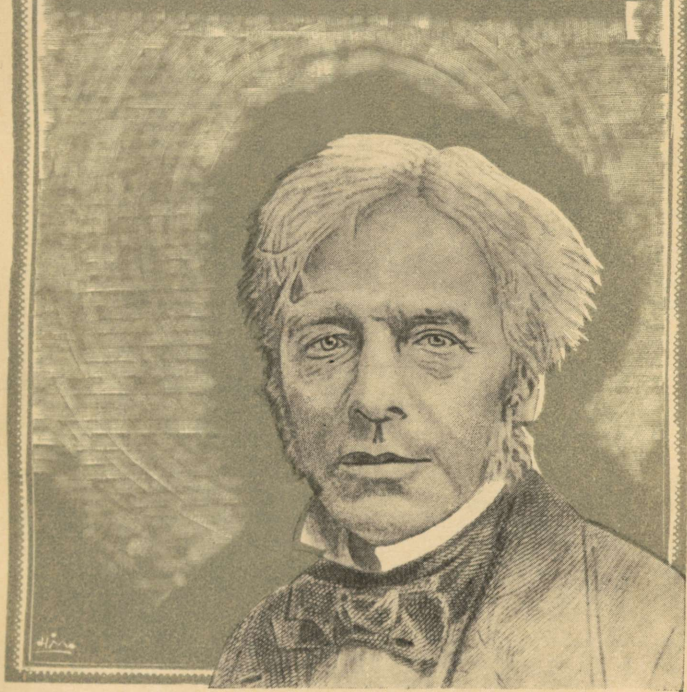


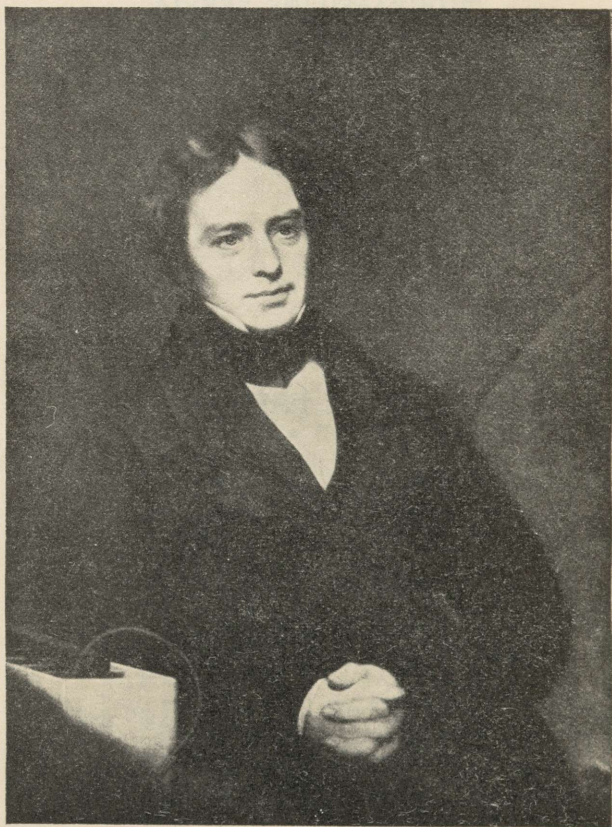
FARADAY



EESTI KIRJANDUSE
SELTSI KIRJASTUS

SUURMEESTE ELULOOD
EESTI KIRJANDUSE SELTSI
BIOGRAAFILINE SEERIA
TARTU 1934 (Nr. 6) Nr. 23

MICHAEL FARADAY

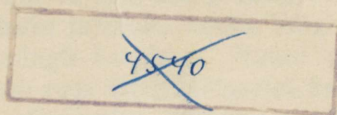


MICHAEL FARADAY.

E. KILKSON

MICHAEL FARADAY

ISEÕPPIJA-FÜÜSIK, KES ON ANDNUD
MAAILMALE REA TAHTSAID LEIUTISI



EESTI KIRJANDUSE SELTSI KIRJASTUS
TARTUS 1934

TEGEV JA VASTUTAV TOIMETAJA DANIEL PALGI



5822

A-8451

G. ROHT'I TRÜKK TARTUS, 1934

Noorus.

Londoni äärepoolses osas sündis 22. sept. 1791 James ja Margaret Faraday'l poeg, kes oli oma vanemate kolmas laps ja sai nimeks Michael. Vanemad olid alles hiljuti Londoni kolunud väikesest Claphami külast Yorkshire's. Isa oli sepp, kes põdurast tervisest ja kehvusest hoolimata püüdis oma lapsi kasvatada tööarmastajaks ja jumalakartlikeks. Ema oli väiketaluniku tütar.

Michaeli sündimise järel kolisid ta vanemad varsti Londoni põhjapoolsesse ossa, vahetades mitmel korral elukohta. 1810. a. suri isa, kes juba ammu oli olnud haiglane. Ema teenis nüüd tubade väljäuürimisega, kuni ta poegadel avanesid võimalused teda ülal pidada. Teda peeti andekaks naiseks ja heaks emaks, kuigi ta polnud ise saanud mingit haridust. Vanul päevil elas ta täiesti oma poja Michaeli hoolet, kelle üle ta emasüda oli väga uhke. Ta suri a. 1838.

Michael sai väga vähe kooliharidust. Oma vanema venna Robertiga käis ta ühe naisõpetaja koolis, kus aga õppeaeg kujunes üsna lühikeseks. Nimelt ei saanud väike Michael r-i korralikult häälendada ja ütles näit. oma vanema venna nime

Wobet. Vali õpetajanna lootis kehalise karistusega seda viga välja arstida ja saatis „Wobeti“ pilliroog-keppi ostma. Viimast ärritas aga lugu nii, et raha üle müüri viskas ja koju jooksis emale seletama. Ema läks kooli ja võttis mõlemad poisid koolist ära.

Kuni 18-nda eluaastani veetis Michael aega kodus või tänaval teiste poistega mängides. Keegi ei õpetanud teda ega aimanud veel temas peituvaid andeid.

Et isa sissetulek oli napp ja perekond arukas, pidi noor Michael varakult ise hakkama hoolitsema oma ülalpidamise eest. Juhuslikult oli tema kodu läheduses kellegi välismaalase mr. George Riebau raamatukauplus ja -köitmistöökoda. See oli intelligentne ja heatahtlik mees, keda öeldi teotsevat ka astroloogiaga. Mr. Riebau juurde läski Michael 13-aastasena jooksupoiksiks. Kirjelduste järgi oli ta tol ajal heledasilmaline pruunilokiline vilgas poiss. Ei olnud kerge ajalehti kanda oma peremehe ärisõpradele, kes elasid laialipillatult. Pühapäeva hommikul tahtis ta olla eriti kärmas, et koju jõuda ja oma vanematega veel kirikusse minna. Tema vanemad ja ka vanaisa kuulusid vähetuntud sandeman'i usulahku, mis eraldus šoti presbüterlikust kirikust umbes XVIII saj. keskel. Oma nime on usulahk saanud asutajast — Sandeman'ist. Nende põhilased olid väga lihtsad nagu nende jumalateenistuski. Nad õpetasid, et ristiusk ei või kunagi olla riiklikult tunnustatud usk, ilma et ta kaotaks enesest olulist. Usk olevat ainult iga üksiku hinge tarve ja üksnes Piibel võivad olla hinge juht. Nad ei pida-

nud palgalisi pastoreid ja olid väga hoolsad ja tõsised oma usus, kuigi neid oli kogu Inglismaal ainult mõned väikesed kogudused.

Sandemani usulahu üheks iseäralduseks oli pidada kiriklikke talitusi niiviisi, nagu neid peeti apostlite aegu, muidugi niipalju, kui seda lubasid moodsad olud. Oma palvelas murdsid nad igal pühapäeval leiba ja pidasid ühist söömaega, kusjuures seal kohtade määramine toimus loosi abil. Loosimist pidasid nad üldse Jumala tahte avalduseks. Mõnes kohas pidasid nad neid ühiseid söömaegu vaheldumisi koguduse üksikute liikmete majades. Teiseks nende iseäralduseks oli teise abielu mittelubamine. Samuti nad ei pidanud õigeks korjata raha tagavaraks, mustadeks päevadeks. Nende usu üheks punktiks oli: „küll Jumal ise muretseb“. Selle omapärase fatalismi järgi võib tähele panna hiljem ka Faraday juures, kes, nagu me allpool näeme, ei kogunud terve eluaja kestel mingit varà. Oma tarvitusest ülejäänud raha annetas ta vaestele.

Perekonnas ja tuttavate ringes valitsenud valjud kõlblad põhimõtted on kahtlemata avaldanud suurt mõju ka nooresse Michaelisse. Ta jäi elu lõpuni selle vähetuntud sektii liikmeks ja mitte üksnes nimepidi, vaid oli ka vanemaks ja jutlustajaks.

Noor jooksupoiss tegi oma töö korralikult ja sellepärast oli raamatukaupmees nõus paari aasta pärast võtma teda ilma tasuta raamatuköitmis- ja -kaupluse õpilaseks. Siingi oldi temaga väga rahul ja ta edenes oma käsitöös kiiresti. Siin raamatute maailmas tulidki ilmsiks

noore Faraday vaimsed huvid. Ta leidis sealt keemia ja elektri kohta käivaid raamatuid ning tutvunes vabal ajal nende sisuga, samuti luges ilukirjandust.

Need Faraday poolt köidetud ja läbiloetud raamatud säilitatakse Londoni kuulsa teaduseasutise Royal Institution'i erilises kabinetis ühes väärtuslike dokumentidega, nagu Davy ja Faraday laboratooriumimärkmed, Faraday märkmed loodusteadlase Tatumi ja Davy loenguilt, kirjavahetused jm.

Tema teadmishimu ei rahuldunud ainult lugemisega; oma katsete abil tahtis ta ka veenduda, kas raamatuis toodud andmed on õiged. Ta tegi vähe kulu nõudvaid katseid keemia alal ja konstrueeris elektrimasina, esiti ühe pudeli abil, pärast pärisilindriga, mis maksis $4\frac{1}{2}$ šillingit. Poole sellest rahast pidi ta laenama. Isa tegi talle raudtelje, mille otsas silinder keerles; puu-alus tehti ühest vanast mahagonilauast; lisaks veel mõned korgid, kirjalakk, tükk siidriiet ja valgest vasest sulg, mis hõõrutavat vastu silindrit vajutas. Selle masina tegi ta kingituseks astronoom sir James South'ile; seda säilitatakse praegu Royal Institution'is.

Ta pidas ka märkmikku *The Philosophical Miscellany* (Mitmesuguseid filosoofilisi märkmeid), mis pidi „niihästi meelelahutust kui õpetlikkust teenima, samuti igapäev teadusemaailmas tõusvaid teooriaid õigeks tunnistama või ümber lükkama“. Ka korjas ta igasisulisi ajalehelõikeid.

1810. a. algul juhtus ta jalutades nägema kaupluseaknal kuulutust, et härra Tatumi loengud loodusteadusest peetakse õhtuti kell 8, sisseminek 1 šilling. Neid loenguid tahtis ta kuulda. Oma peremehelt oli ta loa saanud, kuid raha puudus. Vanem vend oli siis juba sepp ja see andis tarvismineva summa. Nii pääses Faraday esimest korda teaduslikele loenguile, mida ta kuulas 12. või 13. veebr. 1810 kuni sept. 1811. Sealt edasi avanes võimalus pääseda ka Tatumi majja, kus ta teiste õpilastega tutvus ja mõnega eluaegseks sõbraks sai. Sealt leidis ta ka ühe noore kveeker¹⁾ Benjamin Abbott'i, kes sai ta sõbraks. Temaga oli Faraday'l pikk kirjavahetus filosoofia ja kõige muu üle. Õnneks säilisid need kirjad Abbott'il ja hiljemini avaldati need nime all *Life and Letters* (Elu ja kirjad). Neis imestatavais kirjuses esineb vaene raamatukaupluse õpilane juba sündinud filosoofina. Ta kurdab neis, et mõtted, mis ta vaimus tekivad, vastukõlata peavad kaduma. Võib-olla oli selles juba nagu eelaimus mälu nõrgenemisest, mis tabas teda vanemas eas nii raskesti. Ta harjutas end kandma vestitasku kaarti, millele võis teha märkmeid. Sageli seisatas ta tänaval ja kirjutas; samuti teatris, laboratooriumis jm.

Benjamin Abbott armastas vana mehena jutustada, kuidas Faraday oli teinud oma esimesed

¹⁾ Kveeker (inglise keeli „*Quaker*“ — väriseja), Inglismaal asuva nn. kveekerite usulahu liige. Oma nimetuse sai see usulahk asutajalt C. Fox'ilt, kes kohtuniku ees peetud ühe kõne lõpetas sõnadega: „Värisege Issanda sõnade ees“.

katsed tema köögis ja pidanud oma esimesed loengud köögi laua taga.

Tatumi loengud konspekteris Faraday korralikult ja kirjutas kõik kodus ilusasti ja puhtasti ümber, nummerdas ja kirjeldas katsed, mida nägi demonstreeritavat, tehes sinna juurde ühtlasi imepuhtad ja õiges perspektiivis aparaatide joonised. Need märkmed köitis ta nelja vihkusse, lisas igäihele sisukorra ja asetaski esimesele leheküljele järgmise pühenduse:

Mr. G. Riebau'le!

Kui ma esimest korda oma armastust loodusteaduste, eriti elektri vastu ilmutasin, tundsite Teie sõbralikult huvi mu edusammudest, mis tegin mitmesugustesse teooriasse puutuvate tõsiasiade uurimisel, ja laenasite mulle lahkelt oma raamatuid, mis kuidagiviisi puudutasid minu tähelepanu köitvaid esemeid. Teie läbi on põhjustatud nende väheste teadmiste olemasolu, mis mul on, ja sellepärast võlgnen Teile oma tänu.

Meelituskunsti tundmata võin oma kohustusi ainult lihtsal, otsekohesel viisil väljendada. Lubage mulle, austatud härra, käesolevaga avaldada Teile tänu paljude heatahtlikkuse-avalduste eest, mida ma Teilt ja teie kaudu olen saanud, ja käsitage mind

Teie tänuliku ja sõnakuuleliku

teenijana.

M. Faraday.

Kuna mr. Riebau oli sõbralik noormehe püüete suhtes, võib järeldada, et ta polnud hari-

lik raamatuköitja. Tema juures peatus nii mõnigi välismaalane ja poliitiline põgenik. Tol ajal elas tema majas kunstnik Masquerier, kes oli maalinud Napoleoni pildi, ent hiljem rahutuil ajal pidanud põgenema Prantsusmaalt. Kunstnik imetles intelligentset noort õpilast, kes tema tube koristas ja saapaid puhastas. Masquerier laenas Faraday'le raamatuid perspektiivi üle ja õpetas teda joonistama ning kiindus ise haruldasse õpilasse. Raamatukaupluses käis ka veel keegi mr. Dance. Tema tähelepanu ja osavõtt pöördus sedavõrd õpilase usinusele ja tarkusele, et ta ühe sammuga tõi suure pöörde Michaeli ellu.

Mr. Dance oli nimelt Royal Institution'i liige. Tol ajal tõmbas sellesse teaduslikku asutisse kuulajaskonda kuulsa keemiku ning füüsiku Humphry Davy geenius. Royal Institution'is võimaluski noorel Faraday'l mr. Dance'i sõbralikkuse kaudu kuulata sir H. Davy loenguid 29. veebr., 14. märtsil, 8. ja 10. aprillil 1812. Ta konspekteris jälle loengud ja kirjutas puhtasti ümber ning lisas juurde joonised. Soov teaduslikult töötada kas või alamalgi astmel haaras tema sel ajal nii, et ta oma maailmatundmatuses ja lihtsameelsuses võttis julguse raamatuköitja-õpilasena kirjutada Royal Society presidendile sir Joseph Banks'ile ja paluda temalt töövõimlust. Muidugi ei saanud ta mingit vastust.

Varsti leidis ta teisalt vastutulekut. 7. okt. 1812 lõppes tema õpiaeg Riebau juures ja noor sell sai koha kellegi prantsuse sisserändaja de la Roche'i juurde. Tema uus peremees oli ägeda loomuga, mille pärast Faraday pidi sageli kannu-

tama. Ikka enam kasvas temas soov siirduda teaduslikule tööle. Nähtavasti julgustatuna mr. Dance'ist kirjutas ta 1812. a. lõpul oma soovist sir Humphry Davy'le ja lisas juurde tema loengute konspektid. Kirjas avaldas ta arvamust, et teadus inimesed sama heaks ja õilsaks teeb kui käsitöö kurjaks ja isekaks. Ta palus Royal Institution'i juurde mingit kohta, kui peaks avanema selleks võimalus. J. P. Gassiot kirja andmete järgi on Davy sellest kõnelnud oma sõbrale, Royal Institution'i aparaatide ja modellide auülevaatajale: „Pepys, mida pean ma tegema? Siin on üks kiri kelleltki noormehelt Faraday'lt, ta on minu loenguid kuulanud ja soovib minu kaudu R. Institution'i juurde kohta — mida võin teha tema heaks?“ „Teha“, ütles Pepys, „pane ta klaase pesema — kui ta millekski kõlbab, teeb ta seda otsekohe, aga kui ta tagasi lükkab, pole ta midagi väärt.“ „Ei, ei“, vastas Davy, „me peame teda katsuma millegi paremaga.“

Ja nii kirjutas Davy Faraday'le sõbralikult:

Mr. M. Faraday, 188 Weymouth Street,
Portland Place.
24. dets. 1812.

Minu härra!

Ma ei ole sugugi ebaseeldivalt liigutatud sellest usalduse osutusest, mis Teie poolt on osaks saanud mulle ja mis näitab Teie suurt hoolsust, Teie head mälu ja tähelepanu. Olen nüüd sunnitud linnast ära sõitma ega saa enne jaanuari lõppu püsivamalt siin olla. Aga siis võite minuga

igal ajal rääkida, kuidas Teile iganes meeldib. Oleks mulle eriliseks rõõmuks Teid mingil viisil võida teenida. Loodan, et see seisab minu võimuses.

Jään Teie sõnakuulelikuks teenijaks
H. Davy.

Uuel aastal külastas Faraday Davy't. See võttis ta vastu auditooriumi eestoa akna juures. Seekord soovitas ta Faraday'le jääda oma käsitöö juurde, sest teadus olevat karm valitsejatar ja eriti majanduslikus suhtes tasuvat armetult oma teenijaile. Ka naernud Davy Faraday arvamuse üle, et teadusemehed on õilsamad ja moraalsemad kui teised; mõne aasta kogemused võtvat Faraday'lt kindlasti selle arvamuse. Ta soovitas jääda raamatuköitja juurde ja lubas Royal Institution'i raamatuid tema juures lasta köita.

Nähtavasti oli Faraday jätnud talle siiski hea mulje. Veidi hiljem vallandati Royal Institution'i laboratooriumi assistent (laborant) halva käitumise pärast. Ühel õhtul üllatas vaikse Weymouth Street'i elanikke uhke tõld, mis peatus Faraday'de väikese maja ees, ja tore teenija andis noorele Faraday'le kirja sir Humphry Davy'lt. Selle järel läks Faraday järgmisel päeval sir H. Davy jutule. Tagajärjeks oli, et Faraday kutsuti uueks laboratooriumi-assistendiks Royal Institution'isse. Tema ametissekutsumis-protokoll on 1. märtsist 1813. Samas protokollis öeldakse, et sir H. Davy arvamise järgi näivat ta eriti sobivat sellele kohale. Palgaks oli 25 šillingit nädalas ja kaks tuba sama maja ülakorral elamiseks.

Samad tingimused olid olnud eelmiselgi assistendil. Faraday kohustused olid järgmised: professoreid ja loengute pidajaid aidata ettevalmistusis loenguile ja loengute ajal. Kui mingeid aparate tarvitati, pidi laborant valvama nende hoolika transportimise järele ja pärast jälle puhastatult hoiuruumi tagasi panema. Ta pidi märkmikku pidama selle kohta, millised aparaadid parandust nõudsid. Pidi aeg-ajalt kõiki instrumente tolmust puhastama.

Faraday tutvumise kohta sir H. Davy'ga on mitmeid variante. Ühe järgi, mis on küll vähe usutav, pidi Davy tutvuma Faraday'ga Riebau poes, kus ta otsinud mingeid raamatuid ja kogemata sattunud nägema Faraday kokkukõidetud konspekte oma loenguist. Usutavam näib eel-poollesitatud lugu, et Faraday ise kirjutas Davy'le.

Laborandiks saanud Faraday ei piirdunud ainult talle määratud kohustustega. Ta korraldas mineraalide kogu, tegi suhkrut suhkrunaereist jm. Tal oli ülesandeks katsetada väävli ja vesiniku ha'sva ühendiga (H_2S). Davy ise jätkas oma katseid plahvatava kloorlämmastikuga, mis asetask nende mõlemate elu hädaohtu. Nad kandsid sellepärast klaasmaske, aga needki ei kaitsnud küllaldaselt. Ühel päeval hoidis Faraday käes väikest anumad, milles natuke lämmastikku, ja viis tüki kuuma tsementi selle lähedusse. Äkki käis plahvatus ja Faraday minestas. Kui ta jälle meelemärkusele tuli, oli ta käsi ikka samas asendis, aga purunenud klaas oli seda vigastanud, samuti oli katki ta klaasmask. Sir H. Davy sai tugeva löögi otsale ja haavata lõuast.

Ühend oli nii tujukas, et kunagi ei teadnud kindlasti ette näha ta plahvatust. Nende sündmuste mõjul pidid nad jätma katsetused mainitud ainetega.

Need seigad ei rikkunud aga sugugi noore uurija tuju; ta töötas edasi rõõmsa südamega nii enese edasiarendamisel kui assistendi kohuseid täites. 1808 oli Londonis mr. Tatumi poolt asutatud *City Philosophical Society* (C. Filosoofiaühing). — Selles oli 30—40 noormeest alamast seisusest, kes kesknädalati koos käisid enesearendamise otstarbel. Loenguid peeti iga 14 päeva tagant. Sellesse seltskonda viis Tatum 1813. a. ka Faraday. Sekretär Edward Magrath ja Faraday tegid viimase katusekambris plaani vastastikuseks edasiarendamiseks. Neid käis koos umb. pool tosinat noormehi, enamik *C. Ph. Society* liikmed, kes koos lugesid, arvustasid ja eriti üksteise keelelisi väljendeid püüdsid parandada. Kord oli väga vali, arvustused ausad, tulemused väärtuslikud. Nii käidi koos aastaid.

Samal kevadel kirjutas Faraday Abbott'ile 4 kirja loengupidajaist ja loenguist. Assistent'na oli tal võimalus tähele panna kõiki esinejaid, ja tal oli küllalt terav silm nende hüvede ja puuduste nägemiseks. Kuigi ta enese tundis veel kõlbmatu olevat selleks tööks, seda enam tahtis ta õppida. Ja Royal Institution pakkus selleks võimalusi. Ta algab oma kirjades praktiliselt tähtsate seikadega: auditooriumi kuju ja hea ventilatsiooni tähtsusega. Edasi vaatleb ta esitatava aine sobivust. Teises kirjas arutab ta silma ja kõrva tajumisvõimet ja neist sõltuvalt

laua asukohta, mille taga loeng peetakse, edasi matemaatiliste kujutiste tarvidust. Kolmandas kirjas räägib ta loengu stiilist ja loengupidaja enese käitumisest, liigutustest, meetodist, kuidas kuulajaid saab kauem hoida elevel, ja loengu kestusest. Neljandas käsitleb vigu, näit. esineja liigsete vabanduste sobimatust, soovib kohaste katsete valikut ja üldisist lauseist hoidumist.

Sügis tõi Faraday ellu uue rõõmustava pöörde. Sir H. Davy palus teda oma saatjaks mandrireisile, milleks oli saanud erilise passi Napoleonilt. Oma autobiograafilisist märkmeis kirjutab Faraday selle kohta järgmist:

„Sügisel tegi sir H. Davy mulle ettepaneku assistendina temaga välismaale minna, andes ühtlasi lubaduse, et Inglismaale tagasituleku järel oma koha Institution'is jälle tagasi saan. Selle järel olin ettepanekuga nõus. Jätsin maha Royal Institution'i 13. okt., ja pärast seda kui olin olnud sir H. Davy'ga Prantsusmaal, Itaalias, Šveitsis, Tirolis, Genfis jm. selle ja järgmise aasta jooksul, pöördusime tagasi Inglismaale ja Londoni 23. apr. 1815.“

Nii kestis reis 18 kuud. Võib arvata, milline tähendus oli sellel Faraday vaimse arengu, maailma- ja inimestetundmise suhtes. Ta oli tol ajal 22-aastane. Selles vastuvõtlikus eas asendas õppereis temal ülikoolistuudiumi, millest ta oli ilma jäänud. Tema professorid olid sir H. Davy ja teised euroopa kuulsused, kellega puutus kokku oma reisul. Ta tutvus isiklikult välismaa teadlastega ajal, mil Suur-Britannia ja mandri vahel oli väga vähe läbikäimist; mõned neist said tema

lähemaiks sõpradeks. Nii sattus ta juba noorena ühendusse Prantsuse Teadusteakadeemiaga ja hiljem võeti tema tööd kõikjal Euroopas sõbralikult vastu.

Faraday välispassil olid järgmised märkused ta välimuse kohta: lõug ümmargune, habe pruun, suu suur, nina pikk jne.

Reisu alates 13. okt. algas Faraday ka oma reisipäevikut:

„Täna hommikul algab uus ajajärk minu elus; niipalju kui mäletan, ei ole ma seni kunagi pääsenud kaugemale kui 12 miili Londonist.“

Seda päevikut jätkas ta kogu reisu kestes suure hoolega, et hiljem oleks kergem meelde tuletada sündmusi. Päevik sisaldab kirjeldisi Davy teaduslikest sõpradest ja töist, kuid ka maastikkude ja meeolude lehekülgi. Ta leidis palju imestletavat ja uut: merituled öösi, tollimajad, postipoiss, jaaniuss, keda üldse esimest korda nägi, vesipüksid, kõhnad sead Normandias, rääkimata kuulsaist kultuuriväärtusist, mida ta palju näha sai oma laialisel reisul.

Esimene pikem peatus oli Pariisis — 2 kuud. Kui ta Pariisi suures kunstimuseumis Louvre'is meistertöödega tutvus, oli ta üldmärkus — prantslased olevat end nende kogude kaudu varasrahvaks teinud. Nähtavasti sellepärast, et seal oli palju teiste rahvaste kunstitöid. Ta külastas paljusid kirikuid, ent kirjutas, et teatraalsus tegevat tal võimatuks püha toimingut kaasa elada tõsiselt ja väarikalt.

Nad puutusid kokku paljude prantsuse keemikutega ja füüsikutega. Selleaegsed tuntumad

teadusemehed A. M. Ampère, Clément ja Ch. Desormes tulid Davy juurde, et talle tutvustada uut ainet x-i, mida hiijem nimetati joodiks. Nad soojendasid seda ja nägid seda õhku tõusvat ilusa violetse auruna. Davy ja Faraday tegid joodiga hiljem palju katseid. Davy tabas peaaegu alati oma otsustega asja pihta ja nii ka joodi suhtes, millega prantslased juba 2 aastat olid katsetanud. Viimased aga leidsid Davy järel dused liiga kiired olevat. Algul hoidsid prantslased joodi saamisloo suures saladuses. Varsti sai teatavaks, et seda valmistatakse ühe meretaime, nimelt adrude tuhast.

Suure Napoleoni nägemine ei avaldanud Faraday'le sügavat muljet. Keiser sõitis mööda, istudes tõlla nurgas, hiigla nirgimantlisse uppununa, nagu varjutatud suurest sulest, mis sametmütsilt alla rippus.

Ta nägi ka Humboldt'it ja kuulis J. L. Gay-Lussac'i ettekannet, millest osa võttis 200 õpilast.

Kuulus prantsuse keemik M. Dumas on oma *Éloge Historique*'is avaldanud muljeid mõlema inglase kohta, kes Pariisis olid alatise tähelepanu keskpunktiks:

„Tema keemia-assistent oli kaua enne seda, kui ta oma töödega kuulsaks sai, võitnud palju andunud sõpru Pariisis, Genfis, Montpellier's oma tagasihoidlikkuse, armsuse ja tarkusega. Nende seas võib esijoones nimetada G. de la Rive'i, silmapaistvat keemikut ja kuulsa füüsiku isa, kes on meie välisliige. Suur sõbralikkus, millega Faraday mind minu noorusest hoolimata üle külvab, ei teinud vähe selleks, et ma kiindu-

sin tugevasti temasse. Heameelega tuletasime hilisemal aastail meelde, et oma sõpruse olime loonud armsa ja aitamisvalmi looduseuuri ja kaitse all, kellest õigusega võib öelda, et ta on elav näide sellest, et teadus südame soojust ei jahuta. Ka Montpellier's Bérard'i võõrana, kes töötas ühes Chaptal'iga, meie vanima kirjavahetaja liikmega, jättis Faraday sümpaatseimad muljed ja kõige soojemad tunded, milliseid tema isand ja meister iialgi poleks ärganud. Davy't me imetlesime, aga Faraday'd armastasime.“

29. det. lahkusid nad Pariisist, minnes Lyoni, Montpellier, Aix ja Nizza kaudu otsima Vahemere äärde joodi sisaldavaid meretaimi. Jaanuari lõpul läksid nad üle Alpide, lumise Col di Tenda 6000 jala kõrguselt ja jõudsid Itaaliasse just karnevalide ajaks. Need rahvuslikud pidustused tõmbasid noore assistendigi kaasa, nii et maskeerituna neist isegi osa võttis. Edasi matkasid nad Genuasse, kus katsetasid „raia-torpeedoga“ ehk elekterkalaga (elekterrai), et näha, kas ta lahutab vett oma elektrilaengutega, nagu seda teeb tavaline elekter.

Genuast laht'se paadiga Lerici'sse minnes oleksid nad peaaegu tormis hukkunud. Pikem peatus oli pärast seda Firenze's, kus Accademia del Cimento muuseum, raamatukogu ja aiad äratasid Faraday huvi ja imetlust. Seal oli ka suure füüsiku ja täheteadlase Galilei (1564—1642) isiklik teleskoop, lihtis paberist ja puust silinder läätsedega mõlemas otsas, millega ta oli leiutanud Jupiteri saatjad. Peale selle oli seal Toscana suurhertsogi suur luup ja arvukas kogu

magneteid, üks suur magnetkivi, mis võis tõsta 150 naela. Suurhertsogi luubis koondatud päikeskiirtega tegid Faraday ja Davy suurepärase katse — teemandi põletamise hapnikus, näidates, et teemant on puhas süsinik.

Aprilli algul jõudsid nad Rooma. Seal emale kirjutatud kirjas ütleb Faraday, et sir H. Davy kuulus nimi on võimaldanud neile igalpool vaba läbipääsu ja hea vastuvõtu; ta ülistab vana Rooma mälestisesemeid ja kogu reisu. Edasi Napoli rännates käisid nad seal kaks korda Vesuuvi kraatril; viimasel korral algas kraater just tegevust. Vaade oli suurepärane laskuvas õhtupimeduses. Edasi läks nende teekond üle Apenniinide Milanosse. Seal külastas Davy't itaalia teadusemees krahv A. Volta tseremoniaalses õueülikonnas, kuna kuulus inglise keemik tema imestuseks harilikus reisuülikonnas vastu võttis.

Milanost rändasid nad Genfi, kus peatusid pikemalt (2½ kuud), puutudes kokku eriti prof. G. de la Rive'iga. Tähelepanav on Faraday kiri Genfist Abbott'ile. Selles palub ta muu seas hoolitseda oma 3 kasti raamatute eest, mis Royal Institution'is, juhul, kui viimane peaks tulema likvideerimisele, nagu kuuldusi olevat olnud. Kuid peasi — selles kirjas annab Faraday mõista, et tal kõige huvitava ja väärtusliku kõrval tuleb välismaal kannatada ka ebameeldivat. Ei maini veel midagi konkreetset, kuid ütlus, et kui ta veel kunagi tagasi pääseb Londoni, seal enam kunagi ei lahkuvat, laseb oletada kaunis halba meeolelu. Teda hoidvat välismaal vaid

enesetäienduse soov. Kirjutab ka, et sir Humphry töötab tihti joodiga ja on valguse alal hiljuti M. Pictet juures prisma-spektriga katseid teinud; samuti, et nad jahti ja kalastamist harrastavad.

Nii avaldab see kiri seiku, millest päevikus ei kirjutata. Selle seletuseks tuleb lisada natuke Davy isiku kohta. Kui H. Davy 1801 tuli Londoni, oli ta lihtne, ilma seltskondliku lihvita, kuid haruldaste annetega noormees. Varsti arenes ta sealses seltskonnas elegantseks moodsaks inimeseks, abiellus väga rikka lesega ja ülendati aadliseisusse. Lady Davy oli ka kaasas välismaareisul ja tema kõrkuse pärast tuligi Faraday'l kannatada sageli kohtlemist, mis tema osaks ei oleks pidanud langema teadusliku assistendina ja sekretärina.

Faraday eelmise kirja põhjal nõudis Abbott tungivalt, et ta avaldaks oma mure sõbrale. Vahepeal oli Faraday jälle Rooma jõudnud ja kirjutaski sealt oma seisukorrast 12 lk. pikkuse kirja. Enne aga kui see päralt jõudis, kirjutas Abbott uuesti ja tungivamalt, millele Faraday vastas teise lühema kirjaga (23. veebr.). Et selles on lühidalt tema isiklikud arvamused tema vahekorra Davy'dega, pakub see lühendatult kõigile huvi.

„Lugu oli nii: paar päeva enne meie lahkumist Inglismaalt keeldus sir Humphry teenija kaasa tulemast, ja võrdlemisi lühikese ajaga ei võinud sir Humphry ühtki teist leida. Ta ütles, et see olevat talle küll väga ebameeldiv, aga kui mina tahaksin kohustuda üsna vältimatuid asju toimetama, kuni jõuame Pariisi, võtvat ta seal uue

teenija. Pomisesin midagi habemesse, kuid nõustusin siiski. Pariisis ei leidnud ta kedagi, sest seal ei olnud ühtki inglasi ega prantslast, kes sellele kohale oleks sobinud ja inglise keelt küllaldaselt osanud. Lyon'is, Montpellier's, Genfis ei saanud ta kedagi, samuti Genuas, Firenzes, Roomas ega kogu Itaalias; ja olen veendunud, et ta ei tahtnudki enam kedagi leida, ja meie vahel on jäänud kõik nii nagu Inglismaalt lahkudes. Loomulikult langeb mulle selle läbi ülesandeid, mida mul ei ole soovi ega tahtmist täita, mis aga on vältimatud, niikaua kui olen sir Humphry juures! Muidugi on neid vähe, sest kuna sir Humphry on harjunud varemail aastal end ise teenima, siis teeb ta seda ka nüüd ja jätab oma teenijale vaid vähe kohustisi. Peale selle teab ta, et see pole mulle meeldiv ja et ma pole kohustatud teda isiklikult teenima, sellepärast on ta nii ettevaatlik kui võimalik mingeid toimetusi ainult nõudma, mis mulle oleksid ebameeldivad täita. Kuid lady Davy on teissuguste vaadetega. Tema näitab meeeldi oma üleolekut ja püüdis algul väga tõsiselt mulle haiget teha. Selle läbi tulid sõnavahetused meie vahel, mille juures oli aga igakord minul edu, kuna tema tagasi tõmbus. Sääraste riidude sage kordumine tegi ta mulle ka täielikult ükskõikseks ja vähendas tema autoriteeti, nii et ta lõpuks mahedamad keeled peale pani. Sir Humphry on püüdnud kohalikke teenijaid saada, nn. „*Jaquais de place*“, kes talle kõik teevad, ja nii olen parajasti päris meeldivas seisukorras. Tegelikult naudin praegusel hetkel täielikku vabadust, sest sir Humphry on läinud

Napolisse, et üürida meile maja, kuhu kõik järgneme. Mul ei ole sellepärast muud midagi teha kui Rooma vaadata, päevikut kirjutada ja itaalia keelt õppida.

Aga küllalt neist vähe kasu toovaist asjust, tahan Sulle parem midagi meie reisuplaanidest rääkida. Viimaseil nädalail olid need veel väga ebamäärased, ja praegugi me veel ei tea, kuhu pöörduda. Sir Humphry kavatses sel suvel Kreekat ja Türgimaad vaadata, ja pooliti olid ettevalmistused selle reisu jaoks alanud. Nüüd aga on ta kuulnud, et teel sinna karanteenis peab olema, ja selle vastu on tal niisugune vastikus, et juba üksi sel põhjusel kogu reis võib-olla ära jääb. — — — —

Sestsaadik kui Sulle viimase kirja kirjutasin, on sir Humphry Royal Society'le saatnud kaks kirjutist: esimene joodi ja hapniku uue tahke ühendi kohta, teine kloori ja hapniku uue gaasilise ühendi kohta, milles on neli korda niipalju hapnikku kui eukloriinis. Nende ühendite leiutamine räägib vastu paljule, mida Gay-Lussac väidab joodist oma töös, mis siin maal väga suure tunnustuse on leidnud. Prantsuse keemikud said eseme tähtsusest teadlikuks alles siis, kui seda teiste poolt näidati, ja nüüd ruttavad nad kõike sellega ühendatud au lõikama endale, aga just nende rutt takistab neid oma sihti saavutamast: nad otsustavad alati teoreetiliselt ilma eksperimentaalse aluseta, ja tagajärg on eksimused.“

Ülaltoodud kirjast nähtub selgesti lady Davy kõrkusest tingitud ebaloomulik ja piinlik vahe-

kord. Genfis olles oleks see viinud peaaegu lah-
kumiseni. Prof. G. de la Rive oli neile seal lähe-
maks tuttavaks. Jahil olles laadis Davy'le püssi
Faraday, kuna Genfi professor tegi seda ise. Vii-
mane pidas algul Faraday'd lihtsaks teenijaks,
aga sattudes temaga kõnelusse, oli ta imestus
suur, kui kuulis, et Faraday on teaduslik assis-
tent ja laborant Royal Institution'is. Selle järel
asetas ta Faraday teatud määral ühele astmele
Davy'ga. Varsti kutsus de la Rive inglased enese
juurde lõunale. Kõneldakse aga, et Davy on taht-
nud keelduda, sest ta ei soovinud süüa ühes lauas
Faraday'ga, kes oli teatud määral tema teenija.
De la Rive lasknud Faraday'le laua katta teises
toas. Aastaid hiljem levis kuuldu, nagu oleks
prof. de la Rive juba tol ajal lõuna andnud Fa-
raday auks. See pole õige. Kuid prof. G. de la
Rive'i vastu jäi Faraday'l kogu eluks tänutunne,
ta ütles tema olevat esimese, kes teda julgusta-
nud ja toetanud. Kirjavahetus, mis vana profes-
soriga alanud, kestis edasi pärast pojaga, kokku
üle 50 aasta.

Genfist siirdus inglaste seltskond põhja
poole üle Lausanne'i, Vevey, Bern'i, Zürich'i,
Badeni, Würtembergi, Müncheni. Nii ka Saksa-
maaga tutvunud, käändusid nad Tirooli kaudu
jälle Itaaliasse. Pietra Mala ümbruses kogusid
nad põlevat gaasi, mis seal maa seest tõuseb.
Padua, Veneetsia ja Bologna kaudu Firenzesse
jõudnud, lõpetas Davy seal uurimuse Pietra Mala
juures kogutud gaasi üle. Novembri algul olid
nad jälle Roomas, kuhu jäid seegi kord pikemaks
ajaks. Oma vanale meistrile Riebau'le sealt kir-

jutades, mõtleb Faraday tänutundega temale ja kirjutab välismaa raamatukaupluste üle, kusjuures ta on arvamisel, et välismaa raamatute välimus ja köite headus inglise raamatute omi ei ületa, vaid on nendega umbes samal tasemel.

Roomas oli töö kõrval jälle ka lõbu — karnevalide ajajärk oli käes ja noor Faraday ei põlanud ülemeelikust, maskeraadidest korduvalt osa võttes.

Kreeka ja Türgi reis jäeti siiski karanteeni kartusel ära. Veebruari lõpul siirdusid nad lõuna poole — uuesti Napolisse. Seekord võisid nad Vesuuvi kraatrit suuremal jõul töötamas näha ja uurisid laavat.

Poliitika ei huvitanud noort loodusteadlast; sellepärast märgib ta oma päevikusse Napoleoni Pariisi tagasituleku puhul, et see teda ei tee rahutuks, kuigi ta arvab, et sel sündmusel on suur mõju Euroopale.

Teadmata põhjusil katkestati äkki reis ja nad algasid koduteekonda. Napolist 21. märtsil 1815 Rooma, Mantua, Tirooli, Stuttgart'i, Heidelbergi ja Kölni kaudu mindi Brüsseli, kust laevale istuti ja 23. apr. jõuti Londoni. Brüsselist emale kirjutatud kiri ütleb:

„Võid olla veendunud, et oma esimesed hetked veedan Sinuga. Kui Sul on võimalust, siis teata minu armsamaile sõpradele, aga mitte kõigile; kuid ei — ära vaeva end sellega. Minul on ainult väheseile inimesile tähendust, ja vähe-seil minule, ja mõnele ütleksin meelsamini ise kõige esiti, näit. härra Riebau'le. Muide, kui Sa saad, anna A-le teada.

Ela siis hästi, kuni näen Sind, kallim ema, ja usu, et olen ikka Sinu armastaja ja kohusetruu poeg.

P. S. See on minu lühim, aga parim kiri, mis Sulle iial olen kirjutanud.“

Neliteist päeva pärast saabumist astus Faraday jälle Royal Institution'i teenistusse veidi kõrgemale kohale — laboratooriumi ja mineraloogiliste kogude assistendina 30-šillingilise nädalalalgaga, mis järgmisel aastal tõusis 100 naelale aastas. Uue inimesena alustas ta nüüd jõuküllaselt tööd; suurte välismaa teadlaste eeskujud silme ees, hakkas tõusma ja end välja koorima tema enese geenius. Tal oli jäänud rida tutvusi ja kirjavahetusi välismaaga, ta oli omandanud teatud voolavuse võõrais keelis ja õppinud tundma seltskonda mujal ja selle kombeid. Nüüd hakkas ta töötama usinalt ja möödus hulk aega, enne kui ta uuesti nägi võõraid maid.

II.

Tõusu algus.

Royal Institution on omapärane teaduseasutis Inglismaal. See asutati 1799 rändgeeniuseks nimetatud krahv Rumford'i ¹⁾ poolt, esialgu mi-

¹⁾ Krahv Rumford ehk Benjamin Thompson oli XVIII sajandi omapärasemaid teadusemehi. Ta sündis a. 1753 Woburn'is (Põhja-Ameerikas), oli umbes a. 1772 õpetajaks Rumford'is. Võttis osa Põhja-Ameerika vabadussõjast inglaste poolel. Rahulepingu sõlmimise järel sai koha Inglise sõjaministeriumis.

dagi tehnilise kooli taolist. Varsti sattus asutis rahalisesse raskusisse ja oleks 1801 peaaegu pidanud lõpetama oma tegevuse, kui ta päästjana poleks ilmunud noor geniaalne Humphry Davy. H. Davy isik äratas jälle huvi ja koondas kõrgeimat seltskonda R. Institution'i ümber. Kui Davy ja Faraday 1814. a. välismaal viibisid, oli asutis taas lagunemise lävel. Tagasi tulles ja uuesti R. Institution'i teenistusse astudes, pühendas Faraday kogu oma töö ja hinge asutise päästmiseks. Tema haruldased pingutused aastakümnete keskes ja tema kasvav kuulsus saidki sellega tõesti hakkama, kuigi ainelisi raskusi oli Institution'il veel kaua.

R. Institution sarnaneb teataval määral ülikooliga, kuna viljeleb kõrgeimat teadust, olgugi piirdudes ainult loodusteadustega: sinna kutsutakse ametisse professoreid ja peetakse loenguid. Tema toetaja on Kuninglik Selts (*Royal Society*), mille liikmed võetakse vastu väga suure valikuga. Royal Society'l on kasustada hea teaduslik raamatukogu ja lugemistuba. Ruumid

Astus 1784. a. riiginõunikuna Baieri kuurvürsti Karl Theodori teenistusse, kus teotses peamiselt sõjaväe organiseerimise alal. Teotses aga ka teistel aladel, arendas tekstiiltööstust, ehitas aedu jne., milliste teenete eest sai ta kuurvürstilt krahv Rumfordi tiitli. Pärast kuurvürsti surma asus elama Londoni, kus asutas *Royal Institution*'i (kuningliku instituudi). Korraldas hulga katseid peamiselt soojuse alalt, uuris soojuse loomust ja oli esimesi, kes väitis, et mehhaaniline töö võib muutuda soojuseks. Aastal 1802 läks Pariisi ja abiellus seal kuulsa prantsuse keemiku Lavoisier' lesega. Suri 1814. aastal Prantsusmaal.

olid kahes eramajas, mis sellekohaselt ümber ehitati ja hiljem mitmeti muudeti.

R. Institution'i õppejõud on olnud kõik maailmakuulsad teadusemehed: Davy, Faraday, Brande, Tyndall, Dewar jt. Need on andnud R. Institution'ile otse aukartustäratava kuulsuse, kuna tema laboratooriumes sündisid läinud sajandi suurimad leiutised. Eriline soodustus on, et seal tuleb professoreil pidada vaid mõned loengud aastas, ülejääva aja võivad nad pühendada vabale uurimisele.

Loenguid peetakse seal kolme liiki: õhtupoolsed loengud, jõululoengud noorsoole (arvult 6) ja reedeõhtused loengud. Õhtupoolsed loengud on koim korda nädalas kell 3 ja koosnevad väikesist kursusist. Üht kursust peab ikka R. Institution'i oma õppejõud, teisi pidama kutsutakse silmapaistvaid teadusemehi honorari eest. Ainulaadsed on reedeõhtused loengud, mille eest ei maksta mingit tasu. On suur austuseavaldus, kui kedagi kutsutakse oma uusimate uurimiste tulemusi esitama õhtuloengul. Sinna on kutsutud esinema koguni kirjanikke, muusikuid, filosoofe, dramaturge. Kuulajaskond on neil õhtuil hiilgav, teaduse-, kunsti-, riigimehi ja daame esindav; viimased võisid varem istuda ainult rõdul.

Reedeõhtuste loengute viimistlemisele pannakse eriti suurt rõhku. Igat loengut peavad, niipalju kui see võimalik ja aine lubab, selgitama hästikorraldatud katsed, diagrammid, joonised, preparaadid jne. Mitte harva ei juhtunud, et õpetlane, kes oli kutsutud pidama reedeõhtust loengut Royal Institution'i, seda ette valmistas

ja viimistles pikemat aega, viis kuni kuus kuud. Üks juhtum on teada, kus Royal Institution'isse kutsutud kõneleja (mr. Warren de la Rue) algas loengu ettevalmistamist aasta aega varem, kusjuures ta selle viimistlemiseks kulutas mitusada naelsterlingit. Pole siis ime, kui Royal Institution'is peetavad loengud olid tulvil publikut. Pole olemas loenguid, mis oleksid sama kuulsad ja sama kõrge tasemega kui Royal Institution'is korraldatud loengud. Royal Institution'i algupäevil polnud lood siiski veel nii kaugel. H. Davy loenguid külastas peamiselt kõrgem klass. Seevastu prof. Brande loengud olid pisut ühetooni- lised ja mitte eriti rahvarikkad. Alles Faraday tulekuga muutusid Royal Institution'is peetavad loengud kuulsaks ja rahvarikkaks.

Muidugi ei olnud ka kõiki loenguseeriaid algul olemas; õhtu- ja noorsooettekanded seadis sisse alles Faraday.

Kui Faraday hakkas töötama assistendina, ei piirdunud ta sugugi ainult enesele määratud tööga, vaid tegi kaastööd ka iga veerandaasta ilmuvale ajakirjale (*Quarterly Journal of Science*), mis pidi olema otsekui Institution'i kroonikaks. Peale selle esines ta ise varsti loengutega City Philosophical Society's. See oli a. 1816, kui ta pidas seal oma esimesed 7 loengut keemiast. Neid loenguid jätkas ta edaspidigi, käsitledes ka üldhariduslikke aineid. 1818. a. pidas ta ühe loengu „Vaimsest laiskusest“. Üks loenguist leiti vääriline olevat koguni trükkida: „Mõningaid märkusi vahendeist, kuidas enesele teadmisi hankida“. Algul kirjutas ta kõik loen-

gud korralikult üles, kuid juba kümnenda loengu jaoks tegi ta enesele ainult märkusi ja kõneles vabalt — see oli süsinikust. Faraday võitis varsti oma kuulajaskonna poolehoiu, sest ta haruldaselt elav ja sugestiivne loomus ei võinud kedagi jätta ükskõikseks: huvi, mis tal enesel oli aine vastu, kandus edasi ka kuulajaile. Faraday'l on üldse olnud nii hea miimika, et ükski pilt ei suutvat edasi anda tema nägu. Ka pani ta suurt rõhku ettekande välisele küljele ja püüdis seda kõigiti harida. Seks otstarbeks tegi ta läbi ühe kõnekunstikursuse 1818. a.; asjaolu, et tal on sellest kursusest säilinud 133 lk. märkusi, näitab, kui tõsiselt ta võttis ülesannet.

Oma teaduslikku edasiharimist jätkas ta kindla plaani järgi, õhtudki olid kindlaks määratud, millal ta midagi tegi. Laboratooriumis ta töötas Davy'ga koos ja kummalgi oli sellest suur kasu. Kui Davy oli geenius, kes korrast ei hoolinud, tegi oma märkused siia-sinna lehtedele, kusjuures osavõtnud suure maailma lõbustusist aitasid veelgi vähendada ta enesekontrolli, siis Faraday oli koguja ja korraldaja. Tema kohustuseks oli ka Davy kritseldatud käsikirju ümber kirjutada, mille tasuks ta palus ainult luba algkirjad enesele jätta. Nii ongi ta kogunud hulga Davy käsikirju. Ühtlasi oli noorele Faraday'le õpetlik töötada juba kuulsa ja andeka teadlase kõrval. Ta ongi öelnud, et peale kõige muu on tema õpetaja olnud talle eeskujuks ka selles, mida tuleb vältida.

Kuid sel ühisel töötamisel olid ka oma pahed: oli raske selget vahet tõmmata ühe ja teise töö

ning saavutiste vahel, mis viis nii mõnigi kord piinlikele arusaamatusile kahe uurija vahel, eriti, kui märkida Davy iseloomu kõige kahetsusväärsemat joont — kadedust.

Iseseisva uurija tahe olevat Faraday'l ärganud siis, kui ta 1816. a. tegi Davy'le kustutamata lubja analüüsi. Tundmatu avastamises oli isesugune võlu. Esimesi suuremaid ühistöid oli Davy kuulus kaevandus- ehk kaitselamp. Pike-mate uurimiste järel oli Davy otsustanud jääda oma raudtraatkaitsmega lambi juurde, mis 1816. a. söekaevandusis tarvitusele võeti. Eessõnas selle töö juurde avaldab Davy Faraday'le tänu abi eest katsete juures. Ometi ei tahtnud Davy tunnustada, et see lamp pole igal juhul usaldatav. Faraday ei võinud tõtt varjata ja tunnistas ühele parlamendikomiteele, kes oli tulnud lampi proovima, et seegi lamp ei suuda alati plahvatuse eest hoida. Samuti tegi ta R. Institution'is kiitva kaaskirjaga väljapandud Davy parandatud kaevanduslambi juurde pliatsiga märkuse: „Leiutaja arvamine“.

Tol ajal siiski olid vahekorrad veel päris head. Sir H. Davy läks varsti jälle välismaale, kust ta saatis Faraday'le mõned sõbralikud ja tunnustavad kirjad, nii näit. 1818 Roomast:

Mr. Hatchett'i kiri on täis Teie kiitust, mis tegi mulle suurt headmeelt; sest, uskuge mind, ei ole kedagi, kes Teie menust ja edasijõudmisest soojemalt osa võtaks kui Teie

alati osavõtlik sõber ja heategija

H. Davy.

Järgmisel aastal ta kirjutas, et Faraday vahest Napoli kutsutakse, et osava keemikuna olla Herkulanumist leitud käsikirjade lahtivõtmise juures. Kutset siiski ei tulnud, aga Davy ise kirjutas Firenzest: „Mind on väga rõõmustanud kuulda, et Teil R. Institution'is hästi läheb; mul on kindel usaldus Teie vastu, et Teie saavutised mitte üksnes Teile, vaid ka teadusele head ja aurikkad saavad olema.“

Ja tõepoolest, usin uurija tegi järjest edusamme. Ta uuris gaaside läbimist jõhvtorudest, mille kohta kirjutas 6 originaal-uurimust. Üldse kirjutas ta rohkesti R. Institution'i ajakirjas.

1820. a. jooksul Faraday poolt ettevõetud uurimustest vääriks mainimist metallide sulamite uurimine, mille sihiks oli roostetumatu terase saamine. Tol korral valitses veel üldine arvamine, et juurde lisades terasele hõbedat, platinat või niklit, on võimalik saada terast, mis mitte kergesti ei roostetu. Faraday uurimised näitasid, et see arvamus on ekslik, sest nikkelteras roostetub sama kergesti kui tavalinegi teras. Olgugi et need Faraday uurimused loodetud tulemusi ei andnud, ometi näitasid nad, et terasesulamite omadused muutuvad suurel määral, kui neile juurde lisada ainult vähesel määral teisi metalle.

Roostetumatu teras on praegu juba harilik turukaup, ent see on hilisemate aegade saavutis.

Ka teise töönäite võiks tuua, mis ühtlasi osutab Faraday töö põhjalikkust, asjatundlikkust ja ühtlasi seda, et tema uurimised tõid mõnelegi mehele kibedaid pettumusi.

Sel ajal valitses arvamus, et keegi Austria keemik on leiutanud uue metalli siiriumi. Faraday lahutas selle algaineiks, mille järel ei saanud siiriumist kui elemendist enam juttu olla.

Kõige töö kõrval ei unustanud Faraday oma ema ja sugulasi. Pühapäevad veetis ta ikka emakodus ja oli talle kogu pika lesepõlve kestes toeks.

29-aastasena astus Faraday uude elujärku — ta abiellus. Et Faraday ise on pidanud oma abiellu kogu oma elutöö õnnestumise tähtsaks tingimuseks, on põhjust sellele lähemalt pilku heita.

Noormehena oli Faraday kirjutanud oma märkmikku luuletise armastusest, samuti huvitava lause proosas:

„Mis on armastus? Midagi tüütavat igaühele, välja arvatud asjaosalised. Üks eraasi, millele igaüks soovib avalikkust, välja arvatud mõlemad asjaosalised.“

Need vaated pidid aga varsti muutuma. Sandemani koguduse tookordne vanem oli kullasepp Barnard, kelle perekonnas käis Faraday tihti. Tal oli kaks poega, Edward — Faraday sõber ja George — pärastine kunstnik, ning kolm tütart. Keskmine neist, Sarah Barnard, oli tol ajal 21-aastane. Ta oli oma vennalt kuulnud, mida Faraday oma märkmikus armastuse kohta kirjutanud, ja palus seda ka enesele näha. Faraday vastas talle luuletisega, mis oli armastuseavaldus. Suurte silmade ja pehme loomuga noor tüdruk oli paelunud noore naistevihkaja teadusemehe nii, et ta kärsitu rõõmuga ootas ainult veel suu-

remat endasidumist. Faraday kirjad oma tulevasele eluseltsilisele on mehised, lihtsad ja liialdamata tunneteta. Selle tutvustuseks üks esimesi, kiri 5. juulist 1820:

„Teie tunnete mind sama hästi või paremini kui mina ise. Teie tunnete ka minu endisi eelarvamusi ja minu praegusi mõtteid. Teie tunnete minu nõrkusi, minu edevust, kogu minu meelsust; Teie olete mind valeteelt tagasi pööranud, ja sellepärast laske mind loota, et Te katsute mind läbi ja läbi parandada.

— — — — —
Ikka ja ikka püüan väljendada, mida tunnen, aga ei suuda seda.

Lubage mul siiski Teid veenda, et ma mitte üksnes omakasu ja enese pärast Teie poolehoidu ei taha võita. Millisel viisil ma aga Teie õnnele kaasa aidata suudan, olgu väsimata palumisega või eemalolekuga, see sündigu. Ärge tehke mulle haiget, oma sõprust mulle keelates, ärge karistage mind sellega, et minust vähem peate kui sõbrast, kuna olen igatsenud Teile enam olla; ja kui te mulle ei suuda rohkem anda, jätke mulle vähemalt see, mida oman, kuid kuulake mind.“

Faraday armastuse tugevus hirmutas algul noort Sarah Barnardi, sest ta ei teadnud, kas ta suudab vastata samaga. Et mitte liiga kiirelt otsustada, sõitis ta oma vanema õega Londonist ära. Faraday järgnes neile maale, ja mõne päi-

keselise päeva pärast võis ta miss Barnardi oma mõrsjaks nimetada.

Faraday'l oli R. Institution'is kaks tuba; ta palus luba seal ka oma naisega elada, mida muidugi ei keelatud. Sir H. Davy mõjustas ka, et Faraday tõsteti R. Institution'i maja ja laboratooriumi üleminspektoriks, kuigi palk jäi endiseks — 100 naelsterl. aastas. Faraday laulatus Sarah Barnardiga toimus 12. juunil 1821. Sünnimus oli väliselt lihtne ja ainult lähimad inimesed võtsid sellest osa. Faraday ei olnud soovinud mingit tähelepanu äratamist ega lärmi, südamest pidid nad otsima ja leidma oma rõõmu.

Nende abielu oli lastetu. Kuid kõigi kaas-aegsete ja Faraday enese väljenduste järgi oli see pikk abielu haruldaselt õnnelik ja kooskõllaline: Sarah Barnardis oli tõusev teadusemees leidnud enesele tõelise eluseltsilise. Tyndall on selle kohta öelnud: „Usun, kunagi pole olnud mehisemat, puhtamat ja püsivamat armastust. Nagu põlev teemant kestis see 46 aastat, oma valget lõhnatut soojust kiirates.“

Oma abielu 26-ndal aastal on Faraday ise kirjutanud ühe sedeli ja asetanud selle oma audiplomite vahele:

„Kõigi nende mälestiste ja sündmuste vahele pistan ma siia ühe sündmuse daatumi, mis minul au ja õnne allikana kõik teised kaugelt ületab: meie abiellusime 12. juunil 1821.“

Sama veendumust kinnitavad ka kõik Faraday kirjad, mis ta eemal olles oma naisele on saatnud.

Neid ühendas ka sama kogudus, sest varsti

pärast oma laulatust andis Faraday sandemani kirikus usutunnistuse ja astus seega usulahu liikmeks. Märgitav on, et ta sellest koguni oma naisele enne ei teatanud, öeldes pärast, et see puutub ainult temasse ja tema Jumalasse. Arvata-vasti oli tal siiski ka oma kahtluste-aeg, enne kui liitus usulahuga, kuid nagu juba eelpool mainitud, kuulus ta pärast sellele täie andumusega.

Jumalateenistusi peeti nende väikeses kirikus iga pühapäeva hommiku- ja õhtupoolel, ja vahepeal oli ühine lõunasöök kiriku kõrvalruumis. Niipalju kui Faraday oli Londonis, võttis ta oma naisega ikka jumalateenistust osa. Need jumalateenistused olid tõeliselt usklike inimeste, vendade ja õdede (nii nad end nimetasid) palvetunnid, ei mingid kombetäitmised. Piibel oli nende hinge juht, millele nad ei lubanud mingeid lisandusi; sellest tuli siis, et nende koosviibimisel oli tähtis koht Piibli lugemisel.

1840 valiti Faraday sandemani koguduse vanemaks. Vanemaid oli mitu, aga palgalisi pastoreid neil ei olnud. Vanemana pidas Faraday jutlusi ja luges Piiblit. Kellegi tollaegse liikme seletuse järgi olevat olnud küll vahest mõni parem jutlustaja, kuid Piibli lugemises ei võivat kedagi Faraday'ga võrrelda. Tema ettekande selgus, hääle musikaalsus ja õige väljendus ühes tema isiksuse loomuliku aulikkusega teinud kuulamise naudinguks.

Mõne aja pärast pidi Faraday vanema kohalt ära astuma, sest teda peeti karistusevääriliseks. Nimelt oleks pidanud ta vanemana iga pühapäev kirikus olema, üks kord oli ta sunnitud aga puu-

duma, sest oli tarvis Londonist ära olla kuningannaga lõunastamise puhul. Koguduse tõsiste kommete kohaselt ei leitud selles vabandavat põhjust ning Faraday kõrvaldati vanema ja kogni aktiivse liikme kohalt. Sellest hoolimata käis ta ikka edasi hoolsasti jumalateenistusel ja püüdis oma teaduslike sõitude ajal alati pühapäevaks jõuda tagasi Londoni. 1860 valiti ta uuesti vanemaks, kuni ta 1864. a. neist kohustusist keeldus vanaduse tõttu.

Sandemani koguduses ei pooldatud mingit ümberpöörmise tegevust ja arvatavasti osalt selle tõttu ei rääkinud Faraday kunagi usuküsimusist, välja arvatud mõne hea sõbraga, kui see teda selleks palus. Teiste kirikute liikmete vastu oli tal suur sallivus. Ta uskus, et maailma valitseb ja inimest juhib kõrgem võim, kellele ei pääse lähemale teaduse ja loogikaga. Kõnelusi usu üle pidas ta suurelt osalt asjatuks. „Minu religioonis pole filosoofiat,“ lausub ta. Ta uskus tulevast elu, mis mitte mõtlemisega, vaid usuga Jumala ilmutusse tuleb inimese teadvusse.

Faraday ei ole vist kunagi pikemalt end vaevanud mõtlemisega, mil viisil jumalik võim füüsilist maailma juhib, nagu seda on püüdnud süsteemida suured filosoofid Spinoza, Kant jt. Temale jätkus kindlast usustki, et kõrgem juht on olemas. Ja suure eksperimentaalse uurija elutööga on täiesti kooskõlas vaade, et ta pidas ülearuseks ühendusse viia loodusteadust ja religiooni, sest tema uurimine piirdus ju ainult füüsilise maailmaga. Loodusteadlasena ta ei mõelnud viimsete põhjuste üle, põhjuste üle, mis on kõr-

gemal füüsika seadusist; neile lähenes ta vaid usuga. Ja tema usuline andumus kasvas, mitte ei vähenenud tema teadmiste hulga suurenedes. On imetletud seda haruldast vahetegemisvõimet, mis lubas Faraday'l lahus hoida religiconi ja loodusteadust. Keegi tema sõber on kirjutanud: „Kui ta koguduse palvemajja astus, siis jättis ta loodusteaduse seljataha ja kuulas oma sekti õpetamata venna manitsusi erilise tähelepanuga, mis tõendas, kui väga ta tõesõnu armastas, tulgu nad kust tahes.“ Tyndall on püüdnud sama öelda pisut piltlikumalt: „Kui Faraday avas oma palveukse, siis sulges ta laboratooriumiukse.“

Kuigi sandemani koguduse liikmeks olek sulges Faraday kitsasse ringkonda, kuhu kuulusid suurelt osalt vaesed inimesed, nii et Faraday oli üksvahe rikkaim nende seas, siiski pole see kuidagi mõjunud kitsendavalt temasse, vaid andnud just jõudu enesekoonduseks, mida ta vajas suure elutöö jaoks. Koguduse liikmed on jutustanud, et Faraday on olnud hoolsamaid vaeste aitajaid; ta on sageli otsinud üles mõne abivajava õe või venna, lohutanud ja aidanud neid. Arvatakse, et ta kõik oma ülejääva palga jagas vaestele, keeldudes tihti võõruskäikudest suursugu perekondadesse, et selle asemel ja selle ajaga külastada mõnd vaest koguduseliiget.

Meheikkø jõudes pühendus Faraday üha suurema innuga teadusele. Temast sai eksperimentaalse teaduse vürst, nagu on teda nimetatud, ta leiutised hakkasid nüüd tooma kuulsust, mida Faraday aga sugugi ei taotanud. Päevad läbi

katsetas ta R. Institution'i laboratooriumis ja tulemusi oli palju.

Oma abiellumise aastal tegi Faraday esimese tähtsama leiutise, mis talle tõi ka rahvusvahelise kuulsuse. See oli nimelt elektromagnetilise rotatsiooni ehk pöörlemise leiutamine. Selle leiutisega jätkas Faraday taanlase O e r s t e d'i¹⁾ tööd, kes näitas, et elektrivoolu ja magneti vahel on olemas sisemine seos. Oersted oli tähele pannud, et elektrivoolu toimetel kaldub magnetnõel kõrvale ja püüab asetuda risti voolu suunaga. Oerstedi töist ei järgne, et voolu- ja magneti vahelise toime põhjuseks on nende tõmbumine või tõukumine. Kuid tolle aja teaduses valitses üldine arvamus, et siin on tegemist tõmbumisega või tõukumisega. Alles Faraday lahendas selle küsimuse lõplikult. Tõuke selle nähtuse uurimiseks sai Faraday väljastpoolt Royal Institution'it. Nimelt palus Faraday'd ajakirja „Annales of Philosophy“ väljaandja, et ta kirjutaks selle ajakirja jaoks artikli „elektromagnetismi ajalugu“. Vastu tulles soovile, kirjutas Faraday vastava artikli, mis ka ilmus ülaltähendatud ajakirjas. Selle töö koostamisel kordas Faraday pea-

1) H. Oersted tegi tähendatud avastuse a. 1820. Kuid veel samal aastal näitasid mitmed teadusemehed, et sama nähtust oli tähele pannud ja kirjeldanud a. 1804 itaallane G. D. Romagnosi, milline uurimus aga hiljem unustusse oli jäänud. Et ka praegu tuntakse seda nähtust Oerstedi, mitte Romagnosi nähtuse nime all, on seletatav seega, et Oersted seda küsimust uuris süstemaatiliselt, aru saades selle nähtuse erakordsest tähtsusest, kuna Romagnosi oma uurimuses seda ainult konstateerib, pidades nähtust tähtsusetuks.

aegu ka kõik katsed, mille üle ta kirjutas. Lisaks seni tehtud leiutistele pani ta tähele, et rippuv traat, mille alumine ots puutub elavhõbedat ja mida läbib elektrivool, pöörleb magnetipooluse ümber. Ümberpöördult, kui traat on liikumata kinnitatud, siis pöörleb lahtine magnet voolu ümber. Selle leiutisega näitas ta ka, millised on need tungid, mis mõjuvad elektrivoolu ja magneti vahel.

Faraday'l oli kombeks, kui ta lõpetas mõne tähtsama uurimuse, sellest kirjutada oma sõpradele. Seda tegi ta ka nüüd, kui ta oli lõpetanud oma uurimuse elektromagnetilisest rotatsioonist. Prof. G. de la Rive'ile, kellega ta oli tutvunud oma mandrireisul, kirjutas ta 12. sept. oma saavutiste kohta järgmist:

„Olen meelitatud Teie heatahtlikust suhtumisest minu teaduslikesse pisisaavutistesse, eriti neisse, mis käsitlevad kloori- ja süsinikuühendeid. Olen sellest meelitatud ja virgutatud edasi uurima.

Mulle näib, et Teie teete meile osalt etteheidet, nagu ei hindaks meie küllaldaselt Ampère'i katseid elektromagnetismi üle. Lubage mul Teie vaateid selle küsimuse üle pisut pehmemdada. Mis puutub katseisse, siis ma loodan ja olen ühtlasi ka veendunud, et neile saab osaks vääriline tähelepanu. Kuid nagu Te teate, on tal neid vähe, sest suur osa sellest, mis avaldas Ampère, on teooria ja nimelt niisugune teooria, mida ei tõesta mitmes suhtes katsed.

Kuid siiski on Ampère'i katsed suurepärased ja ta teooriad vaimurikkad. Mis puutub

minusse, siis olen ma, enne kui jõudis siia Teie kiri, selle üle vähe mõelnud põhjusel, et ma loodusteaduslike teooriate kasulikkuse suhtes olen skeptik; ka leidsin ma, et katseliste tõestuste puudulikkus on suur. Sellest alates olen ma seda küsimust uurinud ja olen kirjutanud artikli selle üle meie „Quarterly Journal’i“ tarvis, mis ilmub lähema paari nädala jooksul. See uurimus põhineb katseil ja loodetavasti mr. Ampère kasustab seda oma teooria tõestamiseks rohkem, kui mina olen teinud.

Ma leidsin, et tõmbumised, samuti kui tõukumised magneti ja voolujuhtme vahel põhinevad eksitusel. Nende liikumiste põhjuseks ei ole tõmbe- ega tõuketungid, vaid nende põhjuseks on tungid traadis, mis ei mõju magnetnõela poolusesse ei tõmbavalt ega tõukavalt, vaid sunnivad teda liikuma ringi ümber traadi, niikaua kui patarei on tegevuses. Mul õnnestus näidata seda liikumist mitte üksnes teoreetiliselt, vaid ka katseliselt. Ma võin soovi järgi panna liikuma traati ümber magneti või magnetit ümber traadi. Pöörlemise seadus, millega võib seletada kõik traadi ja magneti liikumised, on lihtis ja ilus.

Kujutage traati põhja-lõuna suunas, kusjuures lõunapoolne traadi ots on ühendatud patarei positiivse poolusega, põhjapoolne ots patarei negatiivse poolusega. Magnetit põhjapoolus liiguks siis selle ümber Päikese näiva liikumise suunas idast läände ülalpool traati ja läänest itta allpool traati. Kui vahetada patarei poolused, toimuks ka magnetpooluse liikumine ümberpööratud suunas. Ehk kui kujutada põhjapoo-

luse asemel lõunapoolust, siis liiguks see ümberpööratud suunas võrreldes põhjapooluse liikumise suunaga. Kui lasta liikuda traadil ümber magneti pooluse, siis esineksid samasugused liikumised. Mul oli võimalus jälgida neid liikumisi mitmesugusel kujul, nagu seda Ampère, Netice jt. korraldasid, ja mul õnnestus alati näidata, et tõmbumised ja tõukumised põhinevad eksitusel, sest tõeliselt võib neid seletada pooluse ringikujulise liikumisega. Edasi võisin ma näidata, et isenimelised poolused sama hästi tõukuvad kui tõmbuvad ja et samanimelised poolused sama hästi tõmbuvad kui tõukuvad, ning ma võisin, nagu ma usun, analoogia tavalise varbmagnetiga ja solenoidi¹⁾ vahel teha palju selgemaks kui varem. Üldiselt ei ole ma siiski kindel, kas tavalistes magnetites on olemas elektri-vool.

Ma ei kahtle, et elekter viib solenoidi ringid samasse olekusse, milles on need ringid, mis me kujutleme Ampère'i järgi varbmagnetis, kuid ma ei ole kindel, kas see olek sõltub ainult elektrist või võivad seda tekitada ka teised mõjud. Seejärel jääb mulle kahtlus Ampère'i teooria suhtes, kuni elektrivoolude olemasolu magnetites on tõestatud teisel teel peale nende magnetiliste toimete.“

Uurimused elektromagnetilise rotatsiooni üle ilmusid ajakirjas „Quarterly Journal of Science“ 1821. a. oktoobrikuu numbris.

¹⁾ Spiraali keeratud traat. Faraday ise nimetas seda *helix*'iks.

Sama aasta jõulupühade ajal õnnestus Faraday'l liikuma panna traati, mida läbib elektri-
vool, ka Maa magnetivälja toimel. Ta õmees
George Barnard, kes viibis juhuslikult samal ajal
laboratooriumis, kui traat Maa magnetivälja toi-
mel liikuma hakkas, kirjutas selle sündmuse
kohta, et Faraday olevat selle nähtuse üle rõõ-
mustanud kui laps, tantsinud ümber laudade ja
hüüdnud särasilmi George Barnardile: „Seal ta
liigub! seal ta liigub! lõpuks on see meil õnnes-
tunud!“ Seda õhtut tahtis ta eriti pühitseda ja
nad läksid teatrisse.

Järgmisel suvel töötas Faraday oma sõbra
R. Phillips'iga Swansea vasekaevandusis.

Suurt tähelepanu äratas Faraday järgmine
saavutis — kloorüsiniiku leiutamine. See aga ei
meeldinud sugugi sir H. Davy'le, et tema ise
säärase lihtsa katse kahe silma vahele oli jätnud.
Oma kirjutise selle leiutise kohta andis Faraday,
nagu ikka, Davy'le läbi vaadata ja oli tema teht-
tud paranduste eest tänulik. Seekord aga kasus-
tas läbivaataja võimalust ja lisas märkuse, et te-
malt lähtunud katse korraldamise idee. Niisu-
gune väike märkus ei olnud Faraday'le kui ise-
seisvale uurijale sugugi kasuks, kuna püüdis ase-
tada teda käsitöölise tasemele. Peale selle lootis
Faraday nüüd saada Royal Society liikmeks, kus
presidendiks oli sir H. Davy. See asjaolu äratas
Davy's suuresti kadedust.

Kandidaat pidi esitatama Royal Society juha-
tusele kirjalikult teatava hulga allkirjadega va-
rustatult. Kui säärast sooviavaldist kümmel

koosolekul oli ette loetud, hääletati ta vastuvõtt lõpuks kuulidega.

Sõber Phillips võttis Faraday'le allkirjade kogumise enesele ja sai 29 soovitajat. Nende hulgas ei olnud Davy ja Brande nimesid, sest esimene oli president ja teine sekretär, kes ei tohtinud liikmeid soovitada, kuid ka teises olukorras poleks vist neid nimesid seal olnud.

Sooviavaldis loeti esimest korda ette 1. mail 1823.

Bence Jonce jutustab huvitavaid seiku Faraday valimiskäigust:

„Et sir H. Davy Faraday valimisele vastu seisis, on sama kindel kui kurbki.

Paljude aastate eest jutustas Faraday ühele sõbrale järgmisi tõsiasju, mis on kohe kirja pandud:

Sir H. Davy ütles mulle, et peaksin oma sooviavaldise tagasi võtma. Vastasin, et kuna ma end ise pole esitanud, ei või ma seda ka tagasi võtta; need, kes minu on ette pannud, olgu selle eest vastutavad. Siis pidavat ma neid põhjustama seda tagasi võtma, ütles ta. Vastasin, et tean, et nad seda ei tee. Selle peale Davy: „Mina kui president võin seda teha!“ Ütlesin, et olen selles veendunud, et sir Humphry Davy teeb ainult seda, mis Royal Society heakäekäigule kasulik on.

Ka tähendas Faraday, et üks neist, kes teda soovitanud, oli talle seletanud, et sir Humphry Davy olevat terve tunni Somersset'i maja õues ümber joosnud, alatasa rõhutades, et Faraday'd ei tohi valida. See võis olla 30. mai ümber.“

Ka Brande, R. Institution'i keemiaprofessor, ja mõned teised olid Faraday valimise vastu.

Pinev olukord lahenes väliselt siiski õige hästi, nii et juba teise kuu lõpul Davy Faraday'le kirjutades lõpetab: „Olen, armas Faraday, ikka Teie siiras sõber ja heategija“.

Faraday lõplik valimine R. Society liikmeks toimus 8. jaan. 1824. Siis oli hääletuskuulide seas ainult üks must kuul. Ei ole raske arvata, kes oma vastuoleku juurde siiski kindlaks oli jäänud. — Kuid nüüd võis Faraday oma nime taha kirjutada F. R. S. (*Fellow of Royal Society* — Kuningliku Seltsi liige).

Nähtused, mis tema valimisel ilmsiks tulnud, võisid Faraday'le tõestada tema endise arvamuse ekslikkust, nimelt, et teadus teeb inimesed ka kõlblalt heaks ja suureks. Faraday hinge suurst näitab see, et ta iialgi pole öelnud Davy kohta muud kui head ja alati tunnustanud enese olevat suures tänuvõlas oma õpetaja vastu. Olgu siin esitatud lugu, mis keemik M. D u m a s oma „Éloge Historique'is“ jutustab:

„Faraday ei unustanud kunagi, mida võlgnes Davy'le. Kui ma kakskümmend aastat peale viimase surma tema juures einestasin, märkas ta nähtavasti, kuidas ma tema ülistusile Davy suurte leiutiste suhtes kaunis külmalt vaatasin. Ta hoidus lauas igasugusest märkusest. Aga pärast sööki viis ta mind lihtsalt R. Institution'i raamatukokku, jäi Davy pildi ette seisma ja ütles: „Ta oli suur mees, eks ole?“ Ja siis minu poole pöördudes lisas ta: „Siin oli, kus ta esimest korda minuga kõneles.“ Kummeldasin.

Läksime nüüd alla laboratooriumi. Faraday võttis ühe märkmiku, avas selle ja osutas sõrmega ühele sõnale, mille Davy sel hetkel oli kirjutanud, kui ta just patarei abil oli lahutanud potasi ja nägi esimest kaaliumikuulikest, mis kunagi inimese käsi on eraldanud.

Davy oli palavikulise käega sõõri paberile joonistanud, ning sõnu „*Capital Experiment*“, mis ta sinna alla kirjutanud, ei või ükski tõeline keemik ilma liigutusega lugeda. Tunnustasin enese võidetuks ja seekord, ilma pikema viivitusega, ühinesin oma armsa sõbra imetlusega.“

Faraday pidas endal raamatut, laboratooriumimärkmikku, kuhu ta kirjutas märkused ja küsimused, mis tekkisid töö juures. Samuti kirjutas ta sinna väljavõtteid raamatuist ja ajakirjadest, mis teda eriti huvitasid. Ühes niisuguses laboratooriumimärkuste raamatus ehk märkmikus, mis alatud 1822 ja mida ta ise nimetas „*Chemical Notes, Hints, Suggestions and Objects of Pursuit* (Keemilised märkused, näpunäited, vihjed ja uuritavad küsimused) leiduvad muu seas järgmised küsimused ja märkused:

„Muuta magnetism elektriks.

Rõhu üldised toimed gaasi kokkusurumisel lahustumisnähtuste juures.

Kaks ühenimelist poolust, kuigi nad tõukuvad suurimais kaugusis, tõmbuvad väga väikesis kaugusis ja hoiduvad tugevasti teineteise küljes. Küsi, mispärast.

Valgus läbi lehekulla tsingile või oksüdeeruvale metallile, kusjuures viimane on magnetipooluseks, ehk magnetivarvale. Metallide läbipaist-

vus. Päikese valgus läbi lehekulla. Kaks lehte lehekulda on magnetipoolusteks. Valgus, mis ühte neist läbib, langeb teisele.“

Need märkused on huvitavad juba selle poolest, et nad sisaldavad viipeid kümnekond aastat hiljem tehtud Faraday suurimaile leiutisile ja avastistele — elektromagnetilisele induktsioonile ja elektro-optilisele nähtusele.

Väga huvitav on märkus, mis kirjutatud märkmikku 10. septembril.

„Ma polariseerisin ¹⁾ lambivalguse peegeldamise teel ja katsusin järele, kas ei mõju valgusekiirsesse depolariseerivalt vesi, mis asetses kahe Volta patarei pooluste vahel klaasanumas. Lahutatavad vedelikud olid puhas vesi, naatriumsulfaadi nõrk lahus ja kontsentreeritud väävelhape. Ühelgi neist ei olnud mingisugust mõju polariseeritud valgusesse hoolimata sellest, kas nad olid lülitatud vooluahelasse või mitte.

Sellest märkusest nähtub, et Faraday uuris elektrolüütide ²⁾ toimet polariseeritud valgusesse. Seda katset kordas ta veel mitu korda hiljem, kuid mingisuguseid tulemusi need katsed ei andnud.

Kui Faraday mõne laboratooriumimärkmikku kirjutatud küsimuse lahendas, siis kustutas ta selle küsimuse, juurde lisades kuupäeva ja aasta, millal toimus selle küsimuse lahendus.

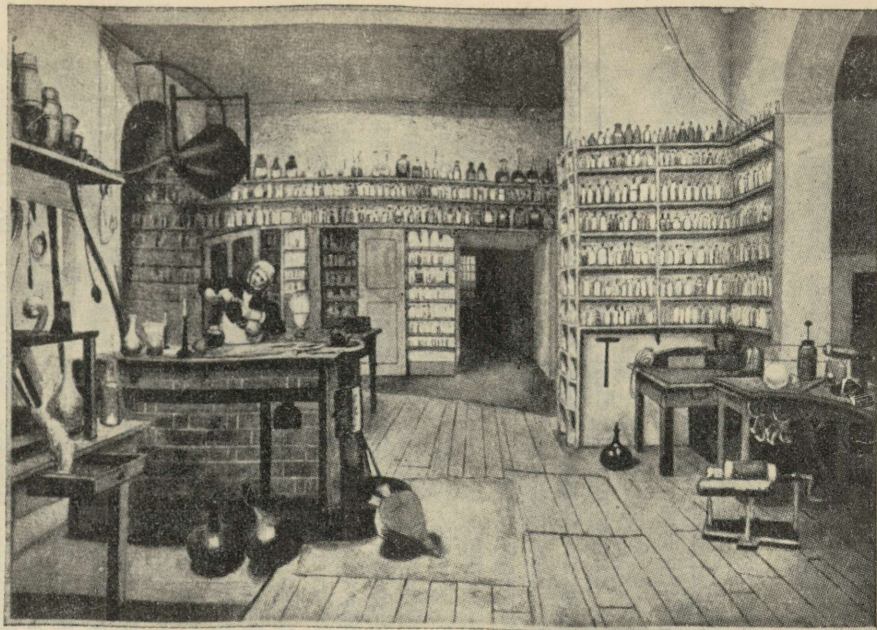
Aastal 1823 õnnestus Faraday'l kloori veeldamine. Küsimus, kas on võimalik gaase vede-

1) Vt. lk. 98.

2) Vt. lk. 82—86.

laks muuta ehk veeldada, oli probleem, mis Faraday'd juba ammu huvitas. Sama huvi tõttu võttis ta uurimise alla aine, mida varem peeti tahkeks klooriks, mis aga oli, nagu Davy uurimused 1810. a. näitasid, tõeliselt klooriühend, kloorhüdraat. Selle analüüsi viis läbi Faraday suure täpsusega, kirjutas siis töö puhtalt ümber ja viis Davy'le näha. Ilma et oma kavatsustest lähemalt oleks seletanud, soovitas Davy seda ühendit Faraday'l paigutada õhukindlalt klaasitorru ja siis seda soojendada. Faraday-tegi seda. Niipea kui klaastoru soojenes, tekkis tas kollane gaas. Jahtumisel eraldus torus kaks vedelikku, üks läbipaistev ja värvitu nagu vesi, teine õli-taoline.

Selle juhtumi kohta leidub Davy elulookirjelduses järgmine lugu: Samal ajal, kui Faraday oli ametis toruga, mis sisaldas klooriühendit, viibis laboratooriumis ka Davy parem sõber ja ta eluloo kirjutaja dr. Paris. Kui dr. Paris nägi klaastorus, millega Faraday katset tegi, õlist vedelikku, arvas ta, et see on tingitud torusse jäänud mustusest, ning tegi etteheidet Faraday'le, et viimane oma katseil tarvitas mittepuhtaid, rasvaga määrdunud klaastorusid. Päev hiljem, kui Faraday toru katki viilis, kadus torus olev õline vedelik vägeva plahvatusega. Kohe leidis Faraday selle nähtuse õige põhjuse. Kange kuumuse käes lagunes uuritav aine klooriks ja veeks, kusjuures kloor suure rõhu tõttu veeldus. Õline vedelik, mis oli näha torus, osutus seega vedelaks klooriks. Torust vabanedes muutus ta paukudes gaasiks.



M. Faraday töötamas Royal Institution'i laboratooriumis.

Dr. Parisele kirjutas Faraday sel puhul järgmise lakoonilise kirja:

Austatud härra!

Õli, mis te eile torus nägite, osutus vedelaks klooriks.

Teie alandlik

M. Faraday.

Hariliku kombe järgi kirjutas Faraday oma töö tulemusist prof. de la Rive'ile 24. märtsil 1823. a. järgmiselt:

„Viimasel ajal olen töötanud usinasti, kusjuures olen saavutanud tulemusi, millega olete Teie loodetavasti rahul. Kaks korda sundisid plahvatused tööd katkestama, kord põletasin seejuures näo, teine kord sain haavu, kuid õnnelkombel olid mõlemad juhtumid kerged, praegu olen täiesti paranenud. Talve kestes tegin kloorhüdraadi analüüsi ja proovisin teda mitmeti. Töö tulemused ei ole eriti tähtsad, nad ilmuvad „Quarterly Journal'i“ järgmises numbris. Kui sir Humphry Davy minu aruannet nägi, tegi ta mulle ettepaneku katsed korrata suure rõhu all ja vaadata, milline mõju on kõrgel kuumusel sellesse. Seepärast sulgesin ma kloorhüdraadi hermeetiliselt klaastorusse, kuumendasin seda siis, kusjuures võis märgata aine muutumist ning lahutumist kaheks vedelikuks. Edaspidisel uurimisel leidsin, et kloor ja vesinik olid teineteisest eraldunud, kusjuures kloorigaas, millel ei olnud väljapääsu, tihenes vedelikuks. Et näidata, et see vett ei sisalda, kuivatasin ma pisut kloorigaasi, juhtisin ta pikka torru, tihendasin seda

seal, siis jahutasin toru, kusjuures sain samuti vedela kloori. Seepärast on gaas, mida me kloorigaasiks nimetame, ühe vedeliku aur. Ma loodan, et mul õnnestub ka teine gaas viia vedelasse olekusse. Meeleldi teatan sellest Teile. Ma loodan, et Te austate mind oma peatse kirjaga.“

Hiljem tarvitas Faraday gaaside kokkusurumiseks suruja-pumpa. Ka sel teel õnnestus tal kloori veeldamine. Sama meetodiga veeldas ta veel mõned teised gaasid.

Aasta lõpul kirjutas Faraday kokkuvõtliku töö gaaside veeldumise üle. See töö ilmus „Quarterly Journal’i“ 1824. a. jaanuarikuu numbris.

1824. aastal esitas Faraday Royal Society’le tähtsa leiutise keemias alal. Nimelt õnnestus Faraday’l jahutamise teel õligaasidest eraldada bensiini ja bensooli ehk, nagu neid tol ajal nimetati, „bicarburet of hüdrogen“. Bensiini leiutamiseega pani Faraday aluse bensiinitööstusele, milline keemiatööstuseharu, nagu teada, arenes hiljem hiigelsuureks.

Samal aastal algas Faraday Royal Society soovil ja ülesandel uurimusi optilise klaasi üle, mis kestsid pikemat aega ja mille sihiks oli leitud paremaid klaasisorte optiliste riistade ehitamiseks ja uurida olemasolevaid klaasisorte ses suhtes. Selle läbiviimiseks valiti eriline komisjon, kuhu valiti ka Faraday. Komisjon volitas hiljem optiliste klaaside läbiproovimise kolmest liikmest koosnevale alamkomisjonile, kuhu valiti Herschel (hiljem Sir John), Dollond (optikuna) ja Faraday. Dollondi ülesandeks jäi klaasi väljatöötamine ja selle omaduste uurimine puht-

mehaaniku seisukohast, Herschel'ile jäi klaasi füüsikaliste omaduste uurimine, Faraday aga võttis enda peale keemilise osa ja klaasi valmistamise küsimuse uurimise.

See alamkomisjon töötas ligi viis aastat, kuigi üks selle liikmeist (Herschel) eemalviibimise tõttu komisjoni tööst hiljem enam osa ei võtnud. Uurimistöode edukamaks läbiviimiseks ehitati Royal Society palvel ja korraldusel Royal Institution'i platsile eri ruum ühes klaasisulatamisahjuga. Samuti anti Faraday'le abiline seersant Anderson'i näol (1827).

Nii sai Anderson Faraday tehnikuks-laborandiks ja jäi seks kuni surmani (1866. a.). Anderson oli äärmiselt sõnakuulelik ja ustav. Ühes märkuses *Katseliste uurimuste* kolmandas köites kirjutab Faraday Andersoni kohta järgmist: „Siinkohal ma ei või jätta mainimata mr. Andersoni, kes tuli minu juurde klaasitööde laborandina ja jäi sellest ajast ametisse Royal Institution'i juurde. Ta aitas kaasa kõikidele minu uurimustele. Ma olen talle tänulik kõige truuduse ja täpsuse eest.“

Benjamin Abbott on jutustanud Andersonist huvitava lookese: „Seersant Anderson valiti Royal Institution'i tehnikuks-laborandiks seepärast, et ta oli kohanenud sõjaväelise distsipliiniga. Ta ülesandeks oli hoida sulamisahi ikka samal temperatuuril, sest oli teada ta sõnakuulelikkus ja täpsus. Õhtuti lasti ta koju. Ühel õhtul unustas Faraday talle ütlemast, et ta võib koju minna. Tullis hommikul laboratooriumi,

leidis Faraday oma truu teenri valvamas sulamis-
ahju juures, nagu ta teda õhtul oli jätnud.“

Need uurimused optilise klaasi kohta ei and-
nud küll loodetavaid tulemusi, ometi ei olnud
nad päris kasutud. Leiutati uus klaasisort —
kristallklaas, mille abil Faraday hiljem tegi
tähtsa avastuse.

1823. a. asutati Davy ja teiste teadusemeeste
poolt „Athenaeum Club“, millega ühines ka kir-
janduslikke ringkondi. Faraday valiti sekretä-
riks; ent ühe aasta seda ametit pidanud, loobus
ta sellest. Üldse püüdis ta end kõrvale hoida
ameteist, mis ta otsekohest tööd segasid.

Varsti tõsteti ta R. Institution'i direktoriks
(1825), milline amet talle tõi suuremaid kohus-
tusi, aga ka suurema tegevusvabaduse. Esime-
sena seadis ta sisse reedeõhtused loengud, mil-
lega on tehtud palju teaduse populariseerimiseks.
Ka noorsoole korraldas ta huvikohased seeriad
igal eeljõulul; neil oli suur menu. Faraday ise
hakkas järjest rohkem loenguid pidama R. Insti-
tution'is. Ta oli juba varem Brande äraoleku
ajal teda asendanud ja kuulajaskonna poolehoiu
võitnud, sest Brande kuiv ettekandeviis ei võinud
olla kaasakiskuv.

1827. aastal pakuti Faraday'le keemia profes-
sori kohta Londoni ülikoolis. Ta keeldus sellest,
põhjendades kohustustega R. Institution'i vastu.
Neljateistkümne aasta jooksul oli Institution
teda teaduslikus edasipüüdmisses toetanud, nüüd
tahtis tema R. Institution'it teenida ja aidata,
olguigi et see ei suuda talle niisugust tasu anda
kui uus pakutav koht. Paari aasta pärast lootvat

ta Institution'i niivõrd korda saada, et see ükskõik kelle juhatusel edasi võib töötada.

Ometi võttis ta 1829. a. vastu Woolwich'i sõjaakadeemia õppejõu koha, kuna seal ei nõutud temalt enam kui 20 loengut aastas. Need tuli tal siiski pidada üksikult ja sõita igaks loenguks eriti kohale. Tasu selle eest oli 200 naelsterl. aastas. Ta sõitis harilikult juba õhtupoolikul sinna, valmistas ette katsed ja teisel hommikul vara pidas oma loengu. 20 a. jooksul on ta seal kadette õpetanud austatud ning armastatud õpetajana.

Kuni 1830. a. oli Faraday puhtteadusliku tegevuse kõrval töötanud ka eksperdina mitmesuguseile tööstusile, tehes keemilisi analüüse ja muid tema kompetentsi kuuluvaid töid. Säärane praktiline teaduse kasustamine tõstis tunduvalt tema väikest sissetulekut. 1830. a. tõusis sel viisil saadud tulu 1000 naelsterlingini. Ta oleks kergesti võinud teenida mitu korda rohkemgi ja saada varsti rikkaks meheks, kuid see tee ei vedelnud teda ja mainitud aastast alates keeldus ta kõigist erateenistustest, et koonduda ainult puhtteaduslikule uurimisele. Ta sai aru, et ei saa teenida kaht isandat; tuli pühenduda ühele või teisele, ning Faraday otsustas teaduse kasuks.

Ei pea siiski arvama, et Faraday vabanes kõigist kõrvaltöist. Ühes kirjas lord Auckland'ile ütleb ta, et hea kodanikuna ta püüab riigivalitsust toetada, niipalju kui suudab, vastates näit. ministriumide küsimusile, kui need tema poole pöörduvad, seda aga mitte tasu eest. Peale selle oli tal suur erakirjavahetus ja tema poole olevat

armastatud pöörduda igasuguste nõuannetega, mis olnud aga suuremalt osalt kasutud. Samuti töötas ta edasi Trinity House'i (tuletornide ja lootside amet) nõuandjana ning eriteadlasena.

Sellele vabatahtlikule ohvrile teaduse kasuks tuli teisi lisaks. Et võimalikult aega võita, keeldus ta võõruskäikudest ja võttis ka enese pool väga harva vastu. Mõned arvasid, et ta toimetab nii usulisil põhjusil, kuid Faraday enese sõnade järgi teinud ta seda selleks, et säilitada oma elu peapüüdele enam jagamatut tähelepanu. See nõudis talt muidugi pingutust, sest oma elava iseloomu juures ei põlanud ta sugugi hõõmsat seltskonda.

Säärane tagasitõmbumine oli Faraday'le ka teisel põhjusel tingimata tarvilik. Juba ühes 1831. a. kirjas Phillips'ile seisab lause: „Minu mälu jääb iga päevaga halvemaks ja halvemaks“, viga, mis ületöötamise korral oleks veel rutem progresseerunud.

Aastaga 1830 võib lugeda lõpetatuks esimene ajajärk Faraday teaduslikus töös. Tööde arv, mis ta avaldas selle aja kestes, ulatub 60-ni. Kuigi suur osa neist uurimusist kannab ettevalmistustööde ilmet, siiski ei puudu nende hulgas ka tööd, millel oli suur teaduslik väärtus ja mis kuuluvad selle ajastu suurimate saavutiste hulka, nagu bensooli ja elektro-magnetilise rotatsiooni leiutamine. Nende teaduslike saavutiste tõttu sai Faraday'le osaks teadusemehe ja uurija tunnus- tus ja nüüd järgnes juba sihikindel tegevus Royal Institution'is, mis andis talle suurima XIX sajandi uurija kuulsuse ja nime.

Geniaalse uurijana töörakkes.

Aastaga 1831 algab Faraday uurimistöös tähtsam ajajärk. Sellesse ajajärku kuuluvad ta kuulsamad uurimused elektrist ja magnetismist, mis ilmusid ühise pealkirja all *Experimental Researches in Electricity* (Katselised uurimused elektri kohta).

Faraday uurimuste lähemal vaatlusel on tarvis peatuda tema elukäiku kirjeldades mitmeil olulistel põhjustel. Suured leiutajad on tihti uurimistöös hoos muule elule surnud. Nad koondivad kõik oma energia ühte punkti — ja ainult sel viisil on võimalikud suured saavutised. Muud eluavaldused koosnevad siis pikkade aegade kestes ainult hädavajalisest puhkusest, toitumisest ja paratamatute ülesannete täitmisest, mil aga pole eluloolist tähendust ja millest pole jäänud suuremaid jälgi. Seda olukorda tuleb arvestada eriti Faraday juures, sest just tema püüdis erilise hoolega kõigest muust lahti saada ja pühendada kogu oma aeg uurimustele.

Teiseks, uurimuste mitmesuguste järkude — idee tekkimise, katsetuste, pettumuste, vaheaegade, jälle uuesti ja uuel kujul katsetuste ja lõpuks leiutuse enese — tee avaldab seda, mis sugust pingutust nõuab see töö ja kuidas järelejätmatu pingutus viib võidule. Pidades Faraday puhul veel meeles, et tegemist on iseõppijaga, saame niiviisi tema uurimistöös kirjelduste kaudu üsna lähedale ta isiksusele, mis ajuti sulab

kokku uurimistegevusega. Nii pole uurimiste käigu kirjeldus mitte ainult füüsika-alaline ekskursioon, vaid tükki uurija enese elu.

Ja kolmandaks tutvustavad need kirjeldused tähtsate leiutiste tekkega. Nende leiutiste ulatust ja tähendust ei saa anda siin rohkemaga kui mõne reaga, kuid see ei võimalda kahjuks täit pilti: peaks kirjeldama idee võidukäiku ja rakenduslikku tähendust täiuslikkude masinate näol tänapäevani, mis nõuaks aga üksikasjalisi ja pikki erikirjeldusi.

Puudutame seepärast kõike ainult põgusate joontega.

XIX sajandi esimesel veerandil ilmus rida põhjanevaid ja tähtsaid uurimusi elektrist ja magnetismist. Teiste hulgas avastas taanlane H. Ch. O e r s t e d, et kui asetada voolujuhe rööbiti magnetnõelaga ja sellest juhtmest läbi lasta elektrivool, siis kaldub magnetnõel kõrvale ja püüab asetuda risti voolujuhtmega. Selle katsega näitas Oersted, et on olemas sisemine seos elektrinähtuste ja magnetismi vahel. Sama kinnitasid ka prantslaste A. M. A m p è r e'i ja D. F. A r a g o ning teiste uurimused. Neid uurimusi kroonisid Inglismaal kaks tähtsat leiutist: elektromagnetilise rotatsiooni leiutamine Faraday poolt, millest juba kõnelesime, ja elektromagneti leiutamine. Elektromagneti leiutas W. Sturgeon. Ta avastas nimelt, et kui pehmeraua ümber kerida vasktraat ja sellest traadist juhtida läbi elektrivool, siis muutub pehmeraud magnetiks. Pehmeraud on magnetiline niikaua, kui kestab elektrivool, voolu katkestamisega aga

kaotab raud kohe magnetismi. Seega võib soovi järgi muuta raud magnetiks ja seda magnetismi ka jälle kaotada. See magnetismi tekitamine elektrivoolu abil äratas omal ajal üldist imestust.

Raudsüdamik, mida sel viisil võib muuta magnetiks, seisab ju isoleeritult. Teda ümbritsevad küll vasktraadist keerud, mida läbib magnetiseeriv elektrivool, kuid raudsüdamik ja traatkeerud pole seejuures kokkupuutes, vaid just vastupidi, sellise kokkupuute eest tuleb raudsüdamikku kaitsta, teda tuleb traatkeerdudest isoleerida vastavate elektrit mitte juhtivate ainete abil.

Nüüdisajal on elektromagnet kõigile tuntud, sest ta leiab laialt rakendamist elektrotehnikas ja igapäevases elus (elektrikell, telegraaf, telefon jne.). Et ta nii igapäevaseks on muutunud, siis ei pane me enam tähelegi ta salapärast tegevust.

Faraday oli kindlasti veendunud, et on olemas ka vastupidine nähtus, s. o. et on võimalik tekitada ka elektrit magneti abil. Aastail pärast elektromagnetilise rotatsiooni leiutamist jätkas ta selle küsimuse kallal arutlemist, kuigi teotses teiste asjadega. Ikka ja ikka pöördusid ta mõtted sellele küsimusele tagasi, mida võib järeldada sõnust ta märkmikus „Muuta magnetism elektri“, millest oli juttu juba eespool. Vaistlikult tundis ta, et kui on olemas mingi mõju (aktsioon), siis peab olema ka vastumõju (reaktsioon). Kindlas lootuses avastada vastupidist nähtust jätkas ta katsetamist. Nii leiame teda katsetamas detsembris 1824 varbmagnetiga

ja vaskspiraaliga, kuid loodetud tagajärgi need katsed ei andnud. Samuti novembris 1825. Räägitakse, et neil aegadel kandis Faraday alati kaas vestitaskus väikest elektromagneti mudelit, raudvarba, ümbritsetud mõnest vasktraadi ringist, mida ta vabadel silmapilkudel taskust välja võttis, et seda vaadeldes süveneda lahendatavasse probleemi. Kuid mitte ainult Faraday, vaid ka paljud teised tolaaegsed teadusemehed katsusid lahendada sama probleemi, lootes tekitada elektrit magneti abil. Kõik need katsed ei andnud loodetavaid tulemusi. Nii esitas tuntud prantsuse füüsik A. J. Fresnel, valguse lainetus-teooria põhjendaja, 6. nov. 1820 kohe pärast Oersted'i töö ilmumist Pariisi teadusteakadeemiale oma töö, kus ta katsus väita, et tal olla õnnestunud lahutada vett magneti abil, mis oli paigutatud liikumatult traatspiraalisse. Julgustatud sellest, teatas Ampère, et ka tema olla tähele pannud elektri tekkimist magneti abil. Kuid veel enne sama aasta lõppu võtsid mõlemad oma tööd tagasi, tunnistades need ekslikuks. Ampère esitas oma katsed Genfis prof. de la Rive'ile. Nende katsete hulgas leidis muu seas ka üks, mis kindlasti oleks viinud Ampère'i pärast Faraday poolt leiutatud induktsioonvoolu avastamisele, kui ta seda katset oleks jätkanud. Prantsuse füüsiku A. C. Becquerel'i järgi olla Ampère juba a. 1825 jõudnud veendumusele, et magneti abil pole võimalik tekitada elektrit.

Kuid küsimuse tõi päevakorraile uuesti nn. rotatsioonmagnetismi leiutamine.

Arago pani aastal 1824 tähele, et tundliku

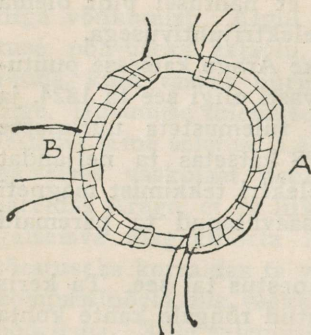
kompassi magnetnõela võnkumine on takistatud, kui asetada magnetnõel karpi, mille põhja moodustab puhtast vasest plaat. 200 kuni 300 võnkumise asemel, mis muidu teeks magnetnõel kuni täieliku seismajäämiseni, teeb ta karbis 3 kuni 4 tugevasti summutatud, s. o. väheneva amplituudiga võnkumist. Algul arvas Arago selle nähtuse põhjuseks asjaolu, et vaskplaat sisaldas rauda, kuid vastav uurimus näitas, et see pole õige. Uurimuse tulemuseks oli, et nähtusele pidi leitama teine seletus. Lähtudes asjaolust, et paigalseisev vaskplaat paneb magnetnõela seisma, järeldas Arago, et ka liikuv vaskplaat peaks paigalseisva magnetnõela liikuma panema. Selle tõestuseks korraldas ta vastava katse. Ta asetaskompassinõela alla vaskketta, mille pani kiiresti pöörlema. Selle tulemuseks oli, et kompassinõel püüdis vaskkettaga kaasa liikuda, ja seda ka siis, kui ta asetask vaskketta ja magnetnõela vahele klaasplaadi või papi, millega võimatuks muutus igasugune õhutsirkulatsioon. Arago ei tunnustanud ühtegi selle nähtuse seletamiseks püstitatud oletust, koguni kuulsa prantsuse matemaatiku C. D. P o i s s o n'i teooriat mitte, ega julgenud ka ise esineda sellega. Samal ajal näitasid teiste inglise teadusemeeste mõõtmised magnetnõela võnkumisi takistava mõju kohta, et see oleneb plaatide materjalist, kusjuures nad leidsid, et seda mõju avaldavad suurimal määral vask ja hõbe, mis ongi parimad elektrijuhid. Neile järgnevad kuld ja tsink, kuna seatina ja vismuti puhul see mõju oli palju nõrgem. Järgneval aastal teatasid samad teadusemehed ümberpöör-

dud Arago katsest. Nad paigutasid magnetnõela teravikule asetatud vaskketta alla ja panid siis magnetnõela teravikul pöörlema. Selle mõjul hakkas ka vaskketas kiiresti pöörlema. Need ja teised siin ruumipuudusel kirjeldamata jäetud katsed lasksid oletada, et nähtusel pidi olema mingi seos metallketta elektrijuhtivusega.

Faraday tundis kõike Arago katsesse puutuvat kirjandust. Arvatavasti oligi see ta 1824. ja 1825. aastal ettevõtetud tulemusteta uurimuste põhjuseks. Aprillis 1828 katsetas ta neljandat korda, lootes avastada elektri tekkimist magneti abil, kuid ka siis ei saavutanud ta paremaid tulemusi.

Alles suvel 1831 õnnestus tal see. Ta keris pehmest rauast valmistatud rõngale kahte kohta isoleeritud vasktraadist mähised, kusjuures ta ühe mähise ühendas elektrivoolu allikaga (volta sambaga), teise galvanomeetriga. Igakord kui ta esimeses ahelas ühendas või katkestas elektrivoolu, pani ta tähele galvanomeetrinõela kõrvalekaldumist. Siin moodustus esimene mähis elektromagneti ja seda läbiva elektrivoolu ühendamisel, ja katkestamisel muutus magnetvoog raudrõngas, mis põhjustaski elektrivoolu tekkimise teises mähises. Sellekohaste katsete kirjeldused ja katsete tulemused kirjutas ta oma laboratooriumimärkmikku pealkirjaga „Katsed elektri tekkimise kohta magnetismi abil“, millest nähtub, et kogu selle küsimuse kallal ta töötas kümme päeva. Seda uut nähtust tekitada elektrivoolu magnetismi abil nimetas Faraday (*Experimental Researches in Electricity* § 1) induktioo-

niks, võttes selle nimetuse paigalseisvate elektrilaengute õpetusest (elektrostaatikast), kus sellega tähendati analoogilist nähtust, nimelt elektrilaengu tekitamist teise elektrilaengu abil (elektriinfluent).



Faraday enese joonistatud isoleeritud traadist mähi-
sega kaetud raudrõnga joo-
nis, millega tal õnnestus
esimest korda tekitada in-
duktsioonvoolu.

24. september oli kolmas katsetamispäev. Nüüd paigutas ta raudsüdamikule solenoidisse, mille otsad ta ühendas kaugel oleva galvanomeetriga. Raudsüdamikule ühes solenoidiga asetas ta kahe magnetvarva isanimeliste pooluste vahele, magnetvarva teised poolused aga olid kokkupuutes. Igakord näitas galvanomeeter voolutõuget, kui ta seda kokkupuudet ehk kontakti lahutas või ühendas.

Puhtelektro-induktsiooni (volta-induktsioon), s. o. elektrivoolu tekitamine teise elektrivoolu abil ilma raua kaasabit, õnnestus tal avastada neljandal katsetamispäeval, 1. okt. Selle kohta kirjutab ta ise *Katselistes uurimustes* järgmist:

„§ 36. Koostasın patarei kümnest elemen-

dist, igaüks kümnest paarist plaatidest suurusega neli ruuttolli, ja heast väävel- ja salpeeterhappe segust ning tegin siis järgmised katsed:

§ 37. Üks mähistest (solenoid ehk *helix* vasktraadist, 203 jalga pikk) ühendati voolunäitaja *helix*'iga (galvanomeetriga) ja teine mähis sama pikast traadist ja samal puusüdamikul patarei poolustega, pärast seda kui oli kindlaks tehtud, et mähiste vahel polnud mingit metalset kontakti; voolunäitaja *helix*'i magnetnõel näitas elektrivoolu, kuid niivõrd nõrka, et see oli vaevalt märgatav.

§ 38. Voolunäitaja *helix*'i asemel me tarvitasime oma galvanomeetrit. Seejuures oli näha alati järsk voolutõuge, kui patarei voolu ühendati või katkestati; aga see tõuge oli nõrk, vaevalt märgatav.

Seepärast on olemas indutseeriv mõju ka ilma rauata, kuigi see on nõrk...“

Viies päev, millal ta katsetas, oli 17. oktoober. Tööprotokollis kirjeldab ta elektrivoolu tekkimist terasmagneti lähendamisel traadile.

28. okt., üheksandal tööpäeval, pani ta vaskketta pöörlema suure hobuserauakujulise magneti pooluste vahele, kusjuures olid pöörlemistelg ja ketta serv ühendatud galvanomeetriga. Galvanomeetrinõel liikus, kui ketas pöörles. 4. novembril uuesti katsetades, avastas ta, et samasugune nähtus esineb ka siis, kui magneti-pooluste vahel liigub vasktraat. Töös. kus ta oma katsed kirjeldab, räägib ta magnetiliste kõverate lõikamisest metalli poolt ja märkuses kirjeldise juures ütleb ta: „Magnetilisteks kõveraiks nime-

tan ma magnetiliste tungide joont, mida võib kujutada rauapuru abil.“

Siin puudutab ta magnetilisi tungjooni, mis neis ja mitmeis hilisemais Faraday uurimustes etendavad tähtsat osa. Siiski pole Faraday esimene, kes neid tähele pani. Magneti tungjooned olid tuntud juba 200 aastat enne Faraday'd, aga Faraday oli esimene, kes nende tähtsusest aru sai ja neile suuremat tähelepanu pühendas.

Faraday ei lakanud katsetamast magneti tungjoontega oma elu lõpuni, sest ta oli veendunud nende tähtsuses.

Kogu induktsioonvoolu avastamine ja uurimine kestis kümme päeva, mille järel ta koostas sellest kirjaliku aruande. Viimane moodustab *Katseliste uurimuste* esimese seeria. Aruanne kanti ette Royal Society's 24. nov. 1831 ja ilmus trükist jaanuaris 1832, milline hilistumine tekitas hiljem arusaamatusi. Pärast aruande koostamist sõitis Faraday puhkusele Brighton, kus ta kirjutas 29. nov. R. Phillips'ile järgmise kirja:

„Seekord tohin ma küll Teile kirjutada, olles vaba tundest, nagu võiksin ajapuudusel ainult lühidalt kirjutada. Olen seepärast võtnud täna eriti suure poogna paberit, mida kavatsen täita uudistega. Kuid mis puutub neisse uudistesse, mida kavatsen kirjutada, siis puudutavad need vaid mind, sest mul on väheseid, kellega läbi käin, tõmbun ikka enam ja enam seltskonnast tagasi.

Kuidas käib Teie käsi? Olete rahul? Ja kuidas läheb mrs. Phillips'il ja tütarlapsel? Kuigi olen halb korrespondent, siiski võlgnete

Teie mulle ühe kirja. Järgneva poole tunni kes-
tes kasvab see võlg kahekordseks. Palun kirju-
tage meile ja teatage, kuidas elate. Mrs. Faraday
soovib, et ma mitte ei unustaks edasi anda selles
kirjas südamlikke tervitusi Teile ja mrs. Phil-
lips'ile.

Homme on andreasepäev, ent meie jääme siia
kuni neljapäevani. Oleme puhkusel siin. Ma
olen töötanud ja kirjutasin aruandeid, ning see
mõjub ikka minu tervisse halvasti. Kuid nüüd
tunnen end jälle hästi ja tahan oma tööd jätkata.
Siin teatan Teile, mida see käsitleb. Pealkiri
kõlab nii: *Experimental Researches in Electri-
city (Katselised uurimused elektri üle)*.

§ 1. Elektrivoolude induksioonist.

§ 2. Elektri tekitamisest magnetismi abil.

§ 3. Ühest uuest aine elektrilisest olekust.

§ 4. Arago' magnetilisest fenomenist.

See on kõik Teie jaoks ja mis veel on: loo-
dan, et Teie selles ei pettu. Lühikese sisu tahan
Teile siin edasi anda, lähemalt leiate kirjutisest,
kui see on trükitud.

§ 1. Kui asetada kaks traati rööbiti teine-
teisega ja ühte neist juhtida elektrivoolu, siis
põhjustab see ka teises samasuunalise elektri-
voolu, kuid see indutseeritud voolu kestus on
vaid üks hetk, kuigi indutseeriv vool (volta pata-
reist) edasi kestab ning kõik muutumatuks jääb.
Kui vool katkestada, siis läbib traati induksiooni
tõttu umbes sama tugevusega vool, kuid vastu-
suunaline võrreldes esimese vooluga. Elekter
voolu kujul avaldab seega indutseerivat toimet
nagu tavaline elekter, kuid allub erilistele seadus-

tele: samasuunaline vool, kui induktsioon algab, vastusuunaline, kui induktsioon lõpeb, ja eriline olek vahepeal. Tõenäoselt teeb tavaline elekter samuti; kuid seni pole korda läinud eraldada sädeme ehk lahenduse algust ja lõppu teineteisest, — nii juhtuvad kõik toimed korruga ja neutraliseerivad üksteist.

§ 2. Ka leidsin, et magnetid indutseerivad samuti nagu volta vool: kui lähendada magnetile pool, siis tekitatakse seega poolis elektrivool, mis galvanomeetris võib anda hälvet. See tähendab elektri tekitamist magnetismi abil. See vool ei ole kestev, ta lakkab hetkel, mil lakkab magneti lähendamine. Magneti eemaldamisel aga tekib vastusuunaline vool võrreldes eelmise vooluga.

Neid kahte liiki induktsioone ma eristan teineteisest nimetustega volta-elektriline ja magneto-elektriline induktsioon. Nende sarnasus tegevuses ja toimes on, nagu ma usun, üheks suureks M. Ampère'i magnetismiteooria tõenduseks.

§ 3. Uus elektriline olek, mis leiab aset induktsiooni puhul indutseeriva voolu alguse ja lõpu vahel, võimaldab teha väga tähelepanuväärseid järeldusi. Sellest selgub, miks keemilist toimet ja teisi elektrinähtusi ei ole keegi tähele pannud katsete puhul magnetiga, sest tegelikult on nii tekkinud elektrivoolude kestus väga lühike. Usun, et sellega võib seletada ka elementide üleminekut volta samba pooluste vahel nende lagunemisel. Siiski olen lükanud selle osa uurimustest tulevikku, kuni on lõpetatud käesolevad katsed. Mõnes selle tegevuses sarnaneb ta von Ritter'i sekundaarsambaga ja ka de la Rive'i ning

van Beck'i pooluste eriliste omadustega. See pärast ma ei imestu, kui kõik sõltub sellest olekust. Pealegi olen seda materia olekut nimetanud elektrotooniliseks olekuks (*electrotonic*). Mis arvate sellest? Kas ei ole mul julgust oma vähestest teadmetest hoolimata. Olen ka õpetatud meestelt nõu küsinud. Uus olek võimaldab mul seletada kõiki Arago pöörleva magneti ja vaskketta fenomene, ja, usun, lõplikult (täielikult). Kuid et mu arvamused erinevad Arago, Babbage'i, Herschel'i jt. omist, siis olen oma arvamuse esitanud suure tagasihoidlikkusega.

Ma kardan tõesti Teile ütelda, mis see on. Teie mõtlete, et ma „tahan Teid sisse vedada“ või Te võiksite kaastundest mõelda, et ma eksin. Tõeliselt ei pruugi Teil kumbagi teha, vaid naerge südamest nagu minagi, kui leidsin, et see ei ole tõmbumine ega tõukumine, vaid uus minu poolt varem leiutatud rotatsioon ehk pöörlemine uuel kujul. Ma ei jõua loendada kõiki tegevuseavaldusi, mis on väga kummalised, kuid võimalikud ainult elektrotoonilise oleku tõttu, mis tekib ja jälle kaob plaadi pöörlemise pooluse all. Magneto-elektrilise induktsiooni tõttu tekivad elektrivoolud raadiuse suunas, mis lihtsail põhjusil kestavad nii kaua, kuni kestab liikumine, kuid lakkavad liikumise lõpetamisega. Seega on ime seletatud, miks omab magnet võimu metalli üle, seni kui ta liigub, ent mitte siis, kui ta püsib paigal. Nii võib seletada Arago poolt tähelepandud nähtust; ka pole õiged Babbage'i ja Herscheli vastuväited, et see tung on tõukav, sest tegelikult on see tangentsiaalne tung (puu-

tuja suunas). Mul on heameel, et sellel katsel ei ole midagi karta matemaatika poolt, seevastu just kutsutud on sellega leiutiste poolest võistlema.“

Nagu eelmisest kirjast nähtub, oli Faraday'l nüüd selge, miks ebaõnnestusid ta varemad katsed: induksioonvoolu tekitamiseks on tarvilik juhtme (traadi) ja magneti või elektrivoolu suhteline liikumine. Nüüdisajal defineeritakse seda tingimust sageli nii: Juhtme kontuuris tekib induksioonvool, kui muutub teda läbiv magnetilise induksiooni voog, teiste sõnadega, kui juhe lõikab magneti tungjooni.

Induksioonvoolu suuna kirjeldamisel on sattunud samasse kirja viga, kui ta ütleb, et elektrivoolu ühendamisel ühes traadis tekib teises samasuunaline vool; õige on, nagu me teame, vastusuunaline vool. See viga on nähtavasti sinna sattunud kogemata, sest üldiselt ei eksi Faraday induksioonvoolu suuna suhtes oma uurimustes, olles ikka eeskujulikult täpne.

Et eristada induksioonvoolu tekitamise juhtusid teineteisest, tegi ta ettepaneku nimetada induksioonvoolu tekitamist magneti abil **m a g n e t o - i n d u k t s i o o n i k s** ja sama elektrivoolu abil **v o l t a - i n d u k t s i o o n i k s**, milliseid nimetusi tarvitatakse osalt veel praegugi.

Elektromagnetilise induksiooni leiutamist tuleb pidada tähtsaimaks Faraday saavutiseks. Eriti tuleb seda hinnata, kui arvestada, et **d ü n a m o m a s i n a** leiutamine sai võimalikuks just tänu sellele Faraday leiutisele, sest dünamomasin pole midagi muud kui elektromagnetilise indukt-

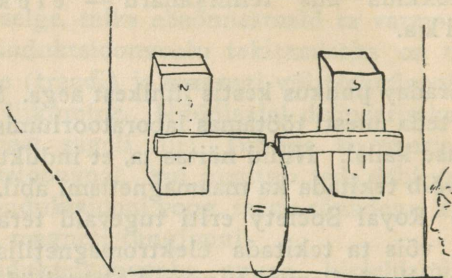
siooni rakendamine elektrivoolu tekitamiseks. Omalt poolt niisuguse odava elektrienergia-
allika tarvitusele võtmine võimaldas elektriener-
gia rakendamise tegelikus elus ja tehnikas. Nii
võis tekkida uus tehnikaharu — elektro-
tehnika.

Faraday puhkus kestis lühikest aega. 5. dets.
näeme teda uuesti töötamas laboratooriumis sama
küsimuse kallal. Nüüd näitas ta, et induksioon-
voolu võib tekitada ka maamagnetismi abil. Tar-
vitades Royal Society eriti tugevaid terasmag-
neteid, võis ta tekitada elektromagnetilisel in-
duktsioonil võrdlemisi tugevaid elektrisädemeid.
Samuti õnnestus tal näidata induksioonvoolu
füsioloogilist mõju.

Faraday nüüd järgnevate katseliste uuri-
muste esimese seeria neljanda paragrahvi moo-
dustavad mitmesuguste tema leiutatud magneto-
elektriliste masinate kirjeldused.

Olles leiutanud, et elektrivoolu võib teki-
tada magneti abil, katsus ta konstrueerida uut
„elektriseerimismasinat“ Arago eksperimendi
alusel. Seda masinat, mida ta ise nimetab küll
elektriseerimismasinaks, millise nimetuse all tun-
takse praegusel ajal hõõrumiselektri- ja influents-
elektrimasinaid, võib pidada dünamomasina eel-
käijaks. Ehituselt oli see väga lihtis. Vask-
ketas, läbimõõduga 12 tolli (vt. joon.lk.70) ja umb.
 $\frac{1}{5}$ tolli paks, kinnitati messingist teljele, nii et
selle abil oli võimalik panna ketast pöörlema.
Ketta äär oli seejuures kahe suure magneti poo-
luste vahel, mis asetsesid teineteisest umbes

$\frac{1}{2}$ tolli kaugusel. Ketta äär ja messingist telg olid hästi amalgaamitud (elavhõbedaga kaetud), et saavutada tõhusat kontakti. Üks galvanomeetriga ühenduses olev traat ühendati pöörlemis-



Faraday leiutatud magneto-elektrilise masina skemaatiline joonis. Joonise on valmistanud Faraday ise.

teljega, kuna teine traat, mille ots oli varustatud metallist ribadega, hoiti käega vastu pöörlevat ketta äärt, millega moodustati nende vahel liikuv kontakt. Ketta pöörlemisel kaldus galvanomeetri magnetnõel kõrvale, ketta pöörlemis-suunda muutes muutus ka magnetnõela kõrvalekaldumise suund. Samasugust mõju saavutas ta ka, kui tarvitas permanentsete ehk terasmagnetite asemel elektromagneteid, samuti vasktraadist spiraale ilma raudsüdamikuta. Peale kirjeldatud masina ehitas Faraday veel rea teisekujulisi magneto-elektrilisi masinaid, kuid ruumipuudusel pole võimalik nende kirjeldisi tuua siinkohal. Praktilist tähtsust ükski neist masinaist ei omanud, sest neis tekitatud elektrivool oli nõrk.

Ka teised tolle aja füüsikud katsusid ehitada

elektrimasinaid, uut elektriallikat, elektromagnetilise induktsiooni printsiibil. Näit. konstrueeris Pixii Pariisis aastal 1832, nii siis kohe pärast Faraday leiutamist, magneto-elektrilise masina. Pixii masin koosnes suurest hobuserauakujulisest magnetist, mida võidi pöörlema panna vastava vända ringiajamisel ümber pooluste läbi mineva telje. Magneti kohale oli kinnitatud raudsüdamikuga varustatud kaheharuline messingtraadist pool. Magneti pöörlemisel liikusid magnetipoolused pooli otste lähedalt läbi, mistõttu viimastes tekkis induktsioonvool. Et seejuures tekkinud vool on vahelduvvool, siis ta suund muutub magnetipooluse liikumisel pooli ees.

Et välises vooluahelas voolu suund ei muutuks, seks tarvitas Pixii pöörlemisteljele kinnitatud kommutaatorit, s. o. erilist seadist, mis muudab voolu suuna välisahelas, kui muutub masinas tekitatud voolu suund, mistõttu ei muutu välisahelas üldse voolu suund. Kuid ka Pixii masinal oli suuri puudusi juba sellepärast, et ta andis nõrka, väga tugevasti pulseerivat voolu. Järgmise edusammuna võib märkida Wilde' masinat, kus permanentsete magnetite asemel olid tarvitusele võetud elektromagnetid.

Aga enne kui elektromagnetilise induktsiooni põhimõttel ehitatud elektrivooluallikas igapidi tarvitamiseks kõlvuliseks muutus, tuli teha ta juures veel rida suuri parandusi ja täiendusi. Suure edusammu tegi Werner von Siemens, kes leiutas elektrodünaamilise printsiibi, samuti mainimisväärt muudatusi ja parandusi

tegid Luigi Pacinotti, Zénobe Gramme jt. Nii kujunes sellest Faraday leiutise rakendamisest moodne d ü n a m o m a s i n .

Elektromagnetilise induksiooni uurimine viis Faraday mõttele, mis seotud küsimusega, kuidas levib induksiooni mõju ruumis, kusjuures ta selle nähtuse seletamiseks võttis abiks erilise nn. „elektrotoonilise oleku“ hüpoteesi.

Faraday kui katseliselt töötaja pidi olema ka teoreetik ning filosoof, et saavutada tarvilikku otsimisperspektiivi ja kõike ühendavat süsteemi. Teda ajas taga ikka mingi suur idee ja mitte tegelikud ametikohustused või tasuhoovi.

Kuigi induksioonvoolu tõuked traadis teki-
vad ainult momendil, millal muutub lähedal oleva elektrivoolu tugevus või eemaldub või läheneb magnetipoolus, oletas Faraday, et ka vaheaegadel, s. o. siis, kui lähedal oleva voolu tugevus ei muutu või lähedal olev magnetipoolus seisab paigal, on traat või üldse elektrijuht erilises pingeolekus, mida ta nimetas elektrotooniliseks olekuks. Seda elektrotoonilist olekut püüdis ta ka katseliselt määrata, ent tulemusteta. Kuid see ei takistanud teda seda küsimust kujutluses edasi arendamast. Ta arvas, et indutseeriva voolu mõjul on lähedal olevad juhid, samuti ka kogu ümbrus erilises pingeolekus, mis osalt lahendub induksioonvoolu tekkimisega. See pingeolek pole omane ainult elektrijuhtidele, vaid ka mittejuhtidele; esimestes tekib ainult selle oleku sekundaarse nähtusena induksioonvool.

Faraday oletas ka, et elektrotoonilise oleku tekkimine voolujuhtme lähedal avaldab vastumõju, reaktsiooni, seda olekut tekitavasse voolu, kuid asjata katsus ta seda vastumõju katseliselt näidata. Samuti uuris ta induksiooni mõju voolu läbivasse traadisse endasse voolu järsul katkestamisel, induksioonvoolu, mis pidi tekkima „oletatava elektrotoonilise oleku lahenduse tagajärjena“, kuid vastavad katsed ei andnud loodetavaid tulemusi. Nüüd tuntakse seda vastumõju endainduktsiooni nimetuse all. Nagu allpool näeme, õnnestus ka Faraday'l hiljem endainduktsiooni katseline näitamine. Sellest oletatavast elektrotoonilisest olekust kirjutab Faraday ise järgmist:

„Kui traadisse mõjub volta-elektriline või magneto-elektriline induksioon, siis näib, nagu oleks ta erilises olekus. Ta takistab elektrivoolu tekkimist, mida tavalistel tingimustel pole märgata. Ning kui see mõju lakkab, siis tekitab tas üks jõud elektrivoolu, jõud, mida tavalisest traadis pole. See mateeria elektriline olek on veel tundmata, kuid tõenäoselt etendab see tähtsat osa mitmesuguste nähtuste juures. Põhjustel, mis kohe silma torkavad, julgen nimetada seda olekut elektrotooniliseks olekuks, millise nimetuse üle mul oli nõupidamisi mitmete õpetlastega.

Selle oleku põhjuseks on induksioon ning see lakkab kohe, kui kõrvaldada indutseeriv jõud. Kõikidel juhtudel, kui lähendatakse või eemaldatakse magnetist spiraal või traadid, läbib viimaseid samasuunaline või vastusuunaline indut-

seeritud elektrivool samal hetkel, millal toimus see lähendamine või eemaldamine. Sest elektrotooniline olek muutub sel hetkel ja selle muutusega käib kaasas elektri tekkimine.

Näib, et see eriline olek on pingeolek ja teda võib samastada elektrivooluga või vähemalt selle elektrivooluga, mis tekib, kui see olek indutseeritakse või katkestatakse.“

Nüüdisaja lugejale jääb mõndagi tumedaks, mida tahtis ütelda Faraday selle „elektrotoonilise oleku“ mõiste sissetoomisega füüsikasse. Alles kui arvestame seda, et tol ajal seletati magnetite, samuti ka elektrilaengute tõmbe- või tõuketunge kaugmõju (*actio in distans*) printsiibil, muutub palju sellest Faraday kirjutisest arusaadavaks ja selgeks. Kaugmõju printsiip oletab, et tungi, näit. raskustungi mõju toimib läbi ruumi otsest, ilma et seks oleks tarvis vahepealset tungi edasikandjat ehk vahemit.

Ch. A. Coulomb näitas esimesena katse teel, et samaselt raskustungiga magnetilised ja elektrilised tungid muutuvad kauguse ruuduga (Coulomb'i seadus). Kasustades seda tõestust, ehitasid prantsuse kuulsad matemaatikud P. S. Laplace ja S. D. Poisson sellele oma matemaatilised teooriad, kuid jätsid seejuures arvestamata vahepealse keskkonna. Kõik need teooriad ei võtnud arvesse, et ka vahepealne keskkond võib siin mõju avaldada.

Faraday'le oli kaugmõju idee täiesti võõras ja juba vaistlikult tundis ta, et vahepealset keskkonda ei või jätta arvestamata. Ta oletas, et kõik need tõmbe- ja tõukemõjud tulevad seega

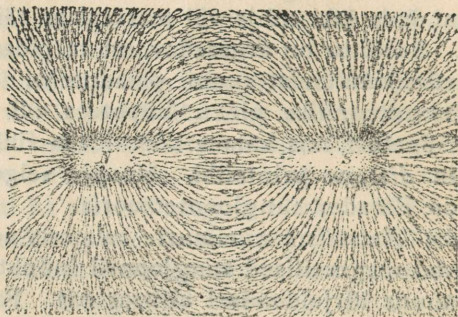
esile, et midagi muutub tungi edasiandjas vahemis.

Faraday teadis ka, et magnetipooluse ümber olevas ruumis on magnetilised kõverad, mis küll nähtamatud, kuid mille olelut võib tõestada. Samuti ta teadis, et voolu induksioonimõju võib kanduda läbi tühja või mateeriaga täidetud ruumi. Seetõttu on arusaadav, et ta pidas selle mõju edasikandumist ruumi omaduseks.

Elektrotoonilise oleku hüpotees oli seega esimesi õpetusi, mis katsus kõrvaldada füüsikast *actio in distans* printsiibi. Hoopis selgekujulisem on Faraday tungjoonteteooria.

Juba *Katseliste uurimuste* esimesis seeriais etendavad magnetilised tungjooned induksioonvoolu suuna kirjeldamisel tähtsat osa. Faraday mõistab seejuures magnetiliste tungjoonte all „tuntud kõveraid, mida kujutab rauapuru magnetipooluse lähedal, või kõveraid, mille puutujat kujutab väike magnetnõel“. Teises mainitud seerias, kus Faraday käsitleb peamiselt induksioonvoolu tekitamist maamagnetismi abil, kirjutab ta, et magneto-elektriline, samuti ka volta-elektriline induksioon tekib tungjoonte lõikumisel. Iga traat, mida läbib elektrivool, on „igalt poolt ümbritsetud magnetiliste kõveratega, mis nõrgenevad kaugusega traadist, ja neid võib võrrelda ringjoontega, mis asetsevad traadiga risti olevais tasapindades. Iga teine traat, mis liigub paralleelselt esimese suhtes, lõikab tungjooni, mille suunda võib määrata „noaregli“ järgi“. Noareglik nimetab Faraday seadust, mille ta püstitas induksioonvoolu suuna määramiseks:

kui katkestada või ühendada primaarne vool esimeses traadis, siis „liiguvad magnetilised kõverad — olgu see väljend lubatud — risti teise traadiga“, selle tagajärjel tekibki teises traadis induksioonvool.



Magneti tungjooned, magnetvarva ümber rauapuru abil nähtavaks tehtud. N — magneti põhja, S — lõunapoolus.

Kas Faraday kujutles magneti tungjooni kinnitatuina magneti külge, on raske ütelda; võimalik, et tal endal polnud selgust selles küsimuses. Esimeses uurimuses elektromagnetilisest induksioonist väljendab ta arvamust, et silindrilise magneti pöörlemisel ei pöörle tungiväli kaasa (nimetust magnetiline väli tarvitab ta esimest korda pärastpoole). Kakskümmend aastat hiljem kinnitab ta sama arvamust sõnadega:

„Magnetit ümbritsev tungiväli ei tarvitse tingimata magnetiga kaasa pöörelda, samuti nagu pole põhjust oletada, et Päikeselt tulnud kiired pöörlevad ühes Päikesega.“

Kui Faraday jätkas oma magneti tungjooni käsitlevaid uurimusi detsembris 1832, siis pööras ta tähelepanu sellele, kas on küllaldane induktsoonvoolu tekitamiseks, kui liikuv traat lõikab võrdse magnetilise jõu kõveraid. Katse andis jaatavaid tulemusi.

Mõiste „nähtamatute magnetitungjoonte lõikamine“ oli kaua komistuskiviks matemaatikuile, sest esialgu näis, et paljudel juhtumel on võimatu määrata neid arvuliselt. Samuti polnud olemas ka mingit kokkulepet, kuidas määrata arvuliselt magneti tungjooni, mida traat lõikab. Faraday, kes tõi füüsikasse magneti tungjoonte lõikamise mõiste, andis hiljem (1851. a.) ise sellele suurema täpsuse.

Ta avastas, et induktsoonvoolu tugevus on võrdeline traadi kiirusega, mis liigub ühtlase kiirusega ühtlases magnetiväljas. Seega induktsoonvool on võrdeline läbilõigatud „magnetiliste kõverate“ arvuga.

Samal aastal (1831), kui ta tegi oma tähtsama leiutise, oli ta tegevuses ka muul alal. Nagu nähtub kirjast Phillips'ile, tegi ta samal aastal rea keemilisi analüüse. Samuti kirjutas ta paar teaduslikku uurimust teistelt aladelt, muu seas „*On Vibrating Surfaces*“ (Vibreerivaist pindadest) jm.

1832. a. algul tehtud uurimused käsitavad induktsoonvoolu tekitamist maamagnetismi abil.

Neist katseist ja uurimustest kirjutab eriti huvitavalt Faraday järglane Royal Institution'is

I. Tyndall, mispärast toome siinkohal väljavõtte Tyndalli kirjutisest.

„Ta asetab raudvarva traatspiraalsesse ja seega, et ta pööras raudvarva magnetilise inklinatsiooni (kalde) suunda, tekitab ta elektrivoolu spiraalis. Kui ta raudvarva ümber pööras, läbis traati vastusuunaline vool. Sama mõju esines, kui ta paigutas spiraali inklinatsiooni suunda ja selle järel asetab sinna raudvarva. Siin mõjus maamagnetism traadisse, kusjuures raud seda mõju suurendas. Siis pani ta vaskplaadi horisontaalses tasapinnas pöörlema. Ta teadis, et maamagnetilised tungjooned moodustasid seejuures plaadiga 70° nurga. Kui plaat pööreldes lõi magnetilisi tungjooni, siis tekkis induktsioonvool, mille toime galvanomeetrisele tuli nüüd nähtavale. Kui aga plaadi tasapind ühtus magnetilise meridiaaniga või mõne teise tasapinnaga, mis vastas magnetilisele inklinatsioonile, siis plaadi pöörlemine ei avaldanud mingit mõju galvanomeetrisele.

Sir John Herschel'i virgutusel katsetas mr. Barlow Woolwich'is pöörleva, õõnsa raudkuuliga. Samuti korraldas mr. Christie rea katseid pöörleva raudkettaga. Mõlemad avastasid, et pöörlev keha avaldab isesugust mõju magnetnõelasse, seda teataval määral kõrvale käänates, mida polnud märgata ketta paigal olles. Kuid kumbki ei teadnud, mis just põhjustas seda kõrvalekaldumist. Nad pidasid selle põhjuseks magnetismi muutust õõnsas raudkuulis ja kettas.

Faraday nägi kohe, et selle nähtuse õigeks põhjuseks oli induktsioonvool. Õõnsa messing-

kuuliga saavutas ta samu tulemusi, mida saavutas mr. Barlow raudkuuliga. Raud polnud siin tähtis, ainsaks tingimuseks oli pöörleva keha elektrijuhtivus. Mida suurem oli elektrijuhtivus, seda tugevam vool tekkis. Nüüd läheb ta üle Maakerale. Nagu võlur käsitseb ta maamagnetismi. Ta näeb nähtamatuid jooni, mille sihis mõjub magnetiline tung, ja kui ta neid jooni lõikab, siis võlub ta esile uued jõud.

Ta küsib endalt, kas ei tekita pöörlev Maa indutseeritud voolu seega, et pöörleb oma telje ümber läänest itta. Ta katses keerlevate magnetitega jäi galvanomeetrisse viiv traat paigale.

Võta näitena telegraafitraat, mille kummaski otsas olevad plaadid on paigutatud maasse, oletades seejuures, et traat asetseb magnetilisel meridiaanil. Maapind traadi all, samuti nagu traat, võtab osa Maa pöörlemisest. Kui tekitada traadis elektrivool lõunast põhja, siis peab tekkima Maas traadi all sama tugev vool põhjast lõunasse. Need mõlemad voolud ühinevad ühes ja samas otsplaadis ja vastastikku neutraliseeruvad.

See järeldus näib paratamatuna, kuid Faraday terav mõistus nägi ette ka, et see oletus võib paika mitte pidada. Ta nägi, et vähemalt on võimalik, et maapinna ja traadi mitmesugune elektrijuhtivus annab ühele neist üleoleku võrreldes teisega, mistõttu võib tekkida mingi oletatav diferentsiaalvool. Ta sidus mitmesugusest materjalist traadid kokku ja laskis neil mõjuda üksteisesse, kuid see kokkusidumine ei andnud tulemusi. Ühe juhtme parema juhtivuse neutra-

liseeris teise juhtme halvem juhtivus. Kuigi katse andis kindlat vastust, kuid et vabastada seda kõigest, mis võiks põhjust anda kahtluseks, siis võttis ta katse aluseks Maa. Kensington Palace'i lähedal tõmbas ta põhjast lõunasse 480 jala pikkuse vasktraadi üle tiigi, kusjuures ta plaadid, mis olid joodetud traadi otstesse, paigutas nii, et need puudutasid veepinda. Vasktraat oli keskelt katki lõigatud; need otsad olid ühendatud galvanomeetri kaudu. Mingisugust mõju polnud märgata. Kui nüüd paigalseisev vesi mingit mõju ei avaldanud, siis pidi seda olema voolaval veel. Seepärast töötas ta 3 päeva Waterloo-silla juures vee tõusu ja mõõna ajal, kuid samuti tulemusteta. Siiski ütleb ta: „teoreetiliselt näib, et seal, kus voolab vesi, peavad tekkima elektrivoolud. Kui kujutada joon vees Dover'ist Calais'ni ja tagasi vee all Calais'st Dover'ini, siis moodustub ring juhtivast materjalist, ja kui vesi voolab, siis lõikab osa sellest magnetilisi kõveraid, sel ajal kui teine osa sellest on suhteliselt paigal.“

Elektromagnetilise induktsiooni avastamisega lisandus varem tuntud elektriallikaile uus elektritekitaja ehk elektriallikas. Kuna tol ajal polnud küllalt selge, kas mitmesuguseist elektriallikaist saadud elektri loomus on üks ja sama, siis võttis Faraday ette augustis 1832 rea uurimusi (*Experimental Researches in Electricity*, kolmas seeria), et tuua sellessegi küsimusse täielikku selgust. Arvatavasti mõtles ta seejuures neile raskustele, mis tekkisid Galvani ja

Volta leiutistega, kus isegi kaheldi, kas galvaani elementidest saadud elekter on samane hõõrumisel tekkinud elektriga, mis põhjusel nimetatigi esimest galvanismiks, et eristada seda hõõrumiselektrist, milline nimetus aina arusaamatusi on tekitanud. Ta algas seda uurimust katsega, mis näitas, et tavalise hõõrumiselektri masinast saadud elektrilaengu mõjul kaldub galvanomeetri magnetinõel kõrvale. Seejuures tarvitas ta hõõrumiselektri masinat, mille klaasketta läbimõõt oli 50 tolli, ja patareid 15 Leideni purgist. Selle patarei laadis ta elektriseerimismasina abil ja tühjendas siis selle, nii et elektrilaeng tühjenemisel läks läbi galvanomeetri. Kuid tulemusena võis ta märkida, et ka nii saadud elektrilaengu mõjul kaldub galvanomeetri magnetnõel kõrvale. Selle järel uuris ta sama masina abil saadud elektrivoolu keemilist toimet. Ta paigutas kaks hõbetaati vasevitrioolilahusesse ja juhtis siis sellest läbi elektrit, mis andis hõõrumiselektrimasin ta ketta 100—200-kordsel pöörmisel, Selle tulemuseks oli, et üks traatidest kattus vasega. Samuti lahutas ta hõõrumiselektri masina abil tekitatud elektrivooluga vett jm.

Kõiki neid katseid kordas ta elektromagnetilise induktsiooni ja teisel teel tekitatud elektrivooluga, millised kordamised andsid samu tulemusi. Seega jõudis juba Faraday tulemusele, et elekter, olgu ta allikas missugune tahes, on oma loomuselt ikka üks ja sama. Sellele vaatamata et Faraday selle küsimuse lõplikult lahendas, jäid kahjuks tarvitusele, eriti arstide juures, mitmesugustest alli-

kaist saadud elektrile isenimetused, nagu faradisatsioon, franklinisatsioon, galvanism jne.

Järgmisis seeriais, nimelt neljandast kuni kaheksandani, kuueteistkümnendas ja kaheksateistkümnendas, käsitleb ta elektrokeemilisi nähtusi.

Vanemad tähelepanekud elektri keemilisest toimest on seotud elektriseerimismasina ja Leideni purgi elektrilahendustega. Kuid nende tähelepanekute tulemused olid liiga ebamäärased, mistõttu nad olid vähese tähtsusega hilisemate uurimuste tarvis. Olgu mainitud, et aastal 1789 teatasid kaks hollandi uurijat, et vesi lahutub tugeva elektrilahenduse puhul põlevaks õhuks (vesinikuks) ja eluõhuks (hapnikuks). Veel varem oli Beccaria tähele pannud tsingi tekkimist, kui elektrisäde üle läheb ühelt tsinklubja (tsinkoksüüdi) tükikeselt teisele.

XIX sajandi algul mitmed füüsikud näitasid, et soolalahused lagunevad elektrivoolu toimel, kusjuures metallid sadestuvad negatiivsele poolusele, nagu vesinik vee lahutamisel.

Esimene katse veelahutamise nähtust seletada on pärit Th. Grothuss'elt. Grothuss'e teooria aluseks oli oletus, et veemolekul omab magneti sarnaselt polaarsuse, s. o. positiivselt ja negatiivselt laetud poolused, kusjuures vesinik omab positiivse laengu, hapnik negatiivse. Kui juhtida elektrivool läbi vee, siis korralduvad veemolekulid, võttes kindla suuna. Positiivsele plaadile jõudnud veemolekul laguneb, kusjuures hapnik saab vabaks, vesinik aga ühineb lähedal

oleva veemolekuli hapnikuga, selle molekuli vesinik järgmise veemolekuli hapnikuga jne. Grotthuss oletas seega, et veemolekulide lagunemine toimub läbi terve vedeliku, lõppmolekulidest jäävad vabaks hapnik ja vesinik.

Sir H. Davy avastas, et soolasid sisaldavais lahustes on lahutamine elektrivoolu toimel palju keerukam. Ta pani tähele, et vee lahutamisel tekib positiivsel poolusel alati leelis, negatiivsel hape. Seetõttu oletas ta, et niihästi hape kui ka alus osalt koosnevad elektrist. Davy näitas hästikorraldatud katsetega, et igakord, kui vee lahutamisel tekkis hape ja alus, siis sisaldas vesi soola. Kui aga vesi sisaldab soola, siis laguneb see voolu toimel, ja üks osa sellest koguneb positiivsele poolusele, teine negatiivsele.

Nii seletati ka kaaliumi ja naatriumi saamist elektrivoolu abil.

Järgmised edusammud elektrokeemia alal tegi Faraday, kes võttis selle küsimuse süstemaatilisele uurimisele. Faraday kuulsuse omandanud uurimuse, mis käsitleb elektrivoolu keemilist toimet lahustesse, esitas ta Royal Society'le jaanuaris 1834.

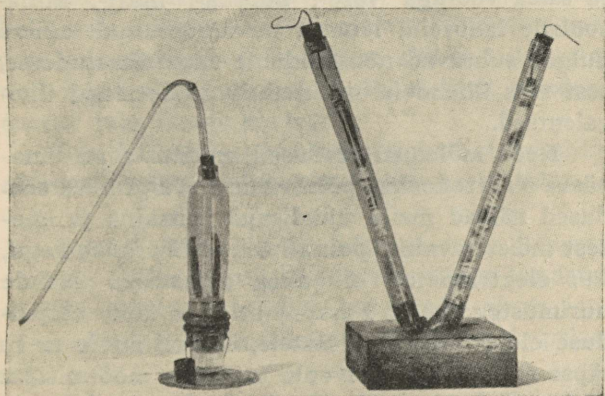
Et paremini kirjeldada uuritavat küsimust, tegi Faraday ettepaneku ja võttis ka tarvitusele rea uusi nimetusi, kusjuures tal nende nimetuste otsimisel abiks oli ta sõber Whewell. Need uued nimetused on esimest korda toodud 7. seerias, mis ilmus jaanuaris 1834. Need nimetused on ka hiljem füüsikas üldiselt tarvitusele võetud. Poolused, mille kaudu juhitakse elektrivool lahutatavasse vedelikku, nimetas ta elektroo-

dideks ja nimelt positiivset poolust anoodiks, negatiivset katoodiks, kusjuures ta lahutatavat vedelikku nimetas elektrolüüdiks ja kogu seda elektrivoolu toimel esinevat lahutamist elektrolüüsiks. Ka ainete tarvis, mis elektrokeemilisel lahutamisel kogunevad elektrodile, võttis ta tarvitusele erinimetused. Varem räägiti aine kohta, et see on kas elektropositiivne või elektronegatiivne seejärgi, kas ta elektrokeemilisel lagunemisel kogunes posit'iivsele või negatiivsele elektrodile. Faraday nimetas seda elektrolüüdi osa, mis liigub anoodile, aniooniks, seda osa, mis liigub katoodile, katiooniks. Anioonile ja katioonile andis ta veel ühise nimetuse ioonid, tuletatud kreeka-keelsest sõnast $\iota\omega\nu$, rändaja. Näit. vasevitriooli CuSO_4 elektrolüüsil nimetatakse Cu katiooniks, SO_4 aniooniks, sest esimene liigub katoodile, teine anoodile.

Faraday uuris elektrivoolu keemilist toimet palju põhjalikumalt, kui seda varem oli tehtud. Nüüdisaja teadusemeestel on kasustada laialdased matemaatilised teadmised, Faraday'l, nagu seda teame ta eluloost, oli matemaatikas puudulik ettevalmistus, kuid sellest hoolimata suutis ta anda uurimuste tulemustele selge ja täpse väljenduse. Seda võimaldas talle ta erakordselt selge ja loomulik mõistus. Arvurikka'st katseist, mis ta selle küsimuse uurimisel korraldas lihtsate vahenditega, tuletas ta tähtsad põhiseadused. Ta avastas, et elektrivoolu keemiline toime on võrdeline elektrolüüdist läbi voolanud elektri hulgaga.

Praegu on see seadus füüsikas tuntud 1. Faraday seaduse nimetuse all.

Nii juhtides läbi vasevitriooli- (väävelhappu vase) lahuse elektrivoolu, lahutub elektrolüüt ja vabanenud vask sadestub katoodile. Kahekordse voolutugevuse puhul on katoodil sadestunud vase hulk kahekordne, kolmekordse voolutuge-



Faraday koostatud elektrolüüsi-aparaadid (voltameetrid).

vuse puhul kolmekordne jne. Samuti oleneb sadestunud vase hulk voolu kestusest: 2 korda pikema aja kestes sadestub 2 korda rohkem vaske jne.

Selle seadusega oli antud lahutatud aine hulga sõltumus läbivoolanud elektri hulgast. Seda seadust täiendas ta teise, praegusel ajal 2. Faraday seaduse nime all tuntud füüsikaseadusega:

Elektrokeemilised ekvivalendid on võrdelised harilikkude kee-

miliste ekvivalentidega. Selle seadusega väljendub reegel, kuidas suhtuvad ühe ja sama voolu poolt lahustunud ainete hulgad. Juhitides ühe ja sama elektrivoolu läbi mitme elektrolüüdi, suhtuvad lahutatud ainete hulgad kui nende ekvivalentkaalud. Ekvivalentkaal on aatomikaal, jagatud aine valentsusega ¹⁾). Nii lahutades ühe ja sama vooluga vase-, hõbeda-, nikli-, kulla-soolade lahuseid, leiame, et lahustunud ainete hulgad suhtuvad nende ainete aatomikaaludesse, sest neis ühendes on mainitud lihtained ühevaledtsed.

Need mõlemad seadused moodustavad tänapäeva elektrokeemia põhiseaduse. Kuigi need seadused näivad meile nüüdisajal lihtsaina ja enesest mõistetavaina, polnud see nii Faraday aegu, kus elektriõpetus oli alles algastmel. Nende uurimustega andis Faraday selge ja täpse väljenduse elektrolüüsi-nähtustele, ühtlasi andis ta ka täpse meetodi elektrivoolu tugevuse mõõtmiseks. Kui näit. mõõtmisel osutub, et ühe elektrivoolu läbimisel elektrolüüdist vabaneb kolm korda rohkem vesinikku kui teise voolu puhul sama aja kestes, siis on esimene vool teisest kolm korda tugevam. Veelahutamis-aparaati, mida tarvitaakse voolutugevuse mõõtmiseks, nimetatakse voltameetriks. Sääraseid riistu tarvitati ka enne Faraday'd, aga alles Faraday andis nende tegevusele õige seletuse. Uuemal ajal on eriti suur tähtsus hõbevoltageetriil, mida nimetatakse ka hõbe-

¹⁾ Arv, mis näitab, mitme vesinikuaatomiga ühineb või mitut vesinikuaatomit asendab keemilise lihtaine aatom antud ühendis.

kulonmeetriks. Nii pani Faraday aluse uuele keemiaosale — elektrokeemiale.

Elektrolüüsi käsitlevais uurimustes kirjutas Faraday muu seas:

„Vastavalt (sellele teorialle) on aine ekvivalentkaalud need ainete hulgad, mis sisaldavad võrdseid elektrihulki või juba oma olemuselt omavad võrdseid elektrijõude. See on elektri hulk, mis määrab ekvivalentarvu. Ehk kui vaadata aatomiteooria seisukohast, siis on keha aatomid, mis omavad võrdseid hulki elektrit, nendega seotud juba loomu poolest.“

Siin leiame seega moodsa elektri atomistliku ehituse teooria, väljendatud juba aastal 1834.

Samuti leiame neis märkusi, mis lubavad oletada, et Faraday juba siis vaistlikult ennustas energia jäävuse printsiipi, kuigi tolle ajastu loodusteadlastele oli tundmatu tähendatud printsiip.

Kaheksas seeria ta eksperimentaalseist uurimisist, mis ette kanti juunis 1834, käsitab peamiselt volta elementi ja volta sammast. Nende uurimisel katsus Faraday rakendada seadusi, mida ta õppis tundma elektrolüüsi puhul. Ta oli veendunud, et tungid, mis lahutavad anioone katioonidest, on ka siis olemas, kui elektrolüüdist voolu läbi ei lähe. Ta ise kirjutab selle kohta:

„Mul on täiesti võimatu seista vastu mõttele, et elektri ülekandumisel elektrolüütidest eelneb neis teatud pinge olek.“ Seda pingeolekut katsus ta näidata sel teel, et ta juhtis läbi vedeliku, mida läbis elektrivool, polariseeritud valguse ja

uuris siis pingeoleku toimet sellele valgusele. Kuigi Faraday tol korral ei saavutanud tulemusi, teame nüüd, et see õnnestus tal hiljem kristallklassiga.

Osa kaheksandat seeriat moodustavaist uurimustest käsitleb tolle ajajärgu põnevamaid teaduslikke küsimusi, nimelt volta samba (tol ajal tuntud galvaani element) elektromotoorse jõu põhjust. Ajal, mil Faraday viis läbi uurimused elektrivoolu keemilisest toimest, kestis vihane võitlus kontakt- ehk puuteteooria ja keemilise teooria pooldajate vahel.

Puhta kontakt-teooria pooldajaid oli A. Volta, kes volta elemendi elektromotoorse jõu põhjuseks pidas kahe isesuguse metalli kokkupuudet, kusjuures vedelik esineb ainult passiivse elektrijuhina. Mitmed teised õpetlased näitasid aga varsti, et see oletus ei pea paika, sest seejuures võib tähele panna, et vedelik mõjub keemiliselt metallisse, mispärast nad elektromotoorse jõu põhjuseks lugesid volta sambas esinevat keemilist protsessi. Selle nn. keemilise teooria pooldajaina võiks mainida A. C. B e c q u e r e l'i, de la R i v e'i, muu seas ka endist Tartu ülikooli füüsika prof. P a r r o t i t jt. Kuiva samba leiutamiseega nagu oleks tõenäosem kontakt-teooria, kuid varsti näitasid de la Rive ja teised, et ka siin esineb keemiline protsess. Seega näis pääsenud lõplikule võidule keemiline teooria, kui mitte poleks mitmed tolle aja tuntud õpetlased hakanud taas kihutustööd tegema esimese teooria kasuks. Eriti terav oli see võitlus aastail 1834—1840. Faraday oma uurimuses volta elemendi

kohta 1834, asudes kindlasti keemilise teooria seisukohal, katsus näidata, et elektrivoolu põhjuseks tuleb pidada elemendis, samuti ka kuivas sambas esinevat keemilist protsessi. Kuid ta katsete tulemusi ignoreeriti tol korral, mispärast ta kuus aastat hiljem uuesti asus seda küsimust uurima.

1840. aastal ilmunud töös toob Faraday tõsised põhjused, miks ei või pooldada puhtkontaktteooriat. Ta kirjutab: „Kontakt-teooria oletab, et jõud, mis on suuteline ületama suuri takistusi ja samuti lahutama aineid elektrolüüsil, et see jõud tekib mitte millestki; edasi, et ilma iga suguse muutuseta mõjuvais aineis ja ilma iga muu jõukulutuseta tekib elektrivool. See oleks jõuallika loomine mitte millestki ning see oleks erinev igast teisest loodusjõust. On olemas mitmeid nähtusi, kus võib muutuda üks jõud teiseks jõuks. Sel viisil võime muuta keemilist jõudu elektrivooluks, ehk seda keemiliseks jõuks. Seebeck'i ja Peltier¹⁾ huvitavad katsed näitavad soojuse muutust elektriiks ja tagasi. Samuti minu ja Oersted'i katsed näitavad elektri ja magnetismi vastastikust muutumise võimet. Pole olemas ühtki juhtu, koguni elekterkala mitte

1) Kui joota kokku kaks isesugust metalli, näit. raud ja vask, ja soojendada seda jootekohta, siis tekib neis metallides elektripingeline (termoelekter); metallide vabu otsi ühendades, tekib elektrivool (termovool). Esimesena pani seda nähtust tähele J. Seebeck vasest ja vismutist koosnevas kinnises ahelas a. 1821.

Peltier' nähtus on vastupidine Seebeck'i nähtusele: Kui elektrivool läbib kahe metalli jootekohta, siis tekib selles jootekohas temperatuuri muutus.

välja arvatud, kus tekiks jõud, ilma et seejuures midagi muud ära tarvitataks.“ Siin väljendab Faraday selgete sõnadega energia jäävuse lause. Aja jooksul pääses see vaade lõplikult võidule. Mõni aasta hiljem näitas kuulus osoonivastaja Chr. F. Schönbein teoses *Volta samba keemilisest tegevusest*, et kokkupuude on tarvilik volta sambas, et selles tekiks pinge, kuid voolu võtmisel volta sambast hoiab pinge alal keemiline tegevus.

Asudes samal seisukohal, arendas Helmholtz oma kuulsa galvaani elementide teooria lähtudes energia jäävuse lausest.

Järgmine Faraday uurimus, mille kallal ta töötas 1834. a. sügisel ja mis moodustab ta *Katseliste uurimuste* 9. seeria, käsitleb jälle elektromagnetilist induksiooni ja nimelt enda-ehk oma induksiooni, s. o. induksioonvoolu juhtmes endas, milles ühendatakse või katkestatakse elektrivool. See küsimus kerkis päevakorrale, kui W. Jenkin juhtis Faraday tähelepanu vooluahela katkestamiskohal esinevaile säde-meile. Faraday taipas kohe, et siin on tegemist induksioonvoolu tõukega, mis tekib seetõttu, et järsul voolu katkestamisel kaovad voolu magnetitungjooned, mistõttu tekib samas juhtmes lühikestusega samasuunaline induksioonvool. Samas töös kirjeldab ta ka eriti täpselt töötavat suure katkestamisarvuga katkestajat, millena ta tarvitas elavhõbeda pinnal tekitatud seisvaid laineid.

Eriti pikalt kirjeldab ta endainduktsiooni-nähtusi laboratooriumimärkmikus. Ta avastab, et voolu katkestamise säde on vooluahelasse lülita-tud spiraali keeratud traadi puhul palju heledam, võrreldes juhuga, kui sama traat on sirge. Sa-muti avastab ta ka, et võib ehitada induktsiooni-vaba solenoidi ehk spiraali seega, kui kerida traat kahes vastusuunas solenoidiks. Seega oli Fara-day ka induktsioonivaba pooli leiutaja. Indukt-sioonivabad spiraalid leiavad nüüdisajal laialist rakendamist elektrotehnikas, näit. takistuspooli-dena reostaatides.

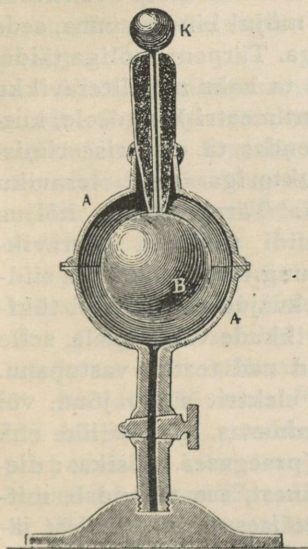
Pärast mõnekuulist puhkust näeme Faraday'd 1835. aasta lõpul uuesti-töötamas laboratooriumis, kusjuures ta nüüd uurimise alla võtab staatilised (paigalseisvad) elektrilaengud ja nendega seoses olevad küsimused — ala, mida ta seniajani oma uurimustes polnud käsitletud, kuigi ka need näh-tused sageli ta tähelepanu osaliseks olid saanud. Kasustades elektromagnetilise induktsiooni näh-tuse uurimisel magnetivälja mõistet, tekkis juba siis tal mõte, kas ei oleks võimalik analoogilisel teel luua kujutus elektrostaatilise indukt-siooni¹⁾ või, nagu seda Faraday ise nimetas, elektriinfluentsi kohta. Lähtudes oletusest, et ka elektrostaatiliste tungide kandjaks on laen-guid ümbritsev keskkond ehk vahem, arendas ta paari järgneva aasta kestel elektritungjoonte ja

1) Elektrilaengu tekkimine elektrit juhtival kehal lähedal oleva elektrilaengu mõjul, kusjuures laengule lähemal oleval keha poolel tekib isanimeline, kauge-mal poolel samanimeline laeng.

elektrivälja teooriat elektrostaatiliste nähtuste seletamiseks.

Et elektrostaatiliste tungide juures pole tegemist kaugmõjuga, seda katsus ta tõendada vastava katse abil. Arutledes kaugmõju, jõudis Faraday otsusele, et see võib teostuda ainult sirgjooneliselt. Siit järeldus ta püüd kindlaks teha, kas ei teostu elektriinfluentis kõverjoont mööda. Ta 1837. aastal tehtud katsed tema arvates tõendasid seda. Ta avastas, et võis elektriseerida elektrostaatilise induksiooni teel isoleeritud metallkuuli, mis oli paigutatud teise keha taha, millest ta järeldas, et see mõju teostub mööda kõverat joont. Sellest järeldas Faraday, et elektriinfluentis pole kaugmõju, vaid toimib kehi ümbritseva keskkonna ehk vahemi kaudu. Selle järel võttis ta lähema uurimise alla selle keskkonna mõju elektriinfluentile. Seks tarvitas ka kahte täielikult ühesugust aparati, millest igaüks koosnes kahest kontsentrisest metall-õõneskuulist. Välimised õõneskuulid koosnesid nagu magdeburgi poolkerad kahest teineteisest eraldatavast osast. Sisemised kuulid olid riputatud šellaksilindriga ümbritsetud traadi otsa, mis läbis väliseid kuule õhukindlalt. Seetõttu olid sisemised õõneskuulid täielikult isoleeritud (eraldatud elektriliselt) välimistest õõneskuulidest. Välimise kuuli alumine pool oli varustatud jalaga, millesse puuritud kanali kaudu võidi kuulide vaheline ruum tühjaks pumbata või täita mõne gaasiga, või valada täis šellakit, väävlit jne. Need aparaadid, mida Faraday ise nimetas induksiooniaparatuurideks (*the inductive Ap-*

paratus), sarnanesid Leideni purgiga¹⁾, milles võis isoleerivat ainet vahetada teise isoleeriva ainega või ka tühja ruumiga. Faraday laadis enne ühe aparadi, siis mõlemate aparatide ühendamisel jaotus elektrilaeng kummagi apa-



Faraday ehitatud aparaat elektrinfluentsi uurimiseks.

- B — sisemine isoleeritud õõneskuul,
- A — väline õõneskuul,
- K — sisemise õõneskuuliga ühendatud kuul.

raadi vahel. Kui mõlemate aparatide kuulidevaheline ruum oli täidetud õhuga, poolitus elektrilaeng aparatide vahel. Kui aga ühe aparadi kuulide vaheline ruum oli täidetud õhuga, teise oma osalt šellakiga, väävliga jne., näitasid vastavad mõõtmised, et šellakiga jne. osalt

¹⁾ Purgi- või pudelikujuline klaasriist, mis seest- ja väljastpoolt osalt kaetud tinapaberiga. Seda tarvatakse elektrilaengu kogumiseks.

täidetud aparaatides oli osa elektrilaengut näiliselt ära kadunud. Selle elektrilaengu näilise kao põhjuseks oli elektrilaengu sidumine šellakiga jne., või teiste sõnadega: šellaki elektrit siduv jõud on suurem kui õhul.

Et aine osakesed dielektrilises vedelikus omandavad elektritungi mõjul kindla suuna, seda näitas ta järgmise katsega. Tärpentiinõliga täidetud klaasvanni paigutas ta kaks metallteravikku teineteise vastu mõne sentimeetri kaugusele, kusjuures ühe teraviku ühendas ta elektriseerimasina positiivse konduktoriga, teise teraviku negatiivse konduktoriga. Tärpentiinõlis hõljus suur hulk väikesi siidniidi tükikesi. Teravikkude vahel levis elektritung tärpentiinõli ja siidniidi molekulide kaudu, kusjuures siidniidi tükikesed moodustasid teravikkude vahel ahela, selle katki rebimisel avaldasid nad teatud vastupanu. Katsed näitasid, et see elektrit siduv jõud, või nagu seda Faraday ise nimetas, spetsiifiline ehk eri-induktsiooni võime (praeguses füüsikas: dielektriku jääv) oleneb ainest, see tähendab, mitmesugustel ainetel on see isesuurune. Sellest järeldas Faraday, et elektriinfluent oleneb keskkonnast, seega pole see otsene kaugmõju. Faraday nimetas ained, milles võib toimuda elektriinfluent, dielektrilisteks kehadeks, mille nimetus on tarvitusel tänini.

Faraday uurimused ja vaated elektriinfluenti kohta ei leidnud tolle aja teadlaste poolt sooja vastuvõttu nagu ta varemad uurimused. Paljudele füüsikuile, eriti saksa omadele, oli vastuvõtmatu Faraday kaugmõju printsiibi eitamine.

Näit. Berliini ülikooli prof. P. Th. Riess, kelle erialaks oli hõõrumiselekter ja kes kirjutas suure teose hõõrumiselektri kohta, ei nõustunud Faraday vaadetega, vaid katsus tõendada, et kuigi ei saa eitada dielektriku (mittejuhi) mõju elektriinfluentsi puhul, ometi otsene kaugmõju konduktorilt konduktorile on siin olulise tähen- dusega.

Alles kolmkümmend aastat hiljem, kui ge- niaalne Faraday uurimuste tõlgendaja J. C. Max- well näitas, et Faraday vaated on palju tõenäo- semad kui ta kaasaegsete omad, leidsid Faraday uurimused hõõrumiselektri alalt üldist tunnus- tamist ja imetlust.

Uurimused elektrostaatilise induktsiooni kohta moodustavad *Katseliste uurimuste* 11. see- ria. Järgmised seeriad, nimelt 12. ja 13., on pü- hendatud elektrisädeme uurimistele.

Aastal 1838 uuris Faraday elektri läbimine- kut hõrendatud gaasidest, kusjuures ta tähele- pani tumedat kihti katoodi lähedal, mida hiljem hakati nimetama Faraday tumekihiks. Ka pani ta tähele, et valgusenähtused niisugusel elektri- lahendusel ehk purgel katoodi ja anoodi juures erinevad teineteisest. Ta nimetas sinakat val- gusenähtust katoodi pinnal katoodvalguseks, val- gusenähtust anoodil — anoodvalguseks, millised nimetused on tarvitusel veel praegugi. Möödus veel kolmkümmend aastat, enne kui neid Fara- day tähelepanekuid hakati uuesti uurima ja edasi arendama.

Aastaid kestnud pingutav ja väsitav uurimis-

töö hakkas pikapeale halvasti mõjuma Faraday tervisele. Eriti halvaks muutus ta seisukord suvel 1839, millal ilmusid nähtavale rasked rikked ta tervises (peavalud, peapööritused, mäluhäired). Dr. Latham, kes teda sel puhul läbi vaatas, kirjutab prof. Brandele järgmise sisuga kirja.

„Olen viimase kolme päeva kestes olnud Teie sõbra Faraday juures, et selgusele jõuda ta tervislikus seisundis. Ma usun kindlasti, et tal pole muud häda, kui et puudub puhkus ta kehale ja vaimule. Puhkus on talle tingimata tarvilik. Ma olen veendunud, et tema poolt oleks täiesti ettevaatamatu samm, kui ta jätkaks loengute pidamist. Ta tahab töötada, kuid ei ole võimeline seks ja kui ta end seks sunnib, siis võib ta kokku langeda.“

Faraday talitas selle nõuande järgi ja lõpetas kõik uurimistööd, kuid püüdis algul veel jätkata reedeõhtuste ja teiste loengute pidamist. Aga tervislik seisund halvenes veelgi, mispärast ta pidi ka need lõpetama. Välja arvatud jõulu-loengud a. 1841 ja mõned üksikud reedeõhtused loengud aa. 1842 ja 1843 ei võtnud ta ette kuni 1844. aastani ühtki uurimistööd ega pidanud muid loenguid. Ta haigust võis pidada isesuguseks psüühiliseks (hinge-) haiguseks; liiati valdas teda idee, et arstid ei saa aru ta olekust. Eriti raskeil silmapilgel, mil ta meeolu oli iseäranis halb, kritseldas ta paberile märkus, mis ta meeolu parandasid. Sellel puhkeajal külastas ta sageli teatrit, eriti armastas ta aga viibida zoo-logiaaias. Ka harrastas ta käsitööd, eriti papp-

tööd. Seejuures võisid teda vaimustada ja lõbus-
tada väga lihtsad lõbustused, nagu köietantsijad,
akrobaadid jms. Oma abikaasa ja selle venna
kunstnik George Barnard'i saatel võttis ta ette
sel puhkeajal pikemaid reise Šveitsi. Ta pidas
seejuures päevikut, kust on näha, et teda võisid
vaimustada veekosed, laviinid jne. Kui ta Inter-
laken'is nägi, et saapanaelte valmistamine moo-
dustab seal kohaliku tööstuse, kirjutab ta oma
päevikusse järgmised sõnad: „Ma armastan seppi
ja kõike, mis kuulub sepakunstisse. Minu isa oli
ka sepp.“

Puhkus tõi küll pikkamööda, kuid siiski jär-
jekindlat paranemist. Et aga Faraday loomulik
elualus oli töö, siis niipea kui füüsiliselt oli ta
kosunud, asus ta 1844. a. jälle oma ülesannete kal-
lale, tundes ainult niiviisi täit rahuldust.

IV.

Tööpäev jõuab lõpule.

Faraday'd olid aegade jooksul vallanud kaks
ideed, millest ta hiljem lahti ei saanud ja mis
suuresti mõjutasid ta edaspidise uurimistöö
suunda. Need olid 1) kaugmõju printsiip, mis
oli täiesti vastuvõtmatu Faraday'le ja mille eita-
mise tulemuseks oli tungjoonte teooria ehk, nagu
seda tänapäeva füüsikas nimetatakse, Faraday-
Maxwelli välja teooria püstitamine, ja 2) kõikide
loodusjõudude vastastikuse muunduvuse idee
ning seoses viimasega valguse ja magnetismi ning

elektri vastastikune mõjustamine. Elektromagnetismi ja elektromagnetilise induktsiooni avastamisega oli tõestatud seos magnetismi ja elektri vahel, veel tuli seda laiendada valgusele.

Aastail, mil ta haiguse tõttu ei saanud jätkata uurimistööd, ei lahkunud need ideed temast ja mõttes valmis tal uus tegevuskava, mille kallale ta asus, niipea kui tundis end küllaldaselt paranenud olevat.

Küsimus, mis ta nüüd uurimisele võttis, oli järgmine: kas avaldavad elektritungid mõju polariseeritud valgusesse. Et lugejal oleks kergem jälgida seda küsimust, seks olgu toodud siinkohal paar selgitavat märkust polariseeritud valguse kohta.

Valguse polarisatsiooni avastas **M a l u s**. Polariseeritud valgus erineb harilikust valgusest seega, et esimeses valgusekiirt moodustavad võnkumised toimuvad ühes kindlas tasapinnas (polarisatsioonipind), seevastu harilikul valgusel toimuvad võnkumised igas suunas, mis risti kiire suunaga. Valguse polarisatsioon tekib näit. peegeldumisel teatud nurgi klaasi esipinnal, eriti aga tarvitatakse palju polariseeritud valguse tekitamiseks islandi paost valmistatud nn. nikoli prismat, mis läbi laseb ainult teatud kindla suunaga võnkumisi.

Augustis 1845 näeme Faraday'd uuesti töötamas oma laboratooriumis, kusjuures ta katsub avastada seost elektri ja valguse vahel. Seks juhib ta polariseeritud valguse läbi vedeliku, mida samal ajal läbib elektrivool, s. o. ta juhtis polariseeritud valguse läbi elektrolüüdi. Mis-

sugust elektri mõju valgusesse ta lootis seejuures avastada, pole täpselt teada. Et ta aga tarvitas polariseeritud valgust, siis võib arvata, et ta silmas pidas asjaolu, et polariseeritud valguse kasustamine läbipaistvais kehis oli võimaldanud neis nähtavaks teha hulga üksikasju, mis muidu olid nähtamatud. Niisugustel uurimistel tarvitati sageli kahte nikoli prisma: ühte nn. polarisaatorina, mida läbides valgus muutub polariseerituks; teist analüsaatorina, mille abil toimub selle polariseeritud valguse uurimine. Kui polarisaator ja analüsaator on teineteisega risti, nii et neid valgusevõnkumisi, mida läbi laseb polarisaator, ei lase läbi analüsaator, siis muidugi läbi prisma silm valgust ei näe. Tuntud oli nähtus, et, asetades risti asetsevate nikoli prismade vahele näit. suhkrulahuse, pääseb neist osa valgust läbi, millest järeldati, et polarisatsioonipind ehk võnkumise suund pöördus suhkrulahuses. Samuti pandi tähele polarisatsioonipinna pöördumist mäekristallis, tärpentiinõlis ja teistes kehis.

Seda meetodit tarvitas ka Faraday. Vedelikuna võttis ta uurimise alla destilleeritud vee, lahja väävelhappe, vasevitrioolilahuse jm., kusjuures elektrivool juhiti vedelikku rööbiti, aga samuti ka risti valgusekiirtega, kuid ühelgi juhul ei märganud ta mingit muutust polariseeritud valguse juures.

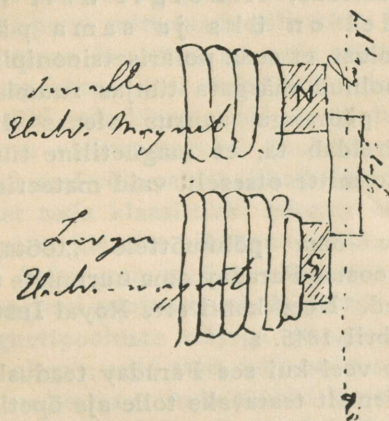
Selle järel võttis ta vedelikkude asemele tahked dielektrikud, s. o. elektrit mitte juhtivad tahked kehad. Nii juhtis ta polariseeritud valguse läbi mäekristalli, flintklaasi, tärpentiinõli,

samal ajal kui need asetsevad kahe metallplaadi vahel, mis olid ühendatud elektriseerimismasina poolustega, tekitades seega neis kehis elektritungjooni. Vaatamata sellele, kas elektri tungjooned olid risti või rööbiti polariseeritud valguse kiirtega, polnud märgata mingit elektri toimet valgusesse.

Nii töötas ta 14 päeva, ilma et mingeid niimetamisväärsed tagajärgi neil uurimustel oleks olnud. Kuid viljatud katsetused andsid kaudselt siiski tulemusi. Ta tuli mõttele tarvitusele võtta elektri tungjoonte asemel magneti tungjooni. Seekord jälle naeratas õnn uue senitundmata nähtuse avastamise näol. Ta avastas praegu Faraday efekti, magnetilise polarisatsioonipinna pöördumise nime all tuntud magneto-optilise nähtuse.

Seda nähtust pani ta esimesena tähele ühe raske optilise klaasisordi juures, mida ta juba 16 aastat varem oli uurinud ja mida ta ise nimetas kristallklaasiks (seatina-boor-silikaat). Ta asetask sellest klaasist valmistatud pikerguse ristküliku, mille mõlemate otste pinnad olid lihvitud ja paralleelsed, tugeva elektromagneti pooluste peale nii, et klaasristkülikusse juhitud valguse kiired läbisid seda paralleelselt magneti tungjoontega. Klaasi juhitud valgusekiirte kimp oli polariseeritud peegeldumisega tagaküljelt pigistatud klaasplaadil; klaasist väljunud kiired langesisid nikoli prismasse, mille abil toimus kiirte analüüs. Algul, enne elektromagnetit ergutava voolu ühendamist, pöörati analüsaatorit niipalju, et ta klaasist väljunud kiiri läbi ei lasknud ja seda ka siis, kui

klaas elektromagneti pealt ära võeti. Niipea kui vool ühendati, võis näha läbi analüsaatori lambivalgust, mis voolu katkestamisega uuesti kadus. Seega näitas Faraday, et polarisatsioonipind pöördub magnetivälja toimel.



Faraday enda käega tehtud joonis-katse kirjelduse juurde, mis käsitab magneti mõju polariseeritud valgusesse.

Edaspidised katsed näitasid, et selle pöörangu suurus sõltub ainest, ei olene aga valgusekiirte suunast. Ainest, milles niisugune nähtus esines, nimetas Faraday diamagnetiks. Veel näitasid uurimised, et pöörangu suurus oleneb magneti tungjoonte tihedusest (magnetivälja tugevusest) ja diamagnetikihi paksusest.

Samuti näitasid uurimised, et polarisatsioonipinna pöördumine esineb ka siis diamagnetis, kui see asetseb südamikuna solenoidis ja kui sel-

lest solenoidist juhiti läbi elektrivool. Selle põhjustas solenoidi magnetiväli.

Suure rahuldusega sedastab Faraday, et selle nähtuse avastamisega on tõestatud seos magnetiliste ja elektriliste tungide ning valguse vahel, millest järeldub, et kõigil neil loodusjõududel on üks ja sama päritolu.

Tõsiolust, et seda polarisatsioonipinna pöördumist polnud märgata tühjas ruumis ja õhus ning et pöörangu suurus olenes diamagneti ainst, järeldab ta, et magnetiline tung mõjub valgusesse mitte otseselt, vaid materia-osakeste kaudu.

Ustav oma põhimõttele „tööta, lõpeta, avalda“ koostas Faraday oma uurimiste tulemuste kirjeldised. Need kanti ette Royal Institution'is 6. novembril 1845. a.

Enne veel kui see Faraday teaduslik saavutis sai laiemalt teatavaks tolle aja õpetlaste seas, õnnestus Faraday'l uus suur saavutis, nimelt diamagnetismi avastamine. Kasustades tugevaid elektromagneteid, õnnestus tal näidata, et magnet avaldab mõju kõigisse kehasse.

Juba varem katsetas Faraday, et avastada magneti mõju kehasse, mida tavaliselt tunti kui mittemagnetilisi, nagu messing, vask jt., kusjuures ta magnetitena kasustas harilikku suurusega magneteid. Need katsed ei andnud aga loodetavaid tulemusi. Faraday'l, kes oli põhjalik kõigis oma uurimustes, oli kombeks katseid välja arendada ja viimistleda isegi siis, kui need andsid negatiivseid tulemusi. Nii toimis ta selleski küsimuses.

Hoolimata sellest et varemad sellekohased katsed ei andnud loodetavaid tulemusi, kordas ta neid katseid elektromagnetitega, mis ta oli saanud, et uurida magneti toimet valgusesse, ja mis olid erakordselt tugevad. Nüüd näitasid katsed, et magnet avaldab mõju ka neisse kehisse, mida tavalisest peeti mittemagnetilisteks.

Esimesena õnnestus tal seda nähtust tähele panna eespoolmainitud raske klaasi juures. Riputades tüki seda klaasi niidi otsa ja hoides seda siis tugeva elektromagneti pooluse ees, nii et klaasitükk seal võis vabalt liikuda, pani ta tähele, et magnet seda klaasitükki nõrgalt eemale tõukas. Samast klassist pikergune tükk, olles paigutatud kahe erinimelise hobuserauakujulise elektromagneti pooluste vahele, asetus mitte rööbiti magnetipooluste teljega (magnetipooluseid ühendav sirge), vaid risti telje suhtes. Faraday nimetas seejuures suunda rööbiti kirjeldatud teljega aksiaalseks, risti sellega olevat suunda aga ekvatoriaalseks. Nüüd uuris ta läbi terve rea aineid, kusjuures ta avastas, et kõigisse tuntud kehadesse, olgu nad tahkes või vedelas olekus, mõjub magnet, kui tarvitada küllalt tugevat elektromagnetit. Kehi, mis asetuvad magnetipooluste vahel ekvatoriaalselt, nimetas ta diamagnetilisteks, et eristada neid kehadest, mis asetuvad magnetipooluste vahel aksiaalselt, s. o. magnetilistest kehadest. Diamagnetilised kehad seega tõukab magnetipoolus eemale, magnetilistesse kehadesse aga mõjub magnet tõmbavalt. Hiljem tarvitas ta sõnu „magnetiline“ üldmõistena (magnetiline keha — keha, millesse mõjub

magnet, hoolimata sellest, milline see mõju on), aga varem magnetilisteks nimetatud kehi nimetas ta paramagnetilisteks. Need nimetused on tarvitusel veel praegugi.

Diamagnetismi avastamine on elektromagnetilise induktsiooni, elektrolüüsi seaduste, magneto-optilise nähtuse ja teiste kõrval tähtsamaid Faraday teaduslikke saavutisi.

Oma uuest saavutisest kirjutab Faraday Genfi, prof. A. de la Rive'ile järgmist:

„Pean Teid üheks neist, kes puhtast südamest tunnevad rõõmu minu edusammudest. Olen Teile selle eest tänulik. Juba mitu nädalat seisab minu puldil Teie kiri, millele kavatsesin vastata, kuid tänini ei olnud võimalik seda teha, sest juba mõni aeg tagasi sulgesin end laboratooriumi, kus olen töötanud eemal teistest. Hiljem kuulsin, et pole sisse lastud isegi Teie venda, kes neil päevil olla siin käinud.

Osast minu töö tulemustest olete kuulnud. Minu aruanne kanti ette Royal Society's, usun, see oli eelmisel neljapäeval. Mind seal ei olnud; tean vaid niipalju, et aruande kokkuvõtted on antud Athenaeum'i, kuid mul pole olnud aega vaadata, kuidas nad on koostatud.

Seevastu võin juhtida Teie tähelepanu eelmisel laupäeval (29. nov.) ilmunud artiklile „Times'is“, mis on väga hea kokkuvõtte sellest tööst. Ma ei tea, kes selle on koostanud, kuid see on hästi kirjutatud, kuigi lühike. Soovitan Teile seda kokkuvõtet.

Mis puutub minusse, siis, olles süvenenud oma leiutisse, jätkub mul vaevalt aega söögiks. Viibin

Brighton'is, et end värskendada ja puhata, sest tunnen, kui ma poleks olnud ettevaatlik, poleks võinud ka jätkata tööd. Nüüd aga võisin esitada meie Royal Institution'i liikmeile uue avastuse, millega tahan Teid tutvustada mõne sõnaga. Tuleval nädalal annan täielikuma aruande selle töö kohta Royal Society'le.“

Kirjeldanud lühidalt uurimust diamagnetismist, jätkab ta:

„Seda magneti toimet uurisin mitmesugusel kujul hulga katsete najal. Nende kirjeldus võtab enda alla kaks seeriat *Katselistes uurimustes*. See on maksev kõikide kehade kohta eranditult (mitte aga ainult niisuguste kehade nagu raua kohta). Seega iga keha kuulub ühte või teise liiki, kas magnetiliste või diamagnetiliste kehade hulka. See magnetiline toime lihtsamal kujul väljendub seadusena, et niisugune keha püüab liikuda magnetilise tungi nõrgemast punktist tugevamasse punkti või ümberpööratud, magnetilise tungi tugevamast punktist magnetilise tungi nõrgemasse punkti, ja kui see liikumine teostub, siis keha suund on kas rööbiti magnetijoontega või risti nendega. Imelik, et metallide hulgas on kehi, millel on seda omadust võib-olla nii suurel määral kui ei ühelgi teisel kehal. Ja tõesti, praeguse ni ma ei tea, kas kristallklaasil, vismutil või fosforil on seda omadust kõige suuremal määral. Ma ei kahtle, et Teil on olemas küllalt nii tugev magnet, mis võimaldab Teile peajoontes seda nähtust näha ja nimelt keha asetumist ekvatoriaalses suunas, samuti ka tõukumist: kui Te soovite katsetada vismutiga, mida tuleb enne

hoolikalt proovida, kas ta on vaba magnetismist, siis valmistage sellest varb pikkusega $1\frac{1}{2}$ tolli ja paksusega $\frac{1}{3}$ või $\frac{1}{4}$ tolli. Nüüd aga palun Teid, et hoiaksite seda tõsiasja kolm nädalat oma teada. Ma ei taha (et väljendada lugupidamist Royal Society vastu, millele ma nii palju võlgnen) saata kellelegi seda kirjeldist enne, kui aruanne on sinna jõudnud ja seal ette kantud. Kolme nädala või kuu aja pärast võite seda kasustada, ja ma olen kindel, et Te seda ka teete. Kuid nüüd, minu armas sõber, pean lõpetama ja ruttama tööle. Enne aga palun tervitada minu poolt madame de la Rive'i ja tänada Teie venda külalstamise eest.“

Üksikasjalisemalt ja täielikumalt on need uurimised kirjeldatud *Katselistes uurimustes*, Ta loendab seal ka hulga mitmesugustesse liikidesse kuuluvaid kehi, mis on diamagnetilised, s. o. millesse mõjub magnet samuti tõukavalt nagu mitmed kristallid, vedelikud, happed, õlid, mitmesugused orgaanilised ühendid, nagu vaha, puu, õun, leib jne.

Seevastu avastab ta, et mõned kehad, nagu paber, kirjalakk, asbest, turmaliin, grafiit, puu-süsi, on nõrgalt magnetilised. Veel paneb ta tähele, et metallidest moodustavad raud, nikkel ja koobalt eri rühma; neid iseloomustab eriti tugev magneetivus. Samal ajal on aga vismut tugevasti diamagnetiline, mispärast ta selle erilise uurimise alla võtab. Et magnet vismutit eemale tõukab, seda seika tunti juba varem; seda nähtust oli tähele pannud Brugmans. Faraday oma uurimustega ainult näitas, et vismut pole

erand, olgugi et on suuremal määral diamagnetiline kui teised kehad.

Faraday jätkas neid uurimisi ja detsembris lõpul 1845 esitas Royal Society'le aruande oma uurimiste tulemustest. See aruanne moodustab *Katseliste uurimuste* 21. seeria,

Need uurimused käsitlevad muu seas ka rauasoolasid. Teisena kirjeldab ta siin küsimust, mille ta uurimise alla võttis, ja nimelt, kuidas mõjub magnet kehisse, mida ümbritseb mingi keskkond. Katse näitas, et nõrga rauasoolalahusega täidetud klaastoru asetus ekvatoriaalselt, kui toru asetseb rohkem rauasoola sisaldavas lahuses; seevastu sama toru õhus asetus aksiaalselt. Õhuga täidetud klaastoru asetatuna vette võttis magnetipooluste vahel aksiaalse suuna, nagu oleks ta magnetiline. Ained nagu vismut, vask, vosvor on suurel määral diamagnetilised, kui uurida neid õhutihedas ruumis (vaakuumis). Algul katsus ta püstitada diamagnetismi ja teiste nähtuste seletamiseks oletusi; hiljem tuli ta aga arvamusele, et diamagnetiliste kehade tõukumise põhjuseks võib olla ka nende kehade väiksem magnetism kui ümbritseva keskkonna oma. Et selgust tuua küsimusse, seks kavatses ta uurima hakata gaaside magnetilisi omadusi. Enne aga kui ta asus selle küsimuse lahendamisele, väljendas ta mõtteid, mis väärivad, et me neid siinkohal lähemale vaatlusele võtame.

Aastal 1846 pidas Faraday kaks reedeõhtust loengut. Teise loengu lõpul väljendas ta mõtet, millest hiljem arenes kandev idee füüsikas. Faraday avaldas nimelt arvamust, et võib-olla võn-

kumised, mis moodustavad valguse, soojuse kiirguse, päikese kiirguse, ei ole ainult lihtsad eetri-võnkumised, vaid et need on moodustatud tungjoontest. Selle oletusega ta tahtis, nagu ta ise ütles, kõrvaldada eetri mõiste füüsikast. See oletus oli ääretu suure tähtsusega, sest sellest oletusest arenes elektromagnetiline valguse teooria, mis oli XIX sajandi teoreetilise füüsika tähtsamaid saavutisi.

Neid mõtteid arendab Faraday edasi kirjas Rich. Phillips'ile, mis ilmus trükkituna ajakirjas „Philosophical Magazine“ mais 1846 pealkirja all „Mõtted kiirguse võnkumistest“. Olgu sellest kirjast, mis sisaldab kaugeleulatuvaid oletusi ja arvamusi, toodud siinkohal tähtsamad osad.

„Vastavalt Teie soovile katsun Teile edasi anda mõtet, mida väljendasin möödunud reede-õhtuse loengu lõpul. Kuid Te peate arvestama seda, et see oli paljas arvamus, mõttemõlgutuste ebamäärane resultaat ja tõenäone järeldus sellest, kuid mitte minu kindel veendumus. Punkt, mille ma esitasin kuulajaile järelemõtlemiseks, puudutas küsimust, kas ei ole võimalik, et võnkumised, mis teatud teooria järgi moodustavad kiirguse ja teisi kiirguse nähtusi, on tungjooned (magneti ja elektri tungjooned), mis seovad aatomeid, järelikult ka mateeria masse. See oletus teeb üleaaruseks ka eetrihüpoteesi.

Teine põhjus selliseks oletuseks põhineb mateeria ja kiirguste hüpoteetilisel kujutlusel, see järgneb nende kiiruste võrdlemisel. Valguse kiirus ruumis on umbes 190 000 miili sekundis

(300 000 km/sek.); elektri kiirus, mõõdetud Wheatstone'i poolt, on umbes sama suur, kui mitte suurem. Oletatakse, et valgus levib võnkumistena eetris, mis on nii-öelda raskusevaba, kuid seevastu lõpmata suure elastsusega (vetruvusega). Elekter levib metalltraati mööda ja sageli arvatakse, et ta võib levida ka võnkumistena. Et elektri edasiandmine sõltub traadi materjalist, selles tuleb vaevalt kahelda, arvestades metallide ja teiste kehade mitmesugust elektri juhtivust.

Katselises loodusteaduses võime eristada mitut liiki tungjooi, need on raskuse tungjooned, elektrostaatilise induktsiooni tungjooned, magnetiliselt mõjuvad tungjooned jt., mis võime eelmistele juurde lisada ning mis kannavad dünaamilist iseloomu. Mõnede järgi läbivad elektri ja magneti tungjooned ruumi samaselt raskuse joontega. Omalt poolt kaldun arvama, et juhul, kui ruumis on olemas materiaaatomid, mis on tungide keskmeiks, siis need annavad tungi joont mööda edasi; kui neid aga pole, lähevad jooned ruumis edasi. Kuidas ka suhtuda sellesse vaatesse, ometi võime igal juhutamil mõjustada neid tungjooi viisil, mida võib kujutleda kõrvalenihkumisena või -võnkumisena.

Kujutlegem kaks keha A ja B teineteisest teatud kaugusel ja vastastikku teineteisesse mõjumas, seega seotud tungjoonte kaudu; pöörgem tähelepanu tungiresultandile, mis hoiab alal ruumis kindla suuna. Kui nüüd üks neist kehadest nihkub pisut vasemale või paremale poole —

seda juhtumit on kerge teostada, kui A ja B on elektrilised või magnetilised kehad —, siis esineb selle tulemusena nähtus, mida võib vaadelda kui mingit häiret: kas A ja B vahel mõjuv tung suurenes, sellal kui teised tungid vähenesid, või ümberpöörduvalt.

Selle oletuse järgi, mida ma siin julgen esitada, on võimalik suure võnkesagedusega kiirguse olelu tungjoontena, mis, nagu teame, ühendavad aatomeid ja molekule isekeskis. See oletus võib teha ülearuseks eetri, mitte aga võnkumisi. Selle võnkumisega võib seletada, nagu ma usun, valguse polarisatsiooni, kuid see võnkumine pole mitte niisugune, nagu see esineb häälelaines, sest esimeses toimub võnkumine põigiti, teises mitte.

Muutus tungjoone ühes otsas lubab kergesti ennustada muutust tungjoone teises otsas. Valguse, samuti ka iga teise mõju levimine vajab aega, ja et tungjoone võnkumine põhjustaks kiirguse tekkimist, on vajalik, et ka see võnkumine tarvitaks aega.....

Ja nüüd, minu armas Phillips, pean lõpetama. Ma ei usu mitte, et need mõtted oleksid minu peas praegu tekkinud, kui ma mitte poleks neist mõelnud ühel õhtusel koosolekul, kus minu ettekannet keegi teine ette luges. Nüüd aga, kui ma need kirja olen pannud, on mul tunne, nagu oleksin pidanud neid kauem oma teada hoidma, et anda neile mõtteile lõplik kuju. Kuid et need mõtted niigi on juba teatavaks saanud laiemale hulkadele seega, et ma neid tol õhtul väljendasin, siis annan ma neile kindlama

kuju ja saadan vastusena Teie kirjale. Üks on kindel, et hüpoteetiline oletus kiirguse kohta, mis oleks vastuvõetav ja tõenäone, ei sisalda ainult valgusenähtusi, vaid ka soojusenähtusi ja päikese kiirte toimet, isegi nendega seotud nähtusi, nagu keemilist jõudu. Ses suhtes tuleb sellele oletusele, mis põhineb osalt materia tavalistel jõududel, võib-olla rohkem tähelepanu pöörda kui teisele. Ma pean tõenäoseks, et ma eespool tegin nii mõnegi vea, kuid mulle endalegi on need minu mõtted kui varjud ehk aimused, mis juhivad meie mõtteid uurimustel. Need, kes teotsevad katseliste uurimustega, teavad, kui sageli need aimused tekivad ja kuidas nad kaovad tõe avastamisel.“

Selle kirjutisega pani Faraday esimese nurgakivi füüsikalisele teooriale, mida võib pidada laiaulatuselisemaks ja suurimaks teooriaks, mida füüsikas üldse on tuntud. Lõpliku kuju andis sellele nn. valguse elektromagnetilisele teooriale Faraday geniaalne järglane J. Cl. Maxwell.

Ajal, millal Faraday seda kirjutas, oli üldiselt tunnustatud oletus, et valgus on hüpoteetilise aine eetri lainetus, kusjuures oletati, et see valguseeter täidab kogu maailmaruumi ja kõik kehad, ühtlasi on ta nii „hõre“, et ta kehade liikumisele mingit takistust ei avalda. Valguse polarisatsioonist, millest oli eelpool juttu ja mille avastas Malus, järgnes, et valgus on ristlainetus, s. o. võnkumine toimub selles suunas, mis on risti valguse levimissuunaga. Selles õpetuses oli suuri vastuolusid ja arusaamatusi, sest

raske oli kujutleda, kuidas võib eetris tekkida nii suure sagedusega ja määratu kiirusega (300 000 km/sek.) lainetusi, samal ajal aga eeter ei takista kehade liikumist. Eelpooltoodud kirjutises püstitab Faraday oletuse, et valgus on moodustatud muutliku (võnkuva) magneti- ja elektrivälja liikumisest. Ühtlasi oletab ta, et samuti tuleb seletada soojuse kiirgust ja teisi samalaadilisi nähtusi. Hiljem näitab Maxwell puhtmatemaatiliste arvutuste najal, et selline energia levimine ruumis on võimalik. Saksa füüsik H. H e r t z näitas katse teel elektromagnetiliste lainete olemasolu, tõestades seega hiilgavalt Faraday-Maxwelli oletust.

Hertzi poolt katse teel avastatud elektromagnetilised lained leidsid praktilist rakendamist G. M a r c o n i' leiutatud traadita telegraafi juures, millega viimane pani esimese nurgakivi moodsale raadiotehnikale. On põhjust öelda, et Faraday nägi ette vaimus ka sellist energia levimise viisi.

Olgu märgitud, et algul leidsid need Faraday mõtted vähe vastukõla teiste õpetlaste juures; samuti ei maini seda kirjutist Faraday esimesed elulookirjutajad.

Maxwell aga tunnustab täielikult Faraday teeneid siin, kui ta kirjutab 1864. a. ilmunud kirjutises „Elektromagnetilise välja teooriast“ Faraday uurimuste kohta järgmist:

„Transversaalsete magnetiliste häirete levimise idee on selgesti väljendatud Faraday kirjutises „Mõtteid kiirgusevõnkumistest“. Siin (s. o. Maxwell'i poolt) esitatud valguse elektromagne-

tiline teooria on sisult sama, mis väljendatud mainitud kirjutises.“

Nii kirjutab Maxwell, kes andis maailmale valguse elektromagnetilise teooria matemaatiliselt väljatöötatud kujul ja kelle kohta lausub hiljem saksa tuntud füüsik Boltzmann: „See, kes need valemid kirjutas, võis ainult Jumal ise olla“.

Järgmise paari aasta kestes tegi Faraday vähe uurimistööd, sest sageli külastasid teda ta endised hädad, ägedad peavalud ja peapööritused. Samuti kannatas ta mälunõrkuse all. Vanadusega mälunõrkus aina suurenes, mille üle ta sageli kaebas oma kirjades. Ühelt sõbralt, kes talle etteheiteid teeb kirja mittevastamise puhul, küsib ta: „Kas teie olete unustanud, et mina unustan?“ Teinekord on ta hädas, kuidas kirjutada tavalised sõnad nagu „withhold“ ja „successful“, mida ta aastakümnete jooksul tarvitanud õieti. Aastal 1849 kaebab Faraday Matteucci'le, et ta kuus nädalat on töötanud teatud katse kallal ja siis juhuslikult leidnud oma paberitest, et kaheksa kuud varem ta on sama küsimust uurinud samade tulemustega, kuid vahepeal selle ära unustanud. 1859 kirjutab Faraday oma õetütrel kirja, kus muu seas ütleb: „Minu maised võimed kaovad päev-päevalt; hea on, et tõeline õnn ei peitu neis.“

Neil põhjusil kestis uurimuste 21. ja 22. seeria ilmumise vaheaeg ligi kolm aastat. 22. seeria käsitleb eeskätt vismuti diamagnetilisi omadusi. Üldse pea kõik viimased seeriad *Katselistes uuri-*

mustes käsitlevad peamiselt kas magnetivälja ja magneti tungjoontega või kehade magnetiliste omadustega seotud küsimusi. 25. seerias käsitleb ta gaaside magnetilisi omadusi, kusjuures avastas, et hapnik on tugevasti magnetiline. 24. seeria moodustavad uurimused, kus Faraday käsitleb võimalikku seost elektri ja raskustungi vahel. Viimaste katsete tulemused olid negatiivsed. See kirjutus lõpeb sõnadega: „Siin lõpevad esialgu minu katsed. Kuigi katsete tulemused on negatiivsed, ometi ei kõiguta need minu usku, et on olemas sisemine seos raskustungi ja elektri vahel.“ Töömees hakkab raugema, kuid tööle kihutav idee püsib.

Juulist detsembrini 1851 uuris Faraday küsimust, millega ta paarkümmend aastat varem algas oma kuulsaid eksperimentaalseid uurimusi, s. o. elektri üle ja nimelt elektrivoolude induktioonist magneti ja juhtme relatiivsel liikumisel. Need uurimused moodustavad viimsed, 28. ja 29. seeria ta eksperimentaalseist uurimustest elektri üle. Neis töis, samuti ka jaanuaris 1852 Royal Institution'is peetud loengus ja „Philosophical Magazine'is“ ilmunud teoses arendas ta edasi tungjoonte teooriat. Kõik need tööd ilmusid hiljem *Katseliste uurimuste* kolmandas köites. Ka praegusel ajal võib neid soovitada läbi lugeda kõigile füüsikaga teotsevaile uurijaile.

Oma viimastes uurimustes annab ta ka täpsed arvulised seadused elektromagnetilise induktiooni kohta, samuti võimaliku meetodi magnetivälja tugevuse mõõtmiseks. Seega viis ta paar-

kümmend aastat varem algatatud füüsikalise teooria püstitamise lõpuni.

Faraday elu peatöö, *Experimental Researches in Electricity* — Katselised uurimused elektri üle, oli teostatud. Selle töö mõju elektriõpetuse arenemisel oli määratu suur, kuigi see mitte kohe ega kiiresti end tunda ei andnud.

Ehkki Faraday oma uurimustes näitas, et pole olemas kaugmõju, ometi ei lakanud paljud elektrikud levitamast elektrifluidumite teooriaid, ignoreerides täielikult Faraday ideid. Nad ei suutnud aga Faraday-ideid maha matta, sest hiljem sai viimastele osaks terve teadusmaailma tunnustus ja imetus.

Pärast katseliste uurimuste lõpetamist tegi ta vähemaid uurimistöid. Ka jätkas ta esialgu loengute pidamist Royal Institution'is. Faraday õppetegevust pole eelpool puudutatud, mis pärast olgu toodud selle küsimuse kohta mõned märkused.

Faraday oli üle kolmekümne aasta kestes Londoni parim ja kuulsaim teaduslik lektor ja dotsent. Oma loenguil ei pannud ta rõhku ainult katsete korraldamisele, vaid ka loengute ettekande viisile. Loomuliku kõneanni juures püüdis ta oma kõneoskust arendada ja täiendada. Kui ta 1816. a. algas loengute pidamist Filosoofilises Ühingus, siis võttis ta osa kõneoskuse õhtukursusest, mida juhatas B. H. Smart, kuigi kursusemaks talle suuri raskusi tegi. Hiljem, 1823. a., võttis ta Smart'ilt eratunde kõneoskuse täiendamiseks. Ka pärastpoole, kui ta juba reeglipä-

raseid loenguid pidas Royal Institution'i suures kuuldesaalis, palus ta sageli Smarti neist osa võtma, et see ta loenguid kritiseeriks ja vastavaid näpunäiteid annaks.

Loengute pidamise kohta leiduvad ta märkmikus muu seas järgmised mõtted:

„Ära korda kunagi lauset. Ei tule sul mõnda sõna meelde, siis ära tee mitte e-e-e-e-ee või eh-eh-eh, vaid pea vahet, kuni otsitud sõna tuleb meelde. Varsti jõuab aeg, mil sinu halb harjumus kaob ning sinu kõne muutub voolavaks ja soravaks. Ära kahtle kunagi oma puudustes, kui keegi parandab.“

Ta õetütar miss Reid, kes elas Royal Institution'is Faraday juures 1830—1840, jutustab oma mälestustes:

„Mr. Magrath külastas järjekindlalt hommi-kusi loenguid, kusjuures ta ainsaks sihiks oli leida kõik ettekande vead ja need üles märkida. Selle märkustelege võttis Faraday alati suure tänuga vastu. Kuigi ta neid märkusi mitte ühteviisi ei hinnanud, palus ta siiski sõpra jätkata nende märkuste kirjapanemist täieliku avameelsusega.“

Ehk küll Faraday püüdis oma kõneoskust parandada, ometi polnud ta loengute külgetõmbe põhjus kunstlikult saavutatud, vaid see oli ta enese selge mõttekindlus ja loomulik and, mis jäi rikkumatuks, hoolimata sellest, et ta võttis kõneoskuse tunde.

Loenguid illustreerisid rikkalikud katsed, — sel alal oli Faraday ületamatu. Seejuures olid katseil tarvitatavad vahendid sageli väga

lihtsad ja primitiivsed, kuid Faraday'le omase leidlikkusega oskas ta neid kasustada. Katsete alatine õnnestumine olenes ka asjaolust, et ta neid ette valmistas suure hoolega, läbi proovides iga-külgselt vastava katse.

Oma loenguil ei kirjeldanud ta kunagi katset, mida sealsamas ei demonstreerinud. Ühele dotsendile oli ta kord lausunud: „Kui ma oma auditooriumile peaksin ütlema: „see kivi kukub maha, kui ma ta käest lahti lasen,“ siis lasen ma ta tõesti käest lahti, et teda maha lasta kukkuda.“

Kõige selle tõttu olid Faraday loengud alati hinnatud ja neist võeti rohkearvuliselt osa.

Faraday loengute iseloomustamiseks toome siin mõnede kaasaegsete arvamused.

Leedi Pollock näit. kirjutab Faraday loengute kohta:

„Kunagi ei lasknud ta katse juures end teemast kõrvale viia. Iga ta käeliigutus oli nähtuse tõelik selgitamine. Kuid ta mõttekäik ulatus sageli üle nende arusaamise, kellele ta kõneles. Kõneldes lastele aga tegi ta seda nii lihtsalt ja arusaadavalt, et ta mõtted olid otse läbipaistvad.

Ta armastas väga lastele kõnelda ja võitis kiiresti nende usalduse. Ta elav iseloom ja lahke nägu, meeldiv naeratus ning loomulikkus olid asjaolud, mis köitsid lapsi. Lastel oli tunne, nagu kuuluks ta täielikult neile, ja tõesti oli ta vaimustus ja elevas meeolus otsekui laps.“

Sir Richard Owen'i eluloos, mis ilmus trükkis 1896. a., leidub mrs. Owen'i päevik, kus müü seas kirjutatakse Faraday loenguist järgmist:

„31. jaanuar 1845. Olin Faraday loengul

Royal Institution'is. Sinna oli kogunenud palju rahvast, rohkem kui muidu kunagi olen seal näinud. Mujal ruumi mitte leides, võtsid mitmed härrad kohad daamide rõdul. Erakordselt huvitava loengu lõpul ütles Faraday, et ta peab tegema paar märkust, mis puudutavad Royal Institution'it. Kuid need märkused tegi ta nii armastusväärsel kujul, et keegi ei tundnud end olevat sellest haavatud, kuigi see oli otsene süüdistus nende vastu, kelle pärast pidid daamid end kokku suruma daamide rõdul.“

Faraday sõber de la Rive kirjutab Faraday'st kui kõnelejast:

„Miski ei suuda anda kujutlust sellest võlust, mida omasid ta loengud seetõttu, et ta oskas kokku sulatada elavat kõnet eksperimenteerimiskunstiga, mis andis ta seletustele erilise selguse ja elegantsuse. Ta mõjus kuulajaisse sõna tõsisel mõttel fastsineerivalt ¹⁾ ja kui ta neid pühendas teaduse saladustesse, siis lõpetas ta loengu nagu tavaliselt ikka seega, et viis neid regioonidesse, mis on kaugel üle materia, ruumi ja aja. Seega said osa ta vaimustusest ka need, kellele ta kõneles.“

Faraday oli ise täiesti üle käsiteldavaist küsimustest, ta pilk oli selginud ka suuris eluehituse küsimustes ja seepärast oli tal võimalik kuulajaidki viia selgusele isegi keerukais probleemides, mis alles aastakümnete pärast said laiemas ulatuses käibivaiks tõdedeks. Tõeline selgus on võimeline ka teistes esile manama selgust.

¹⁾ Nõiduvast.

„British Quarterly Review“ kirjasaatja kirjutas Faraday kui lektori kohta:

„Ta omas andi ümbritseda loodusteadust võluvusega, ja see ei olenenud mitte vähesel määral seigast, et temas olid ühendatud hallpäine tarkus noorusliku hingega.“

Lõbusa loo jutustab Faraday'st S. P. Thompson raamatus *Michael Faraday, his Life and Work*, 1898. Kord pidas prof. Brande Royal Institution'is loengu rahast ja raha valmistamisest. Joseph Newton, Kuningliku rahapaja assistent, pani enne loengut Royal Institution'i kuuldesaali lauale kallismetalli. Olles selle korraldamisega ametis, märkas ta kuuldesaalis kedagi vanaldast lihtsalt riietatud meest, kes ta tegevust jälgis. Newton pidas teda mõneks instituudi vanemaks teenijaks ja andis talle mitmesuguseid seletusi raha valmistamise kohta. „Ma arvan“, ütles rahapaja ametnik, „teie olete vist juba hulga aastaid Royal Institution'i teenistuses?“ „O-jaa, juba mõndagi aega,“ oli sõbralik vastus. „Usun, et teie palk on siin rahuldav, ja see on peamise tähtsusega.“ „Jaa, sellega ma nõustun. Ma arvan, et iga töötegija on oma palga väärt, kuid mul ei oleks midagi selle vastu, kui mulle kõrgemat palka makstaks.“ Suur oli aga Newtoni imestus, kui ta õhtul Royal Institution'i tagasi tulles nägi, et mees, keda ta oli pidanud instituudi teenijaks, polnud keegi muu kui kuulus Faraday.

Aastal 1857 pakuti Faraday'le Royal Society presidendi tooli. Praegu hoitakse Royal Society's maali, mis kujutab stseeni, kus lord Wrottesley, Grove ja Cassiot saadikuina paluvad Fara-

day'd vastu võtta seda kõrget kohta. Algul ta kahtles, hiljem aga andis lõplikult eitava vastuse. „Tyndall“, ütles ta kord erajutu puhul, „mina soovin jääda lihtsaks Michael Faraday'ks kuni



M. Faraday vanul päevil ühes abikaasaga.

oma elu lõpuni.“ Tal oli oma töö ja ta ei soovinud muud. Ega tahtnud lasta end millestki takistada, olgu see seotud kas või kui kõrge au-
paistega.

Hinnates kõrgelt Faraday teaduslikke saavutisi, kinkis talle Inglise kuninganna aastal 1858 eluajaks tarvitada korraliku elamu Hampton Court'is, Londonis. Kuulda saanud, et Faraday'le tegi muret selle parandamine ja kordaseadmine, korraldas kuninganna nii, et elamu täielikult ka remonditi. Sellesse majja asus nüüd Faraday elama, jättes endale ka endise korteri Royal Institution'is, mida ta tarvituse korral kasustas.

Nagu juba eelpool öeldud, hoolitses Faraday oma elukaaslase eest suure armastuse ja lugupidamisega. Kord olles puhkusel Šveitsis, kõndis Faraday ühe päevaga 40 miili (60 km) ainult sellepärast, et ta abikaasal ei tarvitseks pühapäeval üksi olla. Vanaduse kättejõudmisega vaevas Faraday'd tõsiselt mure, et abikaasa pärast tema surma peab üksikuna maha jääma. Missugustest tundeist oli täidetud ta süda oma elukaaslase vastu, sellest annavad kujuka pildi ta kirjad abikaasale, milledest olgu toodud siinkohal paar näidet:

Birmingham, dr. Percy pool.
Neljapäeva õhtul, 13. sept.
1849.

Minu armas naine!

Lahkusin äsja dr. Percy külalislahkest lauast, et kirjutada Sulle, minu armas, ja Sulle ütelda, kuis mul läheb. Tunnen end siin hästi, hoolimata vähesest peavalust. Siin koheldakse mind ülilahkelt. Tõsiselt igatsevad kõik Sind siin näha; niihästi mr. kui ka mrs. Percy soovivad, et Sa tuleksid. Usun, Sa satud vaimustusse

kõigest sellest, mis meie oleme näinud, kuid ma kahtlen, kas jätkub Sul jõudu ringijooksmiseks, nagu seda meie teeme. Tean, Sa tunneksid sellest rõõmu, kui anda Sulle selleks aega, kuid kõike seda kahe päeva peale kokku kuhjata poleks mitte õige. Peale seda pole olemas suuremat rõõmu, kui kodu rahulik rõõm, ja isegi siin hetkel, millal lahkusin laua tagant, soovin, et oleksin Sinu juures. Oo, milline õnn on meie õnn! Minu eemalolekud Sinust avaras maailmas õpetavad mind seda õnne rohkem hindama. Loodan, et saan laupäeva õhtul koju tulla, kuid võibolla hilja, sest kui ma saan, siis kavatsen ette võtta väljasõitu Dudley-koobastesse, mis võtab terve päeva aega.

Kirjuta mulle, armsam. Kirja saaksin siis laupäeva hommikul või veel varem.

Parimaid tervitusi isale, Margery'le ja Jenny'le ning tuhat tervitust Sulle, kallim, Sind armastavalt mehelt

M. Faraday'lt.

See oli nende 29-ndal abielu-aastal. Ja 14 aastat hiljem:

5 Claremont Gardens Glasgow,
Esmaspäeval, 14. aug. 1863.

Kallim!

Neliteist päeva on sellest ajast möödunud, mil lahkusin Sinu juurest, kuid juba liiguvad minus mõtted tagasitulekust meie kodusse. Mitte, et meie armsad sõbrad küllalt minu eest ei hoolitse: igäüks neist valab mind üle oma sõbralikkusega; Sa tunned ju neid omist kogemusist.

Igatsen Sind näha, kallim, ja kõnelda Sinuga... Sa võtad jälle ülesandeks olla toeks minu mälule, Sina õnnelikuks tegev naine.

Palju tervitusi minu armsale Mary'le; loodan, et leian Teid koos, kuigi ma ei või teada, kuidas lood kujunevad.

Armsam, igatsen Sind näha ja olla Sinuga.

Sind väga armastav mees

M. Faraday.

Vanaduse kättejõudmisega kadus pikkamisi suure töömehe jõud. Aastal 1860 pidas ta oma viimsed jõululoengud noortele. Järgmise aasta oktoobris astus ta professoriametist tagasi, jättes endale laboratooriumi juhatuse. Viimse uurimistöo tegi ta 12. märtsil 1862, kuigi töötas veel paar aastat usinasti. Sel puhul ta otsis magnetvälja toimet valgusesse, mida uuris spektroskoobi abil. See juhtum on eriti huvitav, sest mõju, mida Faraday siin lootis selgitada, avastas 1897. a. Z e e m a n (Zeeman'i efekt).

Veel töötas ta Trinity House'ile ja nimelt katsetades tuletornides tarvitusele võtta elektrivalgustust, kuid siis pidi ta sellegi ameti üle andma Tyndall'ile. Aastal 1865 andis ta ära ka Royal Institution'i laboratooriumi juhataja koha.

Ta jätkas küll reedeõhtustest loengutest osavõtmist, kuid ta kehaline kui ka vaimne jõud kadus silmanähtavalt, eriti pärast 1860. aastat. Elu tööpäev hakkas jõudma paratamatule lõpule.

Truult ja armastades hoolitsesid ta eest abikaasa ja sugulane Jane Barnard. Aeg-ajalt vajus

ta täielikku osavõtmatusse, ei rääkinud üldse midagi, samuti ei võtnud enam kuidagi sellest osa, mis ta ümber sündis. Istudes toolil oma töötoas, suri ta vaikselt ja rahulikult 25. aug. 1867, 76. eluaastas. 30. aug. maeti Faraday, nagu ta seda ise oli soovinud ja nagu kohane tema usulahu liikmele, lihtsalt ja vaikselt Highgate'i kalmistule. Tagasihoidlik ja igasuguse toreduse ta hauakivi ilustab Michael Faraday rahupaika. Ta oli saanud töötada oma soovide järgi ja nüüd ta võis ka igavest und puhata kujunenud elulihtsuse vaimus. See, mis temast pidi rääkima tulevastele põlvedele ja sajandeile, oli — t ö ö.

Lisajooni Faraday islkule.

Suurmeeste hulgas, kellest kõnelevad meile möödunud ajad, on Faraday ainulaadsemaid teadusemehi. Eelpool nägime, milliseid alasid ja milliseid küsimusi ta käsitles oma uurimustes. Kuid ta uurimused ei piirdu ainult kirjeldatud töödega, need olid ainult ta tähtsamad saavutised. Kõik selle hiiglatöö viis ta läbi peamiselt omal jõul, sest abilisi, nagu teame, polnud Faraday'l kuigivõrd kasustada. Samuti puudus tal teadusemehele vastav eelharidus ja kool.

Faraday eluloost teame, et ta õppis ainult lühikest aega rahvakoolis, mistõttu tal puudus täielikult füüsikule vajalik matemaatiline eelharidus. Seepärast pole huvitusega märkida ta suhtumist matemaatikasse. Sageli kurdab ta

Katselistes uurimustes oma matemaatiliste teadmiste puudulikkust, mida ta ise nimetab täielikuks matemaatika mittetundmiseks. Poissoni matemaatilise teooria kohta ütleb ta: „Mul on täiesti võimatu saada sellest vähimatki kujutlust“. Tuntud on järgmine Faraday nali: „Oma elu kestes olen ainult ühe matemaatilise operatsiooni läbi viinud, nimelt, kui ma Babbage'i arvutusmasina vänta pöörsin.“ Kindel on, et ta kõik oma kuulsad uurimused teostas ilma siinuse ja koosinusega ning ilma kõrgema matemaatikata. Sellegipärast imetles ta teiste matemaatilisi teadmisi, mida võib järeldada juba sellest, et ta soovitas Tyndallil ümber töötada oma uurimused, et neid võiksid kasustada ka matemaatikud.

Tema suhtumist matemaatikasse iseloomustab eriti kiri Maxwell'ile 1857. a-st: „Meeleldi tahaksin Teilt kui matemaatikult midagi küsida. Kui matemaatik, kes teotseb füüsikaliste nähtuste uurimisega, on jõudnud teatud tulemusteni, kas ei saa ta siis neid väljendada tavalises keeles sama täpselt, selgelt ja täielikult kui matemaatiliste valemitegi abil? Kui see oleks võimalik, siis see oleks suur heategu niisugustele inimestele nagu meie. Usun, see on võimalik, sest alati olen tundnud, et Teie võite oma uurimuste tulemusi edasi anda täiesti selgelt matemaatikat tarvitamata.“

Faraday enese uurimused on matemaatiliselt ometi täpsed ja selged, hoolimata tema matemaatiliste teadmiste puudulikkusest.

Kuivõrd selgelt ja täpselt väljendas Faraday oma mõtteid ja uurimuste tulemusi ka ilma matemaatiliste valemiteta, sellest annab kujuka pildi Maxwell artiklis „Encyclopaedia Britannica’s“. Toome siinkohal sellest lühikese väljavõtte: „Faraday leiutiste ja uurimuste suurust ning originaalsust võib õppida tundma ja hindama, kui jälgida ta uurimuste saamislugu. Nagu juba võis oodata, muutusid Faraday tööd peagi kogu teadusmaailma uurimisesemeks, kuid ainult üksikud eriti suurte kogemustega teadlased vältisid vigu, kui nad käsitletava fenomeni kirjeldamisel tarvitasid võrreldes Faraday’ga teaduslikumat keelt. Tänapäev pole neist matemaatikuist, kes ei tunnusta Faraday meetodit füüsikaliste seaduste väljendamise suhtes teadusliku täpsuse vääriks, ise leidnud kuju, mis oleks oluliselt lahku minev ja mis väljendaks täielikult ja selgesti fenomeni, ilma et püstitaks uusi hüpoteese, mis pole füüsikaliselt kuidagi põhjendatud, nagu voolude elemendid, mis tekivad ja kaovad isenesest.

Ligi poolsada aastat kestnud sellelaadilise töö järel võime küll väita, et kuigi Faraday leiutiste praktiline rakendamine on suurenenud niihästi arvuliselt kui ka väärtuse poolest, ometi pole avastatud ühtegi erandit nende seaduste väljendustes, nagu neid esitas Faraday, ega ole lisandunud ühtegi uut seadust. Faraday poolt seadustele antud vorm on jäänud muutumatuks, sest Faraday ei ütle neis rohkem, kui katsed on tõendanud. Ka on see ainus viis, kuidas väljendada fenomeni teooriat nii, et see oleks täpis

ja arvuliselt õige, seejuures ka elementaarne ja lihtis.“

Teoses *Elekter ja magnetism* kirjutab Maxwell Faraday uurimuste kohta:

„Üheks põhjuseks, kui ma otsustasin mitte enne lugeda midagi matemaatilist, kui olen läbi lugenud Faraday *Experimental Researches in Electricity*, oli see: ma teadsin, et on erivus nähtuste arusaamises Faraday ja matemaatikute vahel. Kuid ma olin ka veendunud, et selle erivuse põhjuseks polnud ühe poole mitte-õigus.

Kui ma süvenesin Faraday uurimustesse, siis märkasin kohe, et Faraday meetod nähtusi kirjeldada oli samuti matemaatiline, kuigi ta ei väljendanud seda matemaatiliste sümbolite abil. Samuti avastasin ma, et ta võib mõtteid väljendada matemaatilisel kujul.

Näiteks nägi Faraday oma vaimusilmadega ruumi läbivaid tungjoni, kus matemaatikute järgi olid olemas tungide keskmed, mis mõjusid kauguse tagant. Faraday nägi seal vahemit ehk keskkonda, kus nemad nägid ainult kaugust. Faraday otsis nähtuse asukohta tegevuse järgi, mis toimus vahemis, nood aga olid rahuldatud, kui leiutasid tungi mõju kaugusest, mis omane elektirilisele fluidumile.

Kui ma andsin Faraday mõtteile matemaatilise kaju, siis leidsin, et üldiselt ühtuvad mõlemate meetodite tulemused. Samuti leidsin ma, et mitmesugused meetodid, mis leiutatud matemaatikute poolt, võib väljendada palju paremini mõtete abil, mis võetud Faraday'lt, kui algkujult...

Kogu see teooria kuulub sisuliselt Faraday'le ja seda meetodit nimetan ma Faraday meetodiks.“

Helmholtz oma loengus Faraday üle 1881. a. lausub sama küsimuse kohta: „Sest ajast kui teadusel on kasustada Maxwelli poolt läbitöötatud ja matemaatilisse keelde tõlgitud Faraday uurimuste tulemused, näeme, milline äärmine järjekindlus ja täpsus peitub Faraday sõnade taga. Ometi näis see olevat ta kaasaegseile ebatäpne ja tume. Ülimal määral on huvitav vaadelda, millise suure hulga keerukaid teoreeme, mille tõestused nõuavad suuri kõrgema matemaatilise analüüsi teadmusi, Faraday oli leiutanud oma loomuliku mõistuse ja sisemise instinkti abil, ilma et ta seejuures oleks abiks võtnud ühtki matemaatilist valemit.“ Teisel kohal kirjutab Helmholtz Faraday uurimustest veel järgmist:

„Teisiti on lugu kujutlustega, mis ta püstitas nähtuste sisemise olemuse kohta ja mis viisid teda palju-imestletud leiutisteni ja avastusteni. Algul saadi neist vaevu aru ning neile pühendati vähe tähelepanu. Ja tõesti erinesid Faraday kujutlused ja seletused tavalistest teaduslikest seletusviisidest, mille tõttu neid õpiti tundma, neist aru saama alles pikema aja jooksul. Peamine siht, mida ta seejuures taotles, seisis selles, et ta oma kujutluses väljendas ainult tõsiolusid ja vaatlusi, hoidudes piinlikult igasugustest hüpoteetilistest elementidest. See püüd omalt poolt oli suunatud selleks, et tuua edu teadusliku metoodika printsiipidesse, ja selle sihiks oli vabastada loodusteadus metafüüsikast.

Faraday polnud just esimene ega ainus oma

kaasaegsete hulgas, kes samu sihte taotlesid... Kuid nii radikaalselt nagu Faraday ei teotsenud ses suunas keegi ta kaasaegseist, ja ükski ei rakendanud uut printsiipi nii suure energiaga ja nii tulemusrikkalt.“

Faraday'l asendas matemaatikat mitmevõrra ta eksperimentimisoskus ja and. Faraday oli sellel alal ületamatu kunstnik. Faraday kõikide uurimuste aluseks oli katse ja see asjaolu annabki neile suure ja püsiva väärtuse. Loodusteaduste, samuti ka tehniliste teaduste hiiglaareng XIX sajandil ongi tingitud katse süstemaatilisele tarvitusele võtmisest. Sellel alal oli Faraday teenäitajaks, kelle uurimused osutasid, milliseid tulemusi võib saavutada süstemaatilise katse abil. Selles, kuidas ta lihtsate vahendite varal, mis ta oma katsete juures tarvitas, saavutas imestusväärset suuri tulemusi, avaldub Faraday geenius.

Oma noortele kuulajatele armastas ta näidata, kui kergesti ja kui lihtsast materjalist võib valmistada mitmesuguseid aparate. Et ehitada elektriseerimismasinat, seks võttis ta väikese pingi, mis oli masina kereks; klaaspudel oli silindriks. Viimane toetus pingi jalgade vahele tõmmatud traatidele. Kirjalaki abil pudeli külge kinnitatud puuvarb moodustas vända. Kollektori oli lihtis kahvel. Hõõrutavat siidriiet hoidis ta lihtsalt käes. Selle primitiivse aparaadiga näitas ta siis kuulajaile pea kõik elementaarkatsed elektri alalt.

Ühel päeval sõudis ta paadiga Thames'i jõel, kusjuures ta tundis vee halba lõhna. Et selgusele jõuda jõe vee puhtuses, viskas ta valgeid

märjaks tehtud paberitükikesi vette. Kuigi päike heledasti paistis, kadusid valged paberitükikesed kiiresti silmist. Selle kiiruse järgi otsustas ta, kuivõrd must ja läbipaistmatu oli vesi. Oma tähelepanekuist kirjutas ta ajalehele „Times'ile“, kus eriti rõhutab jõe vee kahjulikku mõju tervele.

Nagu me Faraday eluloost teame, jätkas ta uurimusi elektromagnetilise induksiooni kohta mitmesuguste katsemasinate ehitamiseni, lõpetas siis järsku katsetamise, et asuda uue probleemi kallale. Sel puhul kirjutab ta järgmised sõnad: „Minu soov oli rohkem avastada tõsiolusid ja nähtusi, mis seotud magneto-elektrilise induksiooniga, kui et seda jõudu suurendada. Ma olen kindel, et sel on suur tulevik.“

Nii oli Faraday teadlik selle nähtuse praktilise rakendamise võimalusest, ometi ei soovinud ta jätkata uurimistöid selles suunas. Kulus veel aastakümneid, enne kui ehitati tehniliselt kasutatav elektriinduksioonil põhinev dünamomasin.

Faraday ei võtnud ühelegi oma leiutisele patenti ega katsunud nende kaudu suurendada oma sissetulekut. Überpöördult, ta lõpetas igakord uurimise, kui jõudis punktini, kus oleks võinud uuritav nähtus leida praktilist rakendamist tehnikas ja tööstuses. Faraday'd huvitasid nähtuse põhiseadused ja põhiolemus ning nähtuse suhted teiste loodusejõududega, mitte aga nähtuse tehniline rakendamine. Need Faraday omadused määrasid peamiselt ka ta uurimisuuna.

Räägitakse, et koosolekul, kus Faraday ette

kandis oma uurimusi elektromagnetilise induktiooni kohta, küsinud keegi daam Faraday'lt: „Mis kasu on sellest elektriinduktsioonist?“, millele Faraday vastanud Franklini sõnadega: „Kas võib ütelda, mis kasu on meil äsjasündinud lapsest?“

Olles kord ühisel lõunasöögil Trinity House'is, küsinud hertsog Wellington Faraday'lt, miks ta ei katsu anda oma uurimustele rohkem praktilist suunda, mille kohta tähendanud Faraday: „See on nõuanne, mis väärrib palju, eriti kui see tuleb nii väärrika inimese poolt.“

Et Faraday tundis huvi ka tehniliste küsimuste lahendamise vastu, näitab juba ta kauaegne püüe parandada Inglise tuletornide valguseallikaid. On isegi arvatud, et ta surma kiirustas tugev külmetus, mis ta sai tuletornide vaatluskäigul tormise ilmaga.

Samuti annavad tunnistust Faraday huvist rakendada teadust tehnikas ta avaldamata käsi- kirjad. Ühes neist näiteks leidub märkus selle kohta, kuidas konservida liha. Samuti tundis ta suurt huvi veini valmistamise vastu. Kellelegi härra Woolnough'ile, kes oli avaldanud raamatu paberi marmoreerimisest, kirjutas Faraday kirja, milles ilmneb ta suur huvi küsimuse vastu. Faraday'l ei puudunud ka paar omatehtud saapaid, mida ta meeleldi külastajaile näitas.

Kui aga tõstame jälle küsimuse, miks ta ei kasustanud teadmisi ja huvi nähtuste vastu oma isiklikes materiaalseis huvides, siis peame meelde tuletama Faraday usulisi vaateid, millest oli juttu raamatu alguses.

Kuigi Faraday ise kunagi ei hoolinud oma leiutiste praktilisest rakendamisest ega neid selles suunas edasi ei arendanud, ometi oli ta alati valmis teiste leiutisi läbi proovima ja nende üle pidama loenguid. Need loengud pidas ta tavaliselt reediti. Nii kõneles ta kunstlikust kivist, litograafiast, Ruhmkorffi induktsiooniaparaadist, peegli hõbetamise menetlusest, tuletornide valgustamisest elektrivooluga jne.

Faraday oli *self-made-man*, ise enese eest hoolitseja, omal jõul elust läbi lööja, sest hariduse ja õpetlase kutse omandas ta iseõppimise teel; ometi oli ta vaba neist mittemeeldivaist omadusist, mis sageli omased seda liiki inimestele. Samuti oli ta kaugel kadedusest teiste õpetlaste vastu, kel üks või teine uurimus õnnestus. Meeleldi tunnustas ta teiste teeneid teaduse alal. Nii kirjutas ta Tyndall'ile, kes tol ajal viibis Marburg'is, et ta väga rõõmustab selle üle, et Tyndall'i uurimus kristallide magnetiliste omaduste üle on sooja vastuvõtmise leidnud teadusmaailmas. „On imelik“, kirjutab ta, „kui palju head võib tulla, kui mitu isikut uurivad ühte ja sama küsimust. Igaühel on seejuures oma vaade, mis teistele on uus. Kui teadus oleks vabariik, siis ta ainult võidaks sellega. Kuigi ma teistes küsimusis pole vabariiklane, ometi tunnustan seda siin.“

Faraday oli äärmiselt heatahtlik teiste kaas-aegsete uurijate ja teadusemeeste vastu, iga-sugustest tülidest hoidis ta end eemale. Teaduslikkude uurimuste prioriteedi küsimuses oli ta siiski tundlik ja järeleandmatu. See on aga

vägagi arusaadav mehe juures, kes vabatahtlikult loobus igasugustest suurtest sissetulekuist ja varadest ja kes terve oma elu pühendas end teadusele. Üks niisugune arusaamatus tekkis tal, nagu eelpool nägime, H. Davy'ga, kui tal õnnestus veeldada kloori. H. Davy pidas seda suurelt osalt oma teeneks, kuigi see oli täielikult Faraday saavutus.

Sama lugu juhtus elektromagnetilise induktiooni avastamisel. Teade elektrivoolu tekitamisest magneti abil levis kirjade ja ajalehtede kaudu teadusmaailmas laiali ja enne kui Faraday ametlik aruanne sellest uurimusest trükkis ilmus, avaldasid paar itaalia teadlast omad uurimused sama nähtuse kohta, ilma et nad Faraday'd seejuures oleksid nimetanudki.

Faraday ei võtnud osa nähtavasti ühestki tolelaegsest poliitilisest ega sotsiaalsest liikumisest, mida võib järeltada sellest, et ta neile nähtusile pööris vähe tähelepanu. Kõigist ta huvidest ja eriti ta teaduslikest huvidest võime kaudu selge kujutluse saada ta kirjadest ja märkustest, kuid harva leidub neis kohti, mis kajastavad tolle aja poliitilisi küsimusi. Ajavahemik 1814—1815, mil ta Davy'ga oli Euroopa-reisul, oli üks põnevamaid momente Euroopa poliitilises elus, aga ometi leidub ta tolleaja kirjadest nende sündmuste kohta ainult niipalju, kui palju need takistasid reisijate liikumist. Vanemas põlves näib kasvanud olevat Faraday huvi kodumaa poliitiliste sündmuste vastu, kuid ka siis piirdus see peamiselt parlamendis peetud kõnede luge-

misega. Üldiselt esines Faraday kehtiva poliitilise korra pooldajana.

Faraday ei salanud kunagi, et ta oli pärit töölisperekonnast ja et ta isa oli lihtne sepp. Tõusiklus oli talle võõras. Oma vanemat venda, Robertit, kes teenis gaasivabrikus, aitas ta sageli mitmesugustes gaasitehnikat puutuvais küsimusis. Vanema venna austus ja lugupidamine noorema venna vastu oli piiritu; ta polnud kade nooremale vennale ta seltskondliku positsiooni pärast.

Kord istus vanem vend Robert Royal Institution'is, kus pidi algama noorema venna loeng, ja kuulis, kuidas kaks härrat rääkis omavahel M. Faraday kiirest teaduslikust karjäärist. Suureks pahameeleks kuulis ta, kuidas üks härradest tähendas ta venna kohta, et see olla pärit madalast seisusest. „Ma usun, ta oli varem ainult saapaviksija,“ ütles kõneleja. Seda ei suutnud Robert Faraday enam kannatada, pöördus kähku kõnelejate poole ja ütles järsult: „Aga lubage, härra, ons ta teie saapaid puhastanud?“ „Oh ei, muidugi mitte,“ oli piinlikku seisukorda sattunud härra vastus.

On vähe neid, kellele osaks on saanud nii palju teaduslikke auavaldusi ja audiplomeid kui Faraday'le. Esimese sellise tunnustuse sai ta aastal 1823, kui ta valiti Pariisi Teadusteakadeemia kirjavahetajaks liikmeks ja Cambridge'i Philosophical Society auliikmeks. Doktoritiitleid omas ta kolm: Cambridge'i, Oxfordi ja Praha ülikoolilt. Üldse kogu elu kestes sai M. Faraday 97 audiplomit ja tunnustust mitmesuguste asu-

tiste poolt. Nende hulgas on kõikide maade üli-koole. Viimsena valis Faraday' oma liikmeks Napoli Kuninglik Teadusteakadeemia. Neist teaduslikkudest tunnustustest pidas M. Faraday suurt lugu, kõik diplomid ta hoidis hoolikalt alal.

Kuid kunagi ei tulnud talle mõttessegi võidetud seisukohti kasustada maistes huvides. Kui kord keegi ta sõpradest rääkis kuulujuttudest, et teda kavatsetakse tõsta aadliseisusse, siis vastas ta sellele: „Ma olen õnnelik, et ma pole „sir“ ega kavatse ka kunagi selleks saada (kui see minust oleneb).“

Faraday'st võiks jääda julgustav tunne kõigile nendele, kes leiavad oma elumõtte olevat töös, kes tunnevad enese olevat suutelise midagi suuremat korda saata, ja keda ahistavad eluraskused ja kitsad töötingimused. Faraday on oma pika eluga tõestanud, et ka koolihariduseta, varanduseta, seltskondliku positsioonita võib suurt saavutada. Ja õnnelikumatel ei tarvitse kindlasti kadestada Faraday'd, küll aga respekti tunda ka niisuguste töömeeste vastu, kel pole diplomit ega muud aupaistet. Isiksus ja töö on need, mis annavad inimesele ta erikaalu maailmas.

Tarvitatud kirjandus.

- M. Faraday*: Experimental Researches in Electricity I—III. London, 1839—1855.
- W. H. Bragg*: Faraday's Diary. Reviews of Modern Physics, Volume 3, Number 1, 1931.
- J. A. Crowther*: Michael Faraday. London, 1918.
- I. Gladstone*: Michael Faraday. 1872.
- S. P. Thompson*: Michael Faradays Leben und Wirken. Übersetzung von A. Schütte und H. Danneel. 1900.
- P. La Cour & J. Appel*: Die Physik auf Grund ihrer Entwicklung. Braunschweig, 1905.
- P. Lenard*: Grosse Physiker. München, 1930.
- J. Keferstein*: Grosse Physiker. Leipzig, 1911.
- F. Rosenberger*: Die Geschichte der Physik. Braunschweig, 1887.

Nimede hääldamist.

Abbott — ä'bət	Gay-Lussac — ge-lüssa'k
Aix — eks	Gramme — gram
Ampère — an(g)pää'r, ampäär	Grove — grouv
Arago — arago'	Hampton Court — hä'mptn koot
Aukland — oo'kländ	Hatchett — hä'tšit
Babbage — bä'bidž	Highgate — hai'git
Banks — bänks	Humphry — ha'mfri
Barlow — baa'lou	Jane — džein
Barnard — baa'nəd	James — džeimz
Becquerel — bekre'l	Jenkin — dže'ŋkin
Benjamin — be'ndžəmin	Jones — džounz
Bérard — beraa'r	Latham — lei'əəm
Bologna — bolo'nja	Lausanne — loza'n
Brighton — braitn	Lavoisier — lavuazje'
Calais — kale'	Louvre — luvr
Cassiot — kassjo'	Luigi — lui'dži
Chapham — tšä'pəm	Lyon — ljo'n(g)
Christie — kri'sti	Maxwell — mä'ksuəl
Clément — klema'n(g)	Marconi — marko'ni
Coulomb — kulo'n(g)	Masquerier — maskerje'
Dance — daans	Matteucci — mateu'tši
Davy — dei'vi	Michael — maikl
Désormes — deso'rm	Montpellier — mon(g)pelje'
Dewar — dju'ə	Netice — neti'ss
Dover — dou'və	Owen — ouən
Dumas — düma'	Pacinotti — patšino'tti
Edward — eduə'd	Pepys — piips
Faraday — fä'rədi, eesti keeles on harjutud hääldama: fa'ra- de	Phillips — fi'lips
Fresnel — frene'l	Pictet — pikte'
	Poisson — puasso'n(g)

Quakers — kuei'kəz
Riebau — ribo'
Rive — riiv
Romagnosi — romanjo'si
Royal Institution — roi'əl ins-
titjuu'ʃən
Royal Society — roi'əl səsai'ti
Roche — roʃ
Rumford — ram'fəd
Rue -- rü
Smart — smaat
South — saue
Sturgeon — stəə'dʒən
Swansea — suo'nzi

Zénobe — zeno'b
Tatum — teitəm
Trinity House — tri'niti haus
Tyndall — tindl
Vevey — vöve'
Warren — uo'rən
Whewell — hju'əl
Wrottesley — rotsli
Woburn — vou'bən
Woolwich — vu'lidʒ
Yorkshire — jookʃiə

Sisukord.

	Lk.
I. Noorus	5
II. Tõusu algus	26
III. Geniaalse uurijana töörakkes	55
IV. Tööpäev jõuab lõpule	97
Lisajooni Faraday isikule	124
Tarvitatud kirjandus	136
Nimede hääldamist	137

SUURMEESTE ELULUGUDE

1933. a. aastakäik.

Nõ 1. Roald Amundsen. Kirj. A. Hanko.

Päikesepaisteline, teotahteline ja tugev iseloom, kellele väiklus on võõras ja kellele puhkuseks on pingutuste vahetus — see on Amundsen. Rasked uurimusretked polaarjääs ja lumetormides ning tähtsad avastused — see on ta elutöö. 5 pildi ja 2 kaardiga. 152 lk.

Nõ 2. Isaac Newton. Kirj. J. Lang ja D. Rootsman

Newton pühendas oma elu ainult uute tõdede leidmisele, mitte hoolides teiste kiitusest või laitusest. Ta andis inimsoole maailma ehitusest uue kujutluse ja uued seadused, mis püsivad tänapäevani, tema tööd teistelgi aladel olid uueks valguseks. 20 pildiga. 124 lk.

Nõ 3. Muhamed ja Islam. Kirj. H. Holma ja N. Barthold, tõlk. F. Tuglas.

Lihtsast araablasest sai oma rahva usuline juht ja praegu mitmele sajale miljonile kuuluva usundi isa, — selle jälgimine on huvitav ja õpetlik. Ühtlasi näidatakse, kuidas ja miks uus usund suutis võita poolehoidjaid ja vallutada rahvaid. 13 pildi ja 1 kaardiga. 140 lk.

Nõ 4. Abraham Lincoln. Kirj. A. Montgelas. Tõlk. E. Roos.

President, kes elas ainult oma rahvale, kes püüdis mõista, mis on õige ja õiglane, ja isegi surma ähvardusel ei taganenud siis sellest. Andis neegritele Ühendriiges vabaduse ja maksis oma õnnistusrõhke tegevuse surmaga. 6 pildi ja 1 kaardiga. 144 lk.

Nõ 5. Honoré de Balzac. Kirj. B. Linde.

Selle geniaalse ja paljuloetud kirjaniku maine elu on mitmekesine ja täis erakordsusi: ta on olnud trükikoja-omanik, kirjastaja, ajakirjade väljaandja, kohtu poolt võlgade pärast tagaaetav, ärispekulatsioonide sepitseja, vanade kunstiesemete kokkuostja, tormine armastaja. 6 pildiga. 132 lk.

Nõ 6. Ignatius Loyola. Kirj. prof. P. Treiberg.

Elurõõmsa rüütlina algas Loyola paljutöötavat elu, usklikuna tahtis ta siis mungaelu elada teiste teenimises ja raskustes, kuid tema suured isiklikud võimed viisid tema niikaugele, et ta lõi organisatsiooni — jesuiitide ordu —, mis on etendanud Euroopas väga tähtsat osa, ja selle kaudu õpime teda tundma kui väga tähelepanavat teoinimest. 10 pildiga. 164 lk.

Üksikmüügil kõite hind 1 kr. 50 s. Soodustatud tellimistingimused vt. viimane lehekülg.

Suurmeeste elulugude seeria kaustas ja välimusega varem ilmunud elulood, mis on paigutatud järgmiste numbrite alla:

- Nr. 7. J. V. Lehtonen: VICTOR HUGO. Suure kirjaniku ja vabaduse eest võitleja elulugu XIX saj. poliitilise elu tagapõhjal. 6 pildiga. Tõlk. Fr. Tuglas.
- Nr. 8. S. A. Žebeljev: ALEKSANDER SUUR. Maailma kuulsaim väejuht ja vaimustavam teoinimene. 1 pildiga. Tõlkinud Rich. Kleis.
- Nr. 9. S. Fodor: EDISON. Maailma suurima leiutaja elukäik, alatine tööpingutus ja leiutiste saamislugu. 6 pildiga. Hind 1 kr. 50 s. Tõlk. A. Suik.
- Nr. 10. J. W. Mackail: VERGILIUS ja tema tähendus nüüdismaailmale. Rooma ideaalide kehastaja kirjanduses ja inimsuse ülim laulik, kes elanud 2000 a. tagasi. Värvilise pildiga. Tõlk. A. Oras.
- Nr. 11. V. Tarkiaainen: ALEKSIS KIVI. Kuidas vaesusega võideldes lihtsast külapoisist sai soome suurim kirjanik. Tema looming ja eluvõitlus. 5 pildiga. Tõlk. A. Palm.
- Nr. 12. H. Drouin: LOUIS PASTEUR. Keemiku ja ühtlasi arsti elu, kes võitnud palju hädasid, muu seas ka marutõve. 3 pildiga. Tõlk. A. Laur.
- Nr. 13. A. Heilborn: DARWIN. Suure töömehe elu, kes oma haigusi arstis tööga ja kes oma õpetusega andnud maailma vaimuelule teise suuna. 4 pildiga. Hind 1 kr. 50 s. Tõlk. A. Tamm.
- Nr. 14. C. Sh. Jones: WASHINGTON. Mees, kes väga rasketes oludes organiseeris sõjaväe, juhtis seda visadusega kuni võiduni, tõi iseseisvuse Ameerika Ühendriikidele ja oli esimene president. 2 pildi ja kaardiga. Tõlk. O. Truu.
- Nr. 15. R. Rolland: MICHELANGELO. Maailma ühe suurima kunstniku elu. Vaimuinimene kõige puhtamal kujul, kes kunagi ei arvestanud elu reaalsusi. 6 pildiga. Hind 2 krooni. Tõlk. M. Lepik.
- Nr. 16. R. Rolland: BEETHOVENI ELU. Maailma suurim muusikamees, kes oli kurt, kuid siiski oma eluülesanded täitis hiilgavalt. 5 pildiga. Hind 1 kr. 50 s. Tõlk. J. Semper.
- Nr. 17. F. J. Snell: GARIBALDI. Sõjakangelase ja isamaalase romantiline elu, kes võitles Itaalia vabaduse eest ja ühendas Itaalia tervikuks. 1 pildi ja kaardiga. Tõlk. L. Luiga.

Numbri tavaline hind 1 kr. 75 s., köites 50 s. kallim.

Teisi EKS-i elulugusid :

A. KALLAS: TÄHELEND (KOIDULA ELULUGU).
Tõlk. Fr. Tu g l a s. Teine uuendatud trükk. 19 pildiga. 280 lk.
Hind 3 kr. 50 s., köites 5 kr.

Aino Kalda põhjalik uurimus, millena esineb ta Koidula elulugu, ei ole kaugeltki kuiv faktide loetelu, vaid sügavalt ja üleni tihedalt hingestatud teos, mis lugejat kütkestab ning kisub kaasa vahetu jõuga.

CREDO — Taluperenaine nr. 7, 1929.

A. JÜRGENSTEIN: C. R. JAKOBSONI ELU JA TÖÖ.
9 pildiga. 116 lk. Hind 1 kr. 30 s., kal.-köites 2 kr. 80 s.

Siin kõneleb mees oma elu tähelepanekute ja oma vääramatute tõekspidamiste najal, s. o. mees, kes kõne all oleva ajajärgu ise kõige suurema innuga läbi on elanud ja kes kõik selle, mis ta jutustab, on osava ning tundja tähelepanijana vaimselt läbi „seedinud“.

M. MARTNA — Postimees 15. IX 1925.

A. RAAG: ELISABETH ASPE ELU JA LOOMING.
4 pildiga. 78 lk. Hind 1 kr., kal.-köites 2 kr. 50 s.

Mis puutub essee kriitilisse külge, siis on autor suhtunud oma ülesandesse märgitava hoole ja asjalikkusega. On läbi töötatud palju senitundmatut materjali — näiteks E. Aspe päevik — ja selle põhjal püütud jõuda lähedale kirjaniku loomingu tuumale ja lähtekohtadele.

Rj. — Postimees 25. I 1930.

R. ROLLAND: TOLSTOI ELU.
Tõlk. K. M a r t i n s o n. 1 pildiga. 178 lk. Hind 2 kr., kal.-köites 3 kr. 50 s.

Haarav on see teos oma napis, tõsisel väljendusel, haarav kahe isiku tõttu, nii Tolstoi kui Rolland'i tõttu.

F. D. — Vaba Maa 12. X 1928.

K. MAUROIS: ARIEL ehk SHELLEY ELULUGU.
Elulooline romaan. Tõlkinud L. R a u d s e p p. 372 lk. Hind 2 kr., iluköites 2 kr. 50 s.

See on imeline raamat! Põnevaim romaan ja hoolikas elulugu ühtlasi. Romaan üle 100 aasta tagasi elanud inglise romantikust Percy Shelley'ist — ta lapsepõlvest, noorusest, kooliskäimisest, elust; ta vahekorrast isaga, armumisest, sõpradest, mõlemast naisest, vahekorrast Byroniga, surmast.

A. Palm — E. Kirjandus 1930.

Vt. ka W. Bousset: **Jeesuse elu ja õpetus.** Elav Teadus nr. 9. 116 lk. Hind 1 kr., iluköites 1 kr. 50 s.

SUURMEESTE ELULOOD

Seni ilmunud numbrit

soodustatud tellimistingimused:

3 eri raamatut 4 krooni, 6 eri raamatut 7 kr. 50 s.
6 eri raamatu hinda kr. 7. 50 võib tasuda ka osakaupa:
kr. 3.—, 2.50, 1.25 ja —.75. Kummagi esimese osa-
maksu tasumise järel saadetakse välja 2 raamatut,
kummagi viimase osamaksu tasumise järel 1 raamat.
Iluköide 50 senti eksemplari pealt ja 2 kr. 50 s. 6 eks.
pealt. Rahvaraamatukogu köide 40 s. eksemplar.

1935. a.

„SUURMEESTE ELULOOD“ jätkavad ilmumist

6 elulugu aastas, à 120—160 lk.

1935. aastakäik toob suurmehi järgmisest valikust:
Dostojevski, kapten Cook, Gladstone, Gustav Adolf, Watt,
Goethe, Spinoza, Augustinus, Jeanne d'Arc, Jaan Poska jt.
Lähema aja kavas on veel: Petöfi, Snellman, Owen, Kant,
Nietzsche, Shakespeare, Puškin, Stanley, Cicero, Delacroix,
Bach, Richelieu, Ibsen, Platon, Dante, Bismarck, Marx,
Kopernik, Karl XII, Linné jne. Maailma suurmeeste kõrval
esitatakse väärikalt ka eesti suurmehi, nagu Kreutzwald,
Jannsen, Jakobson, V. Reiman, kapten Irv jne.

TELLIMISTINGIMUSED:

Aastakäik	6 nr-it	Kr. 7.50	Aasta tellimishinda	Kr. 7.50
Pool aastakäiku	3	„ „ 4.—	võib tasuda osakaupa:	
Üksiknumber	„	1.50	Tellimisel	„ 3.—
Iga numbri iluköide	„	—50	1. aprilliks	„ 2.50
			1. juuliks	„ 1.25
			1. oktoobriks	„ —.75
Numbrid ilmuvad umb.	1½	kuu tagant, pikema vaheajaga		
		kesksuvel.		

Tellida võib kõigist postkontoreist, raamatukauplusist,
Eesti Kirjanduse Seltsi usaldusmeestelt ja otseteed Seltsilt,
makstes raha Seltsi posti jooksvale arvele nr. 20—36.

EESTI KIRJANDUSE SELTS TARTUS

HIND 1 KR. 50 S.