediin varmaan vaikutti se kiihko, jolla Ritter työskenteli. Sama innokkuus tarttui myös Ørstediin. Tällä

innolla Ørsted teki Ritterin tuloksia tunnetuksi jatkettuaan matkaansa Ranskaan.

Ranskassa Ørsted raportoi Ritterin löytämästä ultraviolettisäteilystä, mutta myös Ritterin väitteistä, että maapallolla on magneettisten napojen lisäksi sähköiset navat tai kuinka magneetin pohjois- ja etelänavat hapettuvat eri tavalla. Oli varmaankin noloa huomata, että kaikki Ritterin havainnot eivät olleet toistettavissa ranskalaisten valvonnassa. Ehkäpä se lisäsi Ørstedin kriittistä asennetta kokeellisten väittämien hyväksyntää ja tulkintaa kohtaan.¹⁰

Ritterin kanssa vietetty aika luultavasti suuntasi Ørstedin kiinnostuksen sähkökemian. Ørsted halusi osoittaa, että kemiallisissa reaktioissa on pohjimmiltaan kyse sähköisistä ilmiöistä.¹¹ Eräässä kirjeessään Ørstedille Ritter esitti suorastaan astrologisen profetian. Hän väitti, että ekliptikan suurimman inkliinaation ajankohdat osuvat yhteen sähköön liittyvien suurien saavutusten kanssa. Vuonna 1745 Kleist kehitti Leidenin pullon, vuonna 1764 Wilcke elektroforin, vuosi 1782 toi mukanaan Voltan kondensaattorielektroskoopin ja 1801 Voltan patsaan. Niinpä Ritter ennustikin, että jotain suurta tulisi tapahtumaan loppuvuodesta 1819 tai vuonna 1820.

Ritter itse ei elänyt nähdäkseen sähkömagnetismin aikakautta, joka alkoi Ørstedin keväällä 1820 tekemästä havainnosta. Ritter kuoli vuonna 1810. Elämänsä loppuun asti hän jatkoi tutkimuksia, joissa yhdistyi fantastinen spekulatio ja todet tai kuvitellut havainnot.

Sähkö ja magnetismi

Sähkön ja magnetismin yhteyden pohtiminen ei perustunut pelkästään ideologisiin ajatuksiin voimien ykseydestä. Tunnettiin tapauksia, joissa salamanisku oli magnetisoitunut rautaesineitä. Tiedettiin myös ukonilman vaikuttaneen kompassien toimintaan. Kerrottiin, että salaman iskettyä livaan, olivat sen kompassit alkaneet osoittaa pohjoisen sijasta etelää kohti.¹²

6 Turunen 2008, 23–24.

7 Stauffer 1957, 35.

8 Kuten lainattu ja suomennettua julkaisussa Turunen 2008, 25.

9 Caneva 1997, 42–48; Gower 1973, 327–339.

10 Stauffer 1957, 42.

11 Christensen 1995, 162–163.

12 Lindell 2009, 112–114; Martins 2007, 246–247. Ørsted itse taustoitti sähkön ja magnetismin yhteyttä *Edinburgh Encyclopedian* vuonna 1830 kirjoittamassaan artikkelissa, ks. Ørsted 2014, 542–546.

Ørstedin ystävä Ritter luuli kerran osoittaneensa sähköön ja magnetismin yhteyden. Kyseessä oli kuitenkin taas eräs niistä Ritterin kokeista, jota ei onnistuttu toistamaan.

Ritter ei kuitenkaan ollut ainoa tiedemies, joka teorisoi vastaavaa ja joka suoritti kokeita yhteyden osoittaakseen. Yhden Ørstedin havainnon kannalta merkittävän kokeen suoritti vuonna 1802 trentolainen Gian Domenico Romagnosi (1761–1835). Hän koski Voltan patsaan napaan kiinnitetyn johdon päällä magneettineulaa. Neulan havaittiin kääntyvän toiseen asentoon.¹³

Romagnosin kokeessa ei kuitenkaan ilmeisesti muodostunut suljettua virtapiiriä, joten kyseessä saattoi olla sähköstaattinen ilmiö. Toinen tulkinna on, että virta pääsi kulkemaan kokeilijan käden kautta, jolloin kyseessä todella olisi ollut sähkövirran aiheuttama magneettinen vaikutus.¹⁴ Romagnosi ei kuitenkaan jatkanut ilmiön tutkimista sen syvemmin. Hän ei myöskään vetänyt mitään yleisiä johtopäätöksiä havainnostaan.

Sähköstatiikka ja galvanismi

Vuonna 1790 italialainen anatomian professori Luigi Galvani (1737–98) huomasi, että kuolleen sammakon jalat alkoivat sätkiä, jos sammakkoon yhdistettiin kaksi toisiinsa kytkettyä eri metallia. Galvani kutsui ilmiötä eläinsähköksi.

Toinen italialainen, Alessandro Volta (1745–1827), osoitti, että galvanismi ei pohjimmiltaan ole eläinperäinen ilmiö. Sähköstä syvästi kiinnostunut Volta kehittikin ensin sähköparin ja vuonna 1800 useasta sinkki- ja kuparilevystä koostuvan pariston, Voltan patsaan. Sillä tehdyt galvanistiset kokeet keskittyivät aluksi ennen kaikkea sähkökemian. Ehkä siksi sähkövirran magneettisen vaikutuksen löytäminen kesti 20 vuotta.

Staattisen sähköän ilmiöitä, kuten hankaussähkö tai Leidenin pulloon varastoidun sähköän purkaukset, oli tunnettu jo pitkään. Mutta koska sähkövirran käsitettä ei vielä ymmärretty, ei myöskään ymmärretty galvanismin perusluonnetta. Nykytermein voisi sanoa, että galvanismiin liittyvät suuret virrat ja pienet jännitteet. Jo aiemmin tunnettuihin sähköisiin ilmiöihin taas liittyivät suuret jännitteet ja pienet virrat.

Kompassineulan heilahdus

Ørsted palasi Euroopan-kiertomatkaltaan vuonna 1803. Hän haki fysiikan professuuria Kööpenhaminan yliopistossa. Sitä ei hänelle kuitenkaan myönnetty, koska hänen tieteellisen kiinnostuksensa suuntautumista pidettiin kenties liian filosofisena.¹⁵ Vaikka Ørsted ei saanutkaan virkaa, hän jatkoi kokeiden suorittamista. Hän myös piti yleisluentoja, jotka olivat suosittuja. Vuonna 1806 hänet palkittiinkin viralla; tosin täyden professuurin hän sai vasta vuonna 1817.

Talvella 1819–20 Ørsted piti luentosarjaa sähköstä, galvanismista ja magnetismista. Yksi luennoista pidettiin 21. huhtikuuta 1820. Ørsted valmisti koejärjestelyt luentoa varten. Valmistelujen yhteydessä hän pohti, että ehkäpä pariston päät yhdistävä metallilanka voisi säteillä magnetismia samaan tapaan kuin ohut lanka säteilee valoa ja lämpöä sähköän vaikutuksesta.

Tätä testatakseen Ørsted haki kompassin. Hän ei kuitenkaan ehtinyt yrittää koetta ennen luentoa ja ajattelikin jättää sen toiseen kertaan. Luennon aikana hän kuitenkin päätti suorittaa kokeen. Kun ohut platinalanka tuotiin mahonkisessa rasiassa olevan lasikuvulla peitetyn kompassineulan ylle, värähti neula heikosti. Efekti oli heiveröinen eikä tehnyt paikalla olijoihin juurikaan vaikutusta.

Vasta heinäkuussa Ørsted julkaisi havaintonsa. Hän jatkoi oikeastaan vasta heinäkuun alussa asian tutkimista. Tuntuu käsittämättömältä, että Ørsted antoi maailmaa mullistavan havainnon tutkimisen odottaa kolme kuukautta. Alkuperäinen havainto oli kuitenkin heikko ja epämääräinen. Ritterin touhuilua seuranneena hän oli oppinut olemaan hätäilemättä.

Odotukselle saattaa olla yksinkertainen selitys. Ørsted epäili, että ilmiön heikkous olisi johdettu heikosta paristosta. Niinpä hän antoikin teettää uuden pariston.¹⁶ Tällä uudella laitteistolla hän tutki ilmiötä huolellisesti heinäkuussa. Heti varmistuttuaan, että havainnossa on kyse todellisesta ilmiöstä ja selvitettyään ilmiön luonteen, julkaisi hän tuloksensa.

13 Dibner 1962, 42–45.

14 Lindell 2009, 114.

15 Dibner 1961, 427.

16 Kipnis 2005, 12–14.



Dannebrogin ritari H. C. Ørsted. Kuva: wikimedia.org.

Moukan tuuriako?

Ørstedin mullistava havainto laitetaan usein sattuman piikkiin. Tarina kerrotaan niin, että virtajohdin sattui tulemaan lähelle kompassia, jolloin Ørsted huomasi viisarin värähtävän. Sattumasta ei kuitenkaan ollut kyse.¹⁷

Näin väitettäessä jätetään täysin huomioimatta se, että Hans Christian Ørsted oli jo vuosien ajan teoretisoinut sähkön ja magnetismin yhteydestä. Vuonna 1812 hän julkaisi kirjoituksen, jossa esitti, että kemialliset voimat, sähkö, lämpö, valo ja lisäksi magnetismikin voitiin johtaa toisistaan. Tuolloin sähkön ja kemiallisten reaktioiden yhteys tunnettiin ja kummankin avulla tiedettiin pystyvän tuottaa lämpöä ja valoa. Magnetismin ja sähkön yhteys oli vielä näyttämättä.¹⁸

Sattumasta puhuminen unohtaa täysin Ørstedin ideologiset näkemykset. Vuonna 1830 hän kirjoitti *Edinburgh Encyclopediaan* artikkelin

sähkökemiasta.¹⁹ Siinä hän kuvaili myös havaintoensa johtaneita tapahtumia. Tässä yhteydessä hän kirjoittaa itseensä viitaten:

Koko kirjallisen uransa ajan hän piti kiinni näkemyksestä, että magneettiset ilmiöt ja sähköilmiöt ovat samojen voimien tuottamia. Tähän näkemykseen hän ei päätenyt niinkään niillä perusteilla mihin yleensä viitataan, vaan sen filosofisen periaatteen vaikutuksesta, jonka mukaan sama alkuperäinen voima tuottaa kaikki ilmiöt.²⁰

Sattumanarratiivi on syntynyt, koska toisen käden lähteille on annettu liian suuri painoarvo.²¹ Erityisesti Ørstedin oppilaan, Christopher Hansteenin, vuonna 1857 kirjoittamaa kirjettä lainataan usein. Hansteen kuvailee ikään kuin sivustakatsojan perspektiivistä sitä, kuinka Ørsted löysi sähkömagnetismin. Hänen tyyliinsä maalailee tapahtumasta kuvaa, jossa Ørstedillä käy vain moukan tuuri. Kirje on kirjoitettu lähes kolmekymmentä vuotta tapahtuneen jälkeen. Ja vaikka Hansteen oli ollut Ørstedin assistentti, ei hän edes ollut paikalla tuona merkityksellisenä päivänä.²²

Ørstedin havainnostaan kirjoittama raportti oli tyyliältään tiivis. Siitä ei välittynyt tarkka kuva sen työn määrästä, mitä hän heinäkuussa oli tehnyt. Tämä puolestaan sai osan lukijoista luulemaan, että kyse oli silkasta onnenkantamoisesta. Ørsted joutuikin heti tuoreeltaan puolustautumaan.²³

Ei sattuma, mutta yllätys

Vaikka sattumasta ei ollutkaan kyse, pääsi luonto silti yllättämään Ørstedin. Syitä sille, miksi näinkin yksinkertaista koetta ei ollut ainakaan onnistuneesti aiemmin suoritettu, lienee useita. Osittain siihen vaikutti, että sähkövirran käsitettä ei vielä tunnettu tai ymmärretty. Romagnosin tapaan kokeita oli tehty ilman, että syntyi suljettua virtapiiriä.

Toinen syy on se, että ei osattu odottaa sähköjohtimen aiheuttaman magneettikentän olevan ympyrämainen johtimen ympärillä. Jos odotettiin sähköjohtimen aiheuttavan magneettineulan

17 Stauffer 1953; Kipnis 2005; Martins 2018.

18 Ørsted 2014, 310–392; Lindell 2009, 117; Stauffer 1953, 307–308.

19 Ørsted 2014, 542–580.

20 Kuten lainattu ja suomennettu julkaisussa Turunen 2008, 29.

21 Martins 2018, 4–13.

22 Stauffer 1953, 309–310.

23 Kipnis 2005, 3.

johtimen suuntaisen voiman, olisi järkevää asettaa johdin poikittain neulaan nähden. Näin voisi nähdä neulan kääntyvän. Toisaalta voisi kuvitella johtimen säteilevän magneettisuutta niin kuin hehkulanka säteilee valoa ja lämpöä. Tällöin odotaisi neulan osoittavan pois päin johtimesta. Kenties kokeita tehtiin virheellisillä lähtöolettamuksilla ja siksi ei saatu tulosta.²⁴

Ørstedilläkin oli vaikeuksia käsittää havaitsemaansa. Kirjoittaessaan tapahtuneesta hän sanoo ymmärtäneensä ilmiön luonteen vasta tehtyään kokeita useita päiviä. Hänen toimintansa oli kuitenkin johdonmukaista. Havaittuaan ilmiön heikosti huhtikuussa hankki hän tehokkaamman laitteen. Saatuaan voimistettua ilmiön, jatkoi hän sen tutkimista, kunnes lopulta ymmärsi sen.²⁵

Latina – tieteen kuoleva kieli

Ørstedin selostus tutkimuksestaan painettiin 21. heinäkuuta 1820. Se oli vain neljä sivua pitkä ja se oli kirjoitettu latinaksi. Sanotaankin, että *Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam*²⁶ oli ehkä viimeinen merkittävä latinaksi julkaistu tieteellinen tutkimus.

Kielen lisäksi nykytutkijan silmään pistää tapa, jolla teksti on allekirjoitettu. Ensiksikin, Hans Christian kirjoitti nimensäkin latinalaisessa muodossa: Johannis Christianus Ørsted. Tämän seurausena englanninkielisessä käännöksessä lukee ”John Christian Oersted”.²⁷

Toiseksi, ei voi olla hymyilemättä Ørstedin affiliaatiolle. Ennen kuin hän mainitsee olevansa fyysikan professori Kööpenhaminan yliopistossa, kertoo hän olevansa Dannebrogin ritarikunnan ritari. Mainitsisiko tänä päivänä kukaan suomalainen professori kuuluvansa Suomen Valkoisen Ruusun ritarikuntaan?

Latinan käyttö oli jo melkein kadonnut Tanskan akateemisesta maailmasta vuonna 1820. Vuonna 1742 perustettu Tanskan kuninkaallinen tiedeakatemia julkaisi tutkielmansa alusta asti tanskaksi. Samana vuonna ehdotti oikeustieteellinen tiedekunta opetuskielen vaihtamista tanskaan; olivathan lait kirjoitettu tanskaksi. 1700-lu-

vun loppua lähestyessä luennot pidettiinkin pääsääntöisesti tanskaksi koko yliopistossa. Tultaessa 1800-luvulle latina säilyi vielä väitöskirjojen kielenä.²⁸

Ørstedillä itsellään oli laaja kielitaito. Vain harva hänen julkaisuistaan oli latinaksi. Hän kirjoitti tanskaksi, saksaksi, ranskaksi ja englanniksi. Latina tuli valittua kieleksi, koska se mahdollisti artikkelin nopean levittämisen useaan maahan. Samana vuonna siitä ilmestyikin käännöksiä monessa maassa.²⁹

Ørsted ajoi tanskan kielen asemaa, ja hänen vaikutuksensa näkyy tänä päivänäkin. Lähes 2 000 sanan alkuperä voidaan johtaa Ørstediin. Sanoja muodostaessaan hän pyrki välttämään suoria väännöksiä latinasta tai muista kielistä. Ørsted totesi, että erityisesti tieteen ystäville, jotka eivät puhu latinaa tai kreikkaa, on suuri hyöty, jos sana on tanskalaiseen suuhun sopiva. Vaikka se olisikin keinotekoinen, välittää se mielikuvan silti paremmin kuin vierasperäinen sana.³⁰

Ørstedille oli tärkeää tuoda tiede lähelle tavallista ihmistä. Hän perusti luonnontieteiden popularisointiin tähtäävän yhdistyksen *Selskabet for Naturlærens Udbredelse* vuonna 1824. Seura aloitti toimintansa järjestämällä yleisöluentoja. Sen lisäksi, että Ørsted itse esitelmöi, hän koulutti muita pitämään yleistajuisia luentoja.³¹

Ytimekäs selostus

Ørstedin raportti muistuttaa hieman nykyisiä *letter*-tyylisiä tiedejulkaisuja. Hän ei tuhlaa merkkejä turhaan jorinaan. Teoretisointi on minimissään. Kirjoitus keskittyy raportoimaan tehdyistä havainnoista. Ørsted ei kerro, kuinka hän heinäkuun aikana teki noin kuusikymmentä koetta asiaa tutkiessaan. Julkaisun lyhyys ja ilmiön ymmärtämiseen johtaneen työn määrän kertomatta jättäminen osaltaan edesauttoivat sattumanaratiivin syntyä.

Tiiviistä muodostaan huolimatta selostukseen mahtuu paljon asiaa. Siitä selviää, että virtajohdin, joka on osa suljettua virtapiiriä, aiheuttaa voimavaikutuksen magneettineulaan. Ørsted huomasi myös, että vaikutuksen suuruus riippuu johtimen etäisyydestä.

24 Lindell 2009, 118.

25 Martins 2007, 261.

26 Ørsted 1820.

27 Ørsted 1820b.

28 Mortensen ja Haberland 2012, 179–183.

29 Mortensen ja Haberland 2012, 183.

30 Lynning ja Jacobsen 2011, 54; Gregersen 2019.

31 Nielsen 1939, 18–19.

Johtimen materiaalilla ei ole vaikutusta. Efekti yltää läpi lasin, metallin, puun, veden, hartsin tai kiven. Myöskään lasin, metallin ja puun yhdistelmä ei estä voimaa. Tutuissa sähköisissä vuorovaikutuksissa väliaineella on väliä. Kyse on todellakin magneettisesta ilmiöstä, sillä ei-magneettinen messinkineula ei liikkunut.

Sanotaan, että Ørsted löysi sähkövirran synnyttämän magneettivoiman. Sähkövirran käsitettä ei kuitenkaan tuolloin vielä tunnettu. Ørsted puhuu ”sähköisestä konfliktista”. Hän ajatteli, että pariston vastakkaiset navat aiheuttavat konfliktin johtimessa. Sähköjohdon sisällä vallitsi vastakkaiten voimien tasapainotila. Sähkönjohdus olisi tämän tasapainotilan tuhoutumista ja syntymistä, mikä vaikuttaa tasaiselta virralta.³²

Kokeessaan Ørsted siis huomasi, että sähköinen konflikti ei rajoittunut johtimeen. Sen vaikutus kiertää johdinlankaa ympyränmuotoisesti johdinta vastaan kohtisuorissa tasoissa. Tämä oli kaikista yllättävin tulos. Tähän asti oltiin tunnettu gravitaation kaltaisia vetovoimia. Sähköisten voimavaikutusten ja magneettien välisten voimien tiedettiin olevan myös poistovoimia. Kuitenkin voiman suunta oli aina yhdensuuntainen kahden kappaleen yhdistävän janan kanssa.³³

Selostuksessaan Ørsted kertoo myös kokeesta, jossa johdinlanka on taivutettu niin, että se kulkee magneetin yli toisen kerran takaisin. Samana vuonna kirjoittamassaan jatkoartikkelissa hän osaa jo paremmin kertoa, että suljetulla virtapiirillä on pohjois- ja etelänavat magneetin tavoin. Hän myös havaitsi magneetin vaikutuksen johtimeen. Samoin hän kertoi (nykytermeillä ilmaistuna), että sähköjohtimen magneettivaikutus johtuu virrasta, ei jännitteestä.³⁴

Artikkelissaan Ørsted ei luonut ilmiölle matemaattista kuvausta. Filosofoivaa Ørstedä voisi luulla nykyajan teoreetikkojen hengenheimolaiseksi, mutta heistä hän eroaa suhteessaan matematiikkaan. Ørsted suhtautui matemaattisiin malleihin varauksella peläten, että ne voivat johtaa harhaan. Sen sijaan hän korosti kokeiden tuomaa ymmärrystä.³⁵ Ehkä nykyfysikot, jotka Ørstedin

tavoin pyrkivät yhdistämään luonnon perusvoimia kaiken teoriaa etsiessään, voivat oppia jotain tästä. Kokeet kertovat todellisuudesta, pelkkä matematiikkaan luottaminen voi johtaa harharetkille.

Sähkön valtakausi alkaa

Ørstedin raportti sai tiedeyhteisön kuhisemaan. Havainto oli yksinkertainen ja helposti toistettavissa, mutta samalla sen merkitys oli mullistava. Kahden erillisinä pidetyn voiman välille oli löydetty kiistämätön yhteys.

Hyvin nopeasti Ørstedin havainnosta kuultuaan ranskalainen André-Marie Ampère (1775–1836) onnistui sekä toistamaan että myös matemaattisesti selittämään ilmiön. Ampèrella oli lisäksi suuri vaikutus sähkövirran käsitteen synnyttämisessä ja selkeyttämisessä.

Jo seuraavana vuonna Michael Faraday (1791–1867) otti Englannissa ensi askeleet kohti sähkömagneettisen induktion ymmärtämistä.³⁶ Kymmenen vuotta myöhemmin hän otti ratkaisevat askeleet. Nyt osattiin synnyttää sähkövirtaa magneetin avulla. Tämän jälkeen sähkötekniikan kehitys eteni harppauksittain. Sähkö mullisti maailman.

Lähteet

- Blondel, Christine ja Benseghir, Abdelmadjid (2017). The key role of Oersted's and Ampère's 1820 electromagnetic experiments in the construction of the concept of electric current. *American Journal of Physics* 85: 369–380.
- Caneva, Kenneth L. (1997). Physics and *Naturphilosophie*: A Reconnaissance. *History of Science* 35(1): 35–106.
- Christensen, Dan Ch. (1995). The Ørsted-Ritter partnership and the birth of Romantic natural philosophy. *Annals of Science* 52(2): 153–185.
- Dibner, Bern (1961). Part II: Oersted and the discovery of electromagnetism. *Electrical Engineering* 80(6): 426–432.
- Dibner, Bern (1962). *Oersted and the discovery of electromagnetism* (New York, Blaisdell).
- Gower, Barry (1973). Speculation in Physics: The theory and practice of "Naturphilosophie". *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 3(4): 301–356.
- Gregersen, Frans (2019). H. C. Ørsted og de nye ord. *Kvant* 4/2019: 30–34.
- Kipnis, Nahum (2005). Chance in science: The discovery of electromagnetism by H. C. Oersted. *Science & Education* 14(1): 1–28.
- Lindell, Ismo (2009). *Sähköän pitkä historia* (Helsinki, Gaudeamus).
- Lynning, Kristine Hays ja Jacobsen, Anja Skaar (2011). Grasping the spirit in nature: *Anschaung* in Ørsted's epistemology of science and beauty. *Studies in History and Philosophy of Science* 42: 4–57.
- Martins, Roberto De Andrade (2007) Resistance to the Discovery of Electromagnetism: Ørsted and the Symmetry of the Magnetic Field. Teoksessa *Hans Christian Ørsted And The Romantic*

32 Blondel ja Benseghir 2017, 373; Ørsted 2014, 430.

33 Nevanlinna 2001.

34 Ørsted 2014, 421–424.

35 Lynning 2011, 48–49.

36 Meyer 1931, 337–338.

Legacy In Science, Boston Studies In The Philosophy Of Science, vol 241, toim. Brain, R. M., Cohen, R. S. ja Knudsen, O. (Dordrecht, Springer).

Martins, Roberto de Andrade (2018). An educational blend of pseudohistory and history of science and its application in the study of the discovery of electromagnetism. Teoksessa *Teaching science with context: historical, philosophical, and sociological approaches*, toim. Prestes, Maria Elice Brezinski ja Silva, Cibelle Celestino. (Berlin, Springer).

Meyer, Kirstine (1931). Faraday and Ørsted. *Nature* 128: 337–339.

Mortensen, Janus ja Haberland, Hartmut (2012). English – the new Latin of academia? Danish universities as a case. *International journal of the sociology of language* 216: 175–197.

Nevanlinna, Heikki (2001). 200 vuotta sähkövirtaa. *Tieteessä tapahtuu* 19(4): 7.

Nielsen, J. Rud (1939). Hans Christian Oersted – Scientist, Humanist and Teacher. *American Journal of Physics* 7(10): 10–22.

Nielsen, K. ja Andersen, H. (2007) The Influence Of Kant's Philosophy On The Young H. C. Ørsted. Teoksessa *Hans Christian Ørsted And The Romantic Legacy In Science*, Boston Studies In The Philosophy Of Science, vol 241, toim. Brain, R. M., Cohen, R. S. ja Knudsen, O. (Dordrecht, Springer).

Turunen, Panu (2008). Romantiikan luonnonfilosofian vaikutus sähkömagnetismin keksimiseen. *niin&näin*, 1/2008: 23–31.

Shanahan, Timothy (1989). Kant, Naturphilosophie, and Oersted's discovery of electromagnetism: A reassessment. *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 20(3): 287–305.

Stauffer, Robert C. (1953). Persistent Errors Regarding Oersted's Discovery of Electromagnetism. *Isis* 44(4): 307–310.

Stauffer, Robert C. (1957). Speculation and the Experiment in Background of Discovery of Oersted's Electromagnetism. *Isis* 48(1): 3–350.

Ørsted, H. C. (1820). *Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam* (pamfletti, Kööpenhamina).

Oersted, John Christian (1820b). Experiments on the Effect of a Current of Electricity on the Magnetic Needle. *Annals of Philosophy* 16: 273–276.

Ørsted, H. C. (2014). *Selected Scientific Works of Hans Christian Ørsted*. Toim. Jelved, Karen, Jackson, Andrew D. ja Kundsens, Ole (New Jersey, Princeton University Press).

Kirjoittaja on tekniikan tohtori, joka tekee työkseen magneettikuvauslaitteisiin liittyvää tuotekehitystä.

PALKITTUJA

Siirtolaisinstituutti on myöntänyt vuoden 2020 John Morton -palkinnon valtiotieteiden tohtori **Timo Arolle**. Hän on alue-, kaupunki- ja väestönkehityksen asiantuntija, joka työskentelee johtavana asiantuntijana Aluekehittämisen konsultti-toimisto MDI Public Oy:ssä. Aro on erikoistunut työurallaan laaja-alaisesti kunta- ja kaupunkikehittämiseen sekä alue- ja väestönkehityksen kysymyksiin.

Kirjailija **Vivi-Ann Sjögren** sekä tähtitieteen professori **Esko Valtaoja** ovat saavat Suomen tietokirjailijat ry:n jakamat Warelius-palkinnot Vanhan kirjallisuuden päivillä. Sjögren on kirjailija, toimittaja ja näyttelijä, joka on kirjoittanut matka- ja ruokakirjoja, oppikirjoja ja ruoka-aiheisia kolumneja. Valtaoja on Turun yliopiston avaruustähtitieteen emeritusprofessori, joka kirjoittanut lukuisia tietokirjoja erityisesti luonnontieteen eri aiheista.

Taidesäätiö Meritan ja Taideyliopiston Kuva- taideakatemia yhteistyössä jakama palkinto ansioituneelle taiteellisen tutkimuksen tohtoriopiskelijalle on myönnetty **Miklos Gaálille**. Hän on Amsterdamissa asuva suomalainen taiteilija, joka on kansainvälisesti tunnettu etenkin valokuvistaan. Hänen tutkimusaiheenaan on saksalaisen varhaisromantiikan taidefilosofian suhde nykytaiteeseen.

Akateemikko **Riitta Hari** on saanut elämäntyöstään Suomalaisen Tiedeakatemia kunnia-palkinnon. Hän johti Teknillisen korkeakoulun (myöh. Aalto-yliopisto) kylmälaboratorion aivotutkimusyksikköä vuosina 1982–2016. Hän on työtovereineen kehittänyt aivojen kuvantamismenetelmiä ja tutkinut myöhemmin myös sosiaalisen vuorovaikutuksen aivoperustaa. Hän korostaa, kuinka neurotieteessä on tärkeää laaja-alainen yhteistyö eri oppialojen välillä.

Minervasäätiön Medix-palkinto on tänä vuonna myönnetty tutkimukselle, jossa selvitettiin, voidaanko ikääntyneen kudoksen toimintaa nuorentaa puuttumalla kantasolujen ja niiden naapurisolujen väliseen viestintään. Palkinto myönnettiin *Nature*-lehdessä julkaistusta artikkelista Helsingin yliopiston tutkimusryhmälle, jota johtaa apulaisprofessori, Suomen Akatemian huippuyksikön johtaja **Pekka Katajisto**.