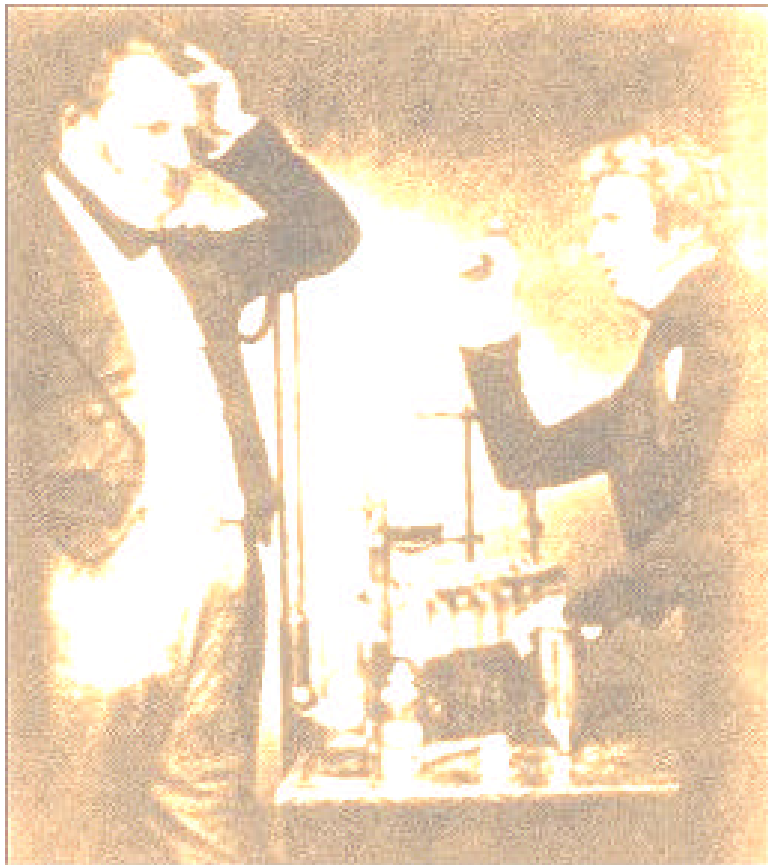


KJENTE FYSIKERE

-med vekt på
utviklerne av
elektromagnetismen



Et prosjektarbeid i fy1303
Av Sigrid Hansson. 662441

Innholdsfortegnelse

1. Forside
2. Innholdsfortegnelse
3. Innledning
4. Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta
5. forts.
6. George Simon Ohm
7. forts.
8. Hans Christian Ørsted
9. André Marie Ampère
10. forts.
11. forts.
12. Joseph Henry
13. forts.
14. Michael Faraday
15. forts.
16. forts.
17. forts.
18. forts.
19. James Clerk Maxwell
20. forts.
21. forts.
22. Elektromagnetismens historie, kortversjonen
23. forts.
24. Kildehenvisning

Innledning

Da vi skulle velge oppgave i FY1303 valgte jeg å finne ut mer om noe som jeg ser på som et stort hull i vår realfags utdanning, nemlig fysikkens historie, og dens skapere. Det er rart at vi i løpet av våre 12 år på grunnskolen og videregående ikke får noen som helst opplæring i vitenskapens historie, og helt utrolig at vi heller ikke på universitetet har noen fag som omhandler dette emnet. Dersom man går på formgivning, er kunsthistorie, om de kunstneriske epokene, og de kjente kunstnerne noe av det første en lærer. Allerede på grunnskolen lærte vi om Mozart, Bach og Beethoven i musikken, men ikke et ord hørte jeg om Einstein, Newton og Faraday i noen fag.

I historietimene virker det nesten som om de store vitenskapsmenn- og kvinnene gjennom tidene har blitt visket ut av pensum, dersom de nevnes, er det stort sett kun i bisetninger. Dette er kvinner og menn som gjennom hardt arbeid har ført menneskeheten til sivilisasjon, mange av dem med døden til følge. I de tidligste årene ble flere drept fordi de prøvde å fortelle om verden sannheten om den verdenen vi lever i, og i senere tid har flere dødd av virkninger av eksperimenteringer med farlige stoffer.

Grunnene til å studere de store vitenskapsmenn- og kvinnene er mange. Det kan være inspirerende å vite at Faraday som levde i dyp fattigdom, og uten spesielle midler, klarte ved hjelp av enorm viljestyrke, livsglede og enormt pågangsmot å komme så langt i livet som han faktisk gjorde. Kanskje kan det være en trøst for noen at Einstein slettes ikke var noen god skoleelev, men strøk flere ganger på eksamen. En viktig grunn er i hvert fall at man får bakgrunnskunnskap til hvordan naturens lover ble oppdaget, for dermed kanskje å kunne huske på, og skjønne dem bedre. Selv synes jeg det er artig å finne at de kjente fysikerne var vanlige mennesker som oss andre, og spesielt artig å finne små spesielle særegenheter ved dem, som at Einstein ikke kunne svømme, men likevel var en ivrig seiler, at Maxwell hadde for vane å løpe rundt i korridorene på skolen på natterstid, eller at familien lenge trodde Volta var tilbakestående fordi han ikke begynte å prate før han var fire. Det er slike ting som gjerne blir sittende.

Kanskje litt mer fokus på fokus på vitenskapshistorie kunne vekke mer interesse for realfag, i et samfunn hvor færre og færre velger å fordype seg i disse fagene. Uansett synes jeg folk bør vite hvem de kan takke for de forskjellige hjelpemidlene vi strør om oss med, i hvert fall ettersom vi vet så mye om kjente mennesker innenfor så mange andre (etter min ydmyke realistmening) mindre viktige felt.

It is true that history of science is very different from the science of history. We are not studying or attempting to study the working of those blind forces which, we are told, are operating on crowds of obscure people, shaking principalities and powers, and compelling reasonable men to bring events to pass in an order laid down by philosophers.

The men whose names are found in the history of science are not mere hypothetical constituents of a crowd, to be reasoned upon only in masses. We recognize them as men like ourselves, and their thoughts, being more free from influence of passion, and recorded more accurately than those of other men, are all the better materials for the study of the calmer parts of human nature.

James Clerk Maxwell



Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta (1745-1827)

Volta ble født i Como, Lombardy i Italia 18. februar 1745. Han ble født i en mindre adels familie som ikke hadde stor innflytelse.

Familien hans var lenge overbevist om at han var tilbakestående ettersom han ikke begynte å snakke før han var fire år gammel, men etter dette tok han raskt igjen de andre barna på evner og intellekt og det var ikke lenge før han lå langt foran sine jevnaldrende.

Da Volta var 14 år gammel, bestemte han seg for at han skulle bli fysiker.

På den tiden var det veldig mange fysikere som var opptatt av elektrisitet, og Volta var ingen unntak. I 1774 fikk han jobb som professor i fysikk på Como high school og året etter oppfant han *electrophorus*, en ladningsakkumulerende maskin / Elektrisk kondensator, med andre ord en maskin som genererer statisk elektrisitet. Denne besto av en metall plate dekket av ebonitt og en annen metall plate med et isolert håndtak. Dersom man gnir ebonittplaten slik at den får en negativ ladning, og deretter holder den andre platen over den, vil de positive ladningene på platen holde seg på den nedre siden, mot ebonittplaten, mens de negative ladningene vil holde seg på den siden som er lengst borte fra ebonittplaten.

Volta oppnådde raskt beundring og berømmelse som følger av sine oppdagelser. I 1778 var Volta den første som klarte å isolere Metan, som er en svært viktig naturgass.

Da Volta i 1779 ble professor på universitetet i Pavia, fortsatte han å jobbe med forskjellige sider med elektrisitet. For sitt arbeid fikk han Copley medaljen fra the Royal Society, hvor han ble medlem i 1791.

Volta var en god venn med Luigi Galvani, som hadde drevet med eksperimenter med dissekerte froskemuskler. Han merket at når han brukte to skalpeller av to forskjellige metaller, trakk muskelen seg sammen. Galvani trodde det hadde noe med livsvevet å gjøre, og kalte det for animalsk elektrisitet, men det var ikke Volta like overbevist om. I 1794 gjorde han et eksperiment kun ved bruk av metallene, og fant ut at det like fullt oppstod en strøm, og at strømmen derfor ikke hadde noe med livsvevet å gjøre. Dette førte til en strid mellom de to italienske vennene. Blant Voltas fremste supportere til sin teori var en ikke helt ukjent mann ved navn Coulomb. Etter hvert pekte bevisene mer og mer mot at det var Volta som hadde riktig, og Galvani døde i den visshet.

VOLTA SØYLEN



I 1800 lagde Volta det som skulle bli verdens første elektriske batteri. Han hadde studert tidligere eksperimenter, og han mente at to forskjellige metaller kunne skape elektrisitet når de var i kontakt med hverandre. Han lagde små runde skiver av kobber og sink og plasserte de vekselvis oppå hverandre med en papp plate dyppet i saltvann mellom hver skive, dersom man så festet en ledning til toppen av søylen og den andre enden i bunnen av søylen, fikk man en kontinuerlig strøm gjennom ledningen. "Volta-søylen" ble etter hvert verdensberømt som verdens første elektriske batteri! For sin oppfinnelse fikk Volta mange medaljer og priser, og ble bl.a. gjort til Greve av Napoleon, og i 1810 ble han senator i Lombardy. Den største æren var nok kanskje likevel at han fikk enheten for spenning Volt,(V) oppkalt etter seg.

Volta gjorde en gang et "vilt" eksperiment hvor han plasserte to elektroder koblet til et batteri inn i ørekanalene sine. Han hørte et høyt smell, og en merkelig følelse av å høre en lyd som han senere sa hørtes ut som kokingen av en tykk suppe. Enkelte vil kanskje tenke at dette var et særdeles ufornuftig eksperiment, men dette fikk faktisk mange til å forske på bruk av elektrisk strøm for å stimulere hørselssystemet slik at døve kan få muligheten til å høre. Resultatene til disse forskerne samt moderne teknologi har ligget til grunn for hørselsimplantater som stimulerer den hørende delen av det indre øret, og gjør slik at døve kan forstå prat uten å lese på lepper. Det er i dag i overkant 40 000 brukere av denne typen implantater på verdensbasis.

Ellers bør det vel kanskje nevnes at Volta var den første som klarte å gjennomføre elektrolyse av vann, noe som var begynnelsen på elektrokjemi



George Simon Ohm (1789-1854)

Selv om det er et fåtall mennesker som begraver seg i fysikkens verden, er det vel få som har kunnet unngå å komme borti Ohms lov enten i naturfagen eller i andre fysiske fag. George Ohms største oppdagelse var at strømstyrken er proporsjonal med potensiellforskjellen, (gjerne kalt spenningen, U på vgs.) og omvendt proporsjonal med resistansen i kretsen. Populært kalt URI ($U=RI$) på vgs. I likhet med de fleste store fysikere, var ikke hans resultater noe som dukket opp over natten..

George var den eldste sønnen til Johann Wolfgang Ohm. Moren hans døde da George var bare 10 år gammel, men faren hans som var låsesmed sørget for at George og hans søsken lærte seg matte, fysikk, kjemi og filosofi i tillegg til hans eget yrke som låsesmed. Da han var ferdig med skolen i 1805, fortsatte George på universitetet hvor han studerte fysikk, matematikk, og filosofi i tre semester før faren hans tvang ham til å slutte, delvis på grunn av manglende penger, men også fordi George etter farens mening tilbrakte alt for mye tid på dansing, billiard og skøyting.

For å overleve begynte George Ohm å undervise matematikk på en skole i Bern, mens han på fritiden studerte vitenskaplige arbeider, bla Eulers, Laplace og Lacroix.

Han underviste flere steder og gav bl.a. ut en tekstbok i geometri i 1817, samme året som han ble overlærer i matematikk og fysikk i et Jesuitt gymnas i Cologne. Her fant han ut at det var gode muligheter for eksperimentelt arbeid. Han studerte også Lagrange, Legendre, Biot, Poisson, Fourier og Fresnel, som er velkjente navn innenfor matematikkens verden. Da han hørte om Ørstedts oppdagelse av elektromagnetisme i 1820, ble han inspirert til å eksperimentere med elektrisitet og magnetisme, spesielt arbeid som skulle klargjøre mer av den galvaniske kretsen. Etter å ha tilbrakt det George selv mente var muligens for mange år som lærer, ble han oppsatt på å bevise for omverden at han dugde til annet enn å lære bort fysikk og matte. Han tok seg ett år i Berlin sammen med sin bror Martin som var en velkjent matematiker for å studere elektrisitet og magnetisme på fulltid. Dette var nok ikke noe dårlig trekk, for etter dette året gav han ut "Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet" (Galvaniske kretser) i 1827.

Her beskrev han sammenhengen mellom resistans, strømstyrke og spenning, bla ved å gi til kjenne den nå berømte Ohms lov.

Selv om ingen fysikere klarte å motbevise Ohms lov, den ble tvert imot bekreftet av flere andre vitenskapsmenn, fikk George Ohm mye kritikk fordi han hadde basert loven sin mer på eksperimenter og observasjoner istedenfor å ha framsatt en hypotese og begrunnet loven sin

først, for deretter å vise det eksperimentelt. Ohm ble såret, og demoralisert av kritikken, og sluttet som lærer i Cologne, de neste seks årene brukte han på å lære opp kadetter.

I 1833 ble George oppnevnt som professor i fysikk på et polyteknisk institutt i Nuremberg, hvor han ble i fjorten år. Etter "Die Galvanische Kette", la George elektromagnetismen på hylla, og begynte å engasjere seg innenfor molekylær fysikk, og også vitenskaplige undersøkelser på andre områder. Han fant blant annet ut at det menneskelige øret bare oppfatter sinusoidale bølger som rene toner. I 1841, 1847 og 1860 ble "Die Galvanische Kette" oversatt til henholdsvis engelsk, italiensk og fransk.

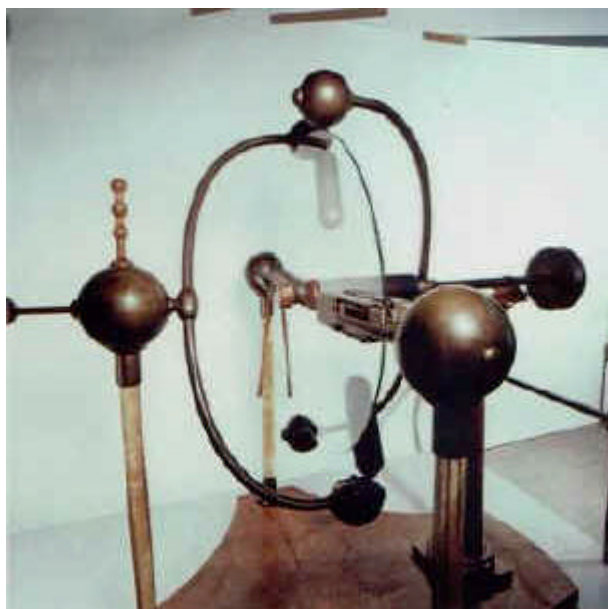
Endelig i 1849 oppnådde Ohm målet sitt om å bli en høy stilling ved universitetet i München. Hans siste viktige arbeid var i 1852-53 hvor han studerte interferens fenomener, dette til tross for at han var nesten blind på den tiden.

Det tok lang tid før fysikere rundt om i Europa fikk ta nytte av den enorme kunnskapen George Ohm hadde bidratt med i sin bok. Faraday beklaget seg over at han ikke kunne tysk, og dermed ikke fikk lest de viktige verkene skrevet på dette språket, og da hadde han "Die Galvanische Kette" i tankene.

Situasjonen bedret seg betraktelig da han fikk den prestisjetunge Copley medaljen av the Royal Society i London. På sine eldre dager fikk han altså den æren han fortjente.

George Ohm døde av et slag i München 6. juni, 1854.

Nå, i 2004 bruker fysikere over hele verden loven hans hver eneste dag for å løse tallrike problemer, og det greske symbolet O , vil for alltid først og fremst stå for Ohm, SI-enheten for resistans oppkalt etter George Ohm.



Ohms elektrostatiske friksjons maskin, som han brukte i sine eksperimenter



Hans Christian Ørsted (1755-1851)

Selv om Ørsted var en engasjert naturfilosof som både utgav en bok om metafysikk, og også var en engasjert lærer, er han først og fremst kjent som den første personen som hadde mistanke til at det var en sammenheng mellom elektrisitet og magnetisme. Nesten ved en tilfeldighet fant han et eksperimentelt resultat som tydet på at han hadde rett i sine mistanker. Ørsted holdt en forelesning om forholdet mellom magnetisme og "galvanisk" strøm da han merket seg at en magnetnål som var plassert i en glassboks under en strømførende ledning skvatt over i en øst-vestlig stilling og tilbake igjen, da han etterpå sendte strømmen den andre veien, gikk nålen over i vest-østlig stilling før den gikk tilbake til vanlig stilling. Etter å ha fundert i tre måneder over fenomenet, sendte han ut en beskrivelse av sitt eksperiment til alle store universiteter og vitenskapsmenn i Europa. Alt dette skjedde i år 1820. Eksperimentet hans vakte stor oppsikt, og fysikere over hele Europa etterprøvde danskens eksperiment. Nå gjaldt det å finne forklaringen på dette fenomenet.

André Marie Ampère (1775-1836)

Ampère blir ofte kalt ”elektrisitetens Newton” fordi han hadde slik en enorm innflytelse på elektrisitetlæren. Ampère ble født i Lyon, Frankrike 20. januar 1775. Faren var en velstående mann med nok midler til å gi Ampère en barndom uten mangler på noe som helst. Til tross for at Ampère ikke gikk på skolen, sørget faren Jean Jacques for at han fikk en glimrendes utdannelse. Selv om Ampère ikke ble tvunget til å ta en utdannelse, inspirerte faren ham til å ville lære og å selvrealisere seg selv.

Det sies at Ampère kunne all kjent matematikk før han fylte tolv, men selv sa han at han ikke begynte å studere elementær matematikk før han ble 13 år gammel. Ampère skjønnte fort at han hadde mye å bidra med innenfor dette feltet, og utga sin første artikkel om kjeglesnitt mens han enda var 13 år gammel. Etter å ha tatt noen timer i differensial likninger og integrering, begynte han å studere verker av Euler og Bernoulli. Deretter begynte han å studere nøye Lagranges *Mecanique analytique*, og gjentok alle kalkulasjoner i denne.



Dessverre skulle livet snart bli mindre rosenrødt for Ampère. Han levde i tiden for den franske revolusjonen, og det var vanskelig for faren å holde seg unna trøbbel. I 1792 døde Ampères storesøster Antoinette. 9 oktober samme året ble faren arrestert da Lyon ble beseiret etter lenge å ha stått i mot presset fra Paris. Grunnen var at han hadde utstedt en arrestordre på Jacobin Chevalier som hadde blitt fengslet og drept. I fengselsperioden før Jean Jacques ble tatt av dage med giljotinen skrev han brev til sin kone blant annet om at hun måtte gjøre alt som stod i hennes makt for å få overta alle hans midler. I sitt siste brev skrev han blant annet om sine barn;

”Måtte de få en bedre skjebne enn deres far, og alltid frykte Gud, den sunne frykten som fører til uskyldighet og rettferdighet i oss til tross for vår svake natur... og når det gjelder min sønn, er det ingenting jeg ikke forventer av ham”.

Som ventet tok Ampère budskapet om hans fars død svært tungt. De hadde et svært nært forhold. Etter farens død skulle det gå 18 måneder før Ampère returnerte til sine studier. Etter hvert vendte også livsgnisten tilbake da han ble forelsket i Catherine-Antoinette Carron, som vanligvis ble kalt Julie, rett og slett fordi det var vanlig å kalle barna noe helt annet enn det de egentlig het i Carron familien. Dessverre virket det ikke som om Julie gjengjeldte hans følelser. Det tok lang tid før de ble forlovet, og før det hadde Ampère sendt brev etter brev til henne og besøkt Carron familien svært ofte. Det var Julies lillesøster Elise (Egentlig Elisabeth) som etter hvert klarte å overtale henne om hvor fantastisk Ampère var. I 1799 giftet de seg og i 1800 ble deres sønn som de kalte opp etter Ampères far født. Ampère var hodestups forelsket hele tiden de hadde sammen, og sparte på hvert brev han fikk av sin Julie, og fortalte henne at han kysset dem hele tiden. Dessuten skrev han hver minste detalj om alt som hadde med Julie å gjøre ned i dagboken sin. Dessverre varte ikke lykken lenge. I 1803 døde Julie av en ondartet svulst i magen, og nok en gang sørget Ampère. Selv om hans kone var syk, hadde han tidligere klart å fokusere på sine teoremer og arbeider, etter Julies død, pakket han sakene og ville begynne på ny frisk i Paris.

I 1809 etter å ha giftet seg og skilt seg i løpet av en kort tid, fikk Ampère jobb som professor i matematikk på Ecole Polytechnique hvor han ble til 1828. Her jobbet han tett sammen med

Cauchy med å lære bort analyse og mekanikk. Ampère var av de to den som var flinkest til å lære bort, mens Cauchy hadde en mye mer teoretisk læreform som elevene syntes var vanskelig å forstå.

Samtidig jobbet Ampère med matematikk, metafysikk, fysikk og kjemi. I 1816 framla han en klassifikasjon av de da kjente elementene, som har vist seg å stemme utrolig bra med senere kunnskap. Ellers var han en sterk tilhenger av bølgeteorien for lys, i motsetning til de samtidige Biot og Savart.

4 september 1820 ble Ørstedes eksperiment rapportert til Akademiet i Paris, og eksperimentet ble snart gjentatt på et akademimøte. Dette fattet Ampère raskt interesse for, og de neste ukene framla han mange magnet/elektrisitet effekter for Akademiet.

18. september kunne Ampère vise til et eksperiment som viste at når andre magnetisme kilder var nøytralisert, ville kompass nåler rotere slik at de sto normalt på en linje trukket fra en strømførende ledning. Når de var i denne posisjonen ville de enten bli tiltrukket ledningen, eller frastøtt avhengig av nålas orientasjon. Fra dette framla Ampère en teori om at en kompass-nålers oppførsel i forhold til jordas magnetisme, skyldtes at det gikk elektriske strømmen som gikk i jorda. Og også at magneter burde ha en hittil uoppgdaget elektrisk krets som gikk gjennom dem. Dette ledet ham til å tro at han burde være i stand til å lage en slags magnet ved å bruke strømlidninger formet i spiraler, dette viste han at var tilfelle på et møte 25. september. I løpet av ett av disse eksperimentene oppdaget han trolig at to strømførende ledninger tiltrakk eller frastøtet hverandre avhengig av hvilken vei strømmen gikk. Dette demonstrerte han for sine kollegaer vha et oppsett av en strømførende leder som sto fritt til å svinge til begge sider og som hang over en stasjonær strømførende leder. Her viste han klart at når to ledere fører strøm i samme retning, vil lederne tiltrekkes av hverandre, mens dersom strømmene gikk i motsatt retning av hverandre, vil lederen på svingen svinge bort fra den stasjonære lederen.

På den tiden hadde Laplace stor innflytelse på fysikk og matematikk forskning i Paris på den tiden, og han hadde en streng oppfatning av hva som var hensiktsmessig forskning. Han mente at forskningen skulle basere seg på tidligere studier av det området det ble forsket på, og teorien bør helst være grunnlagt med matematiske utledninger. Selv om matematikken i fysikken også var noe Ampère var svært opptatt av, var han ikke like nøye på dette med matematiske utledninger og hypoteser før han begynte med eksperimenteringen. Amperes neste bidrag til elektromagnetismen ble å prøve å finne en matematisk formel som kunne brukes om kreftene rundt de elektriske lederne. Måten han fant den på var nok likevel ikke helt etter Laplace sin smak. Han gjorde en rekke eksperimenter for å sammenligne forskjellige oppsett av de to strømførende lederne i forhold til hverandre. Han oppdaget raskt at kraften var størst tiltrekkende når de to lederne var parallelle og strømmen gikk i samme retning, og motsatt, størst frastøtende når de to lederne var parallelle, men strømmene gikk i motsatt retning av hverandre. Dessuten oppdaget han at kraften forsvant helt når lederne sto normalt på hverandre. Av dette utledet han at dersom lederne ikke sto normalt på en linje som går gjennom begge lederne, vil kraften avhenge av vinklene de to lederne lagde med denne.

Biot og Ampère var i samme vitenskaplige miljø i Paris, og det er ikke til å legge skjul på at det var en del rivalisering mellom dem, i tiden etter Ørstedes oppdagelse kjempet de side om side for å legge frem det beste bidraget til elektromagnetismen. Biot og hans assistent Savart utledet bl.a. den kjente Biot-Savart lov, som er elektromagnetismens svar på Coulombs lov.

Ampères viktigste bidrag til elektromagnetismen var hans mesterverk fra 1826; *Memoar on the Mathematical Theory of Electrodynamic Phenomena, Uniquely Deduced from Experience*. Her utleder han den elektromagnetiske kraft loven og beskriver fire eksperimenter. Ampères teorier ble grunnleggende for utviklingen innenfor elektromagnetisme på 1800 tallet. Weber, Faraday, Thomson og Maxwell var bare noen av dem som studerte hans teorier nøye i sitt arbeid.

Ampères siste år var dessverre ikke særlig lykkelige, etter 1826 mistet han gradvis interessen for elektrodynamikk, selv om han fortsatt fulgte Faradays oppdagelse av induksjonen med stor interesse. Det var en del andre områder som krevde hans oppmerksomhet. Forholdet med sønnen Jean-Jacques var ganske dårlig, begge hadde stort temperament, og hadde en tendens til å komme med store sinneutbrudd, og dette var ingen god kombinasjon for disse to. I tillegg giftet hans datter fra hans andre ekteskap seg med en offiser, Ride i Napoleons hær som var voldelig og hadde problemer med alkoholen. Dette var en stor sorg for Ampère som brydde seg svært mye om begge sine barn tross alt. Ikke bare truet Ride datteren, men ved en anledning truet han også med å drepe den raskt eldende Ampère.

I løpet av de siste årene skrev Ampère *Essai sur la Philosophie des sciences* som var en blanding av Ampères erfaringer som vitenskapsmann, og filosofiske tanker om relasjonen mellom de forskjellige akademiske disiplinene. Mens han skrev *Essai* ble hans helsetilstand vesentlig verre. 10. juni 1836 fikk han plutselig høy feber og døde før hans venner og familie rakk å komme for å ta farvel.

Man skulle kanskje tro at det var Ampère som utledet den berømte Ampères lov, men det er ikke tilfelle. Ampères lov er det neste generasjons fysikere som sto for, og fysikken i Ampères lov er et stort skritt videre fra Ampères fysikk. Grunnen til at "loven" likevel har fått navn etter Ampère er sannsynligvis fordi Ampères viktigste resultater kan sies å være oppsummert i denne "loven"

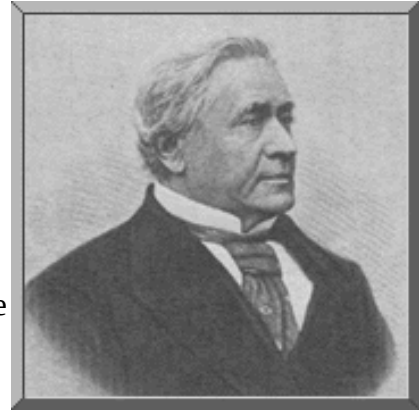
Ettertiden visste i hvert fall å sette pris på Ampères arbeid, i 1881 bestemte elektriker kongressen i Paris at enheten for elektrisk strøm skulle være ampere. Dette er vel kanskje hovedgrunnen til at folk kjenner hans navn den dag i dag. En liten bonus for Ampères ettermæle er definisjonen;

En ampere er strømmen i hver av de to lange parallelle ledningene plassert en meter fra hverandre i vakuum når kraften som virker på hver ledning per enhetslengde er 2×10^{-7} newton per meter.

Den gjensidige kraften mellom to ledninger var det jo nettopp Ampère som oppdaget!

Joseph Henry (1797-1878)

Joseph Henry ble født 17. desember 1797 i Albany, New York. Faren James Henry var en vanlig arbeider og moren Ann en møllerdatter, så han ble ikke akkurat født med en ”sølvskje i munnen”. Faren døde da Joseph var ung, så han ble i hovedsak oppdratt og forsørget av sin mor. Joseph fikk sin første jobb på en dagligvarehandel da han var ni år. Da hadde han fullført en treårig grunnskole, og sjefen på dagligvarehandelen oppmuntret ham til å fortsette å studere utenom arbeidstiden. Da Joseph var nærmere fjorten, begynte han som lærling hos en klokke-maker og sølvsmed, her plukket nok Joseph opp mange nyttige tips til hans senere eksperimenteringer!



Da foretningen gikk konkurs, dro Joseph tilbake til Albany og brukte et års tid på teateret der hvor han skrev, produserte og var skuespiller i en del skuespill. Samtidig fortsatte han utdannelsen ved å ta kveldskurs i geometri, mekanikk, kjemi og kalkulus. Han var kjent for å ha et usedvanlig bra utseende, og en fantastisk utstråling, Joseph var derfor svært godt likt. Albany hadde også et vitenskaplig miljø, Albany instituttet som hadde et stort bibliotek. Her fikk Joseph seg jobb som bibliotekar, og foreleste for de andre i det vitenskaplige miljøet mens han på fritiden studerte Lagranges *Mecanique Classique*. I 1826 fikk han seg jobb som professor i matematikk og naturfilosofi ved Albany Academy. Det er sannsynlig at han nå hadde kjennskap til Coulomb, Ampere og Volta sine bedrifter og arbeider. Han gjentok mange av de kjente eksperimentene på egen hånd.

I 1829 giftet Joseph Henry seg med sin kusine Harriet, sammen fikk de seks barn, hvorav to av dem døde i krybbedød, og en døde mens han enda var tenåring. Harriet var en støtte for Joseph gjennom livet.

Da Joseph var 36 år gammel, fikk han jobb ved det som senere skulle bli Princeton University. Her fikk han endelig kontakt med en bred sirkel av forskere. Dessverre var ikke disse forskerne særlig raske med å publisere vitenskaplige artikler, noe som førte til at Faraday ofte kom Henry i forkjøpet med de store oppdagelsene.. Det at Faraday alltid kom han i forkjøpet var veldig bittert for ham, han fikk ikke den store anerkjennelsen mens han levde.

Henry bygde den første elektromagnet ved hjelp av konas underskjørt. Tidligere hadde engelskmannen Sturgeon prøvd å bygge en elektromagnet ved å vikle en kobberledning rundt en bøyd jernstang, dette lyktes selvsagt ikke ettersom kobberledningene var i kontakt med hverandre, og strøm som kjent tar den letteste veien fra et sted til et annet, istedenfor å ta den vanskelige veien rundt hele jernkjernen.

Henry var på i et stort middagsselskap da han plutselig fikk en glimrendes ide. Med en gang han kom hjem, dro han ut tråder fra underskjørtet til kona for å surre disse rundt kobbertrådene for å dermed isolere dem fra hverandre. Henry oppdaget induktans uavhengig av Faraday omtrent samtidig, men i ettertiden har Faraday blitt kreditert med oppdagelsen av induktans, mens oppdagelsen av selvinduktans er blitt kreditert Henry.

Henry var den første i verden som surret isolerte ledninger rundt jernkjerner for å få kraftige elektromagneter. Han bygget verden sterkeste elektromagnet på den tiden som kunne løfte opp til 300 kg. Da han eksperimenterte med slike magneter, oppdaget han at det kom en kraftig gnist når kretsene ble brutt, og han slik oppdaget han selvinduktans, som prøver å

motvirke enhver endring den elektriske strømmen i kretsen. Henry oppdaget også at selvinduktansen avhenger av hvordan kretsen er satt opp, spesielt av hvordan ledningene er surret. Henry oppdaget også hvordan man kunne lage ikke induktive viklinger ved å vikle ledningen bakover over samme området den var viklet i utgangspunktet.

S.F.B. Morse konsulterte Henry, og brukte en av hans artikler da han bygget den første telegraf.

Da Henry var 49 år gammel, var han med å stifte *the Smithsonian Institution*, hvis hensikt var å øke, og delegere kunnskap blant mennesker. Det er merkelig nok først og fremst som en av grunnleggerne av denne institusjonen at Joseph Henry er kjent.

Henry fortsatte å jobbe ved *the Smithsonian Institution* helt til han var åtti, og han en dag oppdaget at hans høyre hånd var paralyisert. Henry døde mens han sov 13. mai 1878, og i 1883 ble det avduket en statue av ham utenfor *the Castle*, det store biblioteket ved *the Smithsonian Institution*.

Joseph Henry lengtet på sine eldre dager etter den berømmelsen han syntes han fortjente, men dessverre tok det lang tid før hans resultater fikk anerkjennelse i vitenskaplige miljøer utenfor USA. Han hadde nok hatt stor glede over å vite at enheten for induktans henry(H) senere skulle bli oppkalt etter ham.



Michael Faraday (1791-1867)

Michael Faraday ble født i en landsby ved navn Newington utenfor London 22. september 1791. Faren James Faraday var en grovsmed, og sammen med moren Margaret Hastwell oppdro de Michael i et godt kristent hjem. Familien tilhørte den Sandemanske kirke som praktiserte en fredsommelig, uforstyrrelig trosform. Spesielt med den var at tilhengerne ikke ble overøst av skyldfølelse over alt de gjorde galt, slik som var tilfelle for mange andre trossamfunn på den tiden. De mente at de var frelst ved Jesu korsfestelse, og at menneskene burde være gode og gavmilde i takknemlighet, og for å vise at mennesker også kan gi av seg selv. Den Sandemanske religionen var tilhengere av askese, små krav til livet. De var ikke opptatt av eiendeler, og skulle være glade og fornøyde over livet, ettersom de mente dette ville behage Gud.

Michael Faraday var dypt religiøs, og personligheten hans var veldig i tråd med slik den skulle være i forhold til hans religion. Faraday vokste opp i en periode med økonomisk depresjon og sosialt kaos i store deler av Europa som følge av en kuldebølge og den franske revolusjonen.

Familien hans var svært fattig, og mange ganger måtte Faraday overleve på kun et brød i uka. Til tross for dette beskrives unge Michael Faraday som en glad gutt. Etter hvert ble familien nødt til å flytte til London, ettersom færre og færre på landsbygda hadde råd til farens tjenester. Her begynte Faraday på en dagskole hvor han lærte seg å lese, skrive og telle, men ikke stort mer.

Høsten 1804, da Faraday bare var 13 år måtte han finne seg en jobb for å hjelpe til med å forsørge familien. Dette viste seg å være et lykketreff, han fikk jobb hos Mr George Riebau som var en bokhandler og bokbinder. Etter et år som visergutt, ble han forfremmet til bokbinderlærling. Faraday benyttet seg av muligheten til å lese alt han kom over i bokhandelen, særlig interessert var han i mekaniske innretninger og bøker og naturfilosofi. I 1809 leverte dr. Isaac Watts inn ei bok som het *The improvement of the mind*, dette var en bok som handlet om metodikk og system for å tilegne seg kunnskap. Dr. Watts var spesielt nøye på å skjelne mellom ord og fakta, og at det viktigste tross alt var observerte fakta.

Faraday bestemte seg for at han ville bli vitenskapsmann, tilfeldighetene førte ham til elektrisitet. Han tok forelesninger i elektrisitet, hydrostatikk, optikk, geologi, teoretisk og eksperimentell mekanikk, kjemi, astronomi og meteorologi. I tillegg til dette fant Faraday ut at han trengte mer skolering innenfor morsmålet, så i syv år fra han var 19 til 26 år gammel gikk han en kveld i uka til privatundervisning i muntlig og skriftlig engelsk. Samtidig ble han mer og mer interessert i elektrisitet.

Faraday fikk lov av Riebaus til å lage seg et slags "laboratorium" i bokbinderverkstedet. Faraday hadde lest om Galvanis eksperimenter med "animalsk elektrisitet" og også om Alessandro Voltas "volta-søyle". I 1800 gjentok han forsøket med sink og kobber vekselvis oppå hverandre med plater dyppet i saltvann mellom hver skive. Faraday ble svært fornøyd da han fikk til eksperimentet på første forsøk. Ikke bare observerte han at det oppstod en strømkrets, men han merket seg også at det dannet seg et sinklag på kobber platene og et kobberlag på sinkplatene. Dette var noe som ikke kunne forklares på den tiden. Løsningen på dette problemet stusset Faraday over i mange år, og løsningen mange år senere ledet fram til lovene for elektrolytiske prosesser og mange av de senere oppdagelsene hans.

I 1812 gikk Faraday til kjemi forelesninger hos Humphry Davy på *The Royal Institution*. Her tok han nøye notater som faktisk skulle komme til å hjelpe ham senere. Nå hadde Faraday bestemt seg for å bli vitenskapsmann. Ambisiøs som han var skrev han brev til presidenten i *The Royal Society* om hvordan han kunne bli en vitenskapsmann. Da han ikke fikk svar, skrev han til Davy og la ved notatene han hadde tatt i forelesningene hans. Dette var visst et lurt trekk, for han fikk svar av Davy som ville treffe ham. En heldig hendelse for Faraday var at Davys assistent fikk sparken kort tid etter, og denne stillingen spurte Davy om Faraday ville ha, og det ville han selvfølgelig. I 1813 ble Faraday med Davy på en vitenskapelig tur rundt i Europa, her fikk han bl.a. treffe Ampère og Volta, to av heltene til Faraday.



Faraday og Davy på laboratoriet

Gjennom stort sett hele sitt liv hadde Faraday kun hatt menn i omgangskretsen sin, og Faraday var veldig opptatt av at alle mennesker bør selvrealisere seg selv for å gjøre noe viktig for sin omverden. Derfor mente Faraday at forelskelse og slikt var en uvelkommen avsporelse. I et dikt skrev han bl.a.

*What is the pest and plague of human life?
And what the curse that often brings a wife?
'tis love.*

Til tross for sin noget negative innstilling, ble han stormende forelsket i Sarah Barnard som var datteren til en av forstanderne i sandeman-kirken. Nå overgav han seg helt til å prøve å få henne til å gjengjelde hans interesse. Dette så i første omgang ikke ut til å virke, men etter å ha kurtisert henne en god stund, både ved besøk og pre brev, giftet de seg 12. juni 1813. Selv om de to hadde svært forskjellige interesser, ble ekteskapet deres beskrevet som svært harmonisk og lykkelig.

Da Ørsted i 1820 viste med sitt eksperiment en sammenheng mellom elektrisitet og magnetisme, ble i likhet med mange andre også Davy og Faraday interessert. Grunnet en del andre forsøk, eksperimentering med stållegeringer og kurtisering av sin framtidige kone, tok det litt tid før Faraday virkelig gikk helhjertet inn for å løse problemer innenfor elektromagnetismen, men så ble han bedt om å skrive en historisk oversikt over denne nye vitenskapsgrenen, og da gjentok han de viktigste eksperimentene til Ørsted, Arago, Ampère, og enkelte andre.



Faradays laboratorium

Nå fikk han virkelig et innblikk i elektromagnetismens verden, og gjorde også en del egne forsøk. 3. september 1821 gjorde han noen eksperimenter som viste den elektriske kraften i en strømførende ledning hadde en tendens til å bevege den i tilnærmede sirkler rundt de magnetiske polene på magnetnålen. Faraday lagde et apparat for å vise dette fenomenet klarere. Han plasserte en stavmagnet vertikalt på et stykke voks i bunnen av en dyp skål fylt med kvikksølv til bare magnetpolen var synlig. En ledning som hang fritt til å kunne dreie rundt magnetpolen ble koblet til en strømkrets. Når så strømmen ble koblet til, roterte ledningen rundt magneten. Han lagde det også til slik at magneten roterte rundt ledningen. Dette er prinsippet bak verdens første elektromotor, og også nok et argument i haugen av argumenter for det at alle krefter i naturen er konverterbare i forhold til hverandre. I oktober 1821 skrev Faraday en artikkel som ble sendt til *Quartly Journal of Science* som beskrev hans nye oppdagelse.

I 1824 ble han valgt inn i *the Royal Society*.

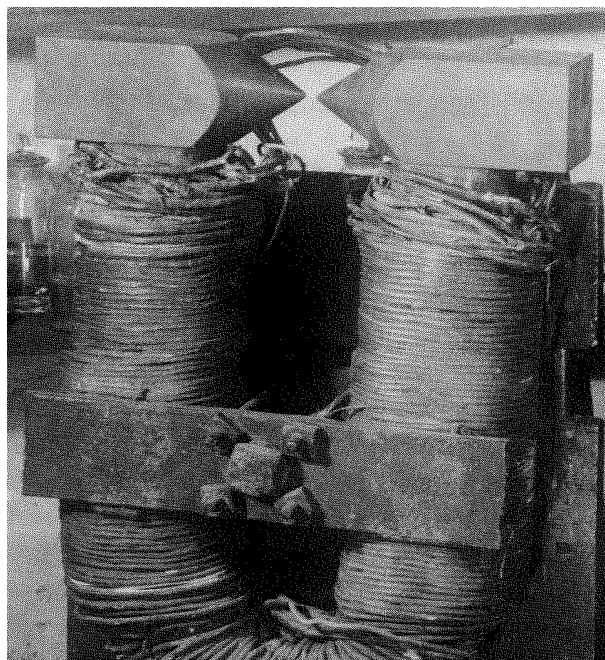
De neste ti år etter Faradays artikkel, vet man ikke noe om hans elektromagnetiske eksperimenter, dette kan skyldes en del anklager om plagiat og andre sårende utspill fra misunnelige fysikere, men også det at han overtok populærførelsesningene etter Davy, noe det viste seg at han var fryktelig dyktig til. Han var en glimrendes pedagog, og ble berømt for sine seks juleforelesninger for barn.

I 1831 gjorde Faraday sin trolig viktigste oppdagelse, nemlig oppdagelsen av elektromagnetisk induksjon. Han hadde lenge lurt på om magnetisme kunne produsere elektrisitet ettersom elektrisitet kunne skape magnetisme. For å undersøke det smidde han en ring i mykt jern, rundt denne viklet han rundt den en del av den ene halvparten en spole av kobbertråd som var isolert med bomullstråder. Deretter forbandt han kobbertråden med polene på et batteri. Faraday mente at når strømmen gikk gjennom viklingen, så ville det skje noe inni jernringen. Eventuelle "krefter" som ble produsert ville være sterkest på den andre siden, derfor surret han nok en spole med isolert kobbertråd rundt en del av den andre halvparten av spolen. Disse trådene festet han til et galvanometer.

I det Faraday koblet til strømmen, vibrerte nåla på galvanometeret kraftig, for deretter å gå tilbake til sin opprinnelige posisjon. Når han så brøt strømmen, gikk nålen over i motsatt retning for deretter å igjen slå seg i ro på midten. Denne ringen ble etter hvert kjent som den berømte induksjonsringen, som faktisk også var verdens første transformator!

Selv om galvanometeret viste utslag når han sendte strøm gjennom primærspolen på induksjonsringen, ville Faraday vise at det var elektrisitet som beveget nålen på galvanometeret, og ikke en annen kraft. Det neste halvåret gjorde han en rekke forsøk med varierte forsøksbetingelser. Han varierte bl.a. materialet på spiralen, og eksperimenterte med forskjellige stillinger på magnetene. Forsøket som lyktes var en 10 cm lang jernsylinder viklet med en kobbertråd som var forbundet til et galvanometer. Denne sylinderen ble plassert vertikalt mellom to motsatte poler på to stavmagneter som var skråstilt med de andre polene i kontakt med hverandre. Når så kontakten mellom sylinderen og magneten ble vekselvis sluttet og brutt, viste det utslag på galvanometeret.

Nå var Faraday i stand til å produsere strøm når han ville. Han fortsatte å variere eksperimentet, og ble etter hvert klar over at det var endringen i spenningen som produserte strømmen. 17. oktober 1831 dekket han en hul pappkartong med åtte kobberspiraler som var surret i samme retning. Endene på spiralene ble buntet sammen og koblet til et galvanometer. Deretter dyttet han en stavmagnet så vidt inn i spiralsylinderen, og det kom et utslag på galvanometeret, da han så dyttet hele magneten inn i spiralsylinderen, kom det også utslag, men denne gangen beveget nålen seg i motsatt retning. Dette kalte Faraday selv for magneto-elektrisk induksjon. Nå var betingelsene for induksjon av elektrisk strøm klare, man trengte et magnetfelt, og en bevegelse av enten en magnet eller en leder i forhold til hverandre.



Faradays store elektromagnet

Strømmen som ble produsert på denne måten var støtvis, og Faraday ville undersøke om han kunne gjøre strømmen kontinuerlig dersom han erstattet bevegelsen med en roterende. Faraday brukte en kobberplate som roterte mellom sør og nordpolen på en magnet. Deretter festet han ledninger på forskjellige steder på skiven som han koblet til galvanometeret. Forsøket var en suksess.

Og slik ble verdens første dynamo til. En oppfinnelse som brukes til alt fra å omgjøre potensiell energi i vann til elektrisk strøm her i Norge, til å få sykkellys til å lyse v.h.a det roterende hjulet.

Selv om dette var en utrolig viktig oppdagelse, og Faraday hadde en viss anelse om at denne oppfinnelsen kom til å kunne brukes til mye, var han ikke videre opptatt av å finne bruksområder for det nye leketøyet. Faraday ville heller bruke tiden sin på å eksperimentere mer, og kanskje oppdage

mer. Et par år senere var statsministeren på besøk på *The Royal Institution*, og han pekte på Faradays elektromagnetiske maskin og lurte på hva den skulle brukes til. Da svarte Faraday; "Jeg vet ikke riktig ennå, Sir, men jeg er nokså sikker på at én dag kommer Deres regjering til å skattelegge den." Dette skjedde i 1880-årene.

Til tross for at Faraday ikke selv ville finne bruksområder for sine oppfinnelser, var han veldig fornøyd om noen kunne finne noe å bruke dem til. Han ville gjerne gjøre hverdagen enklere for mennesket.

Alle årene mens han eksperimenterte var han også foreleser på *The Royal Institution*, og en særdeles dyktig sådan. Men allerede som 35-åring begynte Faraday å merke tegn på sviktende

hukommelse, og hadde ofte intens hodepine. Dette skyldes mest sannsynlig hans eksperimentering med gasser, løsningsmidler og tungmetaller. Faraday drev nemlig ikke bare med elektromagnetisme, han bidro med mye annet forskjellig, som metoder til å forbedre søppelsitasjonen i London, bedre måter til å oppbevare matvarer til sjøs, og å finne et rensemiddel til å beskytte maleriene på *National Gallery*.

Etter 1860 fikk han oftere og oftere hukommelsessvikt, og i 1861 trakk han seg fra sine verv ved *the Royal Institution*, men fortsatte å forelese. Dessverre ble også dette snart umulig for ham, på sin siste forelesning 20. juni 1862 satte han ved et uhell fyr på notatene sine.

Gjennom hele sitt liv var Faraday opptatt av at mennesker skulle bidra sitt beste for samfunnet uten å forvente gjenytelse, han ville derfor ikke motta adelskap som ble tilbudt ham av dronningen, og ville heller ikke ta imot en god del pengebeløp han ble tilbudt for sin konsulent virksomhet. Faraday ble derfor aldri noen rik mann, og da han sluttet i sitt arbeid, var han forholdsvis fattig. Heldigvis tilbød dronning Viktoria ham en æresbolig hvor han og hans kone Sarah kunne bo i sine siste leveår. Etter hvert mistet Faraday all kontakt med omverden, og 25. august 1867 døde han i lenestolen sin 67 år gammel. Faraday ble etter eget ønske ikke begravd i *Wesminster Abby*, men på en mer anonym kirkegård, med en liten enkel gravstein hvor det kun sto:

MICHAEL FARADAY
BORN 22 SEPTEMBER 1791
DIED 25 AUGUST 1867

Til tross for at Faraday var en eksepsjonell fysiker, var han kjent for å være en matematisk analfabet, noe som er litt uvanlig for en fysiker av hans kaliber. Dette kan faktisk ha vært en fordel ettersom han derfor viet all sin tid på eksperimentering, noe han var veldig dyktig på, og overlot matematikken til andre. Han brevvekslet en periode med Maxwell og var svært interessert i matematikken Maxwell knyttet til eksperimentene hans, selv om han ikke skjønnte noe særlig av den, han likte at andre kunne bruke resultatene hans til å utvikle nye formler og teorier.

Gjennom hele sitt liv, var Faraday en lykkelig mann, selv om han fikk et vanskelig utgangspunkt i livet med en fattig familie. Det var kun på grunn av hans enorme pågangsmot, og enkelte lykketreff at han kom så langt som han gjorde. Han var alltid takknemlig for livet, og ønsket å yte noe tilbake til samfunnet han levde i, dette uten håp om gjenytelse av noe slag. Ikke rart han var svært godt likt av alle som traff han. Selv hadde han nok ingen anelse om at hans arbeid skulle bidra så mye til menneskeheten bl.a. med en måte å omforme forskjellige typer energi til en form vi mennesker kan anvende til hva det skulle være, men hvis han hadde visst det hadde det nok gitt ham en større glede enn noen av medaljene og utmerkelsene han mottok opp gjennom årene.

"Nothing is too wonderful to be true if it be consistent with the laws of nature." - Michael Faraday

Happy is the man who can recognize in the work of Today a connected portion of the work of life, and an embodiment of the work of Eternity. The foundations of his confidence are unchangeable, for he has been a made a partaker of infinity.

-James Clerk Maxwell



James Clerk Maxwell (1831-1879)

James Clerk Maxwell ble født i Edinburgh, Skottland 13. juni 1831, men familien flyttet ut på landet til et hus kalt Glenair i Middlebie, Galloway. Unge Maxwell ble beskrevet som en svært livsglad gutt med en utømmelig nysgjerrighet for alt som rørte på seg. Da han var åtte år gammel døde moren av magekreft, tilsynelatende den samme sykdommen som drepte James i samme unge alder. Foreldrene hadde egentlig tenkt til å undervise ham hjemme til han ble tretten år, men etter en mislykket erfaring med en privatlærer som slo ham, ble Maxwell sendt til sin tante i Edinburgh for å gå på akademiet der. Som en bondegutt med for det meste praktisk litt rart utseende tøy, ble Maxwell mobbet av de andre elevene. Ettersom han også hadde litt rare interesser, fikk han kallenavnet "Dafty" av de andre elevene, kanskje ikke det mest passende navnet for en som senere skulle bli verdensberømt for sine matematikk- og fysikk kunnskaper. Maxwell briljerte ikke spesielt de første årene på skolen, men midtveis begynte han å utmerke seg ved å vinne masse priser i bl.a. matematikk. Faren som var en ihuga hobby vitenskapsmann på flere områder må ha mye æren for at også Maxwell begynte å interessere seg for vitenskap. I 1846 skrev Maxwell sin første oppgave som het *On the description of oval curves, and those having a plurality of foci*. Her generaliserte han definisjonen på en ellipse. Dette hadde Descartes gjort før ham, men det var likevel et fantastisk arbeid av en fjortenåring. Oppgaven ble lest høyt på *the Royal Society i Edinburgh*. 16 år gammel studerte Maxwell matematikk, fysikk og logikk med henholdsvis Kelland, Forbes, og William Hamilton som forelesere. Her utmerket han seg sterkt, og Kelland ga Maxwell fri tilgang til laboratoriet sitt. Mens han studerte leste han bøker av blant andre Cauchy, Fourier, Monge, Newton, Poisson, Taylor, og Willis. Snart fant han ut at for å utvikle sitt talent videre, måtte han dra til Cambridge, som var et senter for fysikk og matematikk kunnskap.

Også på Cambridge ble Maxwell beskrevet som briljant, om enn noe eksentrisk. Han gjorde stort sett som han ville, og hadde ikke noe særlig strukturert måte å arbeide på. Det virket som om alt kom veldig lett til ham. Maxwell skilte seg ut på andre måter også. Fra 2 til 2.30 på natta løp han langs en korridor i øvre etasjen, ned trappa, langs hele korridoren i nedre etasjen, for deretter å løpe opp trappa og gjenta hele ruta. Dette gjorde han helt til beboerne av rommene langs ruta ble så lei at de la seg i bakhold bak dørene og kasta sko og hårbørster på ham. Til tross for hans eksentritet og noe ustrukturerte arbeidsform, skjønte hans lærere og medelever at han var usedvanlig talentfull. Maxwell gikk ut av skolen som nr 2 i sitt kull, kun forbigått av Edward Routh som i tillegg til å være en briljant matematiker, også arbeidet

strukturert og var flinkere til å tilpasse seg arbeidsmåtene på *Trinity College*. Maxwell ble stipendiat på *Trinity College* og jobbet der et par år etter at han hadde fullført skolen. Det var i denne tiden han første gang begynte å fatte interesse for elektromagnetisme. Etter disse to årene fikk han arbeid som professor i fysikk på et *College* i Aberdeen, denne jobben tok han delvis fordi farens helsetilstand var dårlig, og Maxwell ønsket å være i nærheten av ham.

Maxwell var aldri noen god foreleser, han hadde vanskelig for å sette seg ned på elevenes nivå, og hans geniale tenkemåte var vanskelig å følge for de fleste. En student forteller at han ofte ikke kom lenger enn fem minutter ut i timen før han stoppet opp og sa ” Dette her må jeg kanskje utdype litt nærmere” for deretter å fylle hele tavla med figurer og symboler som stort sett ingen klarte å følge med på, og plutselig var gjerne timen over uten at det nødvendige pensum var blitt gjennomgått. Likevel var han veldig god til å skrive notater, bøker og artikler som elevene kunne gjennomgå, og her var det lettere å følge hans tankegang. Studentene syntes dessuten at hans iver og genialitet kunne være veldig inspirerende. I løpet av de fire første årene i Aberdeen skrev Maxwell sin første artikkel om elektromagnetisme; *On Faraday's Lines of force*. Hensikten var å gi en matematisk form på Faradays konsept på elektriske felt. Thomsom hadde tidligere komponert en matematisk teori til Faradays elektriske kraftlinjer, og Maxwell hadde fått tak i dette arbeidet. Han skrev et humoristisk brev til Thompson der han ba om tillatelse til å ”stikke nesa si i Thompson arbeid”. Thompson skrev tilbake at det måtte han bare gjøre, og lykke til med det. Maxwell lyktes, hans nye teori gikk mye dypere enn Thompson noen gang kom. Den omhandlet både magnetiske og elektriske feltlinjer, og viste sammenhengen mellom dem. Deretter sendte den 26 år gamle Maxwell en kopi til Faraday. Faraday skjønnte stort sett ingenting av matematikken i artikkel, men skjønnte likevel at Maxwell hadde gjort et viktig stykke arbeid. I sitt svar unnskyldte han seg for at han ikke kunne skjønne de matematiske utledningene, og takket så mye for arbeidet. Dessuten sendte han med en artikkel han hadde skrevet, og antydte han at han kom til å gjøre en del forsøk på tiden i sine elektromagnetiske forsøk. Maxwell tente øyeblikkelig på ideen, og inkluderte tiden i sine nye arbeider. Ikke bare korresponderte Maxwell med Faraday, og gjorde mye viktig arbeid i denne perioden, men han var også opptatt av å kurtisere Katherine Dewar, datteren til rektoren på skolen, og de to giftet seg i 1858.

I 1860 fikk Maxwell stilling som professor i fysikk på *King's College* i London. Disse fem årene i London var de mest produktive i hans liv. Her gjorde han sitt arbeid på den dynamiske teorien om elektromagnetisme, utviklet nye ideer på oppførselen til gasser, og produserte verdens første fargefotografi. I 1861 og 1862 kom et arbeid kalt *On Physical Lines of Force*. Her lagde han en ”eter”modell, som gjorde ham i stand til å kalkulere farten til de elektriske bølgene han mente propagerte gjennom mediet. Den kalkulerte farten var forbausende lik lysfarten. Maxwell konkluderte med at *light consists of transverse undulations of the medium which is the cause of electric and magnetic phenomena.* Forskingen hans ga han stor tilfredsstillelse i motsetning til undervisningen. Han må ha visst at han ikke var særlig dyktig på dette området, og hevdet at mye tid bort fra sine studenter var til det beste både for dem og for ham. Til slutt fant han ut at han ikke trengte å ha en akademisk stilling lenger. Han hadde alle de vitenskaplige kontaktene han trengte for å kommunisere med resten av den vitenskaplige verden, og dessuten lagt seg opp nok penger til at han ikke var nødt til å arbeide. Maxwell lengtet tilbake til landet, og flyttet tilbake til Glenair for å ”spasere i marka og gjøre seg til venns med unge frosker og gamle vannrotter”, som han hadde gjort da han var yngre. I 1865 flyttet Maxwell til Glenair, og ble der helt til han noe motvillig mottok en stilling fra Cambridge om å bli Cavendishs første fysikk professor i 1871. De fire partielle differensial ligningene som nå er kjent som Maxwells ligninger ble for det meste utledet mens han bodde på Glenair, men dukket først opp ferdig utviklet i *A Treatise on Electromagnetism* i 1873.

Opprinnelig var det tolv ligninger, men Maxwells etterfølgere, hovedsakelig Hertz skrev dem om fordi de ville ha dem mer komprimert, og slik ble de tolv linjene til de fire linjene som er kjent som Maxwells ligninger, to som omhandler divergensen og curlen til det elektriske feltet $\mathbf{E}$, og to som omhandler divergensen og curlen til det magnetiske feltet $\mathbf{B}$.

Det tok lang tid før Maxwells arbeid fikk ordentlig anerkjennelse. Det var alt for lite eksperimentelt arbeid som støttet hans konklusjoner. Senere skulle Hertz utføre flere eksperimenter som understøttet Maxwells teorier.

Selv om Maxwell er mest kjent for sine fire ligninger, og sitt arbeid med elektromagnetismen, bidro han også betydelig på andre vitenskaplige områder. Han vant Adams Prize i 1857 for sin essay om Saturns ringer, og Airy skrev *It is one of the most remarkable applications of mathematics to physics that I have ever seen*. I 1866 formulerte Maxwell, uavhengig av Ludwig Boltzmann, Maxwell-Boltzmann kinetiske teori for gasser. Denne viste at temperaturer og varme involverte kun molekylbevegelse. Og mens han var på Cavendish finskrev han den eksepsjonelle matematikeren Henry Cavendish etterlatenskaper av notater og artikler. Dette ble beskrevet som et kapittel i den elektrisitetens historie som ikke kan sidestilles av noe. *The Electrical Researches of the honourable Henry Cavendish* ble utgitt i 1879

Det var alltid tydelig for omverden at Maxwell var en eksentrisk, og litt sær person, men noe annet som også var åpenlyst var at Maxwell var en usedvanlig sjenerøs, uselvvisk og pliktoppfyllende. Han passet alltid godt på, og støttet kona Katherine som opplevde lange stunder med depresjoner, til og med da han selv begynte å bli dårligere. I en periode på tre uker satt han ved hennes seng hver natt, og gjorde sine plikter for skolen om dagen. Han var også veldig støttende mot sine kollegaer, spesielt dem som ikke fikk så mye oppmerksomhet, og i sine rettelser av unge kollegaers artikler, ga han ofte mer informasjon enn det hadde vært i artikkelen i utgangspunktet. I den siste tiden før han døde, var Maxwell svært dårlig og hadde store smerter, men han hadde likevel som alltid et upåklagelig humør. James Clerk Maxwell døde 5. november 1879.

Maxwells ligninger:

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = q/e_0$$

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = 0$$

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} = -d/dt(\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A})$$

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = \mu_0 I$$

Elektromagnetismens historie, kortversjonen

Dersom man skulle definere en start på elektromagnetismen, måtte det nok vært Ørstedes forsøk i 1820, men det er noen tidligere oppdagelser som er vel verdt på merke seg.

I 1791, samme året som Michael Faraday ble født, utførte italieneren Luigi Galvani en del forsøk på dissekerte froskemuskler. Galvani brukte skalpeller av to forskjellige metaller som han satte i hver sin ende av muskelen, og observerte at muskelen trakk seg sammen. Galvani ville undersøke om det var noen sammenheng mellom muskelaktivitet og elektrisitet, og sluttet av sitt forsøk at kilden til elektrisiteten lå i muskelen, og han kalte dette animalsk elektrisitet. Galvanis venn Alessandro Volta hadde en mistanke om at kilden til elektrisiteten snarere lå i metallene, og ikke i muskelen. I 1800 gjorde han et forsøk hvor han la plater av kobber og sink vekselvis oppå hverandre, med papplater dyppet i saltvann mellom hver plate. Når han så festet en ledning på toppen av søylen og berørte bunnen av søylen med den andre enden av ledningen, kom det en gnist ut av bunnen på søylen, og dersom han festet den andre enden av ledningen i bunnen, gikk det en kontinuerlig strøm gjennom kretsen. Dette var verdens første elektriske batteri, kalt "Volta-søylen". Dette batteriet skulle bli ekstremt viktig for senere forskere på elektromagnetismen. Men det tok tjue år før noen skulle komme på å undersøke virkningen av "Volta-søylen" på en magnet.

I 1820 gjorde den danske fysikeren Hans Christian Ørsted en fantastisk oppdagelse rent ved en tilfeldighet. Han var vel trolig den første som hadde mistanke til at det var en sammenheng mellom elektrisitet og magnetisme. Ørsted holdt en forelesing om sammenhengen mellom magnetisme og "galvanisk strøm" da han oppdaget at en magnetnål som var plassert i en glassboks under en strømførende ledning skatt raskt over i øst-vestlig stilling og tilbake igjen da han skrudde på strømmen. Hadde det vært en annen forsker, hadde kanskje hendelsen blitt ansett som tilfeldig og uinteressant, men heldigvis forsto Ørsted at dette var en viktig oppdagelse, mye takket være sine tidligere mistanker. Han reverserte strømretningen og observerte at nå skvatt nålen raskt over i vest-østlig stilling og tilbake igjen når strømmen ble skrudd på. Etter å ha brukt tre måneder på å fundere over oppdagelsen sin, sendte han ut en fire siders beskrivelse av sitt eksperiment til alle større universiteter, og de fleste kjente vitenskapsmenn i Europa.

Ørstedes oppdagelse vekte oppsikt stort sett i alle de vitenskaplige miljøene, og flere av tidens store fysikere begynte straks å arbeide med det nye feltet som hadde dukket opp. Først ute med nye oppdagelser var Ampère, Biot og hans assistent Savart. Disse holdt alle til i det vitenskaplige miljøet ved *Paris Academy*. Det utviklet seg til et lite hesteveddeløp mellom Ampère og Biot. De to hadde ganske forskjellige måter å arbeide på. Laplace som var en minister under Napoleon hadde en sterk innflytelse på det matematiske og miljøet i Paris, og mente all ny forskning burde begrunnes med og finne ut ny matematikk. Biot og hans assistent var en sterke tilhengere av denne metoden, og begynte med å prøve å finne en makroskopisk fenomenologisk lov som beskrev avstands avhengighet for en total effekt på en elektrisk krets fra en magnet. Deretter gjorde de en grunnleggende lov som gjaldt for bitte små delkrets elementer, Biot-Savarts lov. Denne viser bl.a. at intensiviteten til et magnetfelt som blir satt opp av en elektrisk strøm i en leder er omvendt proporsjonal med avstanden til lederen. Ampère foretrakk å eksperimentere, og dra konklusjoner fra utfallene av sine forsøk. Ørstedes arbeid ble reportert til akademiet ca 11. september 1820, og før slutten av september hadde Ampère oppdaget elektrodynamiske krefter mellom lineære ledere. Han oppdaget også raskt at kraften mellom to ledere som fører strøm i samme retning er en tiltrekkende kraft, og motsatt, to ledere som fører strøm i motsatte retninger frastøter hverandre. Ampère hadde

vanskelig for å føre sine resultater over til en matematisk form, og til dette fikk han stor hjelp av Felix Savary. Ampères resultater kan sammenfattes i det som etter hvert ble Ampères lov, som mest sannsynlig har fått det navnet nettopp av denne grunn, for matematikken i denne var ikke kjent på Ampères tid, og ble utledet av neste generasjons fysikere. Ampères arbeider skulle få stor betydning for andre forskere senere.

Omtrent samtidig var det noen som arbeidet med andre sider ved elektromagnetismen. To av disse var Joseph Henry og Michael Faraday, to menn som hadde merkelig mye til felles, selv om Henry var fra USA og Faraday fra England. De levde omtrent samtidig, begge kom fra fattige familier, begge var dypt religiøse menn, og viktigst; begge oppdaget induksjonen uavhengig av hverandre omtrent samtidig. Den største forskjellen var nok at Faraday tilhørte et stort vitenskaplig miljø ved *the Royal Institution* i London, mens Henry tilhørte et mye mindre miljø i USA hvor de var sene til å publisere artikler, noe som førte til at Henry gang på gang måtte se seg slått av Faraday. I ettertid har Faraday blitt kreditert oppdagelsen av induktans, mens Henry har fått kreditert selv induktans. Henry var den første som lagde store elektromagneter som kunne løfte opptil 300 kg. Det var da han eksperimenterte med disse at han oppdaget selvinduktans. Han hadde observert at det kom en stor gnist når han brøt kretsen, på samme måte som vi kan se at det kommer en gnist fra støpslet når man plutselig trekker ut kontakten for eksempel til støvsugeren.

I 1821 utga Faraday en artikkel som omhandlet prinsippet bak verdens første elektriske motor. Ti år senere i 1831 gjorde Faraday sitt forsøk med induksjonsringen, som også var verdens første transformator. En jernring med to ledninger viklet rundt hver sin side av ringen, det ene ledningen var koblet til et batteri("volta-søyle"), mens den andre var koblet til et galvanometer. For å forsikre seg om at det virkelig var magnetfeltet som førte til utslaget på galvanometeret, eksperimenterte han med en pappsyylinder med isolerte kobberviklinger rundt. Viklingene var forbundet med et galvanometer, og 17. oktober oppdaget han at når han dyttet en stavmagnet ut og inn av sylindere, fikk han utslag på galvanometeret. Han hadde oppdaget prinsippet bak induksjon; dersom man beveger en krets og en magnet i forhold til hverandre, får man elektrisk strøm. Faraday ga seg ikke med dette, han ville gjerne få en kontinuerlig strøm, og laget verdens første dynamo av en kobberplate koblet til et galvanometer med ledninger, som roterte mellom nord og sørpolen på en magnet.

Kronen på verket vil nok mange si er James Maxwells samling av elektromagnetiske prinsipper i sine fire ligninger. Maxwell skrev sin første oppgave *On Faraday's Lines of force* i 1855, om elektromagnetismen som ga matematisk form til Faradays konsept om elektriske felt. Før ham hadde også Thomson prøvd på dette, men Maxwell utviklet de matematiske teoriene mye dypere enn det Thomson hadde fått til. Maxwell sendte også en kopi av sin artikkel til Faraday, som slettes ikke skjønnte noe særlig av matematikken i artikkelen ettersom han kunne sies å være en matematisk analfabet, men han var glad for at Maxwell kunne utvikle hans arbeid videre. I 1873 ga Maxwell ut et sammendrag av all sin teori og andre aspekter ved elektromagnetismen i to deler kalt *A Treatise on Electromagnetism*. Det er her vi finner Maxwells fantastiske fire ligninger for første gang, selv om det opprinnelig var tolv ligninger, og de var på litt annen form. Det var Maxwells etterfølgere med Hertz i spissen ville ha mer "renhet" i ligningene, og komprimerte derfor Maxwells ligninger til den formen vi kjenner dem i dag. Det var også Heinrich Hertz som første gang klarte å vise eksperimentelle resultater som understøttet Maxwells arbeider som tidligere ikke hadde hatt så mange tilhengere, kanskje spesielt fordi det ikke var noen særlige eksperimenter med utfall som støttet teoriene, og det heller ikke var noen som klarte å finne ut hvordan de skulle klare å etterprøve Maxwells teorier eksperimentelt.

Kildehenvisning

Einstein sa en gang: ” Kunsten med å være kreativ er å skjule sine kilder godt..”
Likevel, her er mine;

Internett:

<http://www.arcticnet.no/la5xx/henry.htm>
<http://www.italian-american/volta.htm>
<http://www-gap.dcs.st-and.uk/~history/mathmaticians>
http://library.thinkquest.org/C004471/tep/en/biographies/count_a...
<http://www.corrosion-doctors.org/Biographies>
<http://www.energyquest.ca.gov/scientists/>
<http://www.ideafinder.com/history/inventors/volta.htm>
http://etc.princeton.edu/CampusWWW/Companion/henry_joseph.html
<http://scienceworld.wolfram.com/biography>

Bøker:

- *Remarkable Physicists – From Galileo to Yukawa*, Ioan James (2004)
- *Great Physicists-The Life and Times of Leading Physicists from Galileo to Hawking*, William H. Cropper (2001)
- *Michael Faraday-fattiggutten som forandret verden*, Gunnar Bach (1990)
- *André Marie Amperé*, Jamer R. Hofmann (1995)