



Al het leven in het licht van een kaars

Michael Faraday, *The chemical history of a candle*. Recentste herdruk: Oxford University Press (2011), ISBN 9780199694914. De tekst is ook in diverse vormen online te vinden.

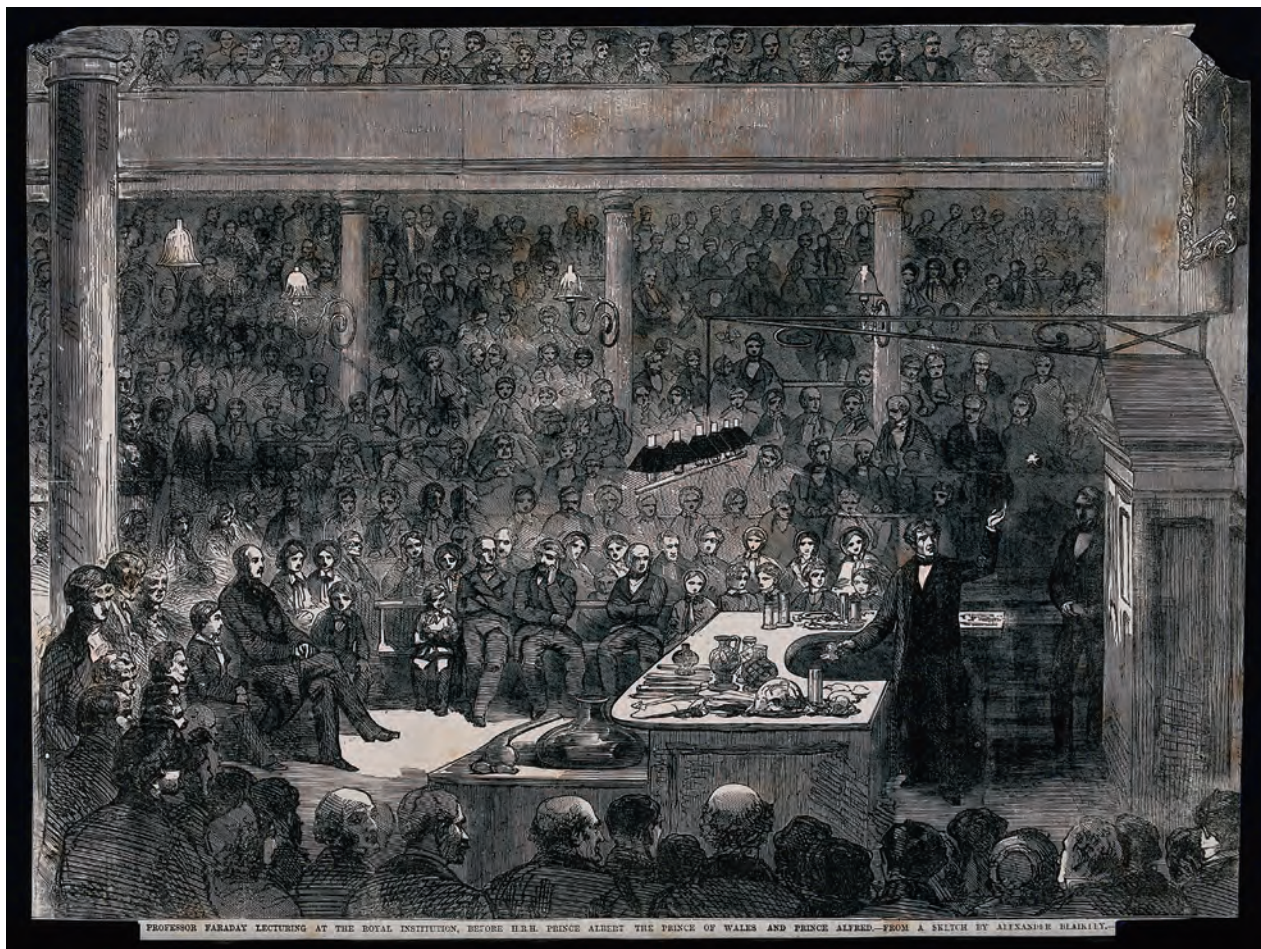
Het is een donkere kille wintermiddag eind december 1860. Een fraaie theaterzaal aan Albemarle Street, hartje Londen, is tot de nok toe gevuld met kinderen en bovenin bevinden zich ook enkele volwassenen. Beneden staat een bijna zeventigjarige professor, omringd door experimentele opstellingen, en op de grote demonstratietafel branden allerlei kaarsen. De spreker is Michael Faraday (1791-1867) die bezig

is met het geven van zijn negentiende en laatste serie *Christmas Lectures* in het gebouw van de Royal Institution. Voor deze gelegenheid herhaalt hij de succesvolle serie van zes lezingen die hij eerder in de kerstvakantie van 1848/49 opvoerde: *The chemical history of a candle*.

De Royal Institution is in 1799 opgericht door Benjamin Thompson, graaf Rumford. Het Verenigd Koninkrijk was in die jaren verwickeld in een

langdurige oorlog met Frankrijk waardoor de handel met het Europese continent zo goed als stil lag en het land afhankelijk was van de eigen hulpbronnen. Het idee achter de nieuwe organisatie was dat deze een rol ging spelen in het toegankelijk maken van praktische natuurwetenschappelijke en technische kennis voor een algemeen publiek. Een groep van 58 welgestelde Britten bracht een groot vermogen bij elkaar waarvan het gebouw

372



Michael Faraday tijdens een Christmas Lecture in de Royal Institution: Houtsneede, 1856, naar een schilderij van A. Blaikley.

aan Albemarle Street werd gekocht waar vanaf 1800 prominente wetenschappers lezingen gaven.

Een van de bezoekers was een jonge jongen uit een voorstadsje van Londen die na zijn lagere school op dertienjarige leeftijd aan het werk was gegaan als loopjongen voor boekenverkoper George Riebau en daar ook het vak van boekbinder leerde. Deze Michael Faraday kwam door zijn werk veel met boeken in aanraking en bond ze niet alleen, maar las ze ook. Zo had het boek *Conversations in Chemistry* van Jane Marcet grote indruk op hem gemaakt. Het was een van de klanten van de boekhandel opgevallen dat Faraday zeer leergierig was en daarom gaf hij hem in

1812 een kaartje voor een lezing van de scheikundige Humphry Davy in de Royal Institution. Het was de laatste lezing die professor Davy daar zou geven en deze ging over een van de nieuwste onderwerpen in de chemie: de definitie van de zuurgraad. Davy gaf hierna zijn positie als hoogleraar aan de Royal Institution op, maar bleef er wel actief als (onbetaalde) directeur van het laboratorium.

Michael Faraday vond de lezing van Davy zo inspirerend dat hij de stoute schoenen aantrok en zijn nauwgezette aantekeningen van de voordracht opstuurde aan zijn held, met de vraag of hij zijn assistent mocht worden. Davy was onder de indruk en nam deze vastberaden jongeman in de lente van 1813 in dienst. Een halfjaar later mocht Faraday als persoonlijke assistent met Davy mee op een reis door Europa, waar hij vele bekende wetenschappers uit die tijd ontmoette, onder wie Alessandro Volta en André-Marie Ampère.

Elektriciteit en magnetisme

Van jonge assistent ontwikkelde Faraday zich bij de Royal Institution tot zelfstandig wetenschapper en hij kreeg als snel de bijnaam *Prince of all experimenters*. In de begintijd hield hij zich, in de voetsporen van Davy, bezig met chemie (zo ontdekte hij onder andere benzeen), maar ook elektrische fenomenen trokken zijn aandacht. In 1821 zag Faraday dat de naald van

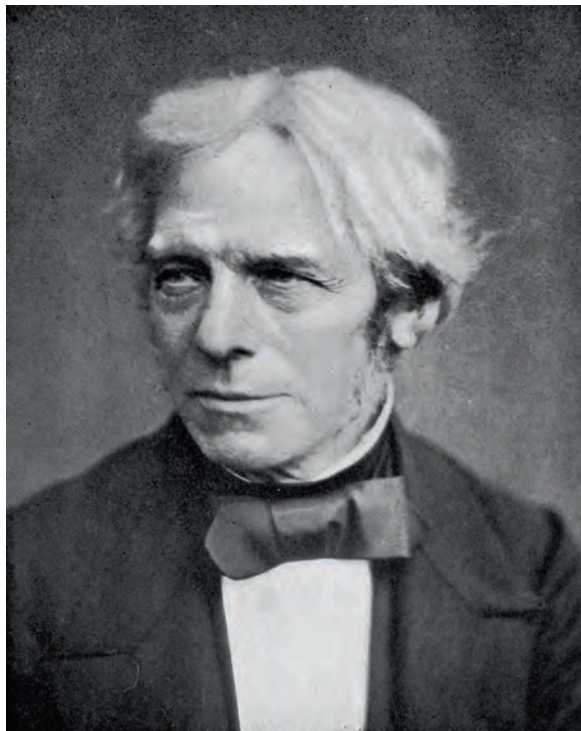


Foto van Michael Faraday uit omstreeks 1860.

een kompas inderdaad reageerde op stroom die door een draad loopt, zoals Hans Christian Ørsted een jaar eerder had ontdekt. Hij concludeerde dat elektrische stroom gebruikt kan worden voor het in gang zetten van een mechanische beweging. Hij liet meteen zien dat het principe werkte met behulp van een zelfgebouwde motor.

Ook al was hij vanaf 1825 directeur van het laboratorium, bij de Royal Institution verdiende Michael Faraday maar honderd pond per jaar, geen hoog salaris voor die functie. Maar ondernemend als hij was, bleef het daar niet bij. Hij zou een vermogend man worden omdat hij veel verdiende met chemische analyses voor industriële klanten. Ook zijn wetenschappelijke werk werd hoog gewaardeerd. In 1833 regelde een invloedrijke bewonderaar, de excentrieke filantroop John Fuller, een professoraat in de scheikunde voor Faraday wat hem nog eens honderd pond per jaar opleverde.

In 1831 ontdekte Faraday hoe hij met behulp van een mechanische beweging een elektrische stroom kon opwekken: magnetische inductie. Hij bouwde zelf de eerste transformator en generator voor de productie van elektriciteit door middel van de beweging van een magneet in een spoel van koperdraad. Dit fenomeen vond hij enorm interessant en inmiddels vond

hij dat hij ook wel rijk genoeg was. Hij hing zijn commerciële activiteiten aan de wilgen en stortte zich fulltime op zijn onderzoek.

Christmas Lectures

Vanaf het jaar dat Faraday directeur van het laboratorium was organiseerde de Royal Institution iedere kerstvakantie in de theaterzaal een serie lezingen rond één onderwerp, begeleid door spectaculaire proeven. Deze Christmas Lectures waren bedoeld voor kinderen. Volwassenen werden wel toegelaten maar mochten geen plaats nemen op de eerste zes rijen. Dit blijkt overigens niet uit de houtsnede die gemaakt is naar een schilderij van A. Blaikley. De eerste serie in 1825 bestond uit 25

(!) lezingen (gedurende meerdere schoolvakanties) over natuurkunde, gegeven door John Millington, hoogleraar in de mechanica aan de Royal Institution. In 1827 verzorgde Faraday de Christmas Lectures voor het eerst zelf, met zes lezingen over scheikunde. Vele kerstvakanties stond de zelf kinderloze Faraday in de spotlights, tot en met 1860, toen hij zijn favoriete serie lezingen uit 1848 herhaalde.

Faraday vond dat er geen betere manier was om de poorten te openen naar inzicht in de natuurwetenschap dan door middel van de fysische eigenschappen van een kaars. Het verhaal over het branden van een kaars belichtte volgens hem alle (toen bekende) natuurwetten hoewel hij met geen woord rept over zwaartekracht of magnetisme. Niet alleen was het onderwerp verrassend in zijn eenvoud, Faraday presenteerde het als een volleerd goochelaar, want gedurende de zes lezingen vertoonde hij in hoog tempo de ene wetenschappelijke 'truc' na het andere.

Tijdens de eerste van zes lezingen heeft hij een heel arsenaal aan verschillende kaarsen bij zich, die hij allemaal aansteekt (natuurlijk met een verhaal erbij), zodat de kerstsfeer er meteen goed in zit. Sommige van die kaarsen, zoals die gemaakt van wasachtig materiaal uit het spermacetiorgaan in het voorhoofd van een potvis, zijn tegenwoordig waarschijnlijk



Faraday in zijn laboratorium in de Royal Institution, Londen.

lastig te krijgen.

Al gauw gaat het over het wonder dat een kaars überhaupt kan branden. Hoe komt de vaste stof van de kaars als een stroom naar boven? En als het een brandbare stof betreft, waarom slaat de vlam dan niet door naar beneden? Na verschillende demonstraties over de capillaire werking in de lont waardoor gesmolten kaarsvet naar boven stroomt, laat Faraday zien dat vloeibaar kaarsvet niet kan branden. Het moet eerst nog heter worden en verdampen voordat het vlam vat en verbrandt. Het vloeibare kaarsvet is de blokkade die voorkomt dat de vlam naar beneden slaat zodat de hele kaars in een keer opbrandt. Bovendien zou een kaars nooit rustig kunnen branden als er bovenin niet een soort kom met een voorraadjie vloeibaar kaarsvet zou ontstaan. Faraday toont aan dat het de koele lucht is die langs de kaars naar de vlam omhoog stroomt die zorgt voor de koeling en het behoud van het vaste kaarsvetrandje bovenin de kaars.

Als een echte showman zorgt hij af en toe ook voor mooie lichteffecten zoals het laten branden van een schaalkje rum met rozijnen of zo nu en dan wat buskruit. Daarbij gaat hij er overigens vanuit dat de kinderen het thuis allemaal na gaan doen en daarom maant hij zo nu en dan tot uiterste voorzichtigheid bij het gebruik van explosieven en schadelijke chemicaliën.

Faraday is in zijn teksten nogal poëtisch en hij spreekt over “a candle that shines for itself or for those who have ar-

ranged the materials” en daarbij doet hij natuurlijk niet in de laatste plaats op zichzelf. Ronduit lyrisch wordt hij aan het einde van de serie van zes lezingen, als hij een vergaande analogie aanhaalt tussen het branden van een kaars en de ademhaling door mensen en dieren en het bestaan van al het leven op aarde. Hij merkt op dat het een gelukkig toeval is dat er bij de verbranding koolzuurgas en waterdamp vrijkomt, gasvormige moleculen. Dat is bijzonder, want met uitzondering van NO_x zijn alle andere oxiden vaste stoffen. Het achterblijven van vaste stof zou de ademhaling, en daarmee het leven op aarde, ernstig belemmeren.

Meer dan de helft van de nog steeds zeer leesbare tekst gaat over de chemische samenstelling van de kaars en zijn verbrandingsproducten en nauw daarop aansluitend spreekt Faraday over allerlei fenomenen als faseovergangen, de samenstelling en het gewicht van de lucht, het belang van koolzuur voor planten, alles onder het voortdurend vertoon van (elektro)chemische proefjes.

In onze ogen is het wel verrassend dat Faraday geen enkele meting doet van de temperatuur in en om de kaarsvlam, hoewel Fahrenheit- en Celsius-thermometers al meer dan honderd jaar bestonden en lord Kelvin zijn schaal bekend gemaakt had in 1848, het jaar van de eerste opvoering van *The history of a candle*. Wel bestudeert Faraday de warmte die de kaars produceert met een papiertje dat hij kort

horizontaal in de vlam houdt ter hoogte van het donkere deel van de vlam boven de pit. Hierdoor ontstaat een donkere ring in het papier, alleen op de plaats van de buitenkant van de vlam. Dat is de plaats waar zuurstof en brandstof samenkomen en waar de grootste verbrandingswarmte wordt gegenereerd. Ook toont Faraday op een uitgebreide manier aan dat een verbranding alleen licht geeft op de plaats waar zich ook vaste en vloeibare deeltjes bevinden; een gasvlam brandt vrijwel kleurloos.

Hij eindigt zijn laatste lezing met een wens: “... that you may, in your generation, be fit to compare to a candle; that you may, like it, shine as lights to those about you; that, in all your actions, you may justify the beauty of the taper by making your deeds honorable and effectual in the discharge of your duty to your fellow men”.

De Christmas Lectures bestaan nog steeds, inmiddels ook in Japan, Korea en Singapore, en worden sinds de jaren 1960 uitgezonden op de Britse nationale tv. Dit jaar zal BBC Four tijdens de kerstvakantie de Christmas Lectures-serie *How to survive in space* uitzenden, die gaat over hoe natuurwetenschappers, medici en ingenieurs menselijk leven in ruimteschepen als het ISS mogelijk maken. De lezingen worden gegeven door Kevin Fong (Centre for Altitude, Space and Extreme Environment Medicine). Veel recente Christmas Lectures staan als video op richannel.org/christmas-lectures.