

IZ ISTORIJE EKSPERIMENATA U OBLASTI ELEKTROMAGNETIZMA

Sandro Markić, Ilija Vujošević***

1. UVOD

Bila je velika praznina od skoro 200 godina od Gilbert-a do otkrića Galvanija i Volte, za čija imena se vezuju galvanometar i jedinica za napon - volt.

Ljudi postupno dolaze do saznanja o statičkom elektricitetu. Njemačnik Otto von Guericke je izmislio prvu frikcionu električnu mašinu koja je bila sačinjena od rotirajuće kugle od sumpora koja je generisala električne iskre. Englez Stephen Gray mogao je poslati električno opterećenje preko sto jardi, a otkrio je principe provodnosti i izolacije. Najvažnije otkriće je bilo *Leyden jar* (naprava koja je čuvala statički elektricitet), izum dva naučnika Leyden jar Univerziteta u Holandiji 1745. godine. Po prvi put se električno opterećenje mogalo akumulirati: ovo stimuliše istraživanja o elektricitetu po cijeloj Evropi. Dakle, imamo prve korake ka otkrivanju stalne električne struje.

Oprema koja je bila dostupna Galvani-ju i Volti je bila jednostavna. Generatori frikcije su proizvodili statički elektricitet u vrlo malim količinama. Elektricitet se mogao čuvati u kondenzatorima, *Leyden jar*, i izmjeriti sa silom odbijanja između opterećenja i centra kuglice. Materijali su se dijelili na provodnike i neprovodnike. Osniva se proizvodnja elektriciteta različitih punjenja.

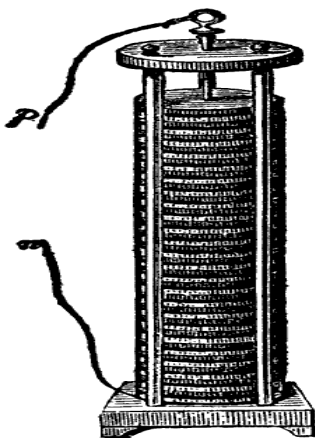
Prvi korak je preuzet od Galvanija, koji je bio profesor anatomije drevnog Univerziteta Bologna. Kada je eksperimentisao sa mrtvim žabama i elektricitetom, on je primjetio da se mišić žablje noge grči ako se okači na bakarnu kuku, a drugim krajem dodirne podloga od cinka. On ovo objašnjava pogrešno, rekavši da je to posljedica životinjskog elektriciteta koji je prisutan u žabljim nervima i mišićima. Bilo je to 1791. godine. Galvanijeva važnost je u tome da je njegova greška vodila Voltu da nađe pravo objašnjenje i, kao rezultat, izmisli Voltin stub - prvu električnu bateriju.

* M. Sc. Sandro Markić, Elektroprivreda Crne Gore, ED Ulcinj.

** Prof. dr Ilija Vujošević, Elektrotehnički fakultet Podgorica, Džordža Vašingtona b.b. 81000 Podgorica.

2. ALESSANDRO VOLTA (1745-1827)

Alessandro Volta je rođen u Como-u, a postao je profesor fizike prije tridesete godine. Preselio se južno na Univerzitet u Paviji, koji je tada bio u vojvodstvu Milana, gdje je bio imenovan za profesora prirodne filozofije. Proučavao je nekoliko godina Galvanijevo otkriće, tzv. *životinjski elektricitet*, koji je napravio veliku senzaciju. On nije bio uvjeren da je Galvani u pravu. Konačno, on nalazi pravo objašnjenje: grčenje žabljih mišića je prouzrokovano strujom elektriciteta stvorenoj od dva različita metala u kontaktu preko vlažnog tijela. Volta je potpuno shvatio novu vrstu elektriciteta i počinje da koristi termin *struja*. Bio je to mali korak za njega da doda još jedan par metalnih ploča odvojenih vlažnim kartonom i uredi da se struja povećava. Zatim je poredao sve više vertikalnih ploča odvojenih vlažnim kartonom i napravio prve ćelije baterije nazvane Voltin stub.



Slika 1. Voltin stub.

Volta, koji je bio član Kraljevskog društva, odmah je pisao predsjedniku Društva o svom otkriću:

Como,
20. Mart 1800. godine

„Poslije dugog ćutanja, za koje ne pokušavam tražiti izvinjenje, zadovoljstvo mi je komunicirati sa Vama, Sir, i preko Vas sa Kraljevskim društvom, o nekim izvanrednim rezultatima koje sam dobio praćenjem eksperimenata o elektricitetu razvijenog od čistog kontakta metala različitih vrsta koji u tečnosti ili vlazi imaju provodnost. Najvažniji od tih rezultata čini konstrukcija aparata koja obuhvata i liči na *Leyden jar* u efektima, kao npr. šokovi koji se mogu osjetiti rukama itd., ali koja ima neprekidnu funkciju obnavljanja punjenja nabojem poslije svakog pražnjenja; posjeduje fini neiscrpn naboj i stalnu akciju na električni fluid.“

Sastoji se od dugog niza alternativnog redosljeda tri provodne supstance: bakra, konzervansa ili vode, ili, što se više preferira: srebro, cink i prirodna ili alkalna so. Način

kombinovanja ovih supstanci sastoji se u horizontalnom postavljanju, prvo, ploče ili diska od srebra (npr. pola krune), sledeća je ploča od cinka istih dimenzija i, na kraju, sličan komad sunderaste materije, kao što su karton ili papir, potpuno impregniranih sonim rastvorom. Ovaj niz sa tri sloja ponavlja se trideset ili četrdeset puta, formirajući, kako ih je autor nazvao, *columnar machine*. Mora se primjetiti da metali moraju biti uvijek u istom redosljedu. To jest, ako je srebro najniži par metalnih ploča, to mora da je tako u svim uzastopnim slojevima, ali efekat će biti isti ako se ovaj red invertuje u svim parovima. Fluid, voda ili slani rastvor, a ne impregnirani sunderasti sloj, je supstanca koja doprinosi snazi. Proizilazi da kada su slojevi suvi, nema proizvodnje ovog efekta.

Volta ističe da je struktura njegove aparature kao električna jegulja kod koje su slojevi membrane okružene tečnošću. Aparatura obnavlja svoje punjenje poslije datog „šoka,,. Elektricitet se ne proizvodi trenjem, pa je ovaj proizvod nazvan nova električna „struja“.

Ovaj novi izvor elektriciteta je u to vrijeme bio ogroman korak naprijed. Napokon, obezbijeden je izvor neprekidne struje za sve naučnike. Elektrostatičke mašine i njihova izrada su brzo postale nepotrebne za proizvodnju struje. Efekat Voltinog otkrića u nauci je brzo stigao u Englesku. Uskoro zatim Humphrey Davy je Voltin stub koristio za odvajanje hemijskih jedinjenja, za otkriće mnogih elemenata kao što su kalaj i natrijum i za uspostavljanje elektrolize. Davy je zaposlio Michael Faraday-a kao asistenta i to je dovelo, u pravo vrijeme, do Faraday-ovih velikih otkrića u elektromagnetizmu.

Interesantno je uporediti Galvani-a i Voltu u političkom životu. U njihovo vrijeme, u godinama Francuske revolucije i Napoleonovog carstva, svaka zemlja u Evropi je pretrpjela duboke promjene kao posljedice ovih događaja. Dok traje vrući rat između vojski imamo i hladan rat između ideja, koje čine nove demokratske ideje slobode, jednakosti i težnji da se svrge stari sistem vladavine plemstva i crkve. Naučnici su pogođeni dešavanjima kao svi ostali. Prije Francuske revolucije 1789. godine, Galvani je u Bologni, a Volta u Pavia-i. Kada se Napoleonova vojska širila preko Evrope i poražene Austrije, Napoleon reorganizuje Italiju i formira sjevernu Cisalpsku Republiku, koja je pod njegovom kontrolom. Ova nova republika uzima Bolognu i ostale gradove od Pape, a na vlastiti zahtijev uzima i Duchy i Milano koji uključuje Paviu.

Galvani i Volta reaguju razičito na ove političke promjene koje dolaze od modernih pravila Francuske umjesto stare feudalne vladavine Austrije i Pape. Galvani, koji je izgubio polemiku o elektricitetu, ostaje da podržava staru vladavinu Pape, odbijajući da prihvati vjernost novoj republici i odlazi iz Bologne. Volta, koji je otkrio novi elektricitet, prihvata novi politički sistem. On je pozvan da lično Napoleonu opiše njegovo otkriće. Napoleon mu dodjeljuje krst Legije časti i čini ga grofom Francuske imperije.

3. GEORG SIMON OHM (1787-1854)

Svaki student elektrohenike zna Omov zakon. Ali ko je čovjek po kome je dobio ime i kako je došao do otkrića? To je bio George Ohm, rođen u Erlagenu u Bavariji. Njegov otac je bio bravar i vješt metaloprerađivač i on je učio sina matematici i njegovim vještinama. Ovo je bilo važno za Ohm-a zato što je postao ugledan eksperimentator i učio je od njegovog oca da napravi svu potrebnu aparaturu.

Pohađa Univerzitet u Erlagenu i za osamnaest mjeseci Ohm postaje učitelj. Do trideste malo zarađuje kao učitelj matematike i fizike, premještajući se s posla na posao kroz

Njemačku i Švajcarsku. Poslije mira 1815. godine konačno dobija stalno mjesto kao učitelj matematike na Jezuitskom koledžu u Cologneu u Rhinelandu. Jezuiti su imali veliki uticaj i, ustvari, nekoliko godina kasnije, oni kontrolišu vladu katoličke Bavarie.

Dok je Ohm na koledžu, on sprovodi eksperimente koji rezultiraju otkrićem njegovog zakona. Inspiraciju da uradi ovaj posao crpi od čuvenog francuskog matematičara Fouriera. Ovo nije iznenađujuće zato što su se ideje Francuske revolucije proširile širom Evrope i, osobito, u djelovima blizu Francuske kao što je Rhineland.

Kada je najavio prve rezultate svojih eksperimenata, Ohm je izrazio poznati zakon netačno. Poslije je grešku istakao 1827. godine u knjizi "*Galvansko kolo, matematički razrađeno od Dr. G.S. Ohm-a*" (Die galvanische Kette, mathematisch bearbeitet von Dr G.S. Ohm) koja sadži Ohm-ov zakon u obliku koji nam je danas poznat. Zahvaljujući tom otkriću otišao je u Berlin, glavni grad tadašnje Prusije, sa velikom nadom dobijanja važnog položaja. Ali, nažalost, trebalo je nekoliko godina da se njegovo otkriće prihvati. Njegove metode su osporavane, a njegov rad ignorisan. Razlog toga je bio što vodeći njemački filozofi, naročito u Prusiji, nijesu vjerovali u potrebu eksperimenta u nauci, pa zato nijesu ni razumjeli Ohm-ov rad.

Razočaran, Ohm podnosi ostavku na mjesto privatnog učitelja u Berlinu, dok ga šest godina kasnije postavljaju kao učitelja na Politehnicu u Nurnbergu. To je bilo u rodnoj Bavarskoj gdje su konzervativni njemački filozofi imali manji uticaj. Od tada on dobija sve više priznanja. Njegova slava se proširila i u Engleskoj i Royal Society mu dodjeljuje Copley Medal, za „uspostavljanje zakona u električnim kolima”.

Meanwhile u Bavariji je bio politički prevrat koji je Ohm-u donio konačno priznanje u njegovoj zemlji. Kroz Evropu srednja klasa liberala je bila spremna na revolt za njihovu slobodu protiv vlade kraljevskih konzervativaca. Revolucija 1848. godine se širi skoro cijelom Evropom. U Bavariji revolucija prisiljava kralja da se odrekne prestola, što je kraj snage Jesuita i uspostavljanje liberalne vlade. Odmah potom (1850. godine) nova vlada postavlja Ohm-a za profesora Univerziteta u Munhenu. Time je napokon u njegovoj zemlji priznat ogromni značaj moderne naučne metode i epohalna vrijednost njegovih otkrića. Ali nije u tome dugo uživao, umro je 1854. godine.

4. HANS CHRISTIAN OERSTED (1777-1851)

Kada je Oersted prilikom demonstracije eksperimenta tokom predavanja 1820. godine slučajno postavio žicu preko kompasa, primijetio je da se igla kompasa pomjera kada žicom protiče električna struja. Fizičari su pretpostavljali da elektricitet i magnetizam moraju biti povezani. Oersted je prvi demonstrirao njihovu povezanost.

Hans Christian Oersted (1777-1851) je rođen u Rudkebingu, Langeland, u Danskoj kao najstariji sin apotekara. Zahtjevi posla njegovog oca i sve veće porodice prisiljavaju njegove roditelje da ostave njega i njegovog mlađeg brata, Andres Sandoe, kod njihove bliže rodbine, dok su on i njegov brat još bili mali.

Staratelj i njegova žena su bili njemačke zanatlije koji su pravili perike. Pričajući sa starateljima, dječaci su naučili njemački jezik, pa je Hans Christian je preveo dio njemačke Biblije. Ubrzo su se isticale intelektualne sposobnosti braće, a susjedi su činili ono što su mogli da ih stimulišu i edukuju. Na taj način su uzeli časove iz osnova latinskog i

francuskog jezika i matematike. U 11 godini Hans Christian počinje da pomaže svom ocu u apoteci i da stiče znanje o osnovama hemije.

Godine 1794. Hans Christian, sa 17 godina, i njegov brat odlaze u Kopenhagen da polažu prijemni ispit na Kopenhagenskom Univerzitetu. Iako su imali malo formalnog obrazovanja, obojica prolaze sa odličnim uspjehom. Andres je izabrao pravo, a Hans Christian bira karijeru u prirodnoj filosofiji.

Najuticajniji pravac za Hans Christian-a su bila učenja Immanuel Kant-a (1724-1804) i kritička filosofija. Kant je osjetio da postoji jedinstvo u prirodi i da osjećamo samo njene sile. Dvije osnovne sile su sila privlačenja i sila odbijanja. Ostale sile od elektriciteta, magnetizma i svijetlosti, predlagao je, da su samo modifikacije osnovnih sila pod različitim uslovima. Filozofskim razmatranjima Kant negira postojanje atoma. Oersted postaje oduševljeni sledbenik i branitelj Kantovih pogleda koji su postali vrlo važni za njegov razvoj u nauci.

Na Univerzitetu, Oersted je studirao astronomiju, fiziku, matematiku, hemiju i farmakologiju. Doktorirao je 1797. godine na tezi pod nazivom „*Disertacija na osnovnim metafizičkim oblicima spoljašnje prirode*“ (Dissertatio de forma metaphysices elementaris naturae externae). Oersted je naveo važnost Kant-ove filosofije prirode i nauke koja je kjuč za njegove buduće aktivnosti u istraživanjima stišljivosti gasova i tečnosti i u elektromagnetizmu.

Poslije odbrane doktorata Oersted postaje menadžer u farmaciji na kratko vrijeme. U ljeto 1801. godine nastavlja školovanje putujući kroz Njemačku i Francusku, posjećujući filozofe i naučnike u Gottingen-u, Berlin-u, Weimar-u i Paris-u. Volta je 1800. godine napravio *Voltin stub*, izazivajući puno uzbuđenja u naučnom svijetu. Slijedeći Voltu, Oersted konstruiše malu, poboljšanu bateriju koja dokazuje njegovu reputaciju i postaje dobrodošao u mnogim laboratorijama. Za vrijeme svojih putovanja pohađa predavanja i participira u mnogim diskusijama sa naučnicima i filozofima.

Oersted se sastaje sa Johann Ritter-om u Gottingen-u, raspravlja s njim o hemijskim efektima električne struje, impresioniran Ritter-ovim ispoljenim idejama. J. J. Winterl, mađarski hemičar, razvio je hemijski „sistem“ suprotnosti. On se temeljio na dvije arhetipske supstance, *Andronia* i *Thelycke*, koje su esencije kisjelosti i bazičnosti. Oersted je učio o tome tokom svojih putovanja i bio vrlo impresioniran. U prošlosti, Oersted-ovo dobro rasuđivanje i poštovanje empiriskih činjenica ga je spasilo od mnogih ekstremnih pozicija. Ali vjerovao je Ritter-u i Winterl-u i u Paris-u debituje kao izlagač i branilac njihovih postavki.

Rezultat je bio katastrofalan. Francuski hemičari su pronašli brojne nedosljednosti u Oersted-ovim izlaganjima i prezrivo su razbijene njegove ideje u naučnim publikacijama. Kasnije je Oersted saznao da su Ritter i Winterl bazirali svoje ideje samo na špekulacijama i grubim nagađanjima. Lijepo prezentovane ideje u respektnim časopisima od dobro poznatih naučnika nisu uvijek korektne. Iz ovog poniženja, Oersted je naučio važnu lekciju za sve mlade entuzijaste: bitno je provjeriti činjenice prije podržavanja drugih zaključaka.

Oersted sa vratio u Dansku 1804. godine, sa ugledom nekritičkog entuzijaste. Nadao se da će postati profesor fizike na Univerzitetu u Kopenhagenu, ali nije mu ponuđena ta pozicija. On pokreće niz javnih predavanja s naučnim temama koja postaju vrlo popularna. To ga dovodi, dvije godine kasnije 1806., do mjesta vanrednog profesora na Univerzitetu, i od tada počinje Oersted-ov ozbiljan naučni rad. Niz pažljivo promišljenih i temeljito razrađenih radova tokom sledećih nekoliko godina postupno povećavaju njegovu reputaciju

i neodgovornost se zamjenjuje poštovanjem i divljenjem, a krenuo je i stalan napredak u akademskoj hijerarhiji. 1824 godine je osnovao „Društvo za promociju prirodne nauke“, a 1829. godine postaje direktor Politehničkog instituta u Kopenhagenu, na poziciji koju je zadržao do smrti.

Oersted je bio divan učitelj i izvanredan naučnik koji je podigao nauku u Danskoj na viši nivo. Takođe je bio entuzijasta koji je popularizovao nauku, pisao članake i recenzirao za popularne časopise. Uradio mnogo naučnih radova iz oblasti hemije, elektrohemije i fizike tečnosti i gasova.

Oersted-ov rad u elektricitetu i magnetizmu proizvodi uzbuđenja naučnika širom svijeta. Ortodoksne korpuskularne teorije 1820. godine ne predviđaju da su elektricitet i magnetizam povezani. Coulomb je imao osjećaj da su elektricitet i magnetizam fundamentalno drugačiji i nije mogao naći vezu između njih u njegovim istraživanjima od 1785. do 1790. godine. Oersted je vjerovao u jedinstvo prirode, osjećao je takav odnos, i pokušavao da nađe odgovarajuće uslove za to.

Elektricitet, razmišljao je, može biti konflikt između pozitivnog i negativnog aspekta magnetizma koji se širi talasima u prostoru. Kada je konflikt zatvoren u tankoj žici, rezultat je toplota. Kada je konflikt i dalje ograničen smanjenjem promjera žice, proizvodi se svjetlost. Ako se konflikt dodatno ograničava korišćenjem još finije žice, može se proizvoditi magnetizam.

Kao što je kasniji razvoj pokazao, ova hipoteza nije bila korektna. U rano proljeće 1820. godine Oersted je napravio svoje najveće otkriće. Opisao je događaj, ilustrovan na slici 2, u izvještaju koji je objavljen u *The Edinburgh Encyclopaedia* 1830. godine.



Slika 2. Oersted -ov eksperiment

Oersted je bio svjestan svoje nespretnosti u rukovanju opremom i instrumentima. Tokom svih njegovih predavanja, dok je Oersted predstavljao svoje misli i ideje, studenti ili drugi asistenti su obavljali eksperimente. Bio je vrlo pažljiv i temeljit naučnik. U početku, nije bio siguran što je otkrio proučavajući električnu struju praćenu magnetskim poljem. Čekao je i razmišljao oko tri mjeseca prije nastavka svojih istraživanja. Nakon daljnjeg eksperimentisanja, on konstatuje bez sumnje da je žica kroz koju protiče električna struja okružena magnetskim poljem koje je kružnog oblika. Jula 1820. godine napisao je kratki rad upućen glavnim naučnim časopisima u Evropi. Rad je pisan na latinskom „*Experimenta circa effectum conflictus electrici in acum magneticam*“ (Eksperimenti o električnim konfliktima prouzrokovani magnetizmom) i otvara novu epohu o elektromagnetizmu.

Naučnici širom Evrope su bili fascinirani novim otkrićem. Ampere u Francuskoj, Schweigger i Poggendorff u Njemačkoj i Cumming u Engleskoj brzo izgrađuju naprave na Oersted-ovom pronalasku i čine značajan doprinos nauci o elektricitetu i magnetizmu i električnim i magnetskim mjerenjima.

5. MICHAEL FARADAY (1791-1867)

Michael Faraday je bio jedan od najvećih naučnika svih vremena. On se upoređuje sa Galileom i Isaak Newton-om. Do njegovih dana najvažniji izvor elektriciteta je bila Voltina struja. Faraday je eksperimentalno dokazao nerazdvojjnost elektriciteta i magnetizma i otkrio je novi izvor struje. Naime, on je otkrio elektromagnetnu indukciju, principe elektromotora i postavio zakon elektrolize. Njegovi roditelji su bili siromašni i nijesu mu mogli priuštiti potpunije obrazovanje. Za taj rani period je rekao: „ Moje obrazovanje je bilo od običnih predmeta, koje je bilo nešto više od običnog čitanja, pisanja i aritmetike osnovne škole. Moje vrijeme van škole je prošlo u kući i na ulici.”

Rođen je u Newington-u, tada u Surrey-u predgrađu Londona, 22 septembra 1791. Negov otac je bio kovač, zanatlija kao Ohm-ov otac, koji je imigrirao iz Yorkshire-a, a njegova majka je bila kćerka farmera iz iste regije. Kada je Faraday imao pet godina, porodica mu se preselila u sobe iznad kočijaške kuće u Marylebone. Zato što je njegov otac bio lošeg zdravlja, smanjeno im je primanje javne pomoći po zakonu o sirotinji. Sa trinaest godina počinje da radi u knjižari koja se zvala Riebau, prvo kao „trčkaralo“, poslije kao šegrt u vezivanju knjiga. Kao „trčkaralo“, morao je da dostavlja i sakuplja novine od Riebau do njihovih mušterija. Njegov stariji brat je postao kovač. Dok je Faraday još učio, njegov otac je umro, a njegova majka održava porodicu i ide u podstanare.

U tim okolnostima Faraday je bio zadovoljan na više načina, jer je u Riebau bio zaposlen u knjižari, gdje je, nakon ostalih poslova, bio u mogućnosti da čita razne knjige. Čuvao je bilješke njegovih pročitanih knjiga i naročito sve naučne članke. Učio je vezivanje knjiga, pa je morao biti brz i vješt sa svojim rukama. To mu je kasnije dobro koristilo kada je morao napraviti i urediti aparaturu za izvedbu eksperimenata. Većina mušterija Riebau knjižare su bili naučnici i jedan od njih je primjetio da Faraday čita članak o elektricitetu u enciklopediji koju je uvezao i uvidio je da zna dosta o tome. Ovo je bio Faraday-ov uvod u njegov dugi radni vijek. Članak je osuđivao staru teoriju da je električna struja bila neka vrsta fluida, a zastupao hipotezu da je struja neka vrsta vibracija.

U slobodno vrijeme nastavlja da se obrazuje. Riebau nam je dao živu sliku o tome:

„...Poslije redovnih sati posla, on je bio uglavnom zapošljen crtanjem i kopiranjem iz ‘Artist Repository’, radovima publikovanim u brojevima koje je uzimao nedjeljno. Takođe, čitao je električne mašine iz *Dicty of Arts and Sciences* i ostale radove koji su donošeni na povezivanje... On je odlazio šetnjom rano ujutro u *Morning Visiting*, uvijek znatiželjno tražio neki rad ili mineral: *Holloway Water Works Highgate Archway, W. Middlesex Water Works, Stand Bridge - Junction Water Works* itd...Njegov um se uvijek bavio ovim, osim rada na vezivanju knjiga koje je izvršavao na odgovarajući način. Ako je imao znatiželju prema knjigama koje su mušerije donosile na uvezivanje, on bi ih kopirao, kao što su mislili Singular ili Clever, koje sam mu savjetovao da čuva za njega. *Ireland's Hogarth* i ostale grafičke radove. On je jako volio “*Thomson's Chemistry*” (Tomsonova hemija) u četiri toma, kupio je i umetnuo veliki dio toga, povremeno dodavajući belješke sa crtežima i opažanjima.“

S prijateljio se i predstavio udruženju *The City Philosophical Society* (Gradsko filozofsko društvo) koje je postojalo za osobe koje je interesovala nauka. Tu je pohađao neka popularna večernja predavanja o nauci koja su bila svjetlost vodilja grupi mladih ljudi koja je formirala udruženje, a naknadu od jednog šilinga po predavanju je plaćao njegov brat. Faraday opisuje što su učinila ova predavanja koja su mu otvorila novi svijet:

„Moja metoda je bila da uzmem list ili dva zašivena papira ili zabodena do sredine, tako da su ličila na knjigu. Uobičajno sam zauzimao prednje sjedište i tamo sam ostavljao moj šešir i papir na šeširu. Ja kao i Mr. Tatum zapisivao sam na predavanju najzajčajnije riječi, kratkim rečenicama, naslove eksperimenata, imena supstanci koje se razmatraju i mnoge druge savjete koji će doprinijeti onome što je prošlo po meni...“

Po izlasku iz učionice odmah sam se vraćao kući i do zore vadio po drugi put bilješke sa predavanja. Ove bilješke su bile obimnije, povezanije i čitljivije od prvih....

Ovaj drugi set bilješki su bile moj vodič dok sam predavanja pisao na grubo. Dali su mi red u kojim različitim djelovima je došao pod razmatranje i u kojim eksperimentima su bili sprovedeni najvažniji subjekti diskusije.”

Zatim je počeo sprovoditi jednostavne eksperimente kod kuće i napravio je za sebe mali Voltin stub, kao što je opisao u pismu prijatelju:

„Sir, sam sam izrezao sedam diskova - svaki veličine pola pennie-a! Sir, pokrio sam ih sa sedam penija i između njih sedam, odnosno šest, komada papira natopljenog u rastvoru sode! Ali više se ne smije dragi A¹; radije se pitam o efektima ove trivijalne energije. To je bilo dovoljno da proizvodi raspad sulfat-magnezijuma, efekat koji me vrlo iznenadio, za koji nijesam znao, nijesam mogao imati bilo koju ideju za dobijeni rezultat.“

On je nastavio eksperimentisanje i posmatranje i ponovo piše:

„Ideje i misli često niču u mom umu i opet se nepovratno gube i vraćaju iz ničega. Nekoliko metala, kada su gumirani, ispuštaju poseban miris i posebnu boju. Sada su mirisi trebali biti prouzrokovani česticama tijela koje se izvan emituju. Ako je tako, onda je ogled uveo u našu obavještenost vrlo nepostojanu stvar u metalima. Ali ja sumnjam da su njihova električna stanja u pitanju.“

Faraday je bio svjestan da njegov engleski nije bio tako dobar kako bi mogao biti i nadao se da će mu pisanje i dopisivanja pomoći da ga poboljša.

¹ “Dragi A” je bio Benjamin Abbot, mladi Quaker, bolje obrazovan od Faraday-a ali religiozan, kojeg je upoznao u Gradskom filozofskom društvu i s kojim je postao bliski prijatelj.

Ubrzo je otkrio da je hemija nauka koja se prva mora naučiti. Ova promjena je nastala kad je pročitao popularnu naučnu knjigu *Conversations on Chemistry* (Razgovori o hemiji), od Mrs. Marcet. Veliki dio je bio baziran na poznatim i modernim predavanjima o čudima hemije od Humphrey Davy-a kod Royal Institution. Mrs. Marcet je napisala:

“Mr. Davy... čija su važna otkrića otvorila poboljšani pogled na hemiju, predložio je hipotezu koja može baciti svijetlo na tu nauku. On pretpostavlja da postoje dvije vrste elektriciteta od kojih su sva tijela sjedinjena. Naziva ih *pozitivni* i *negativni* elektricitet; ta tijela mogu biti sklona da kombinuju suprotni elektricitet, kao što ih je okupilo privlačenje koju ovi elektriciteti imaju. Ali, da li je ova hipoteza utemeljena na istini ili ne, nemoguće je pitanje velikog uticaja elektriciteta u hemijskim kombinacijama.

Nakon što je ovo pročitao, Faraday je shvatio da mora učiti hemiju kako bi razumio elektricitet. Pojavila se prilika kada je došao jedan od klijenata u njegovu knjižaru, koji je bio član Royal Institution, da je dao Faraday-u ulaznice za Davy-eva predavanja koja je on lično držao, pa je, između ostalog, odbranio novu teoriju o hloru kao elementu. Ova predavanja su Faraday-ja mnogo nadahnula.”

Njegovo samoobrazovanje završilo se 1812. godine kada je imao dvadeset jednu godinu. Međutim, bio je nezadovoljan i nesrećan u svom radu i imao je daleko manje vremena za nauku. Dogodilo se da je Humphry Davy imao nesreću za vrijeme eksperimenta i da mu je oko nastadalo. Faraday se preporučuje kroz Royal Institution i on postaje njegov sekretar za nekoliko dana, iako u isto vrijeme Davy pokušava da ga nagovori da nastavi sa uvezivanjem knjiga jer je karijera u nauci neizvjesna. Faraday je, međutim, odlučio pokušati ponovo i poslao je svoje potpune belješke Davy-evih predavanja koje je sam povezo, veličine 386 stranica, kao poklon Davy-ju, i pitao ga za posao kod njega.

Davy, sada predsjednik Royal Society, je bio prilično drugačiji tip čovjeka od Sir Joseph Banks-a. Od skromnih početaka je stekao evropski ugled kao profesor hemije kod Royal Institution. Institucija koja je bila posvećena istraživanju u tehnologiji je bila u padu, ali Davy je podigao na noge sa svojim vlastitim istraživanjima i njegovim briljantnim predavanjima. Veliki naučnik postavio je temelj elektrohemijske. Slavni čovjek, zauzet mnogim projektima, nije ignorisao nepoznatog knjigovesca. Umjesto toga, on mu je poslao ohrabrujući odgovor:

Decembar 12 ti, 1812.

Sir,

Ja sam daleko od nezadovoljnog, dokazom ste mi dali svoje povjerenje, koji pokazuje veliku vatru, moć pamćenja i pažnje. Dužan sam otići iz grada i neću biti u gradu do kraja januara. Onda Vas mogu vidjeti kada god zaželite.

Bilo bi mi zadovoljstvo da Vam budem na usluzi. Volio bih da može biti u mojoj moći.

Ja sam, Sir, Vaš ponizni i poslušni sluga.

H.Davy.

Faraday je ponovo bio srećan. Kada je Davy ponudio Faraday-u posao u svojoj laboratoriji on je to željno prihvatio, za jednu gvineju nedjeljno, sa dvije sobe iznad Royal Institution, sa gorivom i svijećama. U laboratoriji ubrzo postaje izuzetno koristan u eksperimentima sa hlorom na kojima je Davy radio. Do sada je njegov društveni život bio zanemaren, a on jedva da je bio izvan Londona. Međutim, uskoro Davy ga je pozvao da ga prati na evropskoj turneji. Izvanredna stvar je da su Engleska i Francuska u ratu tokom svih osamnaest mjeseci turneje, tj. u periodu između Napoleonovog povlačenja iz Moskve 1812.

godine i bitke kod Waterloo-a 1815. godine. No ljudi od nauke nisu uzimali u obzir rat, čak iako su njihove vlade ratovala.

Putovanje od Londona do Pariza je trajalo jedanaest dana. U Parizu Faraday se sastaje sa Ampere-om, vidio je Napoleona i Chappe-jev sistem semafora telegrafskog slanja i primanja poruka iz grada. Sastao se sa Voltom u Milan-u. Svo vrijeme je učio od Davy-ja i gledao u Parizu kako je Davy otkrio novi element - jod. Jedina mrlja na njegovu zadovoljstvo je da ga je Lady Davy, koja je bila ekstremni snob, pokušala tretirati kao slugu, ali je bio previše ponosan i odbio da bude tretiran na takav način.

Kada se vratio u London 1815., Faraday počinje s novim društvenim životom. On je naučio čitati francuski i italijanski jezik, jezike Coulomb-a, Ampere-a, Galvani-a i Volte. Upoznao je mnoge naučnike i naučio o društvu, ali je odbio da se u glamuru uzdiže. Povratkom u Royal Institution, na povećanu platu od trideset šilinga nedjeljno, on razvija Davy-jev rad na hloru, otkrivši dva karbon hlorida i pomaže Davy-ju oko njegove sigurnosne lampe. On je takođe radio na projektu za pronalazak čelika za instrumente za rezanje. To su bili praktični tehnički projekti, potpomognuti od strane zavoda. Njegove dužnosti uključuju pomaganje s redovnim predavanjima, pa počinje da preuzima učenike. U međuvremenu, on je počeo graditi ugled kao hemičar consultant. Mladi ljudi sa znanjem hemije su rijetki i 1820. godine počinje praviti ime za sebe. Interesovao se za analizu vode za piće i testiranje suve hrane za potrebe brodova. Vodosnabdijevanje Londona bio je uvijek prisutan problem zbog kolere i opasnosti od skorbuta među pomorcima.

Faraday je postao zauzet čovjek bez vremena za istraživanje elektriciteta. U nastavku je dnevnik jedne njegove radne nedjelje:

„U ponedjeljak uveče je naučni sastanak članova gdje se traži moje prisustvo. Utorkom uveče imam učenika koji dolazi oko šest sati, a izlazi oko devet, sudjeluje u privatnim časovima. U srijedu The City Philosophical Society zahtijeva moju pomoć. Četvrtak je moja jedina noć za slučajne angažmane. Petak, moj učenik se vraća i ostaje tri sata, dok u subotu moram odgovoriti mom malom privatnom biznisu.”

On nikada nije imao puno vremena da bude društven; znao je da je kao naučniku potrebno vrijeme za obrazovanje kojeg nije imao dovoljno. Nije imao vremena za žene i brak je smatrao kao zamku. No, ipak, 1821. godine se ženi sa Sarah Barnard, kćerkom pastora svoje crkve. On je, zapravo, bio zaljubljen i pisao joj je: „Vi me poznajete, dobro ili bolje nego ja samog sebe. Znaete moje bivše predrasude, moje misli, znate moje slabosti, moju sujetu, cijeli moj um. Vratili ste me s jednog pogrešnog puta, dopustite mi da se nadam da ćete pokušati ispraviti ono što drugi nijesu.”

Faraday je bio srećan u tom braku. Istina, nijesu imali djece, ali je ona bila takva kakvom je on očekivao. Ona nije razumjela njegov rad, ali kada je bio zatvoren u svojoj laboratoriji ona mu je donosila obroke. Kad je bio iscrpljen od mentalne koncentracije i imao glavobolje, pružala mu je druženje i udobnost dugim šetnjama. Njegov život je proticao između intenzivne koncentracije i potpune relaksacije. Čak i u laboratoriji je ponekad bilo lijepih trenutaka. Faraday bi vodio svoje omiljene nećakinje da gledaju kako izrađuje sondu pastile ili varenje piva od đumbira, ili ponašanje žaba pri razmnožavanju i sl.

Faraday nije imao veliko otkriće na polju elektriciteta prije tridesete. Do tada je htio postati hemičar. Tada je njegov interes za elektricitet ponovno probudio zahtjev za pisanjem kratke istorije nove nauke za novine. Da bi to učinio, morao je ponoviti za sebe nedavne eksperimente Oersted-a i Ampere-a. Hans Christian Oersted, danski naučnik, upravo je

najavio njegovo otkriće da električnu stuju proizvode magnetni efekti i da je magnetska sila kružnog oblika. Faraday je primijetio neke nove činjenice koje su dovele do njegovog poznatog eksperimenta u kojem se struja pojavljuje okretanjem žice oko magneta, ili kruženjem magneta oko žice. Ovo je njegovo otkriće elektromagnetne sile, na čijem principu je baziran rad elektromotora. Napisao je: „Uspio sam, ne samo da pokažem postojanje kretanja teorijski, već eksperimentalno, da ako se žice okreću u krug oko magnetnog pola, ili magnetni pol oko žica.” To je bio uzbudljiv trenutak. Faraday-ov zet je opisao scenu: „Odjednom je uzviknuo: - vidite li, vidite li, vidite li George, kako se žica počela okretati? ... Nikada neću zaboraviti zanos na njegovom licu i sjaj u njegovim očima.”

Nakon ovoga Faraday nije imao otkrića u oblasti elektromagnetizma narednih deset godina. To nije zato što je izgubio interes. Naprotiv, on je izveo mnoge eksperimente i izučavao je vezu između magnetizma i elektriciteta, bilježio je nove ideje koje su mu dolazile i isprobavao ih je kada je imao vremena. Već je osjećao da mora odvojiti vrijeme za istraživanja zbog dužnosti prema Royal Institution, gdje je sada bio direktor laboratorije. Bilo je različitih grana hemije koje su bile od praktične važnosti za industriju u vrijeme kad se industrijska revolucija ubrzano razvijala i zahtjevala nove procese i nove materijale, dok je elektricitet imao vrlo male praktične primjene. Dakle, Faraday je radio na hemijskim istraživanjima tokom ovih godina, i napravio korisna otkrića sa sumporom i njegovim kisjelinama, hemiji gume, hloridu, benzenu, sve od velike koristi za industriju. Jedan određeni istraživački projekat, koji mu je oduzeo mnogo godina, odnosio se na poboljšanjima stakla, što je bilo važno za svetionike i sigurnost plovidbe.

Veliki dio svog vremena u ovom periodu je potrošio na dobijanje šire podrške od Royal Institution i poboljšanju finansijske situacije koja je bila loša. Počeo je petkom uveče da održava diskusije kako bi popularizovao nauku. „Oni su namijenjeni, objašnjavao je, kao jednostavni susreti drage prirode gdje članovi imaju privilegiju dovođenja prijatelja i gdje se svi mogu osjećati ugodno. Poželjno je da se sve stvari od interesa, male ili velike, ovdje izlože, ili u biblioteci ili u učionici. U učionici predavač i publika su oslobođeni svih formalnosti, osim one bitne za osiguravanje pozornosti i slobode. Predavanja mogu biti duga ili kratka, tako da sadrže dobru stvar i, nakon toga, svako može razgovarati i popiti čaj.” On je takođe apelovao na mlade ljude sa božićnih kurseva da se adaptiraju na mladu publiku. To je bilo popularno s djecom i on je to radio do penzije.

Kao predavač savjesno je učio umjetnost nastave. „Onaj ko hoće nevolju, razmišlja i o pčelinim poslovima. Želim nešto što mogu razumjeti...slušaoci očekuje razlog i smisao.” Kao predavač je bio jednostvan, neustrašiv i bezbrižan, mislili su o njemu i njegovom čistom umu u opisu njegovog lika. Svojim ponašanjem ukazuje poštovanje publici, i niukom slučaju ne zapostavlja njihovo prisustvo i nikada, ako je moguće, ne okreće im leđa, dajući im puno razloga za vjerovanje da je sva njegova snaga za njihovo zadovoljstvo i savjete. Faraday je mogao biti inspirativan predavač, a slijedi jedna od bilješki njegovih učenika:

„Njegovi instrumenti nikada nijesu bili na putu i njegova manipulacija se nikada nije mješala s govorom. Bio je potpuni gospodar situacije. Njegova publika je uvijek bila pod njegovom komandom, ... nije ga ništa moglo uzrujavati, mogao je izraziti svoju punu elokventnost. Bio je neodoljivo riječit, na način koji stimulise pažnju i simpatije. Budio je u mladima vizije a stare je budio iz snova. Imao je sjaj u očima koji slikar ne može naslikati i pjesnik ne može opisati. Njihov sjaj je slao čudno svijetlo u samo srce zajednice; i kada je

govorio, osjećala se mješavina glasa i zanosa nadahnutih očiju. Njegova misao je bila brza i smišljala nove fraze, ako se nađu spremne, kao planinar koji reže korake u najopasnije uspone svojom sjekirom. Njegov entuzijizam ponekad ga je vodio do tačke ekstaze kada je objašnjavao ljepote prirode, kada je podizao veo svoje duboke misterije. Njegovo tijelo je uzimalo pokrete njegovog uma, kosa mu je strujala iz glave, ruke su mu bile pune nervnog djelovanja, njegovo svijetlo tijelo je bilo puno drhtaja za životom. Njegova publika je uzimala vatru s njim i svako je lice svijetlilo.”

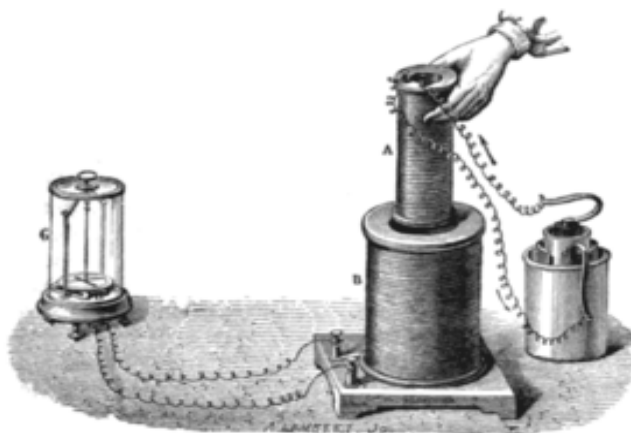
1827. godine ponuđeno mu je mjesto profesora hemije na London University, no on ga je odbio jer je osjetio da je Royal Institution-u bio potreban još nekoliko godina. Faraday je bio srećan u Royal Institution-u, i zahvalan. Njegova plata u četrdestim godinama je bila samo 100 funti godišnje uz grijanje i svijeće. Ali kao stručnjak u mnogim poljima on je često bio konsultant u industriji i vladi i njegova primanja kao konsultantu su bila oko 1000 funti godišnje. Zapravo, novac mu je malo značio. 1831. godine odlučio je odustati od konsultantskih usluga i vrlo značajnog prihoda i posvetio se istraživanjima o elektromagnetizmu koje je duže vrijeme želio da radi. Zamolio je da bude razriješen dugih istraživanja na staklu, tako da je mogao da se koncentriše na svoja istraživanja:

„S obzirom na zahtjev kojem mi je Vijeće Royal Society učinilo čast svojom odlukom, naime, da bi trebao nastaviti istraživanja u uslovima potpune slobode, i dalo pristanak da odem, uz moju dužnost da cijelo vrijeme posvetim za eksperimente koje sam opisao. Time dajem ostavku na obavljanju filozofskih pitanja kako mi predlaže moj um, pa pod sadašnjim okolnostima želim da zanemarim staklo za neko vrijeme, tako da mogu uživati i raditi na drugim temama.”

Oersted je otkrio pojavu elektromagnetske sile između strujnih provodnika. Faraday misli da se električna energija može proizvesti iz magnetizma i gorio je od želje da to dokaže. To je bio predmet „filozofskih pitanja” koje je želio nastaviti. Odmah u istoj godini 1831., između avgusta i oktobra, postiže uspjeh u nizu eksperimenata i otkriva elektromagnetnu indukciju. Njegovo otkriće tokom ovih mjeseci je kasnije omogućilo izradu transformatora i alternatora. 29. avgusta je izveo poznati eksperiment sa prstenom. Ovo je zapisao u svom dnevniku:

„Imao sam mali željezni prsten (od mekog gvožđa), okrugao i debeo 7/8 inča i spoljašnjeg prečnika od 6 inča. Na jednoj polovini navijeno je mnogo navojaka bakarne žice. Navojci su odvojeni kanapom i platnom, formirani od tri žice dužine po 24 feet-a i bile su povezane kao jedna dužina, ili su se koristile kao zasebne dužine. Ovo se nazivala A strana prstena. S druge strane, ali odvojeno međuprostorom namotana je žica u dva dijela koja je zajedno činila dužinu oko 60 feet-a, upustvom kao kod prethodnog navoja i ova strana sa nazivala B strana...Napravljeni namotaj na B strani bio je povezan na svojim krajevima i prolazio je putanjom preko magnetske igle (3 feet-a od metalnog prstena). Zatim su krajevi A strane spojeni sa baterijom i odmah je došlo do skretanja magnetske igle. Ona je oscilovala i na kraju je zauzela prvobitni položaj. Kada se prekidalo napajanje baterijom na strani A, opet je dolazilo do pokretanja magnetske igle. Spojio sam sve žice na A strani u jedan namotaj i kroz sve njih poslao struju iz baterije. Efekat na igli je bio mnogo jači od prethodnog slučaja.”

Nakon daljnjih eksperimenata Faraday je napisao; „Dakle, ovdje imamo različito pretvaranje magnetizma u elektricitet.” Zavojnica koja se koristila u ovim eksperimentima, prvi transformator, čuva se u Royal Institution.



Slika 3. Faraday-ev eksperiment magnetne indukcije između namotaja

17. oktobra je došao do drugog velikog otkrića. U njegov dnevnik je zapisan eksperiment:

„O cilindar, šuplji, od papira, prekriven sa 8 spirala bakarne žice namotanih u istom smjeru...Eksperiment sa O. Osam krajeva spirala povezanih na jednom kraju cilindra su pričvršćene kao snop. Tako imamo osam drugih krajeva. Na ovim krajevima je bio povezan galvanometar sa dugim bakarnim žicama, zatim magnetna cilindrična šipka 4/3 inch-a u prečniku 8 1/2 inch-a dužina se umetala do polovine spirale cilindra – onda se brzo gurala do cijele dužine i skazaljka (igla) galvanometra se pomjerala. Poslije se magnetna šipka izvlačila napolje i igla galvanometra se pomjerala, ali u suprotnom smjeru. Ovaj efekat se ponavljao svaki put kada se magnet gurao ili izvlačio; tako se proizveo talas elektriciteta približavanjem magnetna.“

Ovo je bio drugi korak u otkriću indukcije električne struje. Pulsirajuća struja, ili kako je Faraday nazivao „talasi elektriciteta“, može se proizvesti guranjem ili izvlačenjem magnetna iz spirale.

Sledeći korak je bila proizvodnja stalne kontinuirane struje. Ovo je Faraday postigao na kraju oktobra. Njegova aparatura je bila od jednostavnih bakarnih ploča na horizontalnoj osovine koja se vrti između polova magnetna. Dva kontakta, jedan na kraju osovine i drugi na rubu ploče, spojeni su na galvanometar. Jaka struja je trajala dok su se ploče okretale. To je bila preteča dinamo mašine. Faraday se nije zainteresovao da razvije ovu aparaturu u dinamo mašinu zato što su ga ineresovala samo naučna otkrića. Tri godine kasnije premijer, Sir Robert Peel, je posjetio Faraday-a i pitao čemu koristi takva aparatura. Faraday-ov odgovor je bio: „Ne znam, ali kladim se da će ga jednoga dana vlada oporezovati.“

Ova čudesna otkrića su baza elktrotehnike. Otkrivena su u periodu od nekoliko nedjelja, ali su rezultat desetogodišnjeg dubokog razmišljanja.

Faraday je nastavio istraživanja o prirodi elektriciteta dok mu se zdravlje nije narušilo 1839. godine. U ovaj ogroman posao uključuje i elektrohemiju, indukciju, statički elektricitet i relacije razvoja elektrolize. Umorom prouzrokovanim potpunom mentalnom

iscrpljenošću, nije bio u mogućnosti da radi bilo kakav posao gotovo dvije godine. Njegov uspjeh je uslovio i da se izolira iz društvenog života. Do toga su dovele njegove naučne aktivnosti i vjerska uvjerenja.

Faraday je pripadao maloj nekonformističkoj sekti koja se zvala Sandemianians. Propovjedala je jednostavan život i stroga pravila ponašanja. Okupljali su se u malim zajednicama, bez sveštenika, već pod vođstvom svog starješine. Kada je Faraday bio član već dvadeset godina, izabran je za starješinu. Imao je 49 godina i bio naučnik svjetskog glasa. Kao starješina pripovijedao je i čitao Biliju na sastancima. Sandemianians su pratili djela ranih apostola, lomili hljeb zajedno na the Lord's day, slavili Gospodnju večeru i sakupljali novac za milostinju. Bilo je grešno štedjeti novac. Bili su samostalna grupa, ženili su se među sobom i nijesu se mješali sa spoljašnjim svijetom.

Faraday-eva religija je na određeni način bila pokretač njegovih naučnih otkrića. Vjerovao je da je bog dao čovjeku svijet prirode da ga razumije i kontroliše i da je to čovjekova najviša dužnost da ga razumije što je više moguće. Nikada nije mislio da su njegova otkrića pokazala više od djelića istine. On je označio odlomak svoje Biblije od Job-a: „ako sam sebe opravdam, moja vlastita usta će me osuditi; ako kažem da sam savršen, to će mi dokazati nastranost.“ On je bio u mogućnosti provesti velika istraživanja zahvaljujući duhovnoj snazi i povjerenju koje je dobijao od svoje crkve. Njegov prijatelj je rekao: „Mislim da je veliki dio Faraday-eve nedjeljno-dnevne snage i upornosti dobijen nedjeljnim vježbama. On je pio iz fontana needjeljom koje su osvježavale dušu za sedmicu.“ Faraday-eva filosofija, za razliku od njegove religije, nastala je u Njemačkoj. Kant, njemački filosof, je iznio stav da fizika može da se temelji isključivo na osnovnoj ideji privlačenja i odbijanja. Sve prirodne sile su ujedinjene i mogu se pretvoriti u jednu ili drugu. Oersted, koji je otkrio vezu između elektriciteta i magnetizma, bio je Kant-ov sljedbenik. Može se vidjeti kako takva filosofija vodi i Faraday-a do jedinstvenih istraživanja elektromagnetizma. Kant-ova filosofija je gurala Faraday-a u njegovom pravcu. Pjesnik Samuel Taylor Coleridge je putovao kroz Njemačku, Kantovu filosofiju donio je u Englesku i njegov naučni prijatelj Humphry Davy, a Davy je bio Faraday-ev učitelj.

Kada se Faraday razbolio 1839. godine, patio je od glavobolje i nesvjestice i njegova memorija je postala nepouzdana. On je često hodao trideset milja na dan, ali je dugo trebalo da se oporavi od nervne iscrpljenosti. Pisao je prijatelju:

„Moram početi da ti pišem pismo, iako osjećam, usred jednog od mojih malih nervnih napada, tako opasnih za memoriju, da se ne mogu sjetiti rečenice od početka do kraja. Neposlušna ruka ne može oblikovati slova, savijena na određeni način, pa ja jedva znam hoću li ga završiti dosljedno ili ne.“

Iako se nikada nije u potpunosti oporavio, on je 1844. godine postao dovoljno jak da ponovo istražuje. Između te godine i 1860. postavio je temeljne ideje na kojima se zasniva cijela budućnost elektrotehnike. Tokom ovog posljednjeg razdoblja rada Faraday se povukao iz svih društvenih i profesionalnih angažmana. Stanje njegove memorije se pogoršavalo i bojao se da neće biti u stanju da završi predavanja na Royal Institution. „Moja memorija me mnogo brine zbog posla, napisao je, jer iz dana u dan ne mogu da se sjetim zaključaka; dolazim i sve moram da osmislim više puta.“ 1857. godine odbio je mjesto predsjednika Royal Society jer se nije osjećao sposobnim za vršenje ove dužnosti. Ubrzo je morao, jednu po jednu, dati ostavke na sve svoje obaveze: na zvanje naučnog savjetnika Trinity House, na zvanje predavača kod Woolwich Arsenal, na profesorsko zvanje u Royal Institution, pa čak i na poziciju starješine svoje crkve. Zbog tih promjena

imao je vrlo mala primanja i kraljica Victoria mu daje kuću blizu Hampton Court da u njoj živi do kraja života. Umro je 1867. godine. Iako svjetski poznat, bio je pokopan, ne u Westminster Abbey, već prema njegovoj želji, privatno, u Highgate Cemetery. Grob nosi samo njegovo ime i godine njegovog zemaljskog života.

Faraday je sebe nazivao prirodnim filosofom; malo je bio zabrinut o problemima društva. Njegovo miješanje u politiku je bilo u skladu s njegovim vjerskim uvjerenjima i samosvojnim životom. Kada je na putovanju po Evropi sa Davy-jem čuo da je Napoleon pobjegao sa Elbe, što je bio dramatičan događaj koji je potresao Evropu, on je samo istakao u svom dnevniku za sebe da nije političar i nije pravio problem oko toga. Za vrijeme revolucije 1848. godine Faraday je dešavanja vidio, ne kao borbe za slobodu, već samo kao borbu između ljutih ljudi, koje treba izbjegavati po svaku cijenu.

LITERATURA

- [1] Joseph F. Keithley “ The Story Of Electical and Magnetic Measurements,” The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., New York, 1999.
- [2] P. W. Kingsford “ Electrical Engineering: A History of The Man and The Ideas,” New York, 1969.
- [3] http://en.wikipedia.org/wiki/Luigi_Galvani
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Alessandro_Volta
- [5] http://en.wikipedia.org/wiki/Georg_Ohm
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/Hans_Christian_%C3%98rsted
- [7] http://en.wikipedia.org/wiki/Michael_Faraday